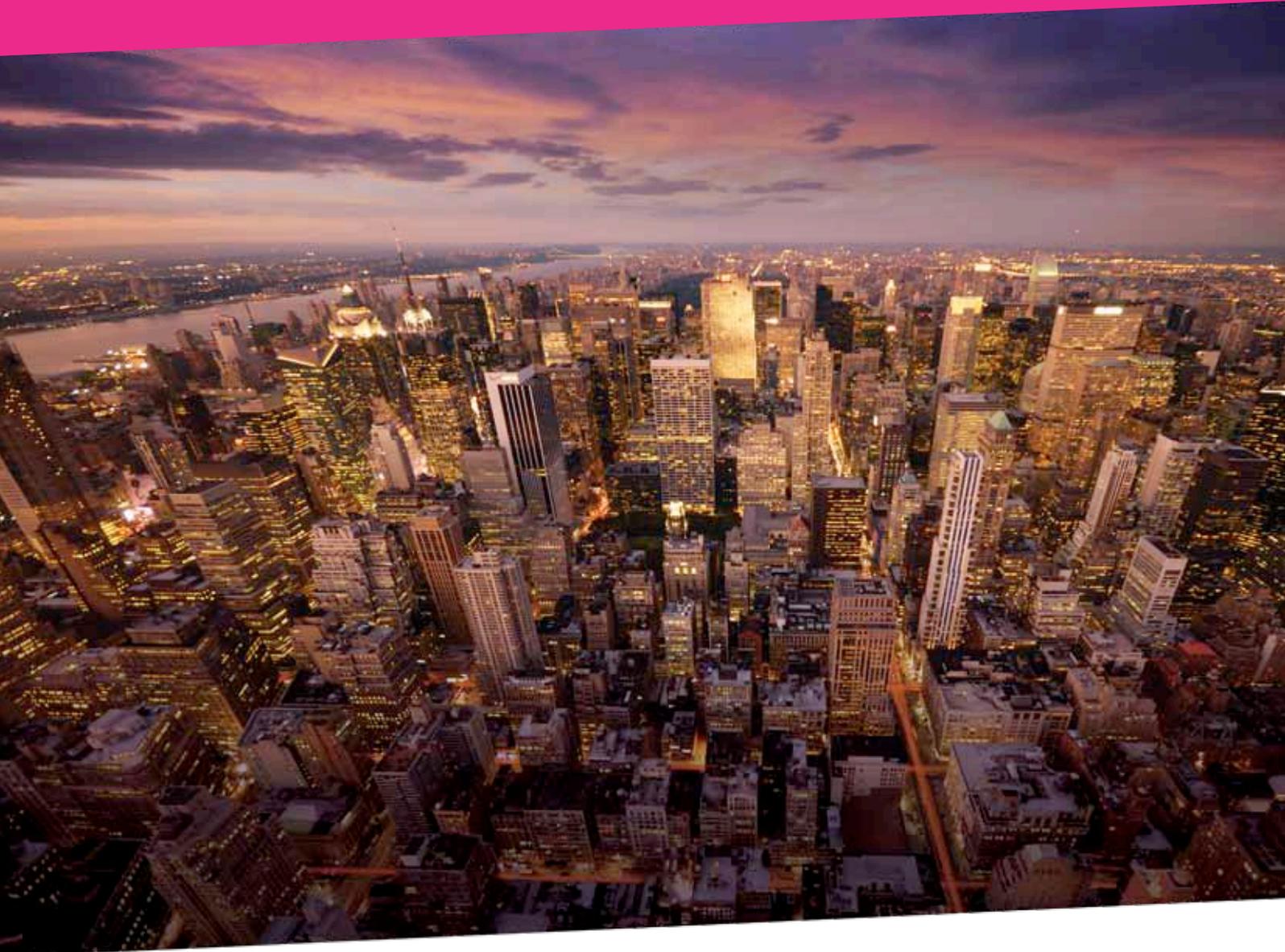




# Cables y Accesorios para Baja Tensión

2014-2015



A brand of the

**Prysmian**  
Group



An aerial photograph of a dense city skyline at dusk. The sky is a mix of deep blue and purple, with some light clouds. The city below is illuminated with warm yellow and orange lights from buildings and streets. A white banner with a slight shadow is positioned in the upper right quadrant, containing the text "LINKING THE FUTURE" in a clean, sans-serif font.

LINKING THE FUTURE

# Cables y Accesorios para Baja Tensión

Este catálogo es un documento de ayuda al profesional eléctrico, un libro en el que poder encontrar las principales características de los cables y accesorios Prysmian para BT así como un inventario de soluciones a situaciones frecuentes a la hora de afrontar el diseño de tendidos eléctricos. Más allá de ser sólo un inventario de fichas comerciales.

En una primera parte encontrará una amplia introducción técnica con explicación de los principales métodos de cálculo, ejemplos y ayudas técnicas basadas en la realidad de las instalaciones eléctricas y la experiencia de Prysmian.

La segunda parte del catálogo recoge una colección de fichas técnicas donde se detallan las características cualitativas y cuantitativas de las principales familias de cables y accesorios para BT.

Le recordamos también que Prysmian fabrica numerosos diseños especiales de cables de energía y comunicaciones no contenidos en forma de ficha en este documento para lo que le invitamos a contactarnos.

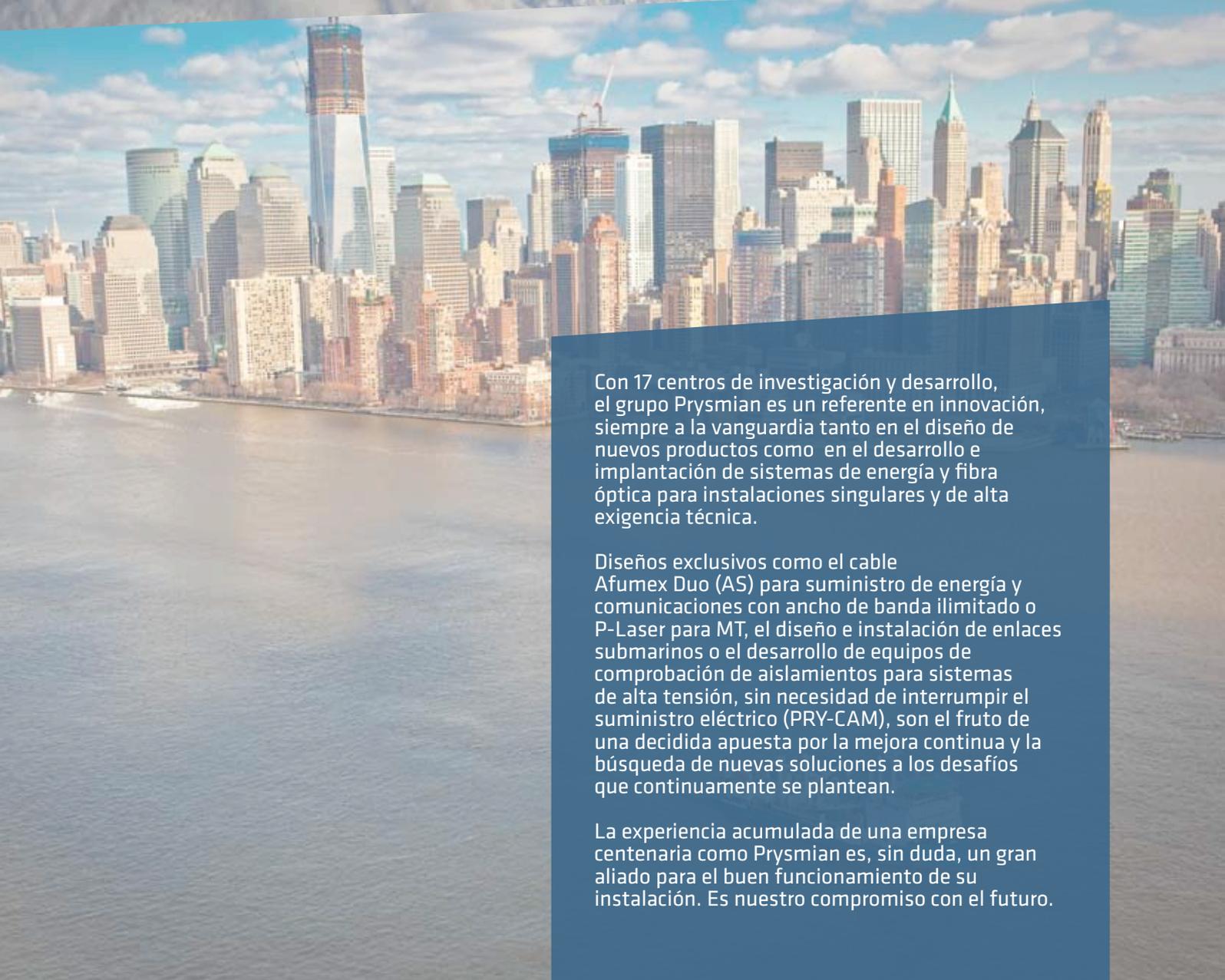
Desde Prysmian queremos agradecer su interés en nuestra firma y desear que el catálogo sea de su agrado y lo pueda utilizar como una herramienta útil en el día a día de su labor en el sector eléctrico.



**Prysmian Group es líder mundial de la industria de cables y sistemas para energía y telecomunicaciones, con 19000 empleados y 91 plantas de fabricación repartidas en 50 países**



# Comprometidos con el futuro



Con 17 centros de investigación y desarrollo, el grupo Prysmian es un referente en innovación, siempre a la vanguardia tanto en el diseño de nuevos productos como en el desarrollo e implantación de sistemas de energía y fibra óptica para instalaciones singulares y de alta exigencia técnica.

Diseños exclusivos como el cable Afumex Duo (AS) para suministro de energía y comunicaciones con ancho de banda ilimitado o P-Laser para MT, el diseño e instalación de enlaces submarinos o el desarrollo de equipos de comprobación de aislamientos para sistemas de alta tensión, sin necesidad de interrumpir el suministro eléctrico (PRY-CAM), son el fruto de una decidida apuesta por la mejora continua y la búsqueda de nuevas soluciones a los desafíos que continuamente se plantean.

La experiencia acumulada de una empresa centenaria como Prysmian es, sin duda, un gran aliado para el buen funcionamiento de su instalación. Es nuestro compromiso con el futuro.

<b>GUÍAS DE UTILIZACIÓN</b> .....	8
-Guía orientativa de aplicaciones usuales de los cables para BT .....	10
-Soluciones Afumex al Reglamento Electrotécnico para BT .....	12
-Ejemplos de aplicación Afumex Firs (AS+) en pública concurrencia .....	14
-Tipos de cables PRYSMIAN para BT .....	16
<b>INTRODUCCIÓN TÉCNICA</b> .....	18
<b>A) Instalaciones interiores o receptoras</b> .....	21
-Modos de instalación .....	21
-Intensidades máximas admisibles en instalaciones en edificios .....	26
-Intensidades admisibles en Amperios al aire .....	28
-Factores de corrección .....	29
<b>B) Redes aéreas para distribución o alumbrado exterior en BT</b> .....	36
-Introducción .....	36
-Intensidades máximas admisibles .....	36
<b>C) Redes subterráneas para distribución en BT (criterio norma UNE 211435)</b> .....	39
-Intensidades máximas admisibles .....	39
-Factores de corrección .....	39
<b>C bis) Redes subterráneas para distribución o alumbrado exterior en BT (criterios del REBT)</b> .....	43
Cables directamente enterrados o bajo tubo (cables soterrados) .....	43
-Introducción .....	43
-Intensidades máximas admisibles.....	44
-Factores de corrección.....	45
Cables instalados en galerías subterráneas .....	46
-Introducción .....	46
-Intensidades máximas admisibles.....	47
-Factores de corrección.....	47
<b>D) Cálculo de la intensidad de corriente</b> .....	49
<b>E) Cálculo de la sección por caída de tensión</b> .....	50
-Formulario .....	50
-Caídas de tensión máximas admisibles en % según el Reglamento para BT.....	52
-Tablas de caída de tensión.....	53
<b>F) Intensidades máximas de cortocircuito</b> .....	55
<b>G) Ejemplos de cálculo de sección en BT</b> .....	57
-Línea general de alimentación en edificio de viviendas .....	57
-Derivación individual en edificio de viviendas .....	58
-Ascensor de un centro comercial .....	60
-Cálculo con resultado de varios conductores por fase .....	63
-Cálculo por intensidad admisible .....	66
-Calculo de sección por intensidad de cortocircuito.....	68
<b>H) Radios de curvatura</b> .....	72
<b>I) Tensiones máximas de tracción durante los tendidos de los cables</b> .....	74
<b>J) Errores más frecuentes en el cálculo de secciones y la elección del tipo de cable</b> .....	75
<b>K) Soluciones a situaciones particulares y frecuentes</b> .....	90
<b>L) Ensayos de fuego</b> .....	118
-Normativa de ensayos de fuego .....	121
<b>M) Cable de aluminio para BT Al Voltalene Flamex (S). Características comparativas frente al diseño tradicional Al Voltalene N (AL RV)</b> .....	122
<b>N) Cálculos de sección en líneas abiertas de sección uniforme</b> .....	124
<b>O) Eficiencia energética. Ejemplo de cálculo de sección económica y “amortización ecológica”</b> .....	126
<b>P) Ejemplo de cálculo de sección técnica y económica de conductor en una instalación fotovoltaica. “Amortización ecológica”</b> .....	132
<b>Q) Eficiencia energética. Ejemplo de cálculo de sección de los conductores de alimentación a una batería de condensadores</b> .....	143

## CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

### Cables Afumex (AS y AS+)

<b>Afumex Plus 750 V (AS)</b>	<b>ES05Z1-K / H07Z1-K TYPE 2</b>
Afumex DUO 750 V (AS)	<b>H07Z1-K</b>
Afumex Paneles Flexible (AS)	<b>H07Z-K</b>
Afumex Paneles Rígido (AS)	<b>H07Z-R</b>
<b>Afumex Easy (AS)</b>	<b>RZ1-K</b>
Afumex Mando 1000 V (AS)	<b>RZ1-K</b>
Afumex Firs 1000 V (AS+)	<b>SZ1-K/RZ1-K mica</b>
Afumex Firs Detec-Signal (AS+)	<b>SZ1-K</b>
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	<b>RZ1-K</b>
Afumex O Signal (AS)	<b>RC4Z1-K</b>
Afumex Expo (AS)	<b>H07ZZ-F</b>
Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)	<b>RZ1KZ1-K</b>
Afumex 1000 V LUX (AS)	<b>RZ1-K</b>
Al Afumex 1000 V (AS)	<b>AL RZ1</b>

<b>Cable flexible 750 V AS</b>	148
Cable flexible 750 V AS con fibras ópticas para derivaciones individuales	150
Cable flexible 750 V AS termoestable	152
Cable flexible 750 V AS para centralización de contadores	154
<b>Cable de 1000 V AS</b>	156
Cable de 1000 V AS para derivaciones individuales	159
Cable resistente al fuego (AS+)	161
Cable resistente al fuego (AS+) para pulsadores, detectores y alarmas (trenzado y apantallado)	164
Cable AS para control y mando	166
Cable AS apantallado para control y mando	168
Cable AS para servicios móviles	170
Cable AS para motores con variadores de frecuencia (con conductor concéntrico)	174
Cable AS para energía y control de luminarias DALI	176
Cable de 1000 V AS de aluminio	178

### Cables para fotovoltaica

P-SUN 2.0	<b>ZZ-F</b>
-----------	-------------

Cable para instalaciones fotovoltaicas	180
--	-----

### Cables con PVC

<b>Wirepol Flexible</b>	<b>H05V-K/H07V-K</b>
<b>Wirepol Rígido</b>	<b>H05V-U/H07V-U/H07V-R</b>
<b>Retenax Flex</b>	<b>RV-K</b>
Retenax Flam N	<b>RV</b>
Euroflam Energía	<b>VV-K</b>
Retenax Flam M Flex (RH)	<b>RVMV-K</b>
Retenax Flam F	<b>RVFV</b>
Retenax Flam Varinet K Flex	<b>RVKV-K</b>
Wirepol Gas	<b>H03VV-F/H05VV-F</b>
Euroflam N	<b>H05VV-F/ES05VV-F</b>
Detec-Signal	<b>V0V-K</b>

<b>Cable flexible 750 V PVC</b>	182
<b>Cable rígido 750 V PVC</b>	184
<b>Flexible PVC 1000 V</b>	186
Rígido PVC 1000 V	189
Cable PVC para control y mando	192
Cable PVC armado con hilos de acero (RH)	194
Cable PVC armado con flejes de acero	199
Cable PVC para motores con variadores de frec. (con conductor concéntrico)	203
Cable manguera blanca PVC 500 V	205
Cable manguera negra PVC 500 V	208
Cable PVC (trenzado y apantallado)	210

### Cables de goma

Bupreno H07RN-F	<b>H07RN-F</b>
Bupreno DN-K	<b>DN-K</b>
Solda	<b>H01N2-D</b>
Bupreno Bombas Sumergidas	<b>DN-F BOMBAS SUMERGIDAS</b>

Cable de goma (provisionales obras, servicios móviles...)	212
Cable de goma para instalaciones fijas	216
Cable de goma para máquinas de soldar	219
Cable de goma para servicios sumergidos permanentes	223

## CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS (también adecuados para instalaciones interiores o receptoras)

Al Voltalene Flamex (S)	<b>AL XZ1</b>
Al Polirret	<b>AL RZ</b>
Polirret Feriex	<b>RZ</b>

Cable de Al 1000 V	228
Cable de Al trenzado (redes aéreas tensadas o posadas)	230
Cable de Cu trenzado (redes aéreas de alumbrado exterior)	233

### Cables especiales para BT, MT y AT

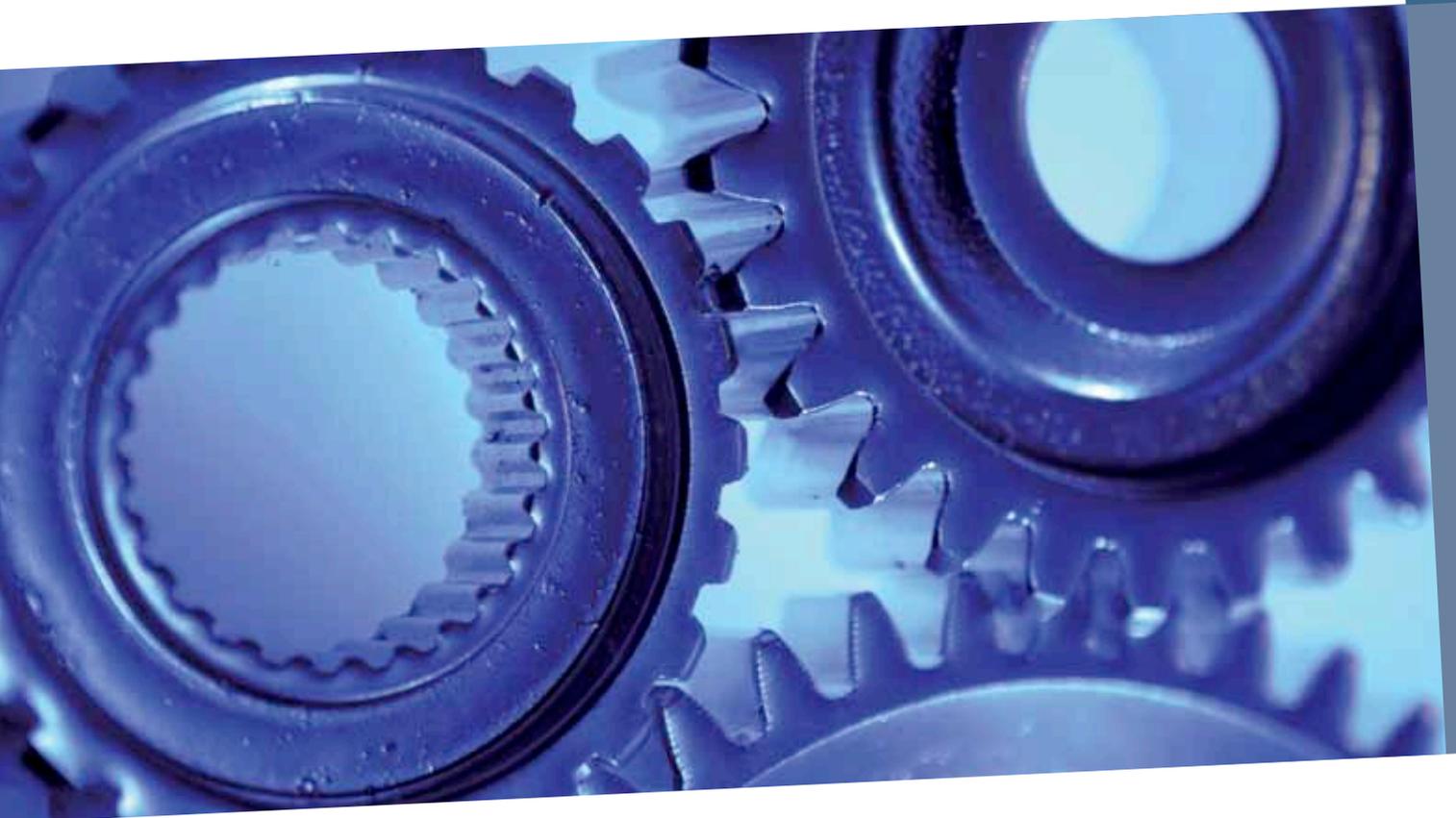
	235
--	-----

### AFUMEX DUO, ENERGÍA Y DATOS (Incluye guía de instalación y accesorios DUO)

	236
--	-----

## ACCESORIOS PARA BAJA TENSIÓN

Guía de selección de accesorios en Baja Tensión	256
Tecplug Conector fotovoltaica	257
Termospeed PTPF Tubo termorretráctil	260
Termospeed PTPF-AF Tubo termorretráctil	262
Termospeed PTPE Tubo termorretráctil	264
Termospeed PTPM Tubo termorretráctil	267
Termospeed PTPG Tubo termorretráctil	269
Termospeed PCC Capuchón termorretráctil	271
Termospeed PPD Polifurcación termorretráctil	273
Termospeed PLVKD Derivación termorretráctil	275
Termospeed PMT Manta termorretráctil	276
Bicast PBU Empalme o derivación de resina	278
Cinta de PVC - P1000 Cinta de PVC	279
Cinta PBA-1 Cinta de EPR	280
Lubricante LUTEC	281
Disolvente LIENER	283
Disolvente LICON	285



# Guías de Utilización

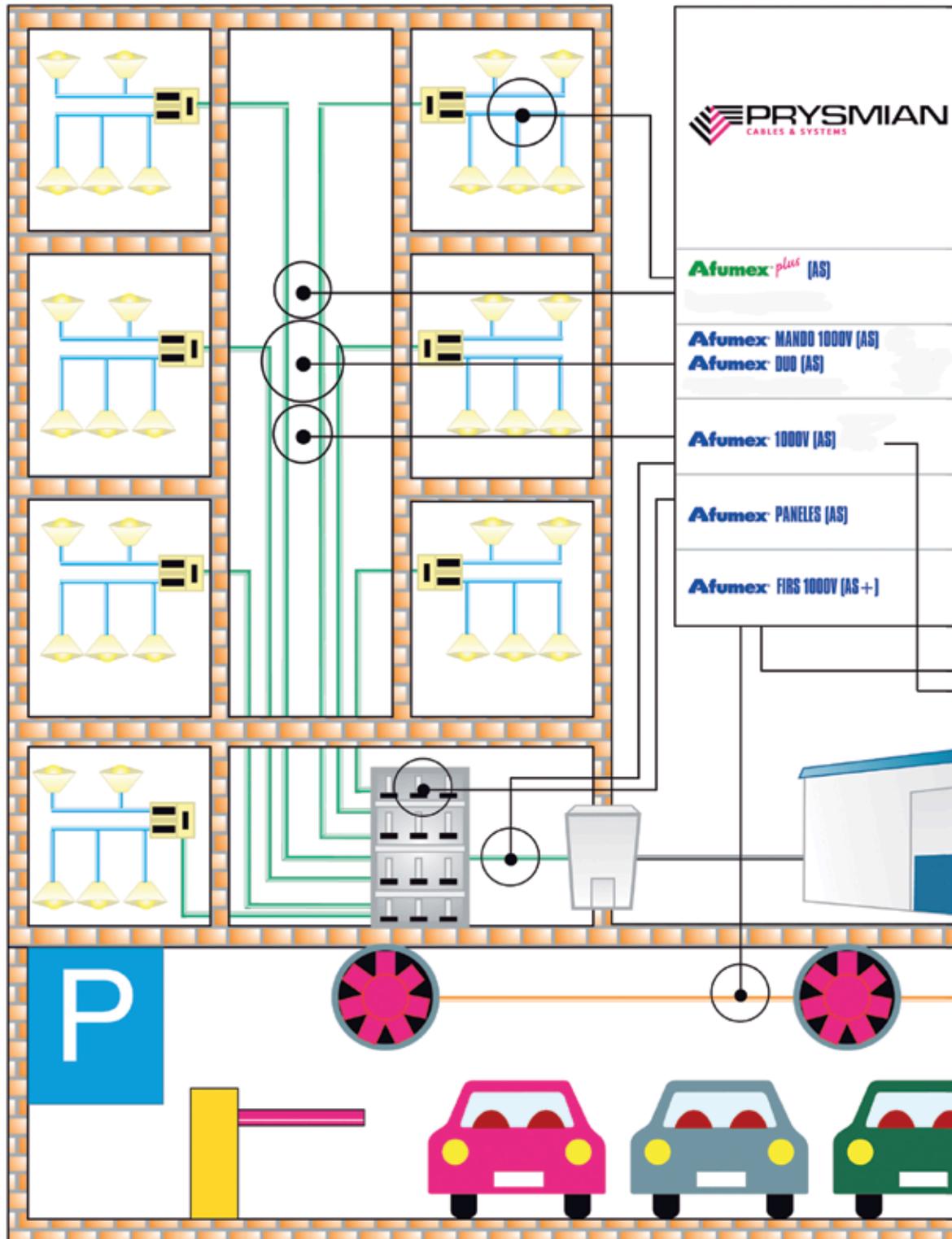
### GUÍA ORIENTATIVA DE APLICACIONES USUALES DE LOS CABLES PARA BAJA TENSIÓN DE PRYSMIAN

Gama	Tipo	Tensión nominal (V)	Composición	Conductor/ Aislamiento/ Cubierta / (...)	PÁG.	RESIDENCIAL					
						ACOMETIDA	LÍNEA GENERAL ALIMENTACIÓN	CENTRALIZACIÓN CONTADORES	DERIVACIONES INDIVIDUALES	INTERIORES O RECEPTORAS	APARATOS DOMÉSTICOS
WIREPOL	FLEXIBLE	450 / 750	UNIPOLAR	CU / PVC	170						
	RÍGIDO				172						
	GAS	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / PVC	193						
EUROFLAM	N	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / PVC	196						
	ENERGÍA	600 / 1000			180						
RETENAX	FLEX	600 / 1000	UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / XLPE / PVC	174						
	FLAM N				177						
	FLAM, (F o M)		MULTIPOLAR	CU o AL / XLPE / PVC / / armadura / PVC	182						
	FLAM VARINET K FLEX				191						
POLIRRET	AL	600 / 1000	MULTIPOLAR	AL / XLPE	218						
	FERIEX			CU / XLPE	221						
AFUMEX	O SIGNAL (AS)	300 / 500	MULTIPOLAR	CU / XLPE / tr CU / AFUMEX CU / Silicona / Pantalla cinta AL-poliéster / AFUMEX	156						
	FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)				152						
	DUO 750 V (AS)				138					con 2 FO	
	PLUS 750 V (AS)	450 / 750	UNIPOLAR	CU / AFUMEX	136						
	PANELES FLEXIBLE (AS)				140						
	PANELES RÍGIDO (AS)				142						
	EXPO (AS)	600 / 1000	UNIP. Y MULTIP.	CU / - / AFUMEX	158						
	MANDO 1000 V (AS)		MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX	147						
	1000 V (AS)		UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / Silicona / AFUMEX	144						
	FIRS 1000 V (AS+)		UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / cinta mica-XLPE/ AFUMEX	149						
	MULTIPLE 1000 V (AS)		MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX CU / XLPE / Hilos CU/AFUMEX	154						
	1000 V VARINET K FLEX		MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX	162						
	1000 V LUX (AS)		MULTIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX	164					luminarios DALI	
AL (AS)	UNIPOLAR	CU / XLPE / AFUMEX	166								
P-SUN SP		600 / 1000	UNIPOLAR	goma E16 / mezcla EMS	168						
DETEC-SIGNAL		300 / 500	MULTIPOLAR	CU / PVC / Pantalla cinta AL-poliéster / PVC	198						
SOLDA		100 / 100	UNIPOLAR	CU / PCP	208						
ALVOLTALENE FLAMEX		600 / 1000	UNIPOLAR	AL / XLPE / FLAMEX	216						
BUPRENO	DN-K	600 / 1000	UNIPOLAR Y MULTIPOLAR	CU / EPR / PCP CU / EPR / (PCP) goma de neopreno tipo SET	205						
	BOMBAS SUMERGIDAS				212						
	H07RN-F	450 / 750		CU / goma / PCP	200						

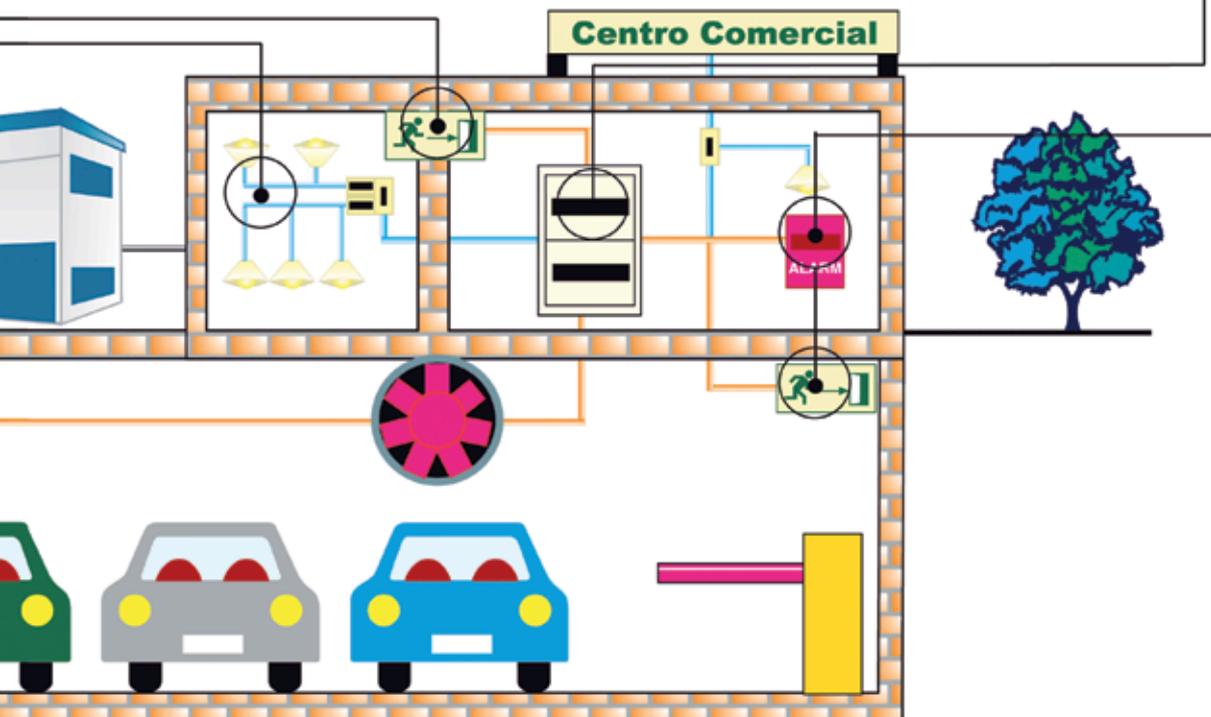
### TERCIARIO E INDUSTRIA

### REDES DE DISTRIBUCIÓN BT

ACOMETIDA	LINEA GENERAL ALIMENTACIÓN	CENTRALIZACIÓN CONTADORES	DERIVACIONES INDIVIDUALES	CUADROS DISTRIBUCIÓN	ALUMBRADO EXTERIOR	VARIADORES DE VELOCIDAD	MAQUINAS DE SOLDADURA	CIRCUITOS DE EMERGENCIA	CONTROL Y DATOS	MAQUINAS Y EQUIPOS MOVILES	INTERIORES O RECEPTORAS	FOTOVOLTAICA	SUBTERRANEAS	POSADAS SOBRE FACHADA	TENSADAS SOBRE APOYOS	USO SEGUN ITC-BT
																20, 26 y 29
																20, 26 y 29
																33, 43 y 49
																33, 43 y 49
																20
																07, 09 y 20
																07, 09, 20 y 29
																09, 20 y 29 (sólo M)
																20
																06 y 20
																06, 09 y 20
																20
																28
																15
																15, 20, 28 y 29
																28
																16 y 28
																28 y 34
																15
																14, 15, 20, 28 y 29
																28
																20, 28 y 29
																20
																20 y 28
																14, 15, 20, 28 y 29
																-
																-
																-
																07 y 20
																20 y 30
																20 y 42
																30, 33, 34, 35, 41 y 42

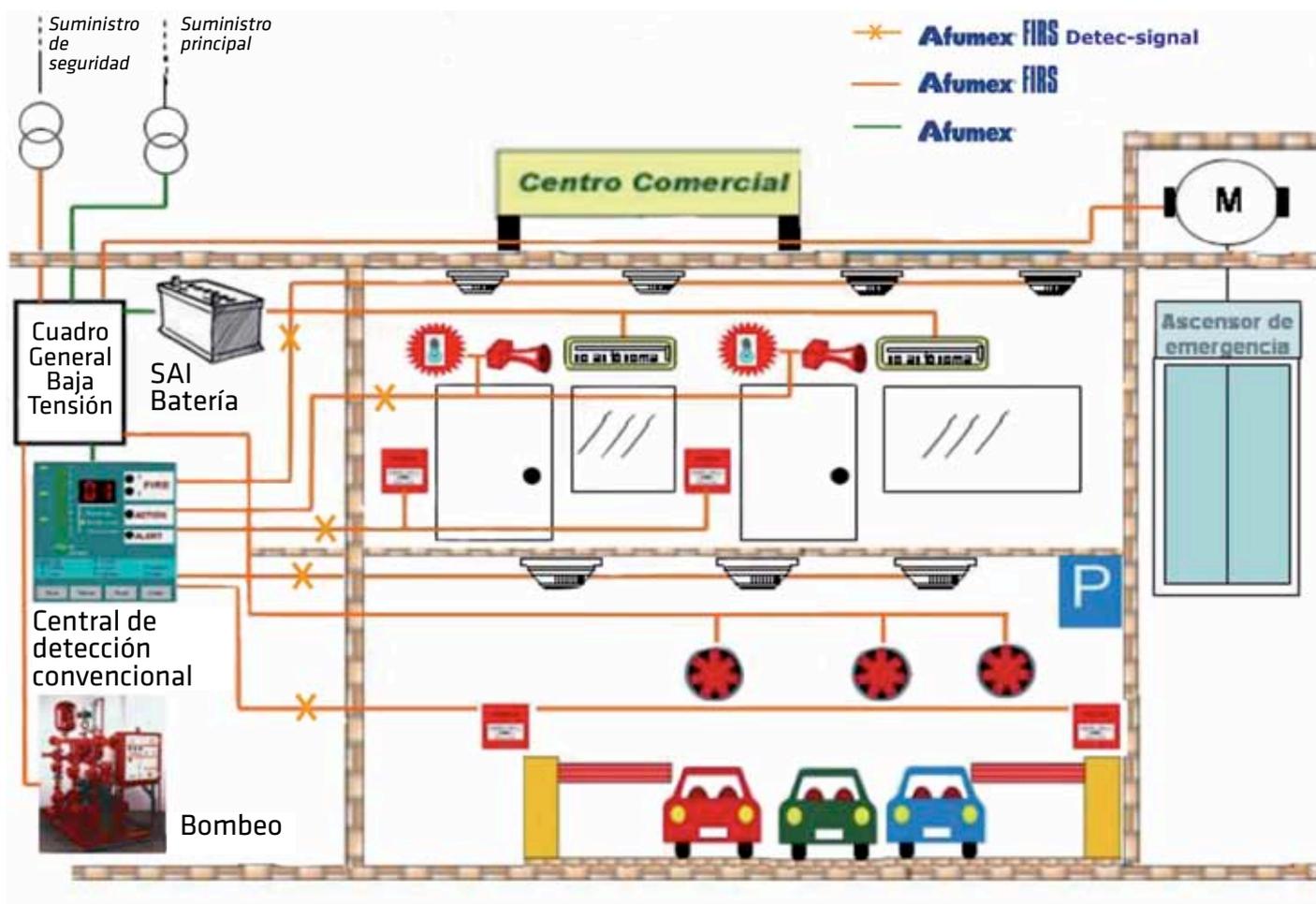


Circuitos de Servicios de Seguridad en Locales de Pública Concurrencia, (ITC BT 28) "Los cables eléctricos destinados a circuitos de servicios de seguridad no autónomos o a circuitos de servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE EN 50200, (cables resistentes al fuego); y tendrán emisión de humos y opacidad reducida".	Instalaciones Interiores en Locales de Pública Concurrencia, (ITC BT 28) "Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5, o la norma UNE 211002, (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción".	Línea General de Alimentación, (ITC BT 14) La Línea General de Alimentación une la CGP, (caja general de protección); con la CC, (centralización de contadores). "Los cables a emplear serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5 cumplen con esta prescripción".	Derivaciones Individuales, (ITC BT 15) La Derivación Individual une el embarrado general, (parte de la Línea General de Alimentación); con la Instalación Interior de Abonado. "Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21123 partes 4 o 5; o la norma UNE 211002, (según la tensión asignada del cable); cumplen con esta prescripción".	Centralización de Contadores, (ITC BT 16) En las Centralizaciones de Contadores los cables serán de una tensión asignada 450/750V y los conductores de clase 2, (rígidos). "Serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21027-9 (mezclas termoestables) o a la norma UNE 211002 (mezclas termoplásticas) cumplen con esta prescripción".
	●		●	
			●	
	●	●	●	
	●		●	●
●				



### EJEMPLOS DE APLICACIÓN AFUMEX FIRS (AS+)

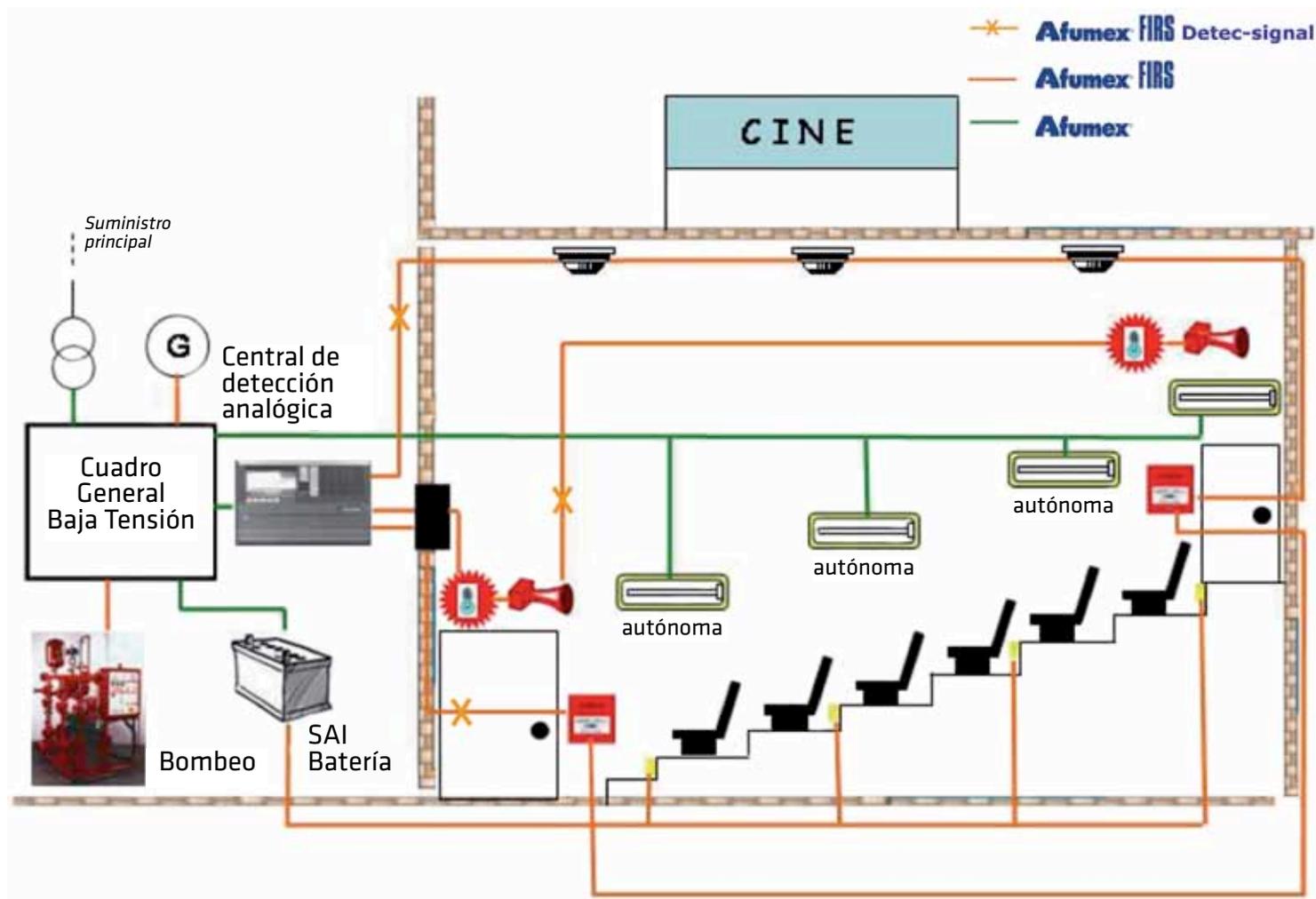
### Y AFUMEX FIRS DETECSIGNAL(AS+) EN LOCALES DE PÚBLICA CONCURRENCIA



El esquema representado ilustra una instalación posible en un centro comercial con central de detección de incendios convencional. Todos los circuitos que parten de la central están representados con cable Afumex Firs Detec-Signal, (AS+) (color oscuro con aspa).

Los circuitos de color oscuro sin aspa que no parten de la central de detección presentan cable Afumex Firs 1000 V (AS+) por tratarse de servicios de seguridad no autónomos.

En color claro se encuentran el resto de circuitos, los que no precisan ser resistentes al fuego y, por tanto con cable AS (Afumex Plus 750 V (AS) o Afumex Easy Irish Tech (AS)), suficiente para realizar estas canalizaciones de acuerdo con la reglamentación.



Para el caso de instalaciones contra incendios con central de detección analógica podemos ver que tanto el lazo como las alarmas están alimentados con Afumex Firs Detec-Signal, (AS+). El esquema representado ilustra una instalación posible en un cine.

El cable de las balizas de señalización, del equipo de bombeo y del grupo electrógeno es Afumex Firs 1000 V (AS+) para garantizar la seguridad, y tanto el suministro principal como la alimentación a equipos autónomos (emergencias autónomas, batería y central de detección) presentan cables Afumex Plus 750 V (AS) o Afumex Easy Irish Tech (AS). En caso de incendio y cortocircuito en estas canalizaciones o rotura de algún conductor, el servicio a los receptores finales está asegurado por la propia autonomía de los elementos que alimentan.

### TIPOS DE CABLES PRYSMIAN PARA BAJA TENSIÓN

	TENSIÓN NOMINAL	NORMA DISEÑO	DESIGNACIÓN GENÉRICA	APLICACIONES
<b>AFUMEX PLUS 750 V (AS)</b>	450 / 750 V	UNE EN 50525-3-31	ES05Z1-K (AS) H07Z1-K (AS) TYPE 2	Derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias, cableado interior de cuadros, locales con riesgo de incendio o explosión y, para todas las instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
<b>AFUMEX DUO 750 V (AS)</b>	450 / 750 V	UNE EN 50525-3-31	H07Z1-K (AS) TYPE 2	Derivaciones individuales con 2 fibras ópticas para comunicaciones con ancho de banda ilimitado.
<b>AFUMEX PANELES FLEXIBLE</b>	450 / 750 V	UNE EN 21027-9	ES07Z-K (AS)	Cableado de cuadros, paneles y bastidores de relés.
<b>AFUMEX PANELES RÍGIDO</b>	450 / 750 V	UNE EN 21027-9	ES07Z-R (AS)	Centralización de contadores, cableado de cuadros, paneles y bastidores de relés.
<b>AFUMEX Easy (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Líneas generales de alimentación, derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
<b>AFUMEX MANDO 1000 V (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 211025	SZ1-K (AS+) RZ1-K mica (AS+)	Servicios de seguridad no autónomos, servicios con fuentes autónomas centralizadas, ventiladores en garajes, aparcamientos y cocinas industriales.
<b>AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)</b>	300 / 500 V	UNE 211025	S0Z1-K (AS+)	Circuitos de alarmas, detectores y pulsadores en sistemas contra incendios.
<b>AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
<b>AFUMEX O SIGNAL (AS)</b>	300 / 500 V	VDE 0250	RC4Z1-K (AS)	Transmisión de señales de control, regulación, instrumentación y telemando de instalaciones fijas, robótica, servomecanismos, automatismos. Y para aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio
<b>AFUMEX EXPO (AS)</b>	450 / 750 V	UNE EN 50525-3-21	H07ZZ-F (AS)	Ferías, servicios provisionales, servicios móviles en locales de pública concurrencia y, para servicios móviles en los que se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
<b>AFUMEX Easy VARINET K FLEX (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1KZ1-K (AS)	Alimentación de motores con variadores de frecuencia en instalacines donde se requiera seguridad adicional en caso de incendio.
<b>AFUMEX 1000 V LUX (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	RZ1-K (AS)	Alimentación y control de receptores para alumbrado en luminarias DALI.
<b>AL AFUMEX 1000 V (AS)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-4	AL RZ1 (AS)	Líneas generales de alimentación, derivaciones individuales, locales de pública concurrencia e industrias y aquellas instalaciones en las que se requiera seguridad adicional en caso de incendio. Instalaciones interiores o receptoras.
<b>WIREPOL FLEXIBLE</b>	450 / 750 V	UNE EN 50525-2-31	H05V-K H07V-K	Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Instalación fija protegida en el interior de aparatos y en luminarias fijas. Instalaciones interiores o receptoras, interiores en viviendas, en locales con riesgo de incendio o explosión. Instalaciones con recorridos sinuosos*.
<b>P-Sun 2.0</b>	0,6 / 1 kV	DKE/VDE AK 411.2.3		Instalaciones solares fotovoltaicas.
<b>WIREPOL RÍGIDO</b>	450 / 750 V	UNE EN 50525-2-31	H05V-U H07V-U H07V-R	Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. Instalación fija protegida en el interior de aparatos y en luminarias fijas. Instalaciones interiores o receptoras, interiores en viviendas, en locales con riesgo de incendio o explosión*.

\* Salvo obligación de Afumex (AS).

### TIPOS DE CABLES PRYSMIAN PARA BAJA TENSIÓN

	TENSIÓN NOMINAL	NORMA DISEÑO	DESIGNACIÓN GENÉRICA	APLICACIONES
<b>RETENAX FLEX</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RV-K	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones interiores o receptoras, al aire o enterradas, o instalaciones con recorridos sinuosos*.
<b>RETENAX FLAM N</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RV	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones interiores o receptoras, al aire o enterradas, locales con riesgo de incendio o explosión*.
<b>EUROFLAM ENERGÍA</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-1	VV-K	Señales de mando*.
<b>RETENAX FLAM M FLEX (RH)</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVMV-K (RH)	Alumbrado exterior subterráneo, locales con riesgo de incendio o explosión, instalaciones fijas con riesgo de agresión mecánica (roedores, cizalladuras...). Cumple ED P10.00-00 de Repsol*.
<b>RETENAX FLAM F</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVFV	Alumbrado exterior subterráneo, instalaciones fijas con riesgo de agresión mecánica (roedores...)*.
<b>RETENAX FLAM VARINET K FLEX</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21123-2	RVKV-K	Alimentación de motores con variadores de frecuencia*.
<b>WIREPOL GAS</b>	300 / 500 V	UNE EN 50525-2-11	H03VV-F H05VV-F	En locales domésticos, cocinas, oficinas ; para esfuerzos mecánicos medios. Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos, secamanos...), enrolladores de interior, instalaciones en muebles.
<b>EUROFLAM N</b>	300 / 500 V	UNE EN 50525-2-11	H05VV-F ES05VV-F	En locales domésticos, cocinas, oficinas ; para esfuerzos mecánicos medios. Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos, secamanos...), enrolladores de interior, instalaciones en muebles.
<b>DETEC-SIGNAL</b>	450 / 750 V	---	H07RN-F	Detectores en sistemas contra incendios*.
<b>BUPRENO H07RN-F</b>	0,6 / 1 kV	UNE EN 50525-2-21	H07RN-F	Provisionales y temporales de obras, ferias y stands*, establecimientos agrícolas y hortícolas, caravanas, puertos y marinas para barcos de recreo, prolongadores de exterior o en ambientes industriales, locales húmedos, mojados o a muy baja temperatura. Servicios móviles*.
<b>BUPRENO DN-K</b>	0,6 / 1 kV	IEC 60502-1	DN-K	Instalaciones interiores o receptoras. En locales húmedos, mojados o a muy baja temperatura*.
<b>BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21166	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	Alimentación de bombas sumergidas. Tendidos sumergidos.
<b>AL VOLTALENE FLAMEX</b>	0,6 / 1 kV	HD 603-5X-1	AL XZ1	Redes de distribución subterráneas, instalaciones interiores o receptoras*.
<b>AL POLIRRET</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21030-1	AL RZ	Redes aéreas de distribución, instalaciones posadas sobre fachadas o tensadas sobre apoyos.
<b>POLIRRET FERIEX</b>	0,6 / 1 kV	UNE 21030-2	RZ	Instalaciones aéreas de alumbrado exterior. Instalaciones posadas sobre fachadas o tensadas sobre apoyos.

\* Salvo obligación de Afumex (AS).



# Introducción | Técnica



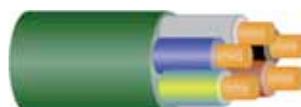
El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20460 - “Instalaciones Eléctricas en Edificios”, que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en este apartado se ajustará a lo prescrito en la citada norma UNE 20460.

NOTA: En este catálogo figuran tablas en las que se alude a cables tripolares o a tres cables unipolares. Por cable tripolar se entiende cable multiconductor con 3 conductores cargados (típicamente en trifásica). Así por ejemplo un cable 5G16 en una instalación trifásica es un cable tripolar a efectos de las tablas de cargas porque, salvo influencia significativa de los armónicos, sólo llevará cargados los conductores de las 3 fases. Cuando se habla de tres cables unipolares, análogamente nos referimos a una línea con 3 cables activos de un solo conductor, al margen de que en el circuito haya otros conductores considerados no activos (neutro sin armónicos y/o “tierra”).



Cable unipolar



Cable multipolar (5 conductores) para trifásica  
→ 3 conductores activos si la línea está exenta de armónicos

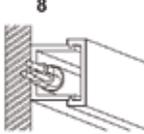
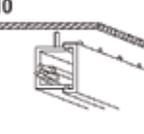
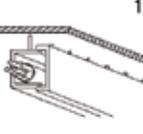
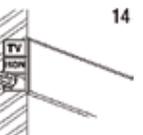
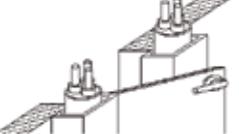
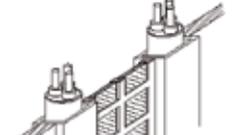
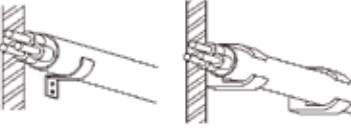
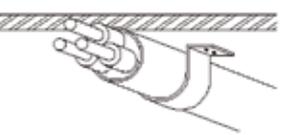
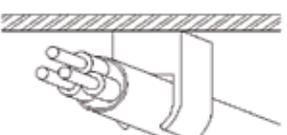
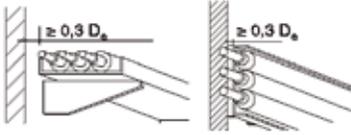
## MODOS DE INSTALACIÓN

La tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523:2004 (IEC 60364-5-523), relaciona los “modos de instalación”, haciéndolos corresponder a unas instalaciones “tipo”, cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar a aquéllos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla de cargas común (tabla A.52-1 bis) para todos los modos que se adaptan a la misma instalación tipo.

**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO”**

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
1		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en paredes térmicamente aislantes.	<b>A1</b>
2		Cable multiconductor en conductos empotrados en una pared térmicamente aislante.	<b>A2</b>
3		Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante.	<b>A1</b>
4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.	<b>B1</b>
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...), no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto de ella.	<b>B2</b>
6 7		Conductores aislados o cables unipolares en abrazaderas, (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: - En recorrido horizontal - En recorrido vertical.	<b>B1</b>

**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)**

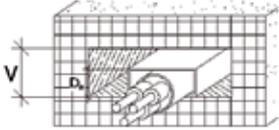
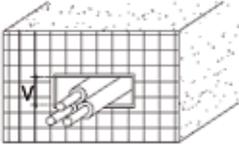
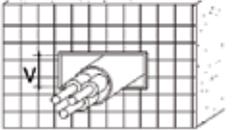
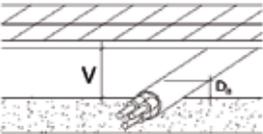
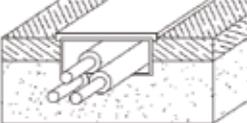
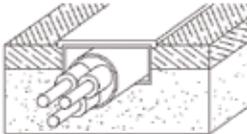
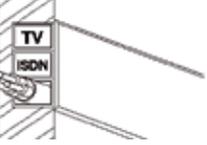
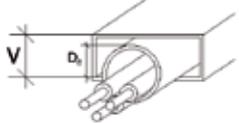
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
8		Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: - En recorrido horizontal. - En recorrido vertical.	<b>B2</b>
9			<b>B2</b>
10		Conductores aislados en abrazaderas (canal protectora) suspendidas.	<b>B1</b>
11		Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) suspendidas.	<b>B2</b>
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras.	<b>A1</b>
13		Conductores aislados o cables unipolares en rodapiés ranurados.  Cable multiconductor en rodapiés ranurados.	<b>B1</b>
14			<b>B2</b>
15		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en arquitrave.	<b>A1</b>
16		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en los cercos de ventana.	<b>C</b>
20		Cables unipolares o multipolares fijados sobre una pared de madera o espaciados menos de 0,3 veces el diámetro del cable de la pared.	<b>C</b>
21		Cables unipolares o multipolares fijados bajo un techo de madera.	<b>En estudio, (se recomienda C)</b>
22		Cables unipolares o multipolares separados del techo.	<b>B2</b>
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas.	<b>B2</b>

**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)**

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	<b>E o F</b>
32		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre abrazaderas o rejillas.	<b>E o F</b>
33		Cables unipolares (F) o multipolares (E) separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable.	<b>E o F</b>
34		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre escaleras de cables.	<b>E o F</b>
35		Cable unipolar (F) o multipolar (E) suspendido de un cable portador o autoportante.	<b>E o F</b>
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores.	<b>G</b>
40		Cables unipolares o multipolares en vacíos de construcción.	$1,5D_e \leq V < 5D_e$ <b>B2</b> $5D_e \leq V < 50D_e$ <b>B1</b>
41		Conductores aislados en conductos circulares en vacíos de construcción.	$1,5D_e \leq V < 20D_e$ <b>B2</b> $V \geq 20D_e$ <b>B1</b>
42		Cables unipolares o multipolares en conductos circulares en vacíos de construcción.	<b>En estudio,</b> <b>(se recomienda B2)</b>
43		Conductores aislados en conductos no circulares en vacíos de construcción.	$1,5D_e \leq V < 20D_e$ <b>B2</b> $V \geq 20D_e$ <b>B1</b>



**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)**

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
44		Cables unipolares o multipolares en conductos no circulares en vacíos de construcción.	<b>En estudio, (se recomienda B2)</b>
45		Conductores aislados en conductos empotrados en la mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	$1,5D_e \leq V < 5D_e$ <b>B2</b> $5D_e \leq V < 50D_e$ <b>B1</b>
46		Cables unipolares o multipolares en conductos empotrados en la mampostería de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	<b>En estudio, (se recomienda B2)</b>
47		Cables unipolares o multipolares en los vacíos de techo o en los suelos suspendidos.	$1,5D_e \leq V < 5D_e$ <b>B2</b> $5D_e \leq V < 50D_e$ <b>B1</b>
50		Conductores aislados o cable unipolar en canales empotrados en el suelo.	<b>B1</b>
51		Cable multiconductor en canales empotrados en el suelo.	<b>B2</b>
52		Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados	<b>B1</b>
52		Cable multiconductor en conductos perfilados empotrados.	<b>B2</b>
54		Conductores aislados o cables unipolares en conductos, en canalizaciones no ventiladas en recorrido horizontal o vertical.	$1,5D_e \leq V < 20D_e$ <b>B2</b> $V \geq 20D_e$ <b>B1</b>
55		Conductores aislados en conductos, en canalizaciones abiertas o ventiladas en el suelo.	<b>B1</b>

**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)**

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
56		Cables unipolares o multipolares en canalizaciones abiertas o ventiladas de recorrido horizontal o vertical.	<b>B1</b>
57		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	<b>C</b>
58		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	<b>C</b>
59		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en una pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	<b>B1</b>
60		Cables multiconductores en conductos empotrados en una pared de mampostería.	<b>B2</b>
70		Cable multiconductor en conductos o en conductos perfilados enterrados.	<b>D</b>
71		Cables unipolares en conductos o en conductos perfilados enterrados.	<b>D</b>
72		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	<b>D</b>
73		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	<b>D</b>
80		Cables unipolares o multipolares con cubierta sumergidos en agua.	(Se recomienda sistema D con coeficiente de corrección al alza de 1,4 para cables hasta 16 mm <sup>2</sup> de sección y de 1,7 para secciones superiores. Bajo el supuesto de agua a 25 °C a la sombra y cable sumergido en toda su longitud)

Así pues, sólo habrá que considerar las tablas de carga de las nueve instalaciones “tipo” (A1, A2, B1, B2, C, D, E, F y G) con las que se identificarán los distintos “modos de instalación” mencionados.

Debe recordarse que el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) denomina “conductores aislados” a los conductores aislados sin cubierta como, por ejemplo, los cables WIREPOL RÍGIDO, WIREPOL FLEXIBLE ó AFUMEX PLUS (AS). Se trata de cables que, en el mejor de los casos presentan un nivel de aislamiento de 450/750 V y siempre serán unipolares, lo que limita su campo de aplicación a su “instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos”.



El cable Afumex Plus (AS) es conductor aislado unipolar

Por otro lado, cuando se alude a los cables, se refiere siempre a conductores aislados con una cubierta adicional como, por ejemplo, los cables RETENAX o AFUMEX Easy, tanto unipolares como multipolares. La posibilidad de empleo de uno u otro tipo de cable lo determinará el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de acuerdo con las características de la instalación.



Cable Retenax Flex unipolar y multipolar

## INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Como se puede observar, la tabla A.52-1 bis - Intensidades admisibles (en A) al aire (40 °C) de la norma UNE 20460-5-523 (nov. 2004), que se reproduce a continuación, presenta doce columnas entre las que, según cual sea el “tipo” de instalación al que se corresponda el “modo de instalación” adoptado, el número de conductores cargados del circuito y la naturaleza del aislamiento, se tomará la columna de cargas adecuada al caso que se trate.

Estas tablas se han confeccionado para las condiciones estándares de instalaciones al aire: un solo circuito a 40 °C de temperatura ambiente y temperaturas en el conductor de 70 °C para los aislamientos tipo termoplásticos, (PVC, poliolefinas Z1...) y de 90 °C para los termoestables, (XLPE, EPR, poliolefinas Z...).

Se observa que para instalaciones en el interior de edificios, no se distingue entre cables de tensión nominal 750 ó 1000 V, ya que las resistividades térmicas de ambos son comparables y sólo varían de manera notable cuando se compara un “conductor aislado”, que sólo tiene aislamiento, y un “cable”, que dispone de aislamiento y cubierta, extremo que ya se ha tenido en cuenta al definir la instalación “tipo”. Por tanto, para una determinada instalación “tipo”, lo que define la tabla de cargas a considerar será el número de conductores activos, dos en monofásico o tres en trifásico, y la naturaleza del material aislante del conductor, termoplástico (PVC o similar) o termoestable (XLPE o similar), que determina la temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente.



Para elegir correctamente el tipo de cable en la tabla A.52 -1 bis tener en cuenta la siguiente división entre cables termoplásticos (PVC) y termoestables (XLPE):

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas, el conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones). Existe una consideración especial para neutros cargados por la influencia de los armónicos; este aspecto viene detallado en el anexo C de la UNE 20460-5-523 (nov. 2004).

PVC2 o PVC3 (termoplásticos) 70 °C		XLPE2 o XLPE3 (termoestables) 90 °C	
AFUMEX PLUS 750 V (AS)	ES05Z1-K/H07Z1-K (AS) TYPE 2	AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)	ES07Z-K (AS)
AFUMEX DUO 750 V (AS)	H07Z1-K (AS) TYPE 2	AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)	ES07Z-R (AS)
WIREPOL FLEXIBLE	H05V-K/H07V-K	AFUMEX Easy (AS)	RZ1-K (AS)
WIREPOL RÍGIDO	H05V-U/H07V-U/H07V-R	AFUMEX MANDO 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)
EUROFLAM ENERGÍA	VV-K	AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K mica (AS+)
WIREPOL GAS	H03VV-F/A05VV-F/H05VV-F	AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)	S0Z1-K (AS+)
EUROFLAM N	H05VV-F/ES05VV-F	AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)
DETEC-SIGNAL	V0V-K	AFUMEX O SIGNAL (AS)	RC4Z1-K (AS)
		AFUMEX EXPO (AS)	H07ZZ-F (AS)
		AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)	RZ1KZ1-K (AS)
		AL AFUMEX 1000 V (AS)	AL RZ1 (AS)
		AFUMEX 1000 V LUX (AS)	RZ1-K (AS)
		P-Sun 2.0	ZZ-F
		RETENAX FLEX	RV-K
		RETENAX FLAM N	RV
		RETENAX FLAM M FLEX (RH)	RVMV-K
		RETENAX FLAM F	RVFV
		RETENAX FLAM VARINET K FLEX	RVKV-K
		BUPRENO H07RN-F	H07RN-F/A07RN-F
		BUPRENO DN-K	DN-K
		SOLDA	H01N2-D
		BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
		AL VOLTALENE FLAMEX (S)	AL XZ1
		AL POLIRRET	AL RZ
		POLIRRET FERIEIX	RZ

**TABLA A.52-1 bis:**

**INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)**

Método de instalación tipo según tabla 52-B2		Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento											
A1		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C			XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C			XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
F								PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558	

**NOTAS:** con fondo naranja, figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios).

Los valores en cursiva no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la propia norma UNE 20460-5-523

*Método D	Sección mm <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5	32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

#### FACTORES DE CORRECCIÓN

Cuando las condiciones de la instalación son distintas a las estándares tomadas como base para la confección de la tabla A.52-1bis: temperatura ambiente de 40 °C al aire o 25 °C enterrado, hay más de un circuito en la misma canalización, hay influencia de los armónicos o se alimenta a receptores concretos, se tomarán los factores de corrección que siguen.

**NOTA:** Con el objetivo de facilitar la utilización del catálogo, hemos incluido un icono en el margen derecho de las tablas para ayudar a la rápida localización de/los factor/es de corrección a emplear en los cálculos.

#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Ya se ha indicado anteriormente que, cuando la temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) es distinta a los 40 °C, las intensidades de la tabla A.52-1 bis o de la tabla básica mencionada anteriormente se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el distinto salto térmico a utilizar en:

$I = \sqrt{(\Delta\theta/n \cdot R_E \cdot R_T)}$ . Fórmula que nos da la intensidad admisible en un conductor a partir de la ley de Ohm eléctrica y la “ley de Ohm térmica”.

Según la “ley de Ohm térmica” la potencia disipada en forma de calor en un cable:

$$\Delta\theta = P \cdot R_T \Rightarrow P = \frac{\Delta\theta}{R_T}$$

Según la ley de Ohm eléctrica, la potencia generada en forma de calor en un cable con n conductores activos:

$$P = n \cdot R_E \cdot I^2$$

Donde

$R_E$  representa la resistencia óhmica del cable [ $\Omega/m$ ];

$R_T$  la resistencia térmica del ambiente que le rodea [ $^{\circ}C/W$ ];

$\Delta\theta$  es la diferencia de temperatura entre el conductor ( $T_c = 90^{\circ}C$ ) y el ambiente que le rodea,  $\theta_a$  [ $^{\circ}C$ ];

n es el número de conductores activos con carga en la línea (3 en el caso de circuitos trifásicos y 2 en monofásico).

Igualando los terminos tenemos la relación de I con la temperatura del ambiente.

$$\frac{\Delta\theta}{R_T} = n \cdot R_E \cdot I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}$$

Y con esta fórmula obtenemos el valor del coeficiente a aplicar según la temperatura del ambiente.

$$I' = \sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{\sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}}}{\sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}} \Rightarrow \frac{I'}{I} \approx \frac{\sqrt{\Delta\theta'}}{\sqrt{\Delta\theta}}$$

$$I' = K \cdot I \begin{cases} \text{Termoplásticos} & K = \sqrt{\frac{70 - \theta_a'}{70 - 40}} \\ \text{Termoestables} & K = \sqrt{\frac{90 - \theta_a'}{90 - 40}} \end{cases}$$

Por tanto, este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico tipo PVC (soportan 70 °C en régimen permanente):  $K = \sqrt{[(70 - \theta_a')/30]}$  y en los de aislamiento termoestable tipo XLPE o EPR (soportan 90 °C en régimen permanente):  $K = \sqrt{[(90 - \theta_a')/50]}$ .

Por ejemplo un cable termoestable (temperatura máxima en sus conductores en régimen permanente es de 90 °C ( $\theta_c$ ) en un ambiente de 50 °C ( $\theta_a'$ ) deberá verse afectado del siguiente coeficiente de corrección por temperatura toda vez que el valor estándar de temperatura en España para instalaciones al aire es de 40 °C

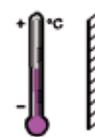
$$\sqrt{\frac{\Delta\theta'}{\Delta\theta}} = \sqrt{\frac{\theta_c - \theta_a'}{\theta_c - \theta_a}} = \sqrt{\frac{90 - 50}{90 - 40}} = \sqrt{\frac{4}{5}} \approx 0,9$$



Valor que coincide con el reflejado para 50 °C y cables termoestables de la tabla 52-D. Procediendo de forma análoga obtenemos todos los valores;

**TABLA 52-D1:**

Aislamiento	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

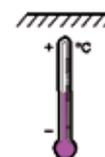


Luego, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

**TABLA 52-D2:**

#### FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DIFERENTES DE 25 °C A APLICAR PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS)

Aislamiento	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)														
	10	15	20	25	40	45	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,75	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



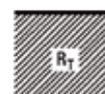
#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Una importante novedad de la versión 2004 (última) de la UNE 20460-5-523 es considerar la resistividad estándar del terreno de 2,5 K·m/W frente a 1 K·m/W (referencia anterior), lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT- 07 que a su vez ha sido redactada basándose en la UNE 20435.

**TABLA 52-D3:**

#### FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS) EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m / W

Resistividad térmica K·m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores. Estos factores deben utilizarse para modificar las intensidades indicadas en la tabla A.52-1 bis o en la tabla básica simplificada antes citada.



**TABLA A.52-3:**

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									Instalación tipo
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	A a F
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	C
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	E y F
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	



Cuando los cables vayan dispuestos en varias capas superpuestas, los valores para tales disposiciones deben ser sensiblemente inferiores y han de determinarse por un método adecuado (ver apartado K).

Con el objetivo de ayudar a la hora de aplicar esta tabla o de facilitar factores de corrección de agrupamientos que no se incluyen expresamente en la UNE 20460-5-523 (nov. 2004) recomendamos consultar el apartado K de éste catálogo.

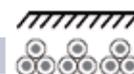
Las tablas 52-E4 y 52-E5 contienen factores de corrección más concretos para diferentes agrupaciones de cables en bandejas, escaleras de cables y similares.

Para agrupamientos de cables enterrados tenemos los siguientes factores:

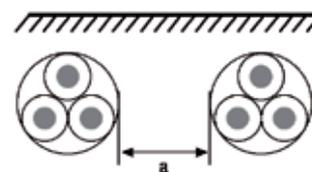
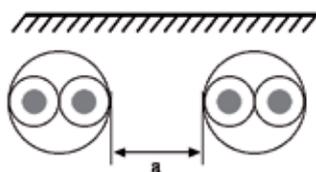
**TABLA 52-E2:**

**FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS (MÉTODO D)**

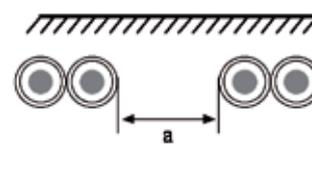
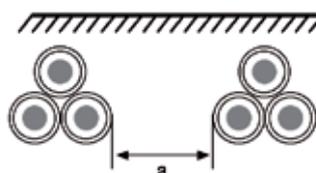
Números de circuitos	Distancia entre conductos (a)				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80



**- Cables multiconductores**



**- Cables unipolares**



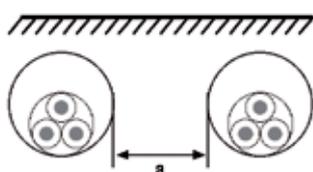
**TABLA 52-E3:**

**A - CABLES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS ENTERRADOS (MÉTODO D) O CABLES UNIPOLARES EN UN SOLO CONDUCTO**

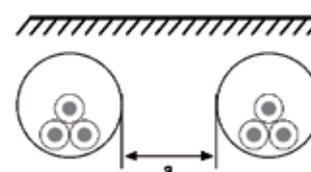
Número de cables multiconductores o de grupos de 2 o 3 cables unipolares (un circuito por conducto)	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (cables en contacto)	0,25 m	0,50 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90



- Cables multiconductores



- Cables unipolares



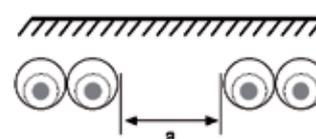
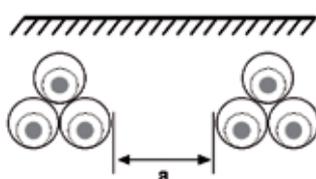
Consideramos suficiente seguridad utilizar éstos valores para circuitos con cables unipolares enterrados bajo tubo o conducto (la norma omite éste frecuente caso).

**B- CABLES UNIPOLARES, UN CABLE POR CONDUCTO**

Número de circuitos con dos o tres cables unipolares	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (cables en contacto)	0,25 m	0,50 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



- Cables unipolares



\* **NOTA:** los valores indicados en estas tablas 52-E2 y 52-E3 se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K.m/W.

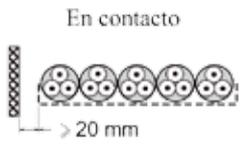
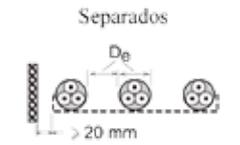
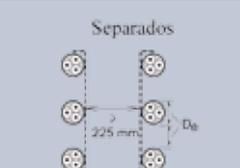
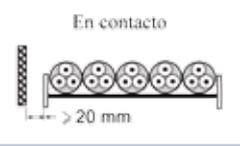
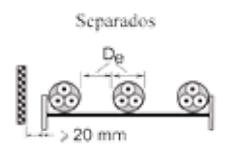
Las siguientes tablas (52-E4 y 52-E5) recogen coeficientes de corrección por agrupamiento para los métodos de instalación tipo E y F (bandejas perforadas, rejillas o escalera o cables grapados a la pared con una separación de la misma de al menos 0,3 veces el diámetro del cable). Suponen una recopilación de coeficientes más afinada que la tabla A.52-3, que recoge coeficientes para las instalaciones tipo E y F en sus filas 4 y 5.



No obstante, decir que hay una gran ausencia en la tabla 52-E5 dado que limita a 3 circuitos el coeficiente mayor para cables unipolares dejando entrever en sus dibujos que además no considera circuitos en contacto con cables unipolares al tresbolillo, por ello para tales casos recomendamos las citadas filas de la tabla 52-E5 que si bien no expresan como pueden ir los cables instalados, por comparación con la tabla 52-E4 se puede admitir que se dan coeficientes para el caso más desfavorable (circuitos en contacto con cables al tresbolillo), lo cual cubriría el resto de casos.

Todas las tablas mencionadas se pueden aplicar a los valores de intensidades admisibles recogidas en la tabla A.52-1 bis para los métodos de instalación tipo E y F. Si bien en el caso de las tablas siguientes (52-E4 y 52-E5) es necesario conocer tanto la disposición de los conductores de los circuitos como el número de circuitos para aplicar la fila adecuada y en el caso de la tabla 52-E5 sólo es necesario saber el número de circuitos.

**TABLA 52-E4: FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES (NOTA 1) A APLICAR A LOS VALORES PARA CABLES MULTICONDUCTORES INSTALADOS AL AIRE (MÉTODO E)**

Método de instalación de la tabla 52-B2	Número de bandejas	Número de cables						
		1	2	3	4	6	9	
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	En contacto 	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66
	Separados 	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	-
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	-
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	-
Bandejas verticales perforadas (nota 4) (Instalación referencia 31)	En contacto 	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70
	Separados 	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	-
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	-
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencias 32,33 y 34)	En contacto 	1	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78
		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73
		3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70
	Separados 	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	-
		3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	-

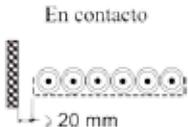
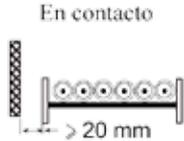
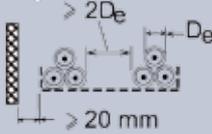
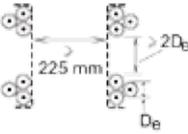
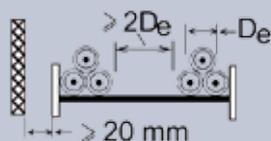
**NOTA 1:** los factores se aplican a capas únicas de cables (o triángulos) pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado (ver apartado K, pto.1).

**NOTA 2:** para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

**NOTA 3:** los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

**NOTA 4:** los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espalda contra espalda y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

**TABLA 52-E5: FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES UNIPOLARES AL AIRE (MÉTODO F)**

Método de instalación de la tabla 52-B2	Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota2)			
		1	2	3	
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	En contacto 	1	0,98	0,91	0,87
	2	0,96	0,87	0,81	
	3	0,95	0,85	0,78	
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	En contacto 	1	0,96	0,86	-
	2	0,95	0,84	-	
Escalera de cables, abrazaderas, etc (nota 3) (Instalación referencia 32, 33 y 34)	En contacto 	1	1,00	0,97	0,96
	2	0,98	0,93	0,89	
	3	0,97	0,90	0,86	
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)		1	1,00	0,98	0,96
	2	0,97	0,93	0,89	
	3	0,96	0,92	0,86	
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)		1	1,00	0,91	0,89
	Separados	2	1,00	0,90	0,86
Escalera de cables, abrazaderas, etc.. (nota 3) (Instalación referencia 32, 33 y 34)		1	1,00	1,00	1,00
	2	0,97	0,95	0,93	
	3	0,96	0,94	0,94	

**NOTA 1:** los factores se aplican a capas únicas de cables (o triángulos) pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado (ver apartado K, pto.1).

**NOTA 2:** para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

**NOTA 3:** los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

**NOTA 4:** los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espalda contra espalda y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

#### EFFECTOS DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS

Se deberá aplicar método adecuado cuando la incidencia de las corrientes armónicas sea significativa (ver anexo C en la norma UNE 20460-5-523 (2004)).

#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR TIPO DE RECEPTOR O DE INSTALACIÓN

**Locales con riesgo de incendio o explosión:** “La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 % respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.” (ITC-BT 29, pto. 9.1., 6º párrafo).

**Instalaciones generadoras de baja tensión:** “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador” (ITC-BT 40, pto. 5).

“Para **receptores con lámparas de descarga**, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.” “...será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.” (ITC-BT 44 pto. 3.1, 4º párrafo).

“Los conductores de conexión que alimentan **a un solo motor** deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

En los **motores de rotor devanado**, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque –conductores secundarios– deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el **motor** es para **servicio intermitente**, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga del rotor.” (ITC-BT 47, pto. 3.1).

“Los conductores de conexión que alimentan a **varios motores**, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.” (ITC-BT 47, pto. 3.2).

“En los motores de **ascensores, grúas y aparatos de elevación en general**, tanto de corriente continua como de alterna, se computarán como intensidad normal a plena carga... ..la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.” (ITC-BT 47, pto. 6, 5º párrafo).

**NOTA:** para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.



#### INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para estas instalaciones, deberán ser de una tensión nominal de 0,6/1 kV, aislados y cubiertos con materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie, de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE 21030 (AL POLIRRET, POLIRRET FERIEX) con una sección adecuada a la corriente que deban transportar y capaces de soportar, en el caso de redes tensadas autoportantes, la tracción mecánica de tensado.

En el caso de utilizar cables de tensiones nominales inferiores, se les considerará como si se tratara de conductores desnudos y se deberán adoptar las precauciones de instalación y servicio adecuadas a este tipo de material.

Estos cables, de tensión nominal 0,6/1 kV, se podrán instalar como:

- Cables posados directamente sobre los muros mediante abrazaderas sólidamente fijadas a los mismos y resistentes a la acción de la intemperie, o sobre cualquier otro soporte que les proporcione análoga robustez.

- Cables tensados.

Los cables con neutro fiador podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento, como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

La sección mínima será la de 16 mm<sup>2</sup> en los cables de aluminio y de 10 mm<sup>2</sup> en los de cobre para redes de distribución aéreas. En el caso de redes aéreas, de alumbrado exterior, la sección mínima será de 4 mm<sup>2</sup> en cobre.

Los tipos de cable a utilizar en función del modo de tendido serán:

#### - Redes tensadas:

- autoportantes con neutro fiador de ALMELEC:  
AL POLIRRET (con fiador incorporado)
- sin fiador (necesario instalar fiador de acero adicional):  
AL POLIRRET (sin fiador)  
POLIRRET FERIEX

#### - Redes posadas:

AL POLIRRET (no necesario fiador)  
POLIRRET FERIEX

Las características dimensionales, eléctricas y mecánicas de todos estos cables podrán obtenerse en las páginas correspondientes.

#### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

En las tablas que siguen figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para los cables objeto de este apartado, en condiciones normales de instalación. Se definen como condiciones normales de instalación las que corresponden a un solo cable, instalado al aire libre y a una temperatura de 40 °C. Para otras condiciones distintas se aplicarán los factores de corrección definidos en los apartados correspondientes.

**NOTA:** reproducimos a continuación como tabla B.0 las intensidades admisibles para redes de distribución según UNE 211435 (la nueva norma de referencia para circuitos de distribución). Esta norma ha anulado y sustituido a la anterior UNE 20435, por lo que la citada tabla B.0 contiene los valores a aplicar. Seguimos reproduciendo el resto de tablas del criterio anterior (desde B.1 hasta B.5) por contener detalles sobre coeficientes de corrección que no aparecen en la UNE 211435 para redes aéreas de distribución y por ser reciente el cambio de norma.

### B) REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN



#### PRIMERA OPCIÓN (NUEVA UNE 211435)

**TABLA B.0 (CRITERIO UNE 211435):**

**CABLES AÉREOS DE DISTRIBUCIÓN TIPO RZ DE 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A aislamiento de XLPE. conductor de Cu O Al cables en triángulo en contacto				
Sección mm <sup>2</sup>	Tres conductores cargados		Dos conductores cargados	
	Protegidos del sol	Expuestos al sol	Protegidos del sol	Expuestos al sol
<b>ALUMINIO</b>				
16	64	56	78	72
25	90	76	105	95
50	135	115	160	145
95	215	185	-	-
150	300	250	-	-
<b>COBRE</b>				
2,5	-	-	32	31
4	35	31	42	40
6	45	39	54	52
10	62	54	76	70
16	84	72	100	94

#### SEGUNDA OPCIÓN (REBT Y ANTIGUA UNE 20435)

**TABLA B.1**

**CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS**

Número de conductores por sección (en mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A) (red tensada)
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al / 29,5 Alm	100
3 x 50 Al / 29,5 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

**TABLA B.2**

**CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS SIN FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (AL POLIRRET)**

Número de conductores por sección (en mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)	
	Posados sobre fachada	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301

### B) REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN



**TABLA B.3**

**CABLES DE COBRE TRENZADOS SIN NEUTRO FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (POLIRRET FERIEIX)**

Número de conductores por sección (en mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)	
	Posados sobre fachada	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 4 o 3 G 4 Cu	45	50
2 x 6 Cu	57	63
2 x 10 Cu	77	85
4 x 4 o 5 G 4 Cu	37	41
4 x 6 o 5 G 6 Cu	47	52
4 x 10 o 5 G 10 Cu	65	72
4 x 16 o 5 G 16 Cu	86	95
4 x 25 Cu	120	132

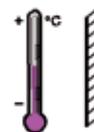
#### FACTORES DE CORRECCIÓN (VÁLIDOS PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA OPCIÓN)

Los factores que figuran a continuación se pueden considerar válidos para las dos opciones (UNE 211435 o REBT y antigua UNE 20435). En lo que se refiere a la corrección por temperatura ambiente, los valores son coincidentes en ambas normas. En lo que a coeficientes de corrección por agrupamiento se refiere la nueva UNE 211435 no tiene tabla específica para agrupamiento de cables trenzados RZ por lo que se puede aplicar la tabla B.5, procedente del REBT, ITC-BT 06.

**TABLA B.4**

**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C**

Temperatura ambiente (θ <sub>a</sub> ) (°C)										
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77



Este factor de corrección se obtiene de la siguiente expresión:

$$F = \sqrt{[(90-\theta_a)/50]}$$

En el caso de que los cables estén expuestos directamente al sol, se aplicará además un factor 0,9.

En la tabla que sigue se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

Para redes aéreas tensadas o posadas, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

**TABLA B.5**

**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES EN REDES TENSADAS O POSADAS**

Número de cables	1	2	3	4	6	Más de 6
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75	0,75	0,70



Cuando se empleen varios conductores por fase se deberá utilizar un factor de corrección no inferior a 0,9 (UNE 20435 apdo. 3.1.2.3).

**NOTA:** para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

### C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NORMA UNE 211435)



Las redes subterráneas para distribución según el REBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Hemos decidido, no obstante, incluir en el apartado C bis todo lo que dice el REBT (basado en la anulada UNE 20435) y priorizar este apartado en el que tratamos el contenido de la norma nueva en vigor.

Los cables a utilizar y las modalidades de instalación siguen siendo los citados al comienzo del apartado C bis, nos centraremos en las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección.

#### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cables de Cu tipo RV (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados) o Al XZ1 (S) (Al Voltalene Flamex) de 0,6/1 kV las intensidades admisibles en función del sistema de instalación están recogidas en la siguiente tabla:

**TABLA A.1**

#### **CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Sección mm <sup>2</sup>	Intensidad máxima admisible en A aislamiento de XLPE. conductor de Cu O Al cables en triángulo en contacto		
	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrados (2) 	Al aire, protegidos del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>COBRE</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Temperatura del terreno en °C	25
Temperatura del aire ambiente en °C	40
Resistencia térmica del terreno en K·m/W	1,5
Profundidad de soterramiento en m	0,7

- (1) Tres cables unipolares al tresbolillo.  
(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

Obsérvese que ahora el estándar considerado para la resistividad térmica del terreno es 1,5 K·m/W en lugar de 1 K·m/W de la UNE 20435 lo que supone una reducción de las intensidades admisibles en canalizaciones soterradas.

#### FACTORES DE CORRECCIÓN

Si la temperatura ambiente difiere del estándar (40 °C para instalaciones al aire en galerías y 25 °C para instalaciones enterradas) tenemos los siguientes valores a aplicar a las intensidades de la tabla anterior:

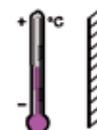
### C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NORMA UNE 211435)



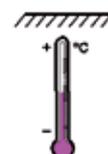
**TABLA A.6**

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)**

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	



Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	



\*Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90 °C en el conductor en régimen permanente.

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K◊m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

**TABLA A.7**

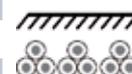
**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C**

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



Si los cables van directamente enterrados tenemos:

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad del terreno						
	0,8 k·m/W	0,9 k·m/W	1 k·m/W	1,5 k·m/W	2 k·m/W	2,5 k·m/W	3 k·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73



### C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NORMA UNE 211435)

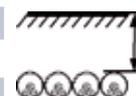


Para tener en cuenta el efecto de la profundidad de enterramiento de la instalación:

**TABLA A.8 (UNE 211435)**

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)**

Profundidad, m	Cables de 0,6/1 k V	
	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90

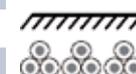


Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435)**

**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

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



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

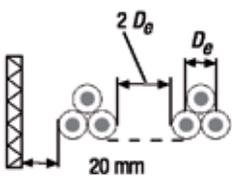
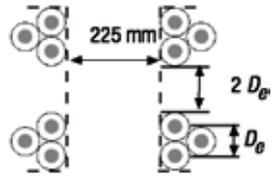
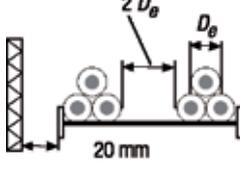


### C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NORMA UNE 211435)



Para las instalaciones en galerías, tenemos la siguiente tabla para agrupamiento de cables:

**TABLA A.10 (UNE 211435)**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE CABLES AL AIRE LIBRE O EN GALERÍAS**  
**(GALERÍAS SUBTERRÁNEAS) (Véase nota 2)**

Disposición	Número de bandejas	Número de circuitos o cables multiconductores		
		1	2	3
Bandejas perforadas (nota 3) Separados 	1	1,00	0,98	0,96
	2	0,97	0,93	0,89
	3	0,96	0,92	0,86
Bandejas perforadas verticales (nota 4) Separados 	1	1,00	0,91	0,89
	2	1,00	0,90	0,86
Bridas, soportes, ménsulas (nota 3) Separados 	1	1,00	1,00	1,00
	2	0,97	0,95	0,93
	3	0,96	0,94	0,90

**NOTA 1:** los valores son la media para los tipos de cables y la gama de secciones consideradas. La dispersión de los valores es inferior al 5% en general.

**NOTA 2:** los factores se aplican a cables en capas separadas, o en cables en triángulo en capas separadas. No se aplican si los cables se instalan en varias capas en contacto. En este caso los factores pueden ser sensiblemente inferiores. (Ver punto 1 apartado K).

**NOTA 3:** los valores están previstos para una separación entre las bandejas verticales de 300 mm. Para espacios inferiores hay que reducir los factores.

**NOTA 4:** los valores están previstos para una separación de las bandejas horizontales de 225 mm con las bandejas montadas de espalda a espalda. Si la separación es menor hay que reducir los factores.

**NOTA 5:** para circuitos que tengan más de un cable en paralelo por fase, conviene considerar cada conjunto de tres cables como un circuito en el sentido de aplicación de esta tabla.

### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

La ITC-BT 07 del REBT indica cómo se deben realizar las redes subterráneas para distribución basándose en el contenido de la norma UNE 20435 que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (dic. 2007). En este apartado C bis, continuamos ofreciendo el contenido del REBT y por tanto el de la extinguida UNE 20435. En el apartado C se pueden encontrar las nuevas tablas y criterios para hacer cálculos en base a la norma que hay en vigor actualmente (UNE 211435).

Este tipo de redes puede adoptar las modalidades de:

- Directamente enterrados.
- Enterrados en el interior de tubos.
- En galerías, visitables o no, en bandejas, soportes, con los cables dispuestos sobre palomillas, o directamente sujetos a la pared.

Los tipos de cable de más frecuente utilización son:

- Redes de distribución (subterráneas).  
AL VOLTALENE FLAMEX (S)
- Redes de alumbrado exterior (subterráneas)  
RETENAX FLEX  
RETENAX FLAM N  
RETENAX FLAM F  
RETENAX FLAM M

Las características particulares de todos estos tipos de cables, se pueden encontrar en las correspondientes páginas de este catálogo.

**NOTA:** Para instalaciones enterradas que no sean redes de distribución o de alumbrado ver apartado A.

### CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS O ENTERRADOS BAJO TUBO (CABLES SOTERRADOS)

#### INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para este modo de instalación podrán ser con conductores de cobre o de aluminio, de tensión nominal 0,6/1 kV, aislados con materiales poliméricos termoestables (XLPE, EPR o similar), de acuerdo con lo especificado en la norma UNE HD 603.

Podrán ser de uno o más conductores y su sección será la adecuada a las intensidades a transportar, de acuerdo con la norma UNE 20435, con las caídas de tensión previstas reglamentariamente. La sección en cualquier caso no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

El tipo de protección, armadura o revestimiento exterior del cable, vendrá determinado por las condiciones de instalación, fundamentalmente por los esfuerzos que deba soportar el cable durante el tendido o en el servicio posterior (roedores, instalaciones clasificadas, etc.).

Por otro lado, dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del neutro deberá ser:

- Con dos o tres conductores, igual a la de los conductores de fase
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será, como mínimo la que se indica en la tabla que sigue:

**TABLA C.1**

Conductores de base (en mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (en mm <sup>2</sup> )	Conductores de base (en mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (en mm <sup>2</sup> )
6	6	95	50
10	10	120	70
16 (Cu)	10 (Cu)	150	70
16 (Al)	16 (Al)	185	95
25	16	240	120
35	16	300	150
50	25	400	185
70	35	500	240

**NOTA:** la sección reducida del neutro sólo es admisible para circuitos bien equilibrados y exentos de armónicos. En caso contrario la sección del neutro debería ser igual a la de los conductores de fase o incluso superior.

En cuanto a la intensidad máxima permanente admisible en los conductores, de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 20435, dependerá de:

- La profundidad de la instalación.
- La resistividad térmica y naturaleza del terreno.
- Temperatura máxima del terreno a la profundidad de instalación.
- La proximidad de otros cables que transporten energía.
- La longitud de las canalizaciones dentro de tubos: número y agrupamiento de éstos, separación entre ellos y material que los constituya.

### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR ... EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

Las tablas de carga que siguen se han previsto para las siguientes condiciones "tipo" de la instalación:

Un cable tripolar o tres unipolares trabajando con corriente alterna, enterrados en toda su longitud en una zanja de 70 cm de profundidad, en un terreno de resistividad media de 1 K·m/W y temperatura ambiente de 25 °C o un cable bipolar, o un par de cables unipolares.

Recordamos una vez más que, no se consideran activos los conductores de protección (tierra) ni los neutros (salvo la influencia de los armónicos en éstos últimos). Por ello hablamos siempre de cables tripolares o ternas de unipolares (trifásica) o cables bipolares o 2 cables unipolares (monofásica)

#### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (CABLES SOTERRADOS)

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio de los tipos **AL AFUMEX 1000 V (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo A), **BUPRENO H07RN-F** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

**TABLA C.2 - CONDUCTORES DE ALUMINIO**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
Aluminio	A	B	A	B	A	B	A	B
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre de los tipos **AFUMEX Easy (AS)** y **RETENAX** (aislamiento tipo A), **BUPRENO H07RN-F** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

**TABLA C.3 - CONDUCTORES DE COBRE**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
Cobre	A	B	A	B	A	B	A	B
6	72	70	66	64	88	85	90	78
10	96	94	88	85	117	115	107	104
16	125	120	115	110	153	147	140	134
25	160	155	150	140	196	189	183	171
35	190	185	180	175	232	226	220	214
50	230	225	215	205	281	275	263	251
70	280	270	260	250	343	330	318	306
95	335	325	310	305	410	398	374	373
120	380	375	355	350	465	459	434	428
150	425	415	400	390	520	508	490	477
185	480	470	450	440	588	575	551	539
240	550	540	520	505	673	661	637	618
300	620	610	590	565	759	747	722	692
400	705	690	665	645	863	845	814	79

### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

Se advierte que cuando la carga no esté equilibrada, con diferencias superiores al 10% entre las fases, o se prevea la presencia de armónicos en la red, fundamentalmente el tercer armónico, puede ser necesario aumentar la sección del conductor neutro hasta garantizar un calentamiento adecuado de este conductor.

En el supuesto de que las condiciones reales de la instalación sean distintas a las consideradas para la “instalación tipo”, los valores de las intensidades indicados en las tablas anteriores deberán modificarse para que, en ningún caso, las temperaturas alcanzadas por los conductores excedan las establecidas para estos tipos de cables en servicio permanente (90 °C).

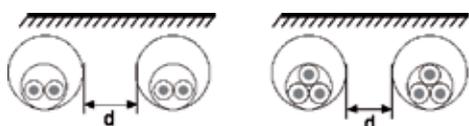
#### FACTORES DE CORRECCIÓN (CABLES SOTERRADOS)

##### CANALIZACIONES ENTUBADAS (CABLES SOTERRADOS)

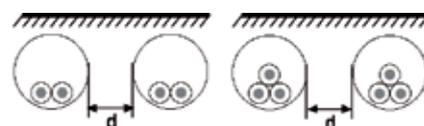
###### a) Canalizaciones entubadas

Si se trata de un cable trifásico, o una terna de cables unipolares, o bipolar, o un par de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

###### - Cables multiconductores

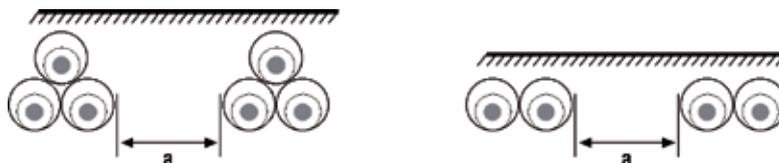


###### - Cables unipolares



Si cada cable unipolar va por un tubo distinto, se aplicará un factor de corrección de 0,9. En este caso, los tubos no deberán ser de hierro, para evitar pérdidas magnéticas.

###### - Cables unipolares



###### b) Canalizaciones bajo tubo de corta longitud

Se consideran de corta longitud, aquellas canalizaciones que tienen menos de 15 metros. En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados de baja resistencia térmica (bentonita, etc), no será necesario aplicar ningún factor de corrección.

Si la temperatura del terreno es distinta a 25 °C, se aplicarán los factores de corrección de la tabla siguiente.

**TABLA C.4 - FACTOR DE CORRECCIÓN F, PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DISTINTAS DE 25 °C (CABLES SOTERRADOS)**

Temperatura máxima en el conductor ( $\theta_c$ ) (°C)	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	



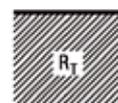
El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será (ver en apartado A el punto “Factores de corrección por temperatura”):

$$F = \sqrt{[(90-\theta_a)/65]}$$

Si la conductividad térmica del terreno es distinta a 1 K·m / W, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

**TABLA C.5 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K·m / W (CABLES SOTERRADOS)**

Cable	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)											
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80	
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66	
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69	

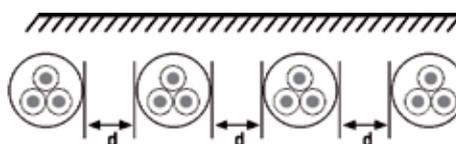
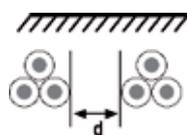
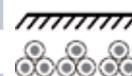


### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR ... EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

Si en una misma zanja coinciden varios circuitos distintos, el calentamiento mútuo modificará las condiciones "tipo", por lo que se deberán considerar los factores de corrección que siguen:

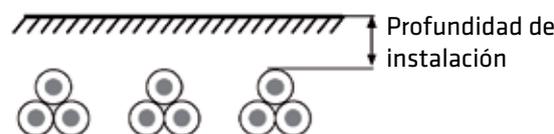
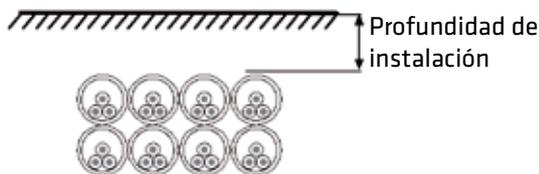
**TABLA C.6**  
**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES UNIPOLARES ENTERRADOS EN LA MISMA ZANJA (CABLES SOTERRADOS)**

Cable	Número de cables o ternas en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d = 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
d = 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d = 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d = 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d = 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

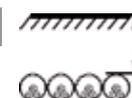


**TABLA C.7**  
**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO (CABLES SOTERRADOS)**

Si la profundidad a la que está enterrado el cable es distinta a 70 cm, se considerará el factor de corrección correspondiente:



Profundidad (en metros)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95



## CABLES INSTALADOS EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS

### INTRODUCCIÓN

Este modo de instalación no es exactamente una instalación subterránea, pues tanto en las galerías visitables como en las zanjas o canales revisables se deberá haber previsto una eficaz renovación del aire, que permita una buena disipación del calor generado por las pérdidas en el cable, de tal manera, que la temperatura ambiente no supere los 40 °C.

Según los casos, los cables irán dispuestos en bandejas, soportes, palomillas, o directamente sujetos a la pared mediante abrazaderas u otros dispositivos que proporcionen a la instalación una adecuada seguridad, en particular para soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos en un eventual cortocircuito.

### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR ... EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

#### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Las intensidades admisibles y los factores de corrección a considerar, se han tomado de la norma UNE 20435, para el supuesto de instalaciones al aire en las condiciones “tipo” siguientes:

Un cable trifásico o monofásico, o una terna o un par de cables unipolares agrupados en contacto, con una colocación tal que permitan una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura ambiente de 40 °C.

Intensidades máximas admisibles, en amperios en servicio permanente, para cables de Cu de los tipos **AFUMEX Easy (AS)**, **IRISTECH** y **RETENAX** (aislamiento tipo a), **BUPRENO H07RN-F** (aislamiento tipo B), instalados al aire o cables de Al tipo **AL AFUMEX (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo B).

TABLA C.8

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Conductores de Aluminio				Conductores de Cobre			
	3 cables unipolares		1 cable trifásico		3 cables unipolares		1 cable trifásico	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
6	-	-	-	-	46	45	44	43
10	-	-	-	-	64	62	61	60
16	67	65	64	63	86	83	82	80
25	93	90	85	82	120	115	110	105
35	115	110	105	100	145	140	135	130
50	140	135	130	125	180	175	165	160
70	180	175	165	155	230	225	210	200
95	220	215	205	195	285	280	260	250
120	260	255	235	225	335	325	300	290
150	300	290	275	260	385	375	350	335
185	350	345	315	300	450	440	400	385
240	420	400	370	360	535	515	475	460
300	480	465	425	405	615	595	545	520
400	560	545	505	475	720	700	645	610

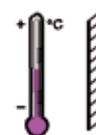
Para el caso de dos cables unipolares o un cable bipolar, multiplicar por 1,225 la intensidad correspondiente a tres cables unipolares o un cable tripolar. 1,225 procede de  $\sqrt{(3/2)}$  (ver desarrollo en apartado A punto “Factores de corrección por temperatura”).

#### FACTORES DE CORRECCIÓN

En el caso de que la temperatura ambiente fuera distinta de 40 °C, se aplicaría el factor de corrección correspondiente, tomado de la tabla que sigue.

TABLA C.9 - FACTOR DE CORRECCIÓN F PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Temperatura de servicio ( $\theta_s$ ) (en °C)	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,90	0,84	0,77



El factor de corrección para otras temperaturas del ambiente, distintas de las tabuladas, será:

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_a) / 50]}$$

En las tablas que siguen se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

### C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR ... EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

**TABLA C.10**

**FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CIRCUITOS DE CABLES UNIPOLARES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Tipo de instalación	Número de circuitos trifásicos (2)				A utilizar para (1)
	Número de bandejas	1	2	3	
Bandejas perforadas en horizontal cables en contacto (3)	1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,85	0,80	
	3	0,90	0,85	0,80	
Bandejas perforadas en vertical cables en contacto (4)	1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa horizontal
	2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera, soporte, etc. cables en contacto (3)	1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,90	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)	1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos a tresbolillo
	2	0,95	0,95	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas verticales (4)	1	1,00	0,90	0,90	(sep. entre circuitos $\geq 2$ De)
	2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc.(3)	1	1,00	1,00	1,00	De = $\emptyset$ ext. cable unipolar
	2	0,95	0,95	0,95	
	3	0,95	0,95	0,90	

**NOTAS**

- (1) Incluye, además, el conductor neutro, si existe.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo, por fase, a los efectos de aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.

**TABLA C.11 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Tipo de instalación	Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (2)					
		1	2	3	4	5	6
Bandejas perforadas cables en contacto (2)	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
	2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Bandejas perforadas cables espaciados (2)*	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-
	2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
Bandejas verticales perforadas, cables en contacto (3)	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
	2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70
Bandejas verticales perforadas, cables espaciados 1 De (3)*	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	-
	2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	-
Bandejas escalera, soportes, etc. cables en contacto (2)	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
	2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
Bandejas escalera, soportes, etc. cables espaciados 1 De (2)*	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	-

**NOTAS**

- (1) incluye, además, el conductor neutro, si existiese.
- (2) los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias menores, se reducirán los factores de corrección.
- (3) los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas se reducirán los factores de corrección.

\* Espaciado mayor o igual al diámetro exterior del cable.

**NOTA:** para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

### D) CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE

---

Para obtener las intensidades de corriente podemos aplicar las siguientes fórmulas:

#### Monofásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \phi}$$

$$I = \frac{S}{U}$$

#### Trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I: intensidad de corriente de línea en A
- P: potencia activa en W
- U: tensión fase neutro (monofásica) o entre fases (trifásica) en V
- $\cos \phi$
- S: potencia aparente en VA

Una vez obtenida la intensidad de corriente para obtener la sección de conductor necesaria para nuestra instalación debemos considerar los coeficientes de corrección propios (agrupamiento de circuitos, temperatura ambiente...) y seguir la metodología explicada en el apartado A para instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución y de alumbrado aéreas, apartado B y para redes de distribución y alumbrado subterráneas, apartado C.

Para ilustrar el método de cálculo, hemos incluido varios ejemplos en el apartado G que recomendamos leer.

### E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

#### FORMULARIO

Para calcular la sección de un cable por el criterio de la caída de tensión es conveniente tener en cuenta el efecto de la reactancia, cuya influencia es significativa, especialmente cuando el resultado es una sección elevada (por ejemplo  $S > 25 \text{ mm}^2$ ).

Se pueden considerar las siguientes fórmulas de cálculo de caída de tensión teniendo en cuenta el efecto de la reactancia:

#### Monofásica

#### Trifásica

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi)}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \operatorname{sen} \varphi)}$$

Donde:

- $S$  = sección del conductor en  $\text{mm}^2$
- $\cos \varphi$  = coseno del ángulo  $\varphi$  entre la tensión y la intensidad
- $L$  = longitud de la línea en metros
- $I$  = intensidad de corriente en A
- $\gamma$  = conductividad del conductor en  $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$
- $\Delta U$  = caída de tensión máxima admisible en V
- $x$  = reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$
- $n$  = número de conductores por fase

Si en nuestros cálculos pudiéramos despreciar el valor de la reactancia ( $x = 0$ ) las expresiones se simplifican y quedan de la siguiente forma:

#### Monofásica ( $x = 0$ )

#### Trifásica ( $x = 0$ )

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

...en función de la potencia

...en función de la potencia

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

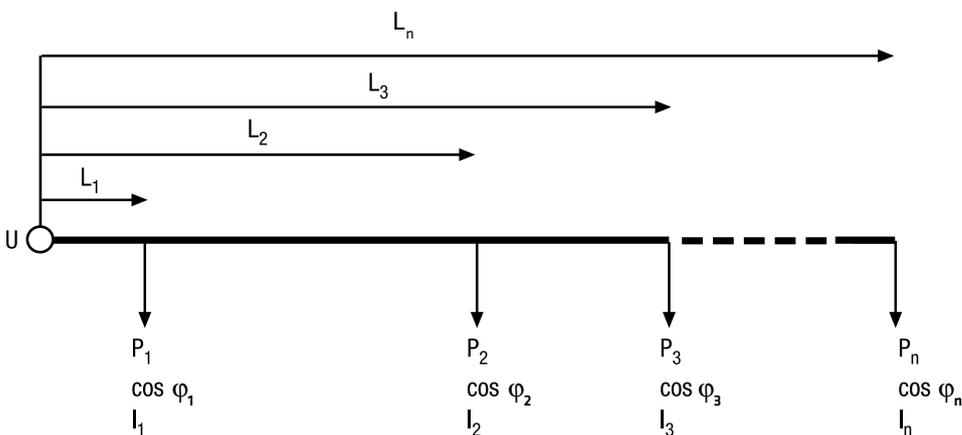
$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

- $P$  = potencia en W
- $U$  = tensión de la línea en V

Las expresiones últimas son prácticas cuando no se dispone del  $\cos \varphi$  como ocurre en numerosas ocasiones.

**NOTA:** no parece haber uniformidad de criterio a la hora de considerar el efecto de la reactancia ( $x$ ) y su valor para el cálculo de la caída de tensión. (Ver apartado J), punto 6). Para redes de distribución, ver especificaciones de la empresa suministradora de electricidad.

En el caso de líneas con receptores repartidos a diferentes distancias alimentados con cable de sección uniforme tenemos:



### E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

#### Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

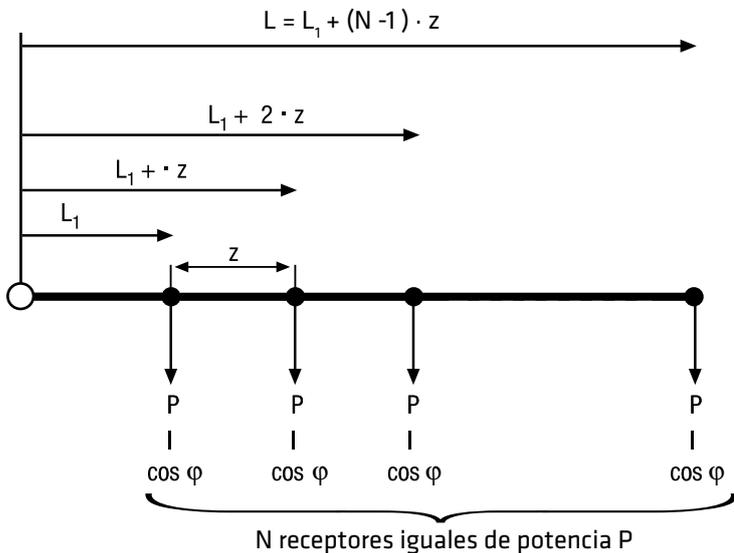
#### Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

Donde:

- S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- cos φ<sub>i</sub> = coseno de φ del receptor i
- L<sub>i</sub> = longitud de la línea en metros hasta el receptor i
- I<sub>i</sub> = intensidad de corriente en A del receptor i
- γ = conductividad del conductor en m/(Ω · mm<sup>2</sup>)
- ΔU = caída de tensión máxima admisible en V (al final de la línea)
- x = reactancia de la línea en Ω/km
- n = número de conductores por fase

Y particularizando el caso anterior para N receptores iguales repartidos uniformemente (caso frecuente de líneas para iluminación):



#### Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L+L_1}{2}\right)}{\gamma \cdot \left( U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L+L_1}{2}\right) \right)}$$

#### Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L+L_1}{2}\right)}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot N \cdot \left(\frac{L+L_1}{2}\right))}$$

Siendo:

- S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- I = intensidad de corriente en A
- cos φ = de φ de los receptores (todos iguales)
- N = número de receptores (idénticos)
- L = longitud total de la línea en metros
- L<sub>1</sub> = distancia a la que está situado el primer receptor en m
- γ = conductividad del conductor en m/(Ω · mm<sup>2</sup>)
- ΔU = caída de tensión máxima admisible al final de la línea en V
- x = reactancia de la línea en Ω/km
- n = número de conductores por fase

**NOTA:** Ejemplos en apartado N

Los valores de γ a considerar se encuentran en la tabla siguiente:

**TABLA E.1**

Material	Temperatura del conductor		
	20 °C	Termoplásticos 70 °C	Termoestables 90 °C
Cobre	58,0	48,5	45,5
Aluminio	35,7	29,7	27,8

### E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

Los cables termoplásticos (ver apartado J, punto 3) soportan 70 °C en régimen permanente y por tanto en ausencia de cálculo real de la temperatura del conductor debe considerarse la conductividad del conductor a 70 °C que como se puede ver es significativamente distinta de la que tenemos a 20 °C y que en muchas ocasiones se aplica por error, asignándole el valor de 56 m/(Ω · mm<sup>2</sup>).

Igualmente los cables termoestables (ver apartado J, punto 3) soportan hasta 90 °C en régimen permanente y a esa temperatura debemos considerar el conductor de nuestra instalación (γ = 45,5 para Cu, γ = 27,8 para Al). Se trata de considerar las condiciones más desfavorables salvo que se decida calcular la temperatura a la que realmente se encuentra el conductor. No hay que olvidar que los conductores no permanecen a 20 °C en las instalaciones pues al margen de la temperatura ambiente en la que se encuentran se calientan por efecto Joule y podríamos llegar a errores del 28 % si consideráramos la conductividad (γ) a 20 °C.

Si quisiéramos obtener valores de la conductividad (γ) a cualquier temperatura (θ)...

$$\gamma_{\theta} = 1 / \rho_{\theta}$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

Donde:

- ρ<sub>θ</sub> resistividad del conductor a la temperatura θ en Ω · mm<sup>2</sup>/m.
- ρ<sub>20</sub> resistividad del conductor a 20 °C en Ω · mm<sup>2</sup>/m (= 1/58 para Cu y 1/35,7 para Al).
- α coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C<sup>-1</sup> (0,00393 para Cu y 0,00407 para Al).

Y para obtener θ...

$$\theta = \theta_o + (\theta_{m\acute{a}x} - \theta_o) \cdot (I / I_{m\acute{a}x})^2$$

Donde:

- θ: temperatura real estimada en el conductor.
- θ<sub>o</sub>: temperatura ambiente del conductor sin carga.
- θ<sub>máx</sub>: temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (70 °C para aislamientos termoplásticos y 90 °C para aislamientos termoestables).
- I: intensidad prevista para el conductor.
- I<sub>máx</sub>: intensidad máxima admisible para el conductor en las condiciones en que se encuentra instalado.

Se recomienda ver el ejemplo del apartado K punto 7.

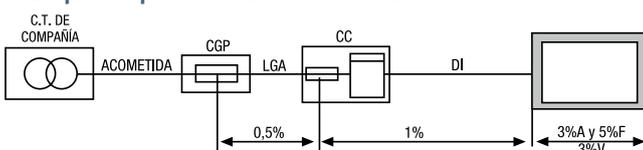
### CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMISIBLES EN % SEGÚN EL REGLAMENTO PARA BAJA TENSIÓN

Esquemas resumen de las caídas de tensión admisibles en instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras según el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (ITC-BT 19, apdo. 2.2.2)

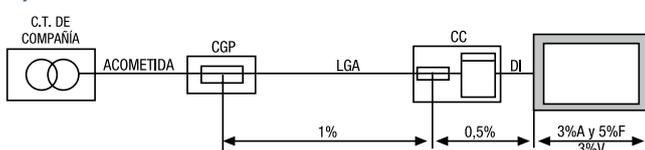
Esquema para un único usuario



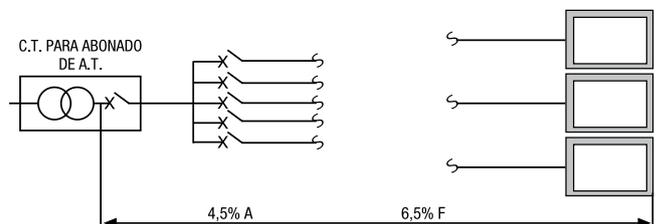
Esquema para una única centralización de contadores



Esquema cuando existen varias centralizaciones de contadores



Esquema de la instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio



Leyenda:

- A: Circuitos de alumbrado
- F: Circuitos de fuerza
- V: Circuitos interiores de viviendas
- CPM: Caja de protección y medida
- CGP: Caja general de protección
- CC: Centralización de contadores
- LGA: Línea general de alimentación
- DI: Derivación individual

### E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

Caída de tensión en instalaciones a muy baja tensión:

“Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización no será superior al 5%.” (ITC-BT 36, pto. 2.2., último párrafo).

Caída de tensión en instalaciones generadoras de baja tensión:

“...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.” (ITC-BT 40 pto. 5).

Caídas de tensión en redes de distribución:

La caída de tensión admisible en las redes de distribución viene reflejada en el artículo 104 del Real Decreto que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización y autorización de instalaciones de energía eléctrica (R.D. 1955/2000) y en cuyo punto 3 podemos leer: “Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de  $\pm 7\%$  de la tensión de alimentación declarada.” Es decir la tensión a medir en el comienzo de la instalación de enlace (caja general de protección, bases tripolares verticales, caja de protección y medida...) debe permanecer en los límites del  $\pm 7\%$ .

Por ejemplo para suministros monofásicos a 230 V la medida debe estar entre los valores de 213,9 V y 246,1 V y para suministros trifásicos a 400 V entre 372 y 428 V.

Se recomienda consultar especificaciones particulares de la empresa suministradora de electricidad que corresponda en cada caso.

#### TABLAS DE CAÍDAS DE TENSIÓN

A continuación tenemos algunas tablas de cálculo rápido. Para determinar la caída de tensión, en V, se multiplicará el coeficiente de la tabla por la corriente que recorre el cable, en A, y por la longitud de la línea en km. Los valores de la tabla se refieren a c.a. trifásica; para corriente monofásica pueden tomarse los mismos valores resultantes, multiplicados por 1,15 ( $\approx 2/\sqrt{3}$ ).

Las tablas están calculadas considerando el efecto de las resistencias y de las reactancias con los conductores al tresbolillo.

Para cables termoestables (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente: ( $T_{\text{máx}} = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $\gamma = 45,5$  para Cu y  $\gamma = 27,8$  para Al):

**TABLA E.2. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/(A·km)) PARA CABLES TERMOESTABLES**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares termoestables				Un cable unipolar termoestable			
	cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$		cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	-	21,36	-	26,94	-	21,67	-
2,5	15,92	-	12,88	-	16,23	-	13,1	-
4	9,96	-	8,1	-	10,16	-	8,23	-
6	6,74	-	5,51	-	6,87	-	5,59	-
10	4	-	3,31	-	4,06	-	3,34	-
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21

### E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

Para cables termoplásticos de Cu (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente ( $T_{\text{máx}} = 70\text{ °C}$ ;  $\gamma = 48$  para Cu). (Es infrecuente encontrar en el mercado cables termoplásticos de Al):

**TABLA E.3. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/A·km) PARA CABLES TERMOPLÁSTICOS**

S mm <sup>2</sup>	Caída de tensión en V/A km (cables termoplásticos de Cu, sistema trifásico)	
	cos $\varphi = 1$	cos $\varphi = 0,8$
0,5	74,604	59,787
0,75	50,772	40,725
1	37,509	30,107
1,5	25,075	20,194
2,5	15,356	12,395
4	9,553	7,747
6	6,383	5,205
10	3,792	3,125
16	2,383	1,991
25	1,507	1,288
35	1,086	0,952
50	0,802	0,728
70	0,555	0,529
95	0,400	0,403
120	0,317	0,335
150	0,257	0,288
185	0,205	0,246
240	0,156	0,206

#### EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LOS COEFICIENTES

1.- Línea trifásica de 150 m con cables unipolares de 1x240 Cu Afumex Easy (AS). Intensidad de corriente que recorre la línea, 428 A y  $\cos \varphi = 0,8$ .

Los cables Afumex Easy (AS) son cables termoestables (90 °C) como dice en su ficha, por lo tanto ya sabemos que al tratarse de sistema trifásico con 3 cables unipolares el coeficiente a aplicar es 0,22 V/A·km en nuestro caso y la caída de tensión en la línea se calcula...

$$\Delta U = 428 \text{ A} \times 0,15 \text{ km} \times 0,22 \text{ V/A}\cdot\text{km} = 14,124 \text{ V}$$

2.- Línea de corriente continua con longitud de 33 m realizada con cables Afumex Plus 750 V (AS) de 1 x 6. Intensidad de corriente que recorre la línea, 27 A.

Los cables Afumex Plus 750 V (AS) son de Cu y termoplásticos (70 °C). Por otro lado sabemos que para cálculos en corriente continua se procede igual que si fuera alterna monofásica de 50 o 60 Hz con  $\cos \varphi = 1$ . Por tanto, ya tenemos nuestro coeficiente (6,383 V/A·km), y al tratarse de un cálculo como corriente monofásica debemos multiplicar además el valor obtenido de la tabla (válido para trifásica) por 1x15.

$$\Delta U = 27 \text{ A} \times 0,033 \text{ km} \times 6,383 \text{ V/A}\cdot\text{km} \times 1,15 = 6,54 \text{ V}$$

### F) INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO

Seguindo la norma UNE 20460-4-43 podemos calcular la corriente máxima de cortocircuito que puede soportar un cable según la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot S / \sqrt{t}$$

En la que

- $I_{cc}$ : corriente de cortocircuito en amperios.
- $k$ : constante que depende de la naturaleza del conductor (Cu o Al) y del tipo de aislamiento (termoplástico [PVC o poliolefinas Z1] o termoestable [XLPE, EPR, poliolefinas o silicona])
- $S$ : sección del conductor en  $mm^2$
- $t$ : la duración del cortocircuito en segundos (mínimo 0,1 segundos, máximo 5 segundos).

Aplicando valores a la fórmula se obtienen las siguientes tablas:

**TABLA F.1.**  
**INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE Cu CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO (TIPO PVC O POLIOLEFINAS Z1), MÁXIMO 160 °C EN CORTOCIRCUITO. ( $I_{cc} = 115 \cdot S / \sqrt{t}$ )**

Sección S mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,5	182	129	105	81	58	47	41	36	33
0,75	273	193	157	122	86	70	61	55	50
1	364	257	210	163	115	94	81	73	66
1,5	545	386	315	244	173	141	122	109	100
2,5	909	643	525	407	288	235	203	182	166
4	1.455	1.029	840	651	460	376	325	291	266
6	2.182	1.543	1.260	976	690	563	488	436	398
10	3.637	2.571	2.100	1.626	1.150	939	813	727	664
16	5.819	4.114	3.359	2.602	1.840	1.502	1.301	1.164	1.062
25	9.092	6.429	5.249	4.066	2.875	2.347	2.033	1.818	1.660
35	12.728	9.000	7.349	5.692	4.025	3.286	2.846	2.546	2.324
50	18.183	12.857	10.498	8.132	5.750	4.695	4.066	3.637	3.320
70	25.456	18.000	14.697	11.384	8.050	6.573	5.692	5.091	4.648
95	34.548	24.429	19.946	15.450	10.925	8.920	7.725	6.910	6.308
120	43.639	30.858	25.195	19.516	13.800	11.268	9.758	8.728	7.967
150	54.549	38.572	31.494	24.395	17.250	14.085	12.198	10.910	9.959
185	67.277	47.572	38.843	30.087	21.275	17.371	15.044	13.455	12.283
240	87.279	61.715	50.390	39.032	27.600	22.535	19.516	17.456	15.935
300	109.099	77.144	62.988	48.790	34.500	28.169	24.395	21.820	19.919

### F) INTENSIDADES MÁXIMAS DE CORTOCIRCUITO

**TABLA F.2.**

**INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE  $C_{u}$  CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (TIPO XLPE, EPR, POLIOLEFINAS Z O SILICONA), MÁXIMO 250 °C EN CORTOCIRCUITO. ( $I_{cc} = 143 \cdot S/\sqrt{t}$ )**

Sección S mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
0,5	226	160	131	101	72	58	51	45	41
0,75	339	240	196	152	107	88	76	68	62
1	452	320	261	202	143	117	101	90	83
1,5	678	480	392	303	215	175	152	136	124
2,5	1.131	799	653	506	358	292	253	226	206
4	1.809	1.279	1.044	809	572	467	404	362	330
6	2.713	1.919	1.566	1.213	858	701	607	543	495
10	4.522	3.198	2.611	2.022	1.430	1.168	1.011	904	826
16	7.235	5.116	4.177	3.236	2.288	1.868	1.618	1.447	1.321
25	11.305	7.994	6.527	5.056	3.575	2.919	2.528	2.261	2.064
35	15.827	11.192	9.138	7.078	5.005	4.087	3.539	3.165	2.890
50	22.610	15.988	13.054	10.112	7.150	5.838	5.056	4.522	4.128
70	31.654	22.383	18.276	14.156	10.010	8.173	7.078	6.331	5.779
95	42.960	30.377	24.803	19.212	13.585	11.092	9.606	8.592	7.843
120	54.265	38.371	31.330	24.268	17.160	14.011	12.134	10.853	9.907
150	67.831	47.964	39.162	30.335	21.450	17.514	15.167	13.566	12.384
185	83.658	59.155	48.300	37.413	26.455	21.600	18.707	16.732	15.274
240	108.529	76.742	62.659	48.536	34.320	28.022	24.268	21.706	19.815
300	135.662	95.927	78.324	60.670	42.900	35.028	30.335	27.132	24.768

**TABLA F.2.**

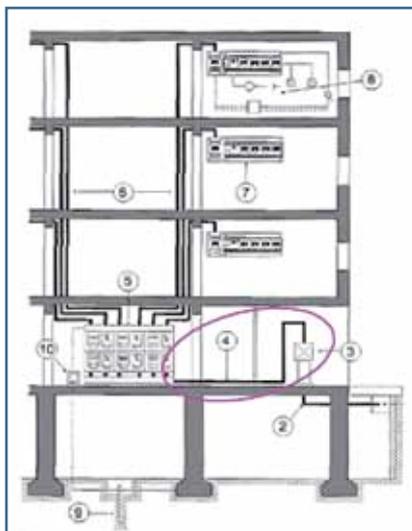
**INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE (A) PARA CONDUCTORES DE  $A_I$  CON AISLAMIENTO TERMOESTABLE (TIPO XLPE, EPR, POLIOLEFINAS Z O SILICONA), MÁX 250 °C EN CORTOCIRCUITO ( $I_{cc} = 94 \cdot S/\sqrt{t}$ )**

Sección S mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
16	4.756	3.363	2.746	2.127	1.504	1.228	1.063	951	868
25	7.431	5.255	4.290	3.323	2.350	1.919	1.662	1.486	1.357
35	10.404	7.357	6.007	4.653	3.290	2.686	2.326	2.081	1.899
50	14.863	10.510	8.581	6.647	4.700	3.838	3.323	2.973	2.714
70	20.808	14.713	12.013	9.306	6.580	5.373	4.653	4.162	3.799
95	28.239	19.968	16.304	12.629	8.930	7.291	6.314	5.648	5.156
120	35.670	25.223	20.594	15.952	11.280	9.210	7.976	7.134	6.513
150	44.588	31.529	25.743	19.940	14.100	11.513	9.970	8.918	8.141
185	54.992	38.885	31.750	24.593	17.390	14.199	12.297	10.998	10.040
240	71.341	50.446	41.189	31.905	22.560	18.420	15.952	14.268	13.025
300	89.176	63.057	51.486	39.881	28.200	23.025	19.940	17.835	16.281

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

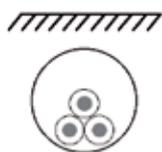
#### LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN EN EDIFICIO DE VIVIENDAS

Todas las fórmulas y tablas utilizadas en este apartado vienen explicadas en los apartados anteriores.



#### Sistema de instalación:

Conductores aislados en el interior de tubos enterrados → método D.



Cables Afumex Easy (AS) (RZ1-K) unipolar según ITC-BT 14 (Los cables Afumex Easy (AS) son termoestables [ver apartado ], punto 3)).



#### Condiciones de instalación:

Estándares

- Temperatura del terreno 25 °C
- Resistividad térmica del terreno 2,5 K.m /W

#### Datos cuantitativos de la instalación:

P = 120 kW  
 U = 400 V (trifásica)  
 cos φ = 0,9  
 L = 32 m

Aplicando la fórmula para la corriente trifásica.

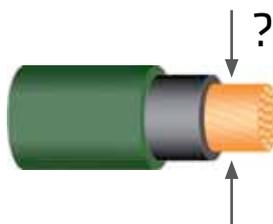
$$I = P / (\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi) = 120.000 / (\sqrt{3} \times 400 \times 0,9) \approx 192 \text{ A}$$

#### Sección por el criterio de la intensidad admisible:

Tomamos el valor inmediato superior al calculado.

#### Método D - UNE 20460-5-523

	Sección mm <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5	27,5	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22,5	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5	32,5	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
Aluminio	XLPE3	21	27,5	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295



S<sub>1</sub> = 95 mm<sup>2</sup>

XLPE3 = trifásica con cable termoestable (máximo 90 °C en el conductor).

#### Sección por el criterio de la caída de tensión:

Según la ITC-BT 19 (apartado 2.2.2.) la caída de tensión máxima en una LGA de edificio de viviendas como el que nos ocupa es de un 0,5 %

$$e = 400 \times 0,005 = 2 \text{ V}$$

$$S_{\text{cdt}} = L \cdot P / (\gamma \cdot e \cdot U) = 32 \times 120.000 / (45,5 \times 2 \times 400) \approx 105,5 \rightarrow S_{\text{cdt}} = 120 \text{ mm}^2$$

valor de γ a 90 °C (cables de Cu termoestables como el Afumex Easy (AS) de nuestro cálculo)

#### Intensidad de cortocircuito máxima admisible:

$$I_{\text{cc}} = 143 \cdot S / \sqrt{t} \text{ (p.e. si } t = 1 \text{ s} \rightarrow I_{\text{cc}} = 143 \times 120 / \sqrt{1} = 17160 \text{ A)}$$

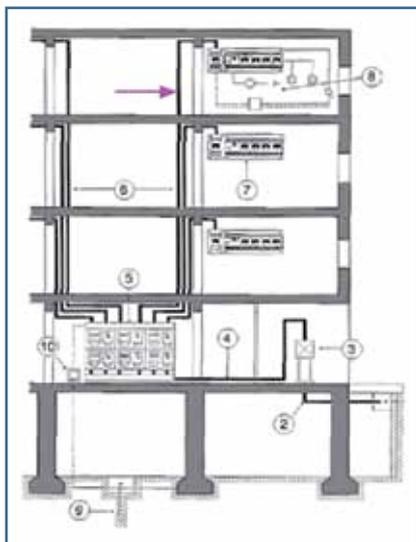
S en mm<sup>2</sup>

t en s (valores entre 0,1 y 5)

I<sub>cc</sub> en A

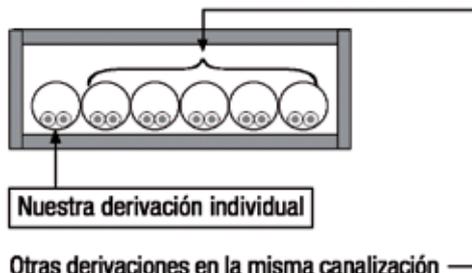
### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### DERIVACIÓN INDIVIDUAL EN EDIFICIO DE VIVIENDAS



##### Sistema de instalación:

Conductores aislados en el interior de tubos en hueco de la construcción → método B2.



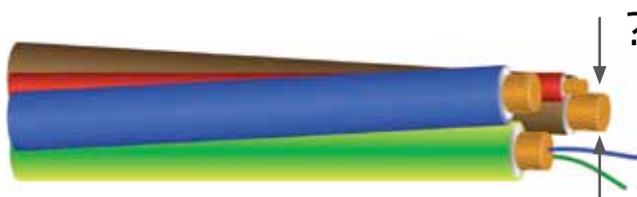
##### Condiciones de instalación:

- Temperatura 40 °C
- Agrupamiento 6 circuitos → C1 = 0,55

##### Datos cuantitativos de la instalación:

P = 5750 W (electrificación básica)  
 U = 230 V (monofásica)  
 cos φ = 0,9  
 L = 14 m

Cable Afumex DUO 750 V (AS) según ITC-BT 15



Como la DI es monofásica calculamos la intensidad de corriente con la fórmula para monofásica.

$$I = P / (U \cdot \cos \varphi) = 5750 / (230 \times 0,9) \approx 28 \text{ A}$$

##### Sección por el criterio de la intensidad admisible:

##### UNE EN 20460-5-523

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
→ 1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-	

Coefficiente de corrección por agrupamiento C1 = 0,55

Afectamos la intensidad calculada (28 A) del coeficiente de corrección por agrupamiento (0,55). Dividiendo 28 por 0,55 obtenemos I', valor de la intensidad con la que elegir en la tabla de intensidades admisibles. Se puede hacer multiplicando el coeficiente 0,55 por los valores de la tabla y ver qué sección supera el valor 28 A pero es un proceso menos directo. Por supuesto en ambos casos el resultado es el mismo.

$$I' = I / 0,55 = 28 / 0,55 \approx 51 \text{ A}$$

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

El cable Afumex DUO 750 V (AS) no tiene PVC pero es termoplástico igual que el PVC y por ello se busca así en la tabla. (ver apartado J, punto 3).

PVC2 = monofásica con cable termoplástico (máximo 70 °C en el conductor) →

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2						
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2					PVC2			XLPE3	XLPE2				
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	-
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	-
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	-
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	-
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	-
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	-
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	-
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	-
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	-
70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269	-
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	-
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	-
150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	-
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	-
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	-

←  $S_1 = 16 \text{ mm}^2$

Cobre

#### Sección por el criterio de la caída de tensión:

Según la ITC-BT 19 (apartado 2.2.2.) la caída de tensión máxima en una derivación individual de edificio de viviendas como el que nos ocupa es de un 1 %

$$e = 230 \times 0,01 = 2,3 \text{ V}$$

$$S_{\text{cdt}} = 2 \cdot L \cdot P / (\gamma \cdot e \cdot U) = 2 \times 14 \times 5750 / (48,5 \times 2,3 \times 230) \approx S_{\text{cdt}} = 6,3 \rightarrow S_{\text{cdt}} = 10 \text{ mm}^2$$

↑ valor de  $\gamma$  a 70 °C (cables de Cu termoplásticos como el Afumex DUO 750 V (AS))

Sección solución:

$$S_1 = 16 \text{ mm}^2$$

#### Intensidad de cortocircuito máxima admisible:

$$I_{\text{cc}} = 115 \cdot S / \sqrt{t} \quad (\text{p.e. si } t = 0,1 \text{ s} \rightarrow I_{\text{cc}} = 115 \times 16 / \sqrt{0,1} = 5819 \text{ A})$$

S en mm<sup>2</sup>

t en s (valores entre 0,1 y 5)

I<sub>cc</sub> en A

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### ASCENSOR DE UN CENTRO COMERCIAL



##### Datos de instalación:

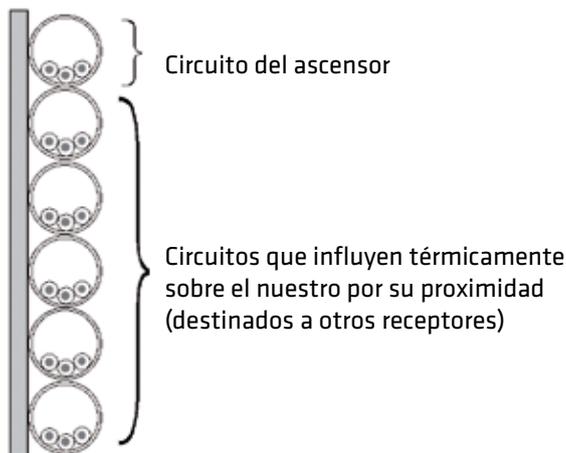
- Capacidad: 13 personas
- Potencia: 46 kW
- Suministro: Trifásico a 400 V
- Línea: 70 m
- Cos φ: 0,8

Por tratarse de servicio de seguridad no autónomo en un local de pública concurrencia (ITC-BT 28 pto. 2) elegimos AFUMEX FIRS (AS+) No propagador del incendio, con emisión de humos y opacidad reducida y RESISTENTE AL FUEGO (según UNE EN 50200 e IEC 60331-1) (ITC-BT 28 pto. 4f, 4º párrafo).

De entre los diferentes sistemas de instalación, (ITC-BT-28, pto. 4 e), elegimos cable unipolar bajo tubo grapado en pared en zona no accesible al público.

##### Datos adicionales de la instalación:

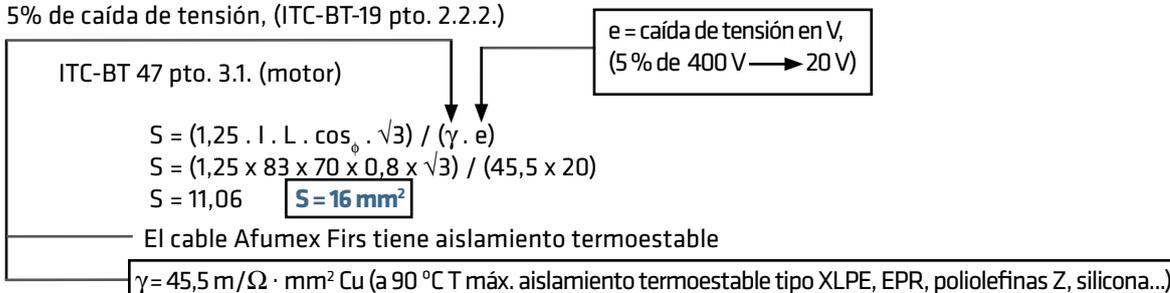
- Temperatura ambiente: 35° C
- Influencia térmica: 5 circuitos adicionales instalados paralelamente también bajo tubo.



##### Sección por caída de tensión:

$$I = P / (U \cdot \cos \phi \cdot \sqrt{3}) = 46.000 / (400 \times 0,8 \times 1,73) \approx 83 \text{ A}$$

5% de caída de tensión, (ITC-BT-19 pto. 2.2.2.)



**Nota importante:**  $\gamma = 58 \text{ Cu}$  (a 20 °C),  $\gamma = 48,5 \text{ Cu}$  (a 70 °C T máx. para casos de aislamiento termoplástico tipo PVC o poliolefinas Z1).

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### Sección por intensidad de corriente admisible

Coefficiente aplicable por agrupación de circuitos

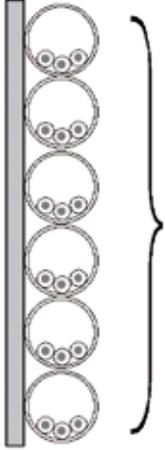


TABLA 52-E1, (UNE 20460-5-523, 2004)

Punto	Disposición de cables	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	<b>0,70</b>	0,70	-	-	-	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-	

Coefficiente aplicable por temperatura ambiente diferente al estándar (40 °C en España para instalaciones al aire)

TABLA 52-D1, (UNE 20460-5-523, 2004)

Material aislante	Temperatura ambiente ( $\theta_A$ ) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
XLPE o EPR	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

... por tanto la intensidad  $I'$  a considerar para buscar la sección adecuada

ITC-BT-47 pto. 3.1. (motor)

$$I' = I \times 1,25 / (0,70 \times 105)$$

6 Circuitos

35°C T ambiente

$$I' = 83 \times 1,25 / (0,70 \times 1,05) = 141 \text{ A}$$

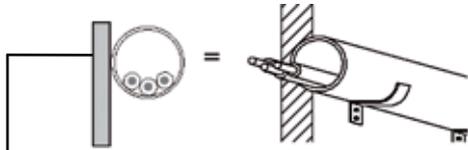
**$I' = 141 \text{ A}$**

¡Hemos pasado de 83 A a tener que considerar 141 A por los **COEFICIENTES** de **CORRECCIÓN!**

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

Buscamos ahora nuestra instalación de referencia:

**TABLA 52-E1, (UNE 20460-5-523, 2004) (Instalaciones de referencia)**



- 3 Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante. A1
- 4 Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella. B1
- 5 Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería, no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor. B2

Instalación de referencia a utilizar para obtener las intensidades admisibles ⇒

**B1**

Con la instalación de referencia y el tipo de cable obtenemos la sección.

**TABLA 52-E1bis, (tablas de carga según modos de instalación).**

		Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento												
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
<b>A1</b>														
<b>A2</b>		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
<b>B1</b>	1°		2°		PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
<b>B2</b>				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
<b>C</b>							PVC3	3°	PVC2	XLPE3		XLPE2		
<b>D*</b>														
<b>E</b>								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
<b>F</b>									PVC3		PVC2	XLPE3	XLPE2	
	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269	
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	

**Cobre**

**I' = 141 A**

**S = 50 mm<sup>2</sup>**

**SOLUCIÓN**  
**Afumex FIBS (AS+)**  
**1 x 50 mm<sup>2</sup>**

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### Cortocircuito admisible

TABLA F-2

Sección S	Duración del cortocircuito en segundos (t)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
50	22.610	15.988	13.054	10.112	7.150	5.838	5.056	4.522	4.128
70	31.654	22.383	18.276	14.156	10.010	8.173	7.078	6.331	5.779
95	42.960	30.377	24.803	19.212	13.585	11.092	9.606	8.592	7.843

#### RADIO MÍNIMO DE CURVATURA

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm
1 x 35	0,9	8,8	12,4
1 x 50	1	10,3	13,9
1 x 70	1,1	12	15,6

$$r_{\min} = 4 D = 4 \times 13,9 = 55,6 \text{ mm (ver apartado H)}$$

#### CÁLCULO CON RESULTADO DE VARIOS CONDUCTORES POR FASE

##### Cálculo por caída de tensión:

Para realizar un cálculo de sección por caída de tensión es necesario considerar la reactancia cuando el resultado excede de 35 mm<sup>2</sup> (conductores de cobre). Ejemplificamos su aplicación para el caso particular de necesitar varios conductores por fase.

Partamos de los siguientes datos para cálculo:

- Tensión de la línea: U = 400 V (trifásica)
- Longitud: L = 300 m
- $\cos \phi = 0,9$
- Potencia: P = 500 kW
- Caída de tensión admisible: 5% ( $\Delta U = 20 \text{ V}$ )
- Reactancia aproximada considerada:  $x = 0,08 \Omega/\text{km}$  (aproximación de la norma francesa UTE-C 15-105 independiente de la sección, naturaleza del conductor (Cu o Al) y sistema de instalación)
- Instalación en bandeja perforada (cables unipolares en capa horizontal)
- Cable utilizado: Afumex Easy (AS)



Afumex Easy (AS) unipolar

Recordemos inicialmente la expresión con la que obtenemos la sección (S [mm<sup>2</sup>]) por caída de tensión para alimentaciones trifásicas considerando la reactancia de la línea.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{\gamma \cdot (\Delta U - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin \phi)}$$

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

$\gamma$  es la conductividad del conductor. Tomamos el valor  $45,5 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ . Valor a  $90^\circ\text{C}$ , máxima temperatura posible en el conductor (cobre) del cable termoestable Afumex Easy (AS) elegido.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cdot \cos\varphi} = \frac{500000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 802 \text{ A}$$

...y aplicamos

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 300 \times 802 \times 0,9}{45,5 \times (20 - \sqrt{3} \times 10^{-3} \times 0,08 \times 300 \times 802 \times 0,436)} = 1508 \text{ mm}^2$$

Al resultar una sección elevada, dividimos por  $240 \text{ mm}^2$  (sección más elevada habitual en stock y de común uso)

$$1508/240 = 6,28 \rightarrow 7 \text{ conductores de } 240 \text{ mm}^2 \text{ por fase}$$

Pero debemos rehacer el cálculo dado que hemos considerado la reactancia para una línea con un conductor por fase y nos han resultado 7. Por lo que procedemos a iterar teniendo en cuenta los conductores en paralelo.

#### 1ª iteración

La reactancia para nuestro circuito con 7 conductores por fase es:

$$0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/7 = 0,011 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Aplicamos

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 300 \times 802 \times 0,9}{45,5 \times (20 - \sqrt{3} \times 10^{-3} \times 0,011 \times 300 \times 802 \times 0,436)} = 458 \text{ mm}^2$$

...y obtenemos:

$$458/240 = 1,9 \rightarrow 2 \text{ conductores de } 240 \text{ mm}^2 \text{ por fase}$$

#### 2ª iteración

Procedemos análogamente suponiendo 2 conductores por fase:

$$0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/2 = 0,04 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 300 \times 802 \times 0,9}{45,5 \times (20 - \sqrt{3} \times 10^{-3} \times 0,04 \times 300 \times 802 \times 0,436)} = 647 \text{ mm}^2$$

$$647/240 = 2,69 \rightarrow 3 \text{ conductores de } 240 \text{ mm}^2 \text{ por fase}$$

#### 3ª iteración

$$0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/3 = 0,027 \text{ } \Omega/\text{km}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times 300 \times 802 \times 0,9}{45,5 \times (20 - \sqrt{3} \times 10^{-3} \times 0,027 \times 300 \times 802 \times 0,436)} = 546 \text{ mm}^2$$

$$546/240 = 2,27 \rightarrow 3 \text{ conductores de } 240 \text{ mm}^2 \text{ por fase}$$

Al resultar el mismo número de conductores por fase (3) que el considerado para calcular la reactancia inicialmente, la solución es válida.

Ahora probemos con la sección inferior a 240 normalizada ( $185 \text{ mm}^2$ ):

$$546/185 = 2,95 \rightarrow \text{vemos que se pueden utilizar 3 conductores de } 185 \text{ mm}^2 \text{ por fase}$$

Solución: **3 conductores de  $185 \text{ mm}^2$  por fase**

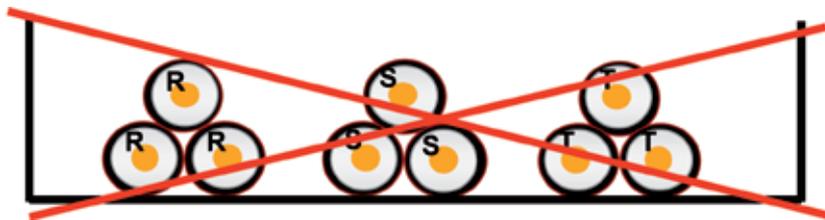
## G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

Las iteraciones son más sencillas con el Programa PrysmiTool:

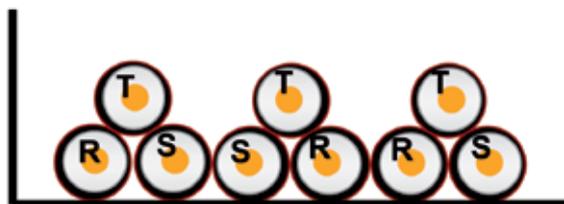
Tipo de instalación		PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS	
Tipo de Instalación I:	ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras en general	Tipo de instalación: F	
Tipo de Instalación II:	En bandejas (sin tubo o conducto)		
Tipo de Instalación III:	Perforadas, rejilla		
Selección cable			
Nombre del cable seleccionado: Retenax Flex InsTech (Cable Flexible 1000 V cubierta PVC)			
Características instalación			
Intensidad de corriente:	801.88 A	Tipo de corriente utilizada:	Alterna Trifásica
Potencia activa:	500.00 kW	Tensión utilizada:	400 V
Potencia aparente:	555.56 kVA	Composición de cable:	Conductores aislados o cables unipolares
Cos φ:	0.9	Intensidad de cortocircuito:	—
Rendimiento (motores):	—	Tiempo disparo protecciones:	—
Coefficiente por tipo de instalación:	1 (otros)	% Caída de tensión:	5.0
Coefficiente por tipo de receptor:	1 (otros)	Caída de tensión:	20.0 V
Otro coeficiente:	1.00	Longitud de la línea:	300 m
Temperatura ambiente:	40 °C (1.00)	Reactancia:	0.03 Ω/km
Cable expuesto al sol directamente:	NO (1.00)	Tipo de instalación bandejas:	Bandejas perforadas
nº de circuitos adicionales:	—	Numero de bandejas:	1
		nº de circuitos adicionales:	0
		Factor Corrección por circuitos en 1 capa (bandejas):	0.91
		nº de capas:	1
		Factor corrección capas:	1.00
Resultado			
Sección por intensidad:	185 mm <sup>2</sup>	Sección por cortocircuito:	No calculado
Número de conductores por fase:	3	Sección por caída de tensión:	185 mm <sup>2</sup>
Intensidad máxima admisible del circuito:	844.48 A	Número de conductores por fase:	No calculado
		Número de conductores por fase:	3
<div style="border: 1px solid green; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>Solución</b>                      Sección: 185 mm<sup>2</sup>                      nº conductores por fase: 3                 </div>			
NOTA: factor de corrección por agrupación final (nº cond por fase + circuitos ad.): 0.91			

Recordamos la colocación de los conductores para ahorrarnos problemas importantes con las inducciones:

### Colocación incorrecta (agrupando los conductores de cada fase)



### Colocación correcta (si hubiéramos elegido colocar las ternas a tresbolillo)



### Colocación correcta en horizontal\*



\*Los cables deben trasponerse de forma que cada conductor de cada terna esté en la posición central un tercio de su longitud al tratarse de una línea larga.

## G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

### Cálculo por intensidad admisible

Calculemos ahora por el criterio de la intensidad admisible para ver las particularidades de un cálculo por este criterio con varios conductores por fase como el que nos ocupa pues la intensidad de corriente  $I$  es elevada (802 A).

Según se ha comentado en el texto de este catálogo, la norma UNE 20435 recogía en su apartado 3.2.1.3 la utilización de un factor de corrección no inferior a 0,9 cuando se empleen varios conductores por fase. Además los conductores deberán agruparse en ternas que incluyan cada una de las fases, discurrir en paralelo, ser de la misma sección y naturaleza de conductor.

Y además de este coeficiente de corrección debemos tener presente lo que dice la nota 2 de la tabla 52-E5 de la norma UNE 20460-5-523 reflejada también en este catálogo: Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

Es no obstante de sentido común que este planteamiento sea trasladable a cualquier otro sistema de instalación con resultado de varios conductores por fase toda vez que las tablas de intensidades admisibles están pensadas para circuitos únicos, si nuestro circuito está rodeado de otros o está desdoblado en varios conductores por ser de gran potencia es evidente que va a aparecer una generación de calor extra que hay que reflejar en los cálculos con un factor de corrección por agrupamiento.

La tabla 52.E5 nos dice que para ternas de cables unipolares en contacto en bandeja perforada (sistema de instalación que elegimos inicialmente) los coeficientes de corrección son: 0,91 para dos ternas y 0,87 para 3 ternas.

**TABLA A.52-1 bis:**

### INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
F							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

Aplicamos los coeficientes de corrección que proceda para obtener las secciones:

mm <sup>2</sup>	11	
95	271	
120	314	$\times 3 \times 0,9 \times 0,87 = 738 \text{ A} < 802 \text{ A} \rightarrow$ no válido
150	363	$\times 3 \times 0,9 \times 0,87 = 853 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK
185	415	$\times 3 \times 0,9 \times 0,87 = 975 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK
240	490	
300	640	

Podemos pues, utilizar 3 ternas de cables unipolares de 1x150 mm<sup>2</sup> de cable Afumex Easy (AS) o podemos probar con 2 ternas (mejor solución, si se puede llevar a efecto técnicamente, para limitar problemas con las inducciones).

mm <sup>2</sup>	11	
95	271	
120	314	
150	363	
185	415	
240	490	$\times 2 \times 0,9 \times 0,91 = 803 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ *
300	640	$\times 2 \times 0,9 \times 0,91 = 1048 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK

\*El cable iría lo que se conoce coloquialmente como "ahorcado" por tener un valor de intensidad máxima admisible muy próximo al valor de intensidad de servicio que va a circular por el cable no haciendo fácil intercalar una protección entre ambos valores.

Con 2 conductores de 300 mm<sup>2</sup> por fase aseguramos holgura entre el valor de servicio (802 A) y el máximo admisible (1048 A).

Si probamos a separar una distancia equivalente al doble del diámetro de la envolvente de cada terna los coeficientes de corrección serían superiores pues la disipación del calor generado se verá favorecida por estar más distanciadas las ternas. En la citada tabla 52-E5 encontramos que los valores de factor de corrección por agrupamiento son 0,98 para 2 ternas y 0,96 para tres.

mm <sup>2</sup>	11	
95	271	
120	314	$\times 3 \times 0,9 \times 0,96 = 814 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK (muy ajustado)
150	363	$\times 3 \times 0,9 \times 0,96 = 941 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK
185	415	$\times 3 \times 0,9 \times 0,96 = 1076 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK
240	490	$\times 2 \times 0,9 \times 0,98 = 864 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK (ajustado)
300	640	$\times 2 \times 0,9 \times 0,98 = 1129 \text{ A} > 802 \text{ A} \rightarrow$ OK

En resumen la sección a elegir por fase, a falta de cálculos de cortocircuito, será de 3 conductores de 1x185 mm<sup>2</sup> Afumex Easy (AS) ya que cubre las exigencias por caída de tensión y por intensidad admisible. Podemos comprobar en la segunda iteración anterior que ni la sección de 240, ni la de 300 mm<sup>2</sup> con dos conductores por fase cumplirían el criterio de la caída de tensión.

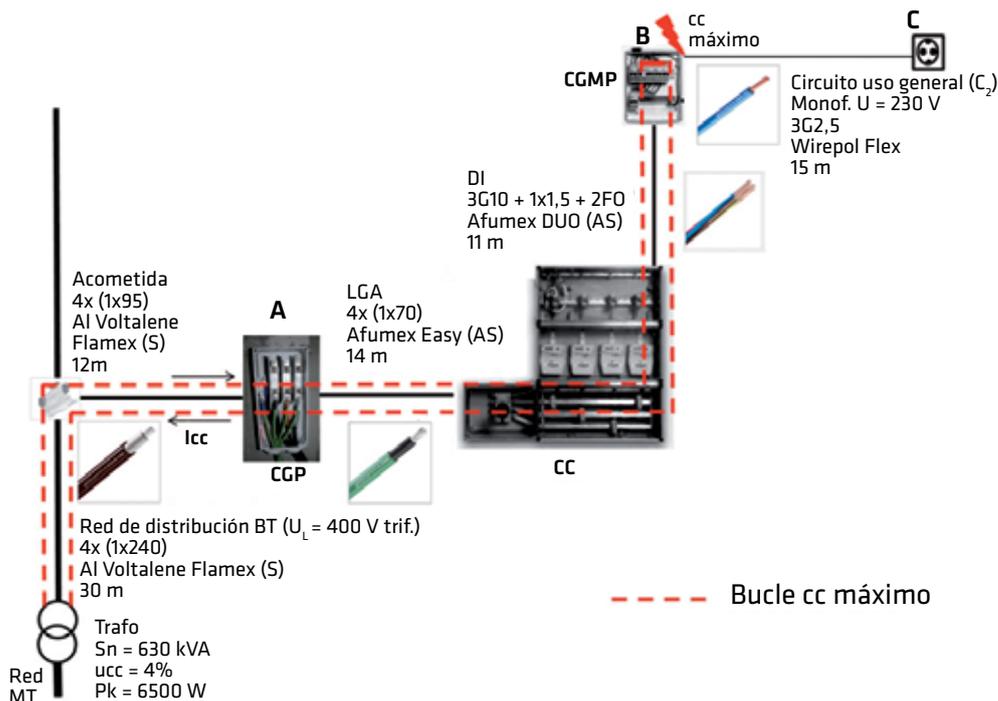
### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### CÁLCULO DE SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

##### Cortocircuito máximo (en bornes del cuadro general de mando y protección CGMP)

Queremos obtener el valor de cortocircuito máximo de un circuito para usos general (toma de corriente) de una vivienda para comprobar que no se supera el poder de corte del pequeño interruptor automático de 16 A de intensidad nominal que protege en cabecera dentro del cuadro general de mando y protección (CGMP).

Consideremos el siguiente esquema de suministro desde la red de MT hasta el circuito interior de uso general (C2, toma de corriente) de una vivienda.



Se toma el defecto fase-neutro como el más desfavorable y se considera despreciable la reactancia inductiva de los cables. La resistencia de los conductores para el cálculo será a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (menor que a mayores temperaturas de funcionamiento pues como sabemos todo conductor se calienta por la circulación de la corriente y su resistencia aumenta). De esta forma, al emplear valores mínimos de impedancia en las líneas, siempre nos resultará el cortocircuito más elevado posible.

Comenzamos a calcular impedancias considerando el cortocircuito trifásico en bornes del secundario del transformador para obtener el mayor valor del mismo.

Para poder obtener la reactancia de red será necesario que nos faciliten al potencia aparente de cortocircuito ( $S_{cc}$ ) en el punto considerado, dato que en ocasiones puede proporcionar la compañía eléctrica.

Suponemos en nuestro caso nos proporcionan un valor de  $S_{cc}$  es de 400 MVA (en ausencia de datos se suele tomar el valor de 500 MVA).

$$S_{cc} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_{ccl} = \sqrt{3} \cdot U_f \cdot \sqrt{3} \cdot I_{ccf} = 3 \cdot U_f \cdot I_{ccf} = 3 \cdot \frac{U_f^2}{Z_{red}} = 3 \cdot \frac{\left(\frac{U_L}{\sqrt{3}}\right)^2}{Z_{red}} = \frac{U_f^2}{Z_{red}}$$

Teniendo en cuenta que además podemos despreciar el valor de la resistencia de red frente al valor de la reactancia:

$$Z_{red} = \frac{U_L^2}{S_{cc}} \approx X_{red}$$

$$X_{red} \approx \frac{400^2}{400 \times 10^6} = 4 \times 10^{-4} \Omega$$

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

Ahora debemos calcular la impedancia del transformador partiendo de los datos de su placa de características:

$$S_n = 630 \text{ kVA}$$

$$u_{cc} = 4\%$$

$$P_k = 6500 \text{ W (potencia de cortocircuito)}$$

Calculamos la resistencia del transformador a partir de las pérdidas térmicas por efecto Joule en los arrollamientos obtenidas del ensayo en cortocircuito.

$$P_k = 3 R_{\text{trafo}} \cdot I_n^2 \rightarrow R_{\text{trafo}} = \frac{P_k}{3I_n^2}$$

$I_n$  se puede obtener con la expresión que la relaciona con la potencia nominal del transformador:

$$S_n = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I_n \rightarrow I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{630000}{\sqrt{3} \times 400} = 909 \text{ A}$$

$$R_{\text{trafo}} = R_{cc} = \frac{P_k}{3I_n^2} = \frac{6500}{3 \times 909^2} = 0,0026 \Omega$$

Sabemos que la caída de tensión porcentual de cortocircuito está relacionada con la impedancia del transformador por la siguiente expresión:

$$Z_{cc} = \frac{u_{cc} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = \frac{4 \times 400^2}{100 \times 630000} = 0,0102 \Omega$$

Y aplicando el teorema de Pitágoras obtenemos  $X_{cc}$ :

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = \sqrt{0,0102^2 - 0,0026^2} = 0,00986 \Omega$$

Nos falta saber ahora los valores del resto del circuito hasta el cuadro general de mando y protección:

$$R_{RD} = \rho_{Al} \cdot L_{RD} / S_{RD} = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (30 \times 2 \text{ m} / 240 \text{ mm}^2) = 0,007 \Omega$$

$$R_{Acom} = \rho_{Al} \cdot L_{Acom} / S_{Acom} = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (12 \times 2 \text{ m} / 95 \text{ mm}^2) = 0,0071 \Omega$$

$$R_{LGA} = \rho_{Cu} \cdot L_{LGA} / S_{LGA} = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (14 \times 2 \text{ m} / 70 \text{ mm}^2) = 0,0068 \Omega$$

$$R_{DI} = \rho_{Cu} \cdot L_{DI} / S_{DI} = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (11 \times 2 \text{ m} / 10 \text{ mm}^2) = 0,0374 \Omega$$

**NOTA:**  $\rho_{Cu} = 1/58 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  es la resistividad del cobre a 20 °C en corriente continua según UNE 20003.  
 $\rho_{Al} = 1/35,71 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  es la resistividad del aluminio a 20 °C en corriente continua según UNE 21096. Además se puede considerar aproximadamente igual el valor a 20 °C en corriente alterna a 50 Hz.

Recopilamos los datos obtenidos en la siguiente tabla:

	Red dist MT	Trafo	Red dist BT	Acometida	LGA	DI	C <sub>2</sub>	Aplicación
R (Ω/km) (20 °C)	-	0,0026	0,007	0,0071	0,0068	0,0374	-	cc máximo
X (Ω/km)	0,0004	0,00986	-	-	-	-	-	

$$I_{cc} = \frac{U_f}{\sqrt{\left| \vec{Z}_{red} + \vec{Z}_{cc} \right|^2}} = \frac{230}{\sqrt{(0,0026 + 0,007 + 0,0071 + 0,0068 + 0,0374)^2 + (0,0004 + 0,00986)^2}} = 3724 \text{ A}$$

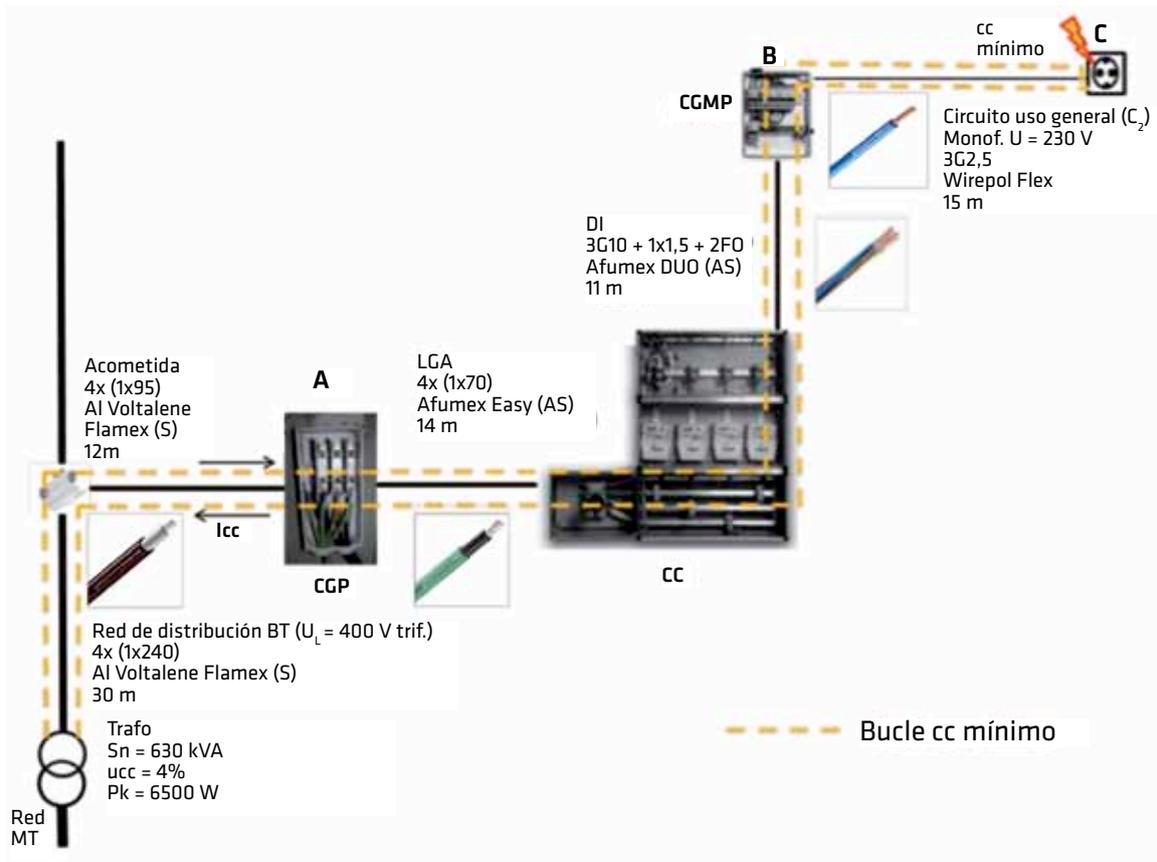
Nuestra protección puede soportar el poder de corte requerido puesto que el REBT exige un mínimo de 4500 A (ITC-BT 17, pto. 1.3.).

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

#### Cortocircuito mínimo

En el final de la instalación tendríamos típicamente un cortocircuito fase-neutro por defecto franco en el receptor (ver bucle de cortocircuito mínimo). Al aumentar el recorrido del cortocircuito se aumenta la impedancia y se reduce el cortocircuito. Como además emplearemos los valores más desfavorables de impedancia (resistencias a máxima temperatura del conductor y reactancias) el resultado de los cálculos será el valor mínimo de cortocircuito que deberá superar el umbral de activación del relé tiempo-independiente del interruptor automático que protege el circuito.

En el esquema del circuito se ha reflejado el bucle del cortocircuito mínimo:



La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{Z_{cc}}$$

Respecto a la fórmula aproximada  $0,8 \cdot U_f / \Sigma R$  ahora no necesitamos simplificar tomando  $0,8 U_f$  en el numerador pues tomaremos los valores de todas las impedancias implicadas. En el denominador se habla de impedancia de cortocircuito ( $Z_{cc}$ ) porque se consideran no sólo las resistencias sino también las reactancias de todo el bucle de defecto.

El valor de la impedancia  $Z_{cc}$  se obtendrá como suma de las partes resistivas y reactivas de todas las líneas implicadas desde la red de MT hasta el punto de conexión del receptor en la vivienda (toma de corriente de uso general  $C_2$ ):

$$Z_{cc} = \sqrt{(\Sigma R_i)^2 + (\Sigma X_i)^2}$$

### G) EJEMPLOS DE CÁLCULOS SECCIÓN BT

Los valores de la resistividad ( $\rho$ ) del aluminio a 90 °C (cables Al Voltalene Falmex de la red de distribución y acometida) se obtienen aplicando la fórmula de la norma UNE 21096 (IEC 121):

$$\rho_{Al(T)} = 1/35,71 \times (1 + 0,00407 \times (T-20)) \quad (\text{donde } T \text{ es la temperatura del conductor})$$

$$R_{RD} = \rho_{Al} \cdot L_{RD} / S_{RD} = 0,054 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (30 \times 2 \text{ m}/240 \text{ mm}^2) = 0,0135 \Omega$$

$$R_{Acom} = \rho_{Al} \cdot L_{Acom} / S_{Acom} = 0,054 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (12 \times 2 \text{ m}/95 \text{ mm}^2) = 0,0136 \Omega$$

...y para el cobre a 250 °C (cables termoestables como el Afumex Easy (AS) de la LGA) y a 160 °C (cables termoplásticos como el Afumex Duo (AS) de la DI o el Wirepol Flex del circuito de uso general) empleamos la fórmula de la norma UNE 20003 (IEC 28).

$$\rho_{Cu(T)} = 1/58 \times (1 + 0,00393 \times (T-20)) \quad (\text{donde } T \text{ es la temperatura del conductor})$$

$$R_{LGA} = \rho_{Cu} \cdot L_{LGA} / S_{LGA} = 0,033 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (14 \times 2 \text{ m}/70 \text{ mm}^2) = 0,0132 \Omega$$

$$R_{DI} = \rho_{Cu} \cdot L_{DI} / S_{DI} = 0,027 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (11 \times 2 \text{ m}/10 \text{ mm}^2) = 0,0594 \Omega$$

$$R_{CIA} = \rho_{Cu} \cdot L_{CIA} / S_{DI} = 0,027 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} \times (15 \times 2 \text{ m}/2,5 \text{ mm}^2) = 0,324 \Omega$$

Los valores de reactancia, salvo indicación más precisa, se pueden considerar en torno a 0,08  $\Omega$ /km (valor que avala la norma francesa UTE C 15-105 para tendidos independientemente de la sección, naturaleza del conductor y disposición de los conductores).

$$X_{RD} = 0,08 \Omega/\text{km} \times 30 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,0048 \Omega$$

$$X_{Acom} = 0,08 \Omega/\text{km} \times 12 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,00192 \Omega$$

$$X_{LGA} = 0,08 \Omega/\text{km} \times 14 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,00224 \Omega$$

$$X_{DI} = 0,08 \Omega/\text{km} \times 11 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,00176 \Omega$$

$$X_{CIA} = 0,08 \Omega/\text{km} \times 15 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0,0024 \Omega$$

Resumiendo:

	Red dist MT	Trafo	Red dist BT	Acometida	LGA	DI	C <sub>2</sub>	Aplicación
R ( $\Omega$ /km) (máx T)	-	0,0026	0,0135	0,0136	0,0132	0,0594	0,324	cc mínimo
X ( $\Omega$ /km)	0,0004	0,00986	0,0048	0,00192	0,00224	0,00176	0,0024	

$$\Sigma R_i = R_{trafo} + R_{RD} + R_{Acom} + R_{LGA} + R_{DI} + R_{CIA}$$

$$\Sigma R_i = 0,0026 + 0,0135 + 0,0136 + 0,0132 + 0,0594 + 0,324 = 0,4263 \Omega$$

$$\Sigma X_i = X_{red} + X_{trafo} + X_{RD} + X_{Acom} + X_{LGA} + X_{DI} + X_{CIA}$$

$$\Sigma X_i = 0,0004 + 0,00986 + 0,0048 + 0,00192 + 0,00224 + 0,00176 + 0,0024 = 0,02338 \Omega$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\Sigma R_i)^2 + (\Sigma X_i)^2} = \sqrt{0,4263^2 + 0,02338^2} = 0,427 \Omega$$

$$I_{cc} = \frac{U_f}{Z_{cc}} = \frac{230}{0,427} = 539 \text{ A}$$

Una protección con curva de tipo C necesita una intensidad de cortocircuito superior a 10 veces su intensidad nominal para actuar adecuadamente. Si el circuito C<sub>2</sub> para uso general está protegido con un interruptor magnetotérmico de 16 A de intensidad no tendremos problemas.

$$16 \text{ A} \times 10 = 160 \text{ A} < 539 \text{ A}$$

**NOTA:** cuando no se dispone de datos aguas arriba de la caja general de protección se puede emplear un método más sencillo (GUÍA-BT-ANEXO 3) consistente en suponer una caída del 20 % en la tensión de suministro y considerar las impedancias sólo desde la caja general de protección (CGP)  $I_{cc} = 0,8 \rightarrow U_f / \Sigma R$  (con resistencias a 20 °C igualmente) para cortocircuito mínimo y  $I_{cc} = 0,8 \rightarrow U_f / \Sigma Z$  con resistencia a máxima temperatura y reactancias igualmente) para el valor máximo.

Más ejemplos de cálculo de sección en los apartados N, O, P y Q.

### H) RADIOS DE CURVATURA

Tanto durante su tendido como en su posición final los cables están sometidos a esfuerzos mecánicos. Se indican a continuación los valores límite de los radios de curvatura y las normas de las que proceden estos valores.



Cables con aislamiento y cubierta para instalaciones fijas (radios de curvatura según UNE 20435)

Afumex Easy (AS)  
 Afumex Mando 1000 V (AS)  
 Afumex Firs 1000 V (AS+)  
 Afumex Firs Detecsignal (AS+)  
 Afumex Múltiple 1000 V (AS)  
 Afumex O Signal (AS)  
 Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)\*  
 Afumex 1000 V LUX (AS)  
 AI Afumex 1000 V (AS)  
 Retenax Flex  
 Retenax Flam N  
 Euroflam Energía  
 Retenax Flam M\*  
 Retenax Flam F\*  
 Retenax Flam Varinet K Flex\*  
 Detec-signal

Cables no armados		Cables armados o con tierra concéntrica
D**	Radio de curvatura mínimo*	Radio de curvatura mínimo
D < 25	4 D	
25 ≤ D ≤ 50	5 D	10 D
D > 50	6 D	

\* Cables armados o con tierra concéntrica

\*\* D = Diámetro exterior de los cables (mm)

Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas (radios de curvatura según UNE 21176)

NOTA: Los anteriores radios de curvatura son los radios mínimos que el cable puede adoptar en su posición definitiva de servicio. Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior al indicado.

**Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas (radios de curvatura según UNE 21176)**

Afumex Plus 750 (AS)  
 Afumex DUO 750 V (AS)  
 Afumex Paneles Flexible (AS)  
 Afumex Paneles Rígido (AS)  
 Wirepol Flexible  
 Wirepol Rígido

	Para un diámetro del cable (mm)			
	D ≤ 8	8 < D ≤ 12	12 < D ≤ 20	D > 20
Uso normal (durante tendido)	4 D	5 D	6 D	6 D
Curvado cuidadosamente /posición final)	2 D	3 D	4 D	4 D

D = Diámetro exterior de los cables (mm)

#### P-Sun 2.0

Radio mínimo de curvatura 3D (posición final)

D = Diámetro exterior del cable

### H) RADIOS DE CURVATURA

#### Cables trenzados (radios de curvatura según UNE 21030)

Al Polirret  
Polirret Feriex

18 D  
D = Diámetro del mayor conductor aislado

En el caso de tendido con curvatura controlada, o sea enrollándolo sobre un conformador a una temperatura no inferior a 15 °C, el radio de curvatura especificado anteriormente puede reducirse a la mitad.

#### Cables para servicios móviles de 300/500 V (radios de curvatura según UNE 21176)

Los cables aptos para servicios móviles tienen tabulados radios de curvatura para diferentes situaciones:

Wirepol Gas  
Euroflam N

	Para un diámetro del cable (mm)			
	D ≤ 8	8 < D ≤ 12	12 < D ≤ 20	D > 20
Instalación fija	3 D	3 D	4 D	4 D
Libre movimiento	5 D	5 D	6 D	6 D
A la entrada de un aparato de un equipo móvil sin esfuerzo mecánico sobre el cable	5 D	5 D	6 D	6 D

\* D = Diámetro exterior de los cables (mm)

#### Cables para servicios móviles de 450/750 V (radios de curvatura según UNE 21176)

Afumex Expo (AS)  
Bupreno H07RN-F  
Solda\*

	Para un diámetro del cable (mm)			
	D ≤ 8	8 < D ≤ 12	12 < D ≤ 20	D > 20
Instalación fija	3 D	3 D	4 D	4 D
Libre movimiento	4 D	4 D	5 D	6 D
A la entrada de un aparato de un equipo móvil sin esfuerzo mecánico sobre el cable	4 D	4 D	5 D	6 D

D = Diámetro exterior de los cables (mm)

\*Es cable de 100/100 V pero la tabla de radios de curvatura indicada es correcta

### I) TENSIONES MÁXIMAS DE TRACCIÓN DURANTE LOS TENDIDOS DE LOS CABLES

Durante el tendido, los cables suelen estar sometidos a esfuerzos de tracción que nunca deben superar los límites establecidos en las normas. Tales límites dependen del tipo de cable pero sobre todo de la naturaleza del conductor.



#### Cables con aislamiento y cubierta para instalaciones fijas

Afumex Easy (AS)	Retenax Flam Varinet K Flex
Afumex Mando 1000 V (AS)	Detec-signal
Afumex Firs 1000 V (AS+)	Al Voltalene Flamex (S)
Afumex Firs Detec-signal (AS+)	
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	
Afumex O Signal (AS)	
Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)	
Afumex 1000 V LUX (AS)	
Al Afumex 1000 V (AS)	
Retenax Flex	
Retenax Flam N	
Euroflam Energía	
Retenax Flam M Flex (RH)	
Retenax Flam F	

Cuando la tracción se produce sobre los conductores los valores máximos son:

Cables de cobre:  $\sigma = 50 \text{ N/mm}^2$

Cables de aluminio:  $\sigma = 30 \text{ N/mm}^2$

Es decir que un cable de cobre de  $150 \text{ mm}^2$  puede soportar una tracción de  $50 \times 150 = 7500 \text{ N}$  cuando se aplica una cabeza de tiro sobre el conductor.

Cuando la tracción es aplicada sobre la cubierta exterior la fuerza de tracción máxima es:  $F = 5 D^2$

Siendo F la fuerza de tracción en N y D el diámetro exterior del cable en mm.

#### Conductores aislados de 450/750 V sin cubierta y para instalaciones fijas

Afumex Plus 750 V (AS)
Afumex DUO 750 V (AS)
Afumex Paneles Flexible (AS)
Afumex Paneles Rígido (AS)
Wirepol Flexible
Wirepol Rígido

La fuerza de tracción nunca debe superar los 1000 N, excepto que se haya convenido otro valor con el fabricante.

$50 \text{ N/mm}^2$  durante la instalación y  $15 \text{ N/mm}^2$  para cables rígidos en servicio en circuitos fijos.

#### P-Sun 2.0

Carga máxima de tracción  $15 \text{ N/mm}^2$  en servicio y  $50 \text{ N/mm}^2$  durante su instalación.

#### Cables trenzados

Al Polirret
Polirret Feriex

Su norma de diseño (UNE 21030) no contempla valores de tensión de tracción sino pautas generales de tendido.

#### Cables aptos para servicios móviles

Wirepol Gas
Euroflam N
Afumex Expo (AS)
Bupreno H07RN-F
Solda

$15 \text{ N/mm}^2$  (esfuerzo de tracción estático para servicio móvil).

**NOTA:** los valores de tensión de tracción máxima durante el tendido no deben confundirse con las tensiones máximas de tracción que pueden soportar los cables en su posición final estática. Estos últimos valores son notablemente inferiores (aproximadamente la tercera parte). A tener muy en cuenta en tendidos verticales.

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Le proponemos ahora, una colección de errores que detectamos con frecuencia se producen a través de las consultas que recibimos. Nuestra intención es que lo lea y le ayude a mejorar con alguno de los siguientes apartados.

#### 1.- Utilizar el cable AI Voltalene Flamex (S) como si fuera de alta seguridad (AS) cuando sólo es libre de halógenos

El AI RV ha sido sustituido por el AI XZ1 (S) (AI Voltalene Flamex (S)), un cable de propiedades mecánicas y frente al fuego mejoradas pero con las mismas aplicaciones. Es libre de halógenos pero no es Afumex, no es de alta seguridad (AS) por no superar el ensayo de no propagación del incendio.

El cable AI XZ1 (S), por tanto, NO es válido para su instalación en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación o emplazamientos donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego, recordemos que, en los emplazamientos e instalaciones citados, la reglamentación no pide cables libres de halógenos sino cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, y como ya hemos dicho el cable el AI XZ1 (S) no supera la primera condición (no propagación del incendio), el cable indicado para estos casos sería el AI Afumex (AS) con cubierta verde.

En definitiva, las aplicaciones admisibles del AI Voltalene Flamex (S) son las mismas que las del AI RV de PVC.

Para más detalles ver apartado M.

#### 2.- No considerar la adecuada conductividad en el cálculo de sección por caída de tensión

Aplicar la fórmula concreta es algo normalmente muy sencillo pero es extraordinariamente usual encontrar cálculos de la caída de tensión considerando valores de la conductividad ( $\gamma$ ) a unos 30 °C suposición que no sólo es errónea si no que además es una simplificación peligrosa a la hora de obtener la sección del cable por este criterio (el error puede llegar a ser del 28 %).

Es muy fácil ver que tomar  $\gamma = 56 \text{ m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$  para el cobre y 35 para el aluminio es un error dado que en la mayoría de los casos ya se parte de una temperatura ambiente estándar de 25 °C para instalaciones enterradas y de 40 °C para instalaciones al aire, a lo que hay que sumar el correspondiente efecto Joule (calentamiento del conductor por su resistencia eléctrica) para encontrarnos que nuestro cable presenta una conductividad significativamente distinta. De hecho en cables termoestables podemos llegar a 90 °C en régimen permanente y en cables termoplásticos podemos llegar a 70 °C. La siguiente tabla se ha obtenido a partir de las normas UNE 20003 (IEC 28) para cobre y UNE 21096 (IEC 121) para aluminio:

Material	Temperatura del conductor		
	20 °C	Termoplásticos 70 °C	Termoestables 90 °C
Cobre	58,0	48,5	45,5
Aluminio	35,7	29,7	27,8

Para calcular la temperatura del conductor ver apartado E y/o ejemplo en apartado K punto 7.

Para consultar valores de resistencia a diferentes temperaturas consultar apartado K punto 13.

Valores de  $\gamma$  en  $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$ .

#### 3.- Dudar a la hora de interpretar qué significa “PVC2”, “PVC3”, “XLPE2” y “XLPE3” en la tabla de intensidades admisibles de los cables (UNE 20460-5-523: nov-2004)

Primeramente debemos advertir que la tabla 1 de intensidades admisibles para cables en instalaciones interiores o receptoras de la ITC-BT 19 ya no está en vigor. Se corresponde con la versión de 1994 de la UNE 20460-5-523 (IEC 60364-5-523), y en noviembre de 2004 se publicó de nuevo esta norma que recoge cambios sustanciales. Por lo que tenemos numerosas novedades a tener en cuenta, la tabla de intensidades admisibles y la de elección de los sistemas de instalación han variado. El apartado A) de este catálogo es un resumen de la citada versión moderna de la norma. No obstante recomendamos leer detenidamente la norma original para poder valorar todos los detalles nuevos.

Teniendo en cuenta lo anterior pasamos a interpretar la nueva tabla de intensidades admisibles que sustituye a la tabla 1 de la ITC-BT 19.

Cuando en una instalación utilizamos cables termoplásticos, su comportamiento térmico es como el del PVC al margen del tipo de aislamiento que presente el cable (típicamente PVC o poliolefinas Z1) por ello la tabla los identifica con la inscripción “PVC”. Soportan 70 °C en régimen permanente y 160 °C en cortocircuito.

Los cables Prysmian termoplásticos (70 °C) son:

Afumex Plus 750 V (AS)	ES05Z1-K (AS)/H07Z1-K (AS) TYPE 2
Afumex DUO 750 V (AS)	H07Z1-K (AS) TYPE 2
Wirepol Flexible	H05V-K/H07V-K
Wirepol Rígido	H05V-U/H07V-U/H07V-R
Euroflam Energía	W-K
Wirepol Gas	H03VV-F/A05VV-F/H05VV-F
Euroflam N	H05VV-F/ES05VV-F
Detec-Signal	V0V-K

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

La utilización de cables termoestables (soportan 90 °C en régimen permanente y 250 °C en cortocircuito) supone buscar en la tabla "XLPE" dado que este material es termoestable, al igual que el EPR, poliolefinas Z o silicona.

Los cables Prysmian termoestables 90° son:

Afumex Paneles Flexible (AS)	ES07Z-K (AS)	Retenax Flex	RV-K
Afumex Paneles Rígido (AS)	ES07Z-R (AS)	Retenax Flam N	RV
Afumex Easy (AS)	RZ1-K (AS)	Retenax Flam M Flex (RH)	RVMV-K
Afumex Mando 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)	Retenax Flam F	RVFV
Afumex Firs 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K mica (AS+)	Retenax Flam Varinet K Flex	RVKV-K
Afumex Firs Detec-Signal (AS+)	S0Z1-K (AS+)	Bupreno H07RN-F	H07RN-F/A07RN-F
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	RZ1-K (AS)	Bupreno DN-K	DN-K
Afumex O Signal (AS)	RC4Z1-K (AS)	Solda	H01N2-D
Afumex Expo (AS)	H07ZZ-F (AS)	Bupreno BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
Afumex 1000 V LUX (AS)	RZ1-K (AS)	Al Voltalene Flamex (S)	AL XZ1
Al Afumex 1000 V (AS)	AL RZ1 (AS)	Al Polirret	AL RZ
P-Sun 2.0		Polirret Feriex	RZ

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas. El conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones, salvo influencia significativa de los armónicos en el neutro).

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1	1°	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				2°	PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*													
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
	mm²	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
<b>Cobre</b>	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Por ejemplo en la anterior tabla, si tenemos una instalación monofásica bajo tubo empotrado en pared térmicamente aislante que vamos a realizar con cable Afumex Plus 750 V (AS). Se busca el sistema de instalación (UNE 20.460-5-523, nov-2004) en la tabla correspondiente (52-B2) (Apartado A) y vemos que es la referencia 1 y corresponde al tipo A1.

Con este tipo A1 nos vamos a la tabla de intensidades admisibles (tabla A. 52-1 bis) y como se trata de corriente monofásica con cable Afumex Plus 750 V (AS) debemos elegir la columna de "PVC2". Es decir, en la columna nº 4 tenemos las intensidades admisibles para los cables de nuestra instalación. (Ver tabla).

Todas las tablas referenciadas aparecen en este catálogo.

**MUY IMPORTANTE:** esta tabla nos da las intensidades en condiciones estándares, el valor deberá ser corregido mediante los correspondientes coeficientes por agrupamientos, temperaturas... o cualquier desviación del estándar (consultar UNE 20.460-5-523: nov- 2004 o los primeros apartados de este catálogo).

Se ha representado aquí la tabla de intensidades admisibles con temperatura ambiente de 40 °C porque es la temperatura estándar de aplicación en España. Sirva esto para no aplicar sistemáticamente tablas de 30 °C (temperatura ambiente de otros países como Francia) salvo adecuada justificación.

También es un error frecuente generalizar como termoplásticos los cables de 750 V y como termoestables los de 1000 V. Como ejemplo el cable Euroflam Energía (VV-K) es de 1000 V y es termoplástico (hay que buscarlo en la tabla como PVC) y cables como el Afumex Paneles rígido o flexible (ES07Z-R, ES07Z-K) o Bupreno (H07RN-F) son de 750 V termoestables y por tanto corresponde buscarlos en la tabla de intensidades admisibles como XLPE.

#### 4.- No aplicar la versión actual de la norma de UNE 20460-5-523 (nov-04) (IEC 60364-5-523) de intensidades admisibles en edificios

En noviembre de 2004 se publicó la última versión de la UNE 20460-5-523 y que por tanto está en vigor, anulando y sustituyendo la anterior que databa de 1994.

Queremos hacer notar la especial importancia de actualizarse en la aplicación de esta norma. Contempla ahora las intensidades admisibles y factores de corrección para instalaciones **subterráneas** de enlace e instalaciones subterráneas interiores o receptoras, es decir todas las instalaciones enterradas que no sean redes de distribución. Destinando la UNE 20435 (extraída en parte en la ITC-BT 07) únicamente para las redes de distribución subterráneas.

Para el caso de las instalaciones interiores o receptoras enterradas tiene especial relevancia el nuevo valor estándar de referencia para la resistividad del terreno, pasa de ser 1 a 2,5 K · m / W (¡un 150 % más!) y por tanto las intensidades admisibles han disminuido notablemente. Así, las tablas de carga reducen las intensidades admisibles para cables **directamente enterrados** aproximadamente un **40 %**. Lo que quiere decir que se puede cometer un gran error si se aplica el método antiguo. Por ejemplo si tenemos una intensidad de 158 A resultado de nuestros cálculos, con la metodología anterior tendríamos que elegir la sección de 25 mm<sup>2</sup> de Cu (160 A máx.) y ahora nos debemos ir a **70 mm<sup>2</sup>** de Cu (170 A máx.). Le recomendamos que lo compruebe usted mismo.

En la siguiente tabla se pueden ver algunos valores antiguos y actuales de intensidades admisibles en amperios para el caso de 3 cables unipolares cargados (termoestables, tipo XLPE por ejemplo AL XZ1(S), RV o RV-K) directamente enterrados:

Conductor	Versión de la norma	Sección						
		10	25	50	70	95	150	240
Cu	Actual	58	96	138	170	202	260	336
Cu	Antigua	96	160	230	280	335	425	550
Al	Actual	45	74	107	132	157	201	261
Al	Antigua	-	125	180	220	260	330	430

En cuanto al resto de instalaciones no enterradas que no son redes de distribución (instalaciones al aire), primeramente comentar que, el resto de sistemas de instalación no ha variado, se trata de los mismos sistemas (los mismos tipos de instalación que están igualmente relacionados con los mismos 8 métodos de referencia A1, A2, B1, B2, C, E, F y G), lo que se ha producido es una **variación de las intensidades admisibles** para algunos casos según detallamos a continuación en base a la nueva tabla de intensidades (la que sustituye a la tabla 1 de la ITC-BT 19):

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

		Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento											
			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A	A1		●	●		●	●						
A2	A2		●	●		●	●						
B	B1					●	●						
B2	B2					●	●						
C	C					●	●						
E	E					●	●						
F	F					●	●						
	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

Para entender mejor los comentarios de la tabla, veamos dos ejemplos:

- Para una instalación monofásica con conductores aislados termoplásticos bajo tubo empotrado en pared de mampostería, tendremos que seleccionar PVC2 con el sistema de referencia B1 y no hay ninguna variación respecto a la tabla anterior por eso no hemos hecho ninguna anotación.

- Para sistema trifásico con cables unipolares termoestables en bandeja perforada, tenemos que elegir XLPE3 con el sistema de referencia F y como vemos en la tabla corresponde ahora descargar entre un 7 y un 15 % (según la sección) los cables respecto a la tabla de la norma anterior (tabla 1 de la ITC-BT 19). Es fácil comprobar comparando la tabla de arriba con su antecesora.

Para los coeficientes de corrección en general se producen ligeras variaciones y la influencia de los armónicos presenta también una metodología de corrección cuando el contenido del tercer armónico en la intensidad de fase es superior al 15 %.

Por último señalar que los estándares de temperatura en España son 40 °C al aire y 25 °C para instalaciones soterradas. Es decir, mientras no se justifiquen otras temperaturas, son las referencias que hay que tener en cuenta a la hora de elegir las tablas en las que buscar las intensidades admisibles. (En este catálogo todas las tablas incluidas corresponden a las temperaturas de referencia en España).

En la versión actual de la norma figuran como referencia estándar 30 °C al aire y 20 °C en instalaciones enterradas. Tal referencia no es válida en España, la referencia es de 40 °C al aire y 25 °C en instalaciones enterradas. Al traducir la norma en este caso se ha cometido el error de plasmar esa referencia de 30 y 20 °C (típica de otros países) que no se cometió en la versión anterior de la norma. Para demostrarlo basta leer lo que dice en el anexo nacional (pág. 2 UNE 20460-5-523 [1994]):

*Segunda parte (anexo A): es la adopción del Documento R-64001 de CENELEC que completa el Documento de Armonización HD 384.5.523 S1 tal y como se indica en los antecedentes del mismo, y contiene las intensidades para ambientes de 40 °C, temperatura considerada como ambiente normal en España para instalaciones eléctricas, para ello se ha aplicado el factor de corrección correspondiente a los valores que aparecen en el documento original donde se dan las intensidades para ambientes de 30 °C, evitándose de esta manera la aplicación sistemática de factores de corrección o lo que sería más grave, que no se aplicara este factor de corrección.*

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Como vemos en la versión anterior si que acertadamente tuvieron en cuenta el ambiente de 40 °C en instalaciones al aire en España, y para evitar errores las tablas de referencia figuran a 40 °C directamente.

Le recordamos que el apartado A de este catálogo está destinado a un resumen de la UNE 20460-5-523 (nov. 2004), no obstante siempre recomendamos leer el texto original de la norma.

#### 5.- No aplicar los coeficientes correspondientes en el cálculo de la sección por el criterio de la intensidad máxima admisible

Al margen de lo que nos dicen las tablas de carga correspondientes en cada caso, no hay que olvidar que se debe afectar el valor extraído de coeficientes de corrección dependiendo del sistema de instalación, de la presencia de otros conductores cargados en el entorno, de la temperatura ambiente, del número de conductores por fase... (todos estos factores aparecen en las tablas de las normas UNE a las que hace alusión el REBT). Es decir, en cada caso hay que tener en cuenta las condiciones de la instalación para saber que sección utilizar. Es algo más laborioso que no complicado que aplicar sólo una fórmula o una tabla.

No aplicar los correspondientes coeficientes puede llevarnos a cometer grandísimos errores. Por ello hacemos especial hincapié en que la sección va más allá de los comunes errores que detectamos en ocasiones, sobre todo:

- No aplicar ningún coeficiente de corrección.
- Aplicar la fórmula y tomar la sección inmediata superior a la obtenida por aplicación directa de la tabla, sin coeficientes.
- Utilizar como coeficiente un 0,8 para todos los casos.
- Aplicar el coeficiente más bajo cuando la instalación está afectada por varios coeficientes. Por ejemplo, si tengo que aplicar 0,7 por agrupación de circuitos y 0,9 por efecto de la temperatura ambiente, tendremos que aplicar  $0,7 \times 0,9 = 0,63$ . No es válido hacer uso sólo el coeficiente menor (0,7 en este caso). La agrupación de circuitos y el efecto añadido de la temperatura ambiente se superponen y por ello hemos de afectar nuestros cálculos por ambos coeficientes.

- No tener en cuenta el agrupamiento que se produce en circuitos con varios cables por fase.

Cuando se utilizan varios cables por fase hay que aplicar también coeficientes de corrección por agrupamiento de circuitos, porque igualmente se trata de grupos de cables que se influyen eléctricamente aunque pertenezcan al mismo circuito. Si por ejemplo la intensidad a canalizar fuera tal que necesitaríamos 3 cables por fase, tenemos que tener en cuenta un coeficiente de corrección para ese agrupamiento de 3 circuitos y rehacer el cálculo (iterar) ya que hasta no saber el resultado no hemos podido saber cuantos cables por fase necesitamos y por tanto no hemos podido elegir correctamente el coeficiente por agrupamiento.

- No apreciar las variaciones de las condiciones a lo largo de un recorrido.

Además de lo anterior, hemos de tener en cuenta también que si se produjeran variaciones de las condiciones de instalación a lo largo de un recorrido, las intensidades admisibles deberán determinarse para la parte del recorrido que presenta las condiciones más desfavorables.

Recomendamos leer los ejemplos de cálculo del apartado G y apartado K, puntos 1, 2, 3, 4 y 5.

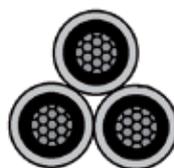
#### 6.- No considerar la reactancia en los cálculos de sección por caída de tensión

Existen diversos criterios a la hora de considerar la reactancia en los cables de baja tensión sin pantalla. Con carácter general y salvo una indicación más exacta podemos considerar  $x=0,08 \Omega/\text{km}$  para circuitos monofásicos o trifásicos con conductores aislados sin cubierta o cables con cubierta unipolares o con cubierta multipolares en los que sus conductores estén en contacto, independientemente de la sección, naturaleza del conductor (Cu o Al), disposición y sistema de instalación. Esta aproximación está contemplada en la norma francesa UTE C 15-105.

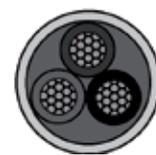
Conductores aislados  
Como Afumex  
Plus 750 V (AS)  
o Wirepol Flexible



Cables unipolares  
(con aislamiento  
y cubierta) como  
Afumex Easy  
(AS) o Retenax  
Flex de 1x...



Cables multipolares  
(con aislamiento y  
cubierta) como  
Afumex Easy (AS)  
o Retenax Flex de 2x,  
3x, 3G, 4x, 4G, 5G...



En muchas ocasiones y a la vista de la fórmula de cálculo la sección por caída de tensión que considera la reactancia (ver apartado E), se puede adivinar que la incidencia de la reactancia suele ser tanto más relevante cuanto mayor sea la sección del conductor (el valor de la reactancia tiene más peso en el valor total de la impedancia dado que la resistencia va disminuyendo a medida que aumenta la sección y la reactancia permanece prácticamente constante). Por eso existen criterios que nos aconsejan tener en cuenta el valor de la reactancia a partir de secciones de 35 mm<sup>2</sup>.

Numéricamente es fácil comprobar que se puede cometer un gran error si se obvia el aspecto que comentamos en este apartado, por ello le recomendamos lo tenga siempre en cuenta o la caída de tensión de la instalación puede ser muy superior a la prevista. (Ver apartado K, puntos 6 y 7).

(Ver tablas de caídas de tensión al final del apartado E. Estas tablas incluyen el efecto de la reactancia).

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Recordamos las dos primeras fórmulas de cálculo de sección de conductor por el criterio de la caída de tensión que aparecen en el apartado E y reproducimos a continuación:

$$S = \frac{\text{Monofásica} \quad 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

$$S = \frac{\text{Trifásica} \quad \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

#### 7.- No considerar el cortocircuito admisible por el cable 🙅

Una vez que se realiza un cálculo, en las tablas del apartado F podemos encontrar la máxima intensidad que puede soportar cada tipo de cable en cortocircuito. Es necesario que las protecciones estén adecuadamente elegidas para evitar daños en la instalación, tal y como nos dice la norma UNE 20460-4-43.

En definitiva se trata de incidir en la necesidad de no banalizar este aspecto y hacer las comprobaciones oportunas para asegurar la correcta protección del cable y el resto de la instalación.

Ver ejemplo de cálculo en Apartado G.

#### 8.- No considerar la posibilidad de repartir la caída de tensión entre la derivación individual y la instalación interior o receptora 🙅

Simplemente se trata de recordar a quien pueda haberle pasado desapercibido o pueda haberlo ignorado porque no es necesario tenerlo en cuenta en todos los cálculos, lo que dice el primer párrafo del apartado 2.2.2 de la ITC-BT 19: "El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado".

Este detalle cobra especial relevancia cuando tenemos largas derivaciones individuales en las que el criterio de la caída de tensión prevalezca sobre el de la intensidad admisible y el de la corriente de cortocircuito.

#### 9.- Utilizar cables RV-K de 1000 V en provisionales de obras 🙅

La ITC-BT 33 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) nos dice que debemos utilizar cable Bupreno H07RN-F (UNE EN 50525-2-21) que por ser un cable para servicios móviles, con especiales propiedades frente a las agresiones mecánicas y químicas es idóneo para estas aplicaciones. Además la propia denominación RV-K (UNE 21123-2) nos indica que se trata de un cable flexible para instalaciones fijas solamente (-K) por lo que evidentemente no es adecuado para una instalación provisional de obra.

Además Bupreno H07RN-F es el cable indicado por el REBT para exteriores de ferias y stands (ITC-BT 34), establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT 35), caravanas y parques de caravanas (ITC-BT 41), puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42), alimentación de equipos portátiles de exterior, alimentación de equipos industriales, enrolladores de exterior o industriales. Aparatos en talleres industriales y agrícolas, locales secos, húmedos o mojados, a la intemperie, conexiones de máquinas herramienta...

En definitiva, utilizar cables tipo RV-K, VV-K, RV o RZ1-K (AS) en provisionales de obras va contra reglamento.



**Las instalaciones provisionales de obra deben ser realizadas con cables como Bupreno H07RN-F, especialmente diseñados para soportar las solicitaciones de estos emplazamientos.**

#### 10.- Utilizar cables libres de halógenos pensando que siempre tienen características de cables de alta seguridad (AS) que exige el REBT en locales de pública concurrencia 🙅

Cuando los cables de alta seguridad (AS) tipo Afumex aparecieron en el mercado, su principal novedad era la ausencia de halógenos en su composición frente al tradicional PVC de los cables convencionales (tipo RV, RV-K, VV-K, H07V-K, H07V-R...). En definitiva una de las principales características es la ausencia de gas ácido halógeno (HCl) en los gases emanados en una eventual combustión del cable Afumex, por ello se extendió la expresión "libre de halógenos".

En el mercado se pueden encontrar en ocasiones cables libres de halógenos, no propagadores de la llama... pero que pueden no presentar alguna de las características exigibles a los cables AS. Recordemos que el REBT en las ITCs 14, 15, 16 y 28 exige que los cables sean "no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida" y cita unas normas de diseño de cables que superan los siguientes ensayos de fuego como referentes para las instalaciones de las citadas ITCs, estos ensayos son los que debe superar un cable de alta seguridad (AS):

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

No propagación de la llama:	UNE EN 60332-1-2	} AS
No propagación del incendio:	UNE EN 60332-3	
Baja emisión de humos opacos:	UNE EN 61034-2	
Determinación de halógenos:	UNE EN 50267-2, UNE EN 60684-2...	

Es decir si por ejemplo adquirimos un cable “libre de halógenos” que no sea no propagador del incendio (cuestión relativamente frecuente en cables para detección de incendios o cables de aluminio) no cumplirá los requisitos reglamentarios, por no ser AS, para ser instalado en un local de pública concurrencia. Por eso, desde Prysmian incitamos más a nombrar tales cables como “cables AS” o “cables de alta seguridad” que como “libres de halógenos”, lo cual implica cumplir los requisitos del REBT y el RD 2267/2004.

Por favor cerciórese de que su cable es AS (y no simplemente “libre de halógenos”) cuando así lo necesite para su instalación. Nuestros cables Afumex son todos AS en cualquiera de sus versiones.

En resumen, todos los cables AS son libres de halógenos, pero no todos los cables libres de halógenos son AS como pide el REBT.

Afumex ⇒ AS ⇒ libre de halógenos

Libre de halógenos ⇒ ¿AS?

(Ver apartado L sobre ensayos de fuego).



**Los cables Afumex Easy (AS) y Afumex Plus 750 V (AS) son de alta seguridad. Aptos para instalaciones en locales de pública concurrencia e instalaciones de enlace**

#### 11.- No instalar cables AS+ en servicios de seguridad no autónomos en locales de pública concurrencia 🙅

Con cierta frecuencia percibimos que en muchos casos se malinterpreta el concepto de resistencia al fuego de un cable y se cree erróneamente que se trata de un cable tipo Afumex (AS).

“Los servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas, deben mantener el servicio durante y después del incendio, siendo conformes a las especificaciones de la norma UNE EN 50200 (IEC 60331-1) y tendrán emisión de humos y opacidad reducida.” Esto reza el 4º párrafo del apartado f) del punto 4 de la ITC-BT 28. A lo que se refiere esta parte de la reglamentación es a la necesidad de garantizar el servicio de aquellos servicios de seguridad que no sean autónomos. En definitiva evitar que un incendio pueda cortocircuitar o romper algún conductor destinado a la alimentación de alarmas, bombas de extinción, ascensores, alumbrados de emergencia no autónomos, detectores, equipos de control de humo...

De forma simplificada alguien puede estar utilizando únicamente cables tipo AS en locales de pública concurrencia para todo tipo de receptores. Y tenemos que subrayar que los servicios de seguridad no autónomos y los servicios con fuentes autónomas centralizadas han de ser alimentados con cable tipo Afumex Firs (AS+) (resistente al fuego). Esta tipología de cable, además de superar los ensayos propios de los cables AS (ver punto anterior) es también resistente al fuego. Pueden soportar incendios de 842 °C durante 120 minutos según UNE EN 50200. Y en caso de una situación de emergencia consecuencia de un siniestro con fuego tendremos cubiertas las necesidades técnicas y legales.

Los cables AS+ son de fácil identificación por su cubierta naranja y es importante tener en cuenta que pueden presentar diferentes composiciones de aislamiento y cubierta, así sus denominaciones genéricas pueden ser SZ1-K, RZ1-K mica... porque lo que se pide a estos cables es que superen unos ensayos de fuego concretos y no tener composiciones determinadas y por ello la denominación genérica más acertada es AS+. Nuestros Afumex Firs (AS+) de stock son RZ1-K mica desde 35 mm². Esta composición asegura la retirada de la cubierta sin desgarro del aislamiento, problema habitual en cables SZ1-K.



**Los cables resistentes al fuego son de color naranja y con la inscripción (AS+)**

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

Confundir AS con AS+ puede llevar a comprometer la seguridad de muchas personas. Por favor, tenga cuidado en la elección del cable. En este catálogo puede encontrar unos esquemas de aplicación del cable Afumex Firs (AS+) en las páginas iniciales.

Una vez más le pedimos que los cables resistentes al fuego que utilice superen el ensayo de no propagación del incendio como pide el REBT (existen versiones de cable que no superan esta norma que se exige).

AS+ ⇒ AS + resistencia al fuego (UNE EN 50200 e IEC 60331-1).

#### 12.- Utilizar cables para servicios de seguridad no autónomos en locales de pública concurrencia que cumplen la norma UNE EN 50200 (IEC 60331-1) 🙅

Al igual que no debe utilizarse cable AS donde debe ser AS+, tampoco deben utilizarse cables resistentes al fuego que no sean AS+ en locales de pública concurrencia. La reglamentación nos pide cables que cumplan los ensayos de los cables de alta seguridad (AS) y además sean resistentes al fuego según UNE EN 50200 (IEC 60331-1). Evidentemente y a la luz del REBT, está claro que sería un contrasentido que no se exigiera a los cables resistentes al fuego los ensayos que se piden a los cables del resto de instalaciones siendo, como es, posible técnicamente.

Hacemos esta puntualización para que el lector no olvide comprobar que sus cables para seguridad superan todos los ensayos de los cables AS+ que detallamos a continuación:

No propagación de la llama	UNE EN 60332-1-2	} AS	} AS+
No propagación del incendio	UNE EN 60332-3		
Baja emisión de humos opacos	UNE EN 61034-2		
Libre de halógenos + corrosividad de gases	UNE EN 50267-2, UNE EN 60684-2...		
Resistencia al fuego	UNE EN 50200		

Por favor, fíjese en lo que aquí le contamos. Un cable resistente al fuego según UNE EN 50200 que, por ejemplo, no supere el ensayo de “no propagación del incendio”, aunque supere el resto de ensayos arriba enumerados, no es AS+ y por tanto no es apto para ser instalado en locales de pública concurrencia. No cumpliría lo que pide la reglamentación.

Nuestros cables Afumex Firs y Afumex Firs Detec Signal superan todos los ensayos que merecen el distintivo AS+.

#### 13.- Pensar que en industrias no es obligatorio instalar cables tipo Afumex (AS) 🙅

Al margen de las consideraciones de la ITC-BT 28 del REBT, desde el 17 de enero de 2005 está en vigor el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RD 2267/2004) en cuyo anexo II, apartado 3.3 podemos leer “Los cables deberán ser no propagadores del incendio y con emisión de humo y opacidad reducida”. Es decir, una vez más nos encontramos con la obligación de utilizar cables tipo Afumex (AS), esta vez en los emplazamientos industriales.

Recomendamos consulte el citado Real Decreto.

#### 14.- Instalar RV-K en redes aéreas de alumbrado exterior 🙅

La ITC-BT 09 del presente Reglamento Electrotécnico para BT en su apartado 5.2.2. nos dice que las redes aéreas de alumbrado exterior se deben realizar según los sistemas y materiales contemplados en la ITC-BT 06 (Redes aéreas para distribución en BT). Nos vamos a dicha ITC y en el primer párrafo del apartado 1.1.1. nos dice textualmente “Los conductores aislados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV, tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma UNE 21030.”

Es decir, las redes aéreas de alumbrado exterior se deben realizar con cable RZ de Cu (ver Polirret Feriex). No se acepta la utilización para estas instalaciones de intemperie de los cables tipo RV-K, RV, VV-K o RZ1-K (AS) que están diseñados según UNE 21123 y no se someten a los severos ensayos a los que están sometidos los cables Polirret Feriex.



**El REBT obliga a la instalación de cables tipo Polirret Feriex (RZ) en redes aéreas para alumbrado exterior**

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

#### 15.- Emplear cables que no superen el ensayo de no propagación del incendio en locales con riesgo de incendio o explosión (zonas ATEX)

La norma UNE 20432-3 aparece en el apartado 9.2 de la ITC-BT 29. (Requisitos de los cables para locales con riesgo de incendio o explosión).

Esta norma ya no aparece en catálogos modernos de cable porque ha sido anulada y sustituida por las de la serie UNE EN 60332-3. Y en concreto es de aplicación para los cables de mayor uso la UNE EN 60332-3-24 (no propagación del incendio, categoría C) que cumplen todos nuestros cables Afumex, Wirepol Rígido y Flexible, Retenax Flam, y Retenax Flam Armados entre otros.



**Los cables de stock Wirepol Flex, Wirepol Rígido, Retenax Flam y Retenax Flam armados de PRYSMIAN superan el ensayo de no propagación del incendio que exige el REBT para emplazamientos con riesgo de incendio o explosión,**

Es importante comprobar que el cable que instalamos en estos locales con riesgo de incendio o explosión es adecuado a esta exigencia del REBT (es bastante frecuente que los cables con PVC no superen el ensayo de no propagación del incendio). Recomendamos se interesen por ello siempre. Prysmian lo garantiza para todas las secciones de nuestro stock en las mencionadas líneas de producto.

Se ruega tener en cuenta el sistema de instalación aceptado para cada tipo de cable (pto.9.2, ITC-BT 29, REBT).

En el apartado L de este catálogo de cables para BT se puede comprobar la equivalencia entre normas antiguas y modernas de ensayos de fuego.

**NOTA:** la directiva ATEX 137 (99/92/CE) traspuesta al ordenamiento jurídico español a través de RD 681/2003 señala los requerimientos mínimos para la mejora de la protección de la seguridad y salud de los trabajadores expuestos a riesgos derivados de atmósferas explosivas. La clasificación de zonas de la directiva ATEX 137 (RD 681/2003) y la ITC-BT 29 del REBT son coincidentes.

#### 16.- Utilizar cables inadecuados para instalaciones permanentemente sumergidas

Para servicios permanentemente sumergidos existen varias posibilidades:

- Para alimentación de bombas sumergidas para elevación de aguas de pozos o sumersión en agua (dulce o salada) en general: cable DN-F BOMBAS SUMERGIDAS (UNE 21166). En caso de aguas fecales, productos químicos, aceites... consultar a PRYSMIAN.
- Para agua natural hasta 10 m de profundidad y hasta 40 °C de temperatura: cable H07RN8-F.
- Para agua potable: consultar cable Hydrofirm.
- Para aguas residuales: consultar cable Tecwater.



**Sólo diseños específicos como el Hydrofirm de PRYSMIAN están garantizados para ser sumergidos en agua potable.**

Por consiguiente, NO se pueden utilizar para servicios sumergidos permanentes los siguientes tipos de cable entre otros:

RV-K: el punto 5 de su norma de diseño (UNE 21123-2) contiene su guía de utilización en la que podemos leer que no es apto para alimentación de bombas sumergidas. Es decir, de forma expresa se cita que este cable no está permitido para servicios sumergidos. Lo mismo sucede con los cables tipo RZ1-K (AS) (UNE 21123-4).

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

DN-K: a pesar de ser un cable de goma no contempla en sus utilidades el servicio sumergido permanente. Al ser un cable para servicios fijos (-K) sus espesores de aislamiento (EPR) y cubierta (neopreno) son menores que los de los cables H07RN-F, DN-F, H07RN8-F y DN-F BOMBAS SUMERGIDAS.

H07RN-F: igualmente es un cable de goma con espesores de cubierta y aislamiento superiores a los DN-K pero en la primera modificación de su guía de utilización (UNE 21176/1M: 2003) dice textualmente: "No adecuado para situaciones que impliquen una inmersión permanente en agua." En cambio este cable es adecuado para alimentar bombas sumergibles, es decir, para alimentar las típicas bombas de achique de aguas en las que el cable se sumerge solo temporalmente.

DN-F: este cable está diseñado según UNE 21150 (no confundir con UNE 21166 de los cables DN-F BOMBAS SUMERGIDAS) no tiene contemplado en sus utilidades destinarlo a servicios de sumersión permanente. De hecho los cables adecuados para estos destinos lo contemplan en sus guías de utilización.

Las normas lo dejan claro, ni los RV-K, ni los DN-K, ni los H07RN-F ni los DN-F están permitidos en servicios sumergidos permanentes. Por eso existen diseños como el H07RN8-F, DN-F BOMBAS SUMERGIDAS Hydrofirm o Tecwater, destinados a tales ambientes.

#### 17.- Agrupar las mismas fases en instalaciones de conductores en paralelo y no tener en cuenta el desequilibrio de impedancias que se produce

Cuando se realiza una instalación con varios conductores por fase no hay que olvidar:

1.- A efectos de cálculo debemos aplicar un coeficiente de corrección no superior a 0,9 para compensar los posibles desequilibrios de intensidades entre los cables conectados a la misma fase. (UNE 20435 aptdo. 3.1.2.3)

2.- A la hora de realizar la instalación debemos emplear conductores del mismo material, sección y longitud, no tener derivaciones a lo largo de su recorrido y además los cables se han de agrupar en ternas al tresbolillo en uno o varios niveles:

En un nivel: R<sup>S</sup>T T<sup>S</sup>R R<sup>S</sup>T T<sup>S</sup>R ...

En varios niveles:

T<sup>S</sup>R

R<sup>S</sup>T

T<sup>S</sup>R

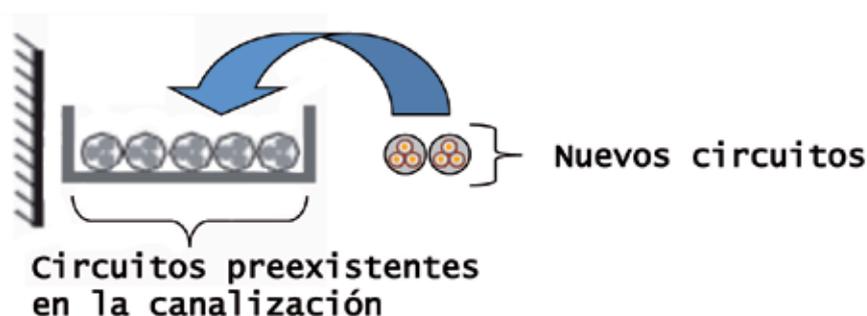
...

(ITC-BT 07 apartado 2.1.6.). (Ver apartado K, punto 8 sobre colocación de neutros).

#### 18.- Instalar cables sobre canalizaciones de cables preexistentes y no reducir las intensidades de los cables ya instalados

En muchas ocasiones se aprovechan canalizaciones de cables en funcionamiento para realizar nuevos tendidos con objeto de alimentar a nuevos receptores. Es evidente que si, por ejemplo, tenemos circuitos activos por una bandeja, este sea el recorrido más cómodo a seguir para nuevos cables, pero hay que tener en cuenta que el agrupamiento de circuitos debe venir acompañado de factores de corrección que reduzcan las intensidades de los cables (tanto los de nuevo tendido como los ya instalados con anterioridad). Esto implica realizar comprobaciones numéricas y ser consecuente con ellas u optar por un recorrido de los nuevos cables que no influya en los ya existentes.

(Ver apartado K, puntos 1, 2 y 3).



### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

#### 19.- No utilizar cables de alta seguridad (AS) para servicios móviles (Afumex Expo (AS)) en los casos en que es necesario

Hay una serie de servicios no fijos en los que es necesaria la instalación de cables AS por tener lugar en locales de pública concurrencia. Por ejemplo, pensemos en unidades móviles de TV que retransmiten en campos de fútbol utilizando prolongadores que deben ser adecuados al emplazamiento en el que se encuentran. O por ejemplo ferias provisionales a cubierto donde se instalan cables que transcurrido el evento deben ser retirados para ser utilizados en otra ocasión. O la alimentación de focos de iluminación móvil en un teatro. Para tales aplicaciones no es correcto utilizar cables RV-K o VV-K por no ser de alta seguridad y además ser aptos para instalaciones fijas solamente (es lo que denota el -K de su designación genérica). Al elegir cables RZ1-K (AS) estaríamos cumpliendo con la obligación de dotar al servicio de la alta seguridad pero igualmente se trata de un cable para instalación fija (-K). Por ello existe el cable Afumex Expo (AS) cable de alta seguridad para servicios móviles que cumple todo lo que exige la ITC-BT 34 para ferias y stands como la ITC-BT 28 para locales de pública concurrencia.

ICT-BT 28 (pto. 4, apdo. f)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No propagador del incendio</li> <li>- Con emisión de humos y opacidad reducida</li> <li>- Características equivalentes a las de la norma UNE 21123-4 /-5 o UNE EN 50525-3-31</li> </ul>	}	Afumex Expo (AS)
ICT-BT 34 (pto. 6.2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión mínima 450/750 V</li> <li>- Cubierta de policloropreno o similar</li> <li>- Según UNE 21027 (actual UNE EN 50525)</li> <li>- Apto para servicios móviles</li> </ul>		

El cable Afumex Expo (AS) es la solución técnica y reglamentaria para casos concretos de servicios no fijos de alta seguridad. En los que no sirve la utilización de cables tipo RZ1-K (AS), RV-K, VV-K...



**El cable Afumex Expo (AS) es de alta seguridad conforme a las exigencias para emplazamientos de pública concurrencia.  
Por ser apto para servicios móviles es adecuado para casetas de feria.  
Inconfundible por su cubierta gris con dos franjas verdes.**

Tampoco es aceptable la utilización de cables H07RN-F (propios de provisionales de obras por ejemplo). Estos cables no son de alta seguridad (AS) y son, por tanto, inapropiados para locales de pública concurrencia. El H07RN-F sí estaría indicado aguas arriba de la derivación individual en ferias y stands.

La siguiente tabla es aclaratoria de lo que se expone en este punto:

	Servicios móviles	AS
Afumex Expo (AS)	SÍ	SÍ
RV-K	NO	NO
VV-K	NO	NO
RZ1-K (AS)	NO	SÍ
H07RN-F	SÍ	NO

Ver ficha del cable Afumex Expo (AS)

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

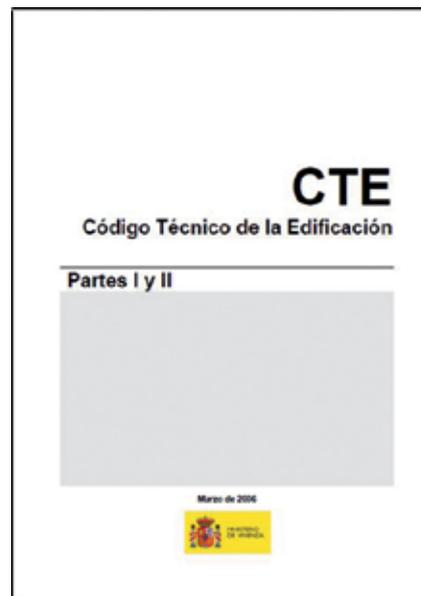
#### 20.- Olvidar la exigencia de cables Afumex por parte del CTE

El artículo 11 del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006) contempla las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio, según las cuales los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio se limite el riesgo de propagación por el interior y exterior del edificio, se garantice la evacuación de ocupantes y se facilite la intervención de los bomberos. Tales exigencias se ven satisfechas mediante la instalación de cables Afumex que por su alta ignifugación y su baja emisión de humos opacos, gases tóxicos y gases corrosivos son el producto adecuado a la normativa. Otros cables tipo RV-K, RV, VV-K, H07V-K, H07V-U... están fuera de las exigencias básicas en caso de incendio.

Por tanto con carácter general, donde el riesgo de incendio no sea despreciable se deben emplear cables de alta seguridad tipo Afumex (AS).

Al tener su propia reglamentación de incendios, las industrias no estarían sometidas a esta exigencia del CTE (ver ámbito de aplicación del DB-SI) pero sí a las del Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales (RD 2267/2004) ver punto 13.

Industria se considera toda actividad que precise de registro industrial.



#### 21.- Pretender utilizar cables resistentes al fuego con conductores de aluminio

En el apartado 4. f. 4º párrafo de la ITC-BT 28 del Reglamento Electrotécnico para BT (RD 842/2002) se fijan las condiciones que han de cumplir los cables para alimentar servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas (cables resistentes al fuego). Tal y como refleja el citado párrafo deben superar el ensayo de la norma UNE EN 50200 (IEC 60331-1) que exige soportar una temperatura de 842 °C sin pérdida de la continuidad de suministro (los cables Afumex Firs de PRYSMIAN soportan el máximo tiempo contemplado en la norma, 120 minutos). Es decir, sin cortocircuito ni discontinuidad en los conductores.

El aluminio es un metal cuyo punto de fusión se sitúa en torno a los 660 °C, por ello este metal no se emplea como conductor en cables resistentes al fuego. El cobre funde a una temperatura de 1087 °C y es por ello el metal conductor con el que se fabrican los cables con resistencia intrínseca al fuego tipo Afumex Firs (AS+).



**Los conductores de los cables resistentes al fuego deben ser de cobre.**

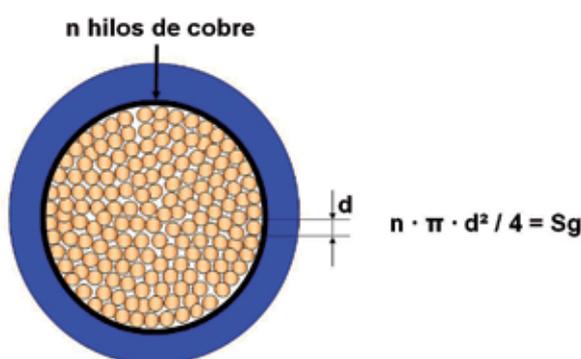
Los cables resistentes al fuego de utilización según el REBT superan además otros ensayos de fuego relativos a la resistencia a la propagación del fuego, baja emisión de gases tóxicos y nula emisión de gases corrosivos y se caracterizan por la coloración naranja de su cubierta (recomendable en su norma de diseño UNE 211025) y por incluir en su marcado las siglas (AS+). Los materiales utilizados en aislamiento y cubierta no quedan fijados en la norma de diseño porque se prioriza la funcionalidad del cable por superar los ensayos propios de los cables resistentes al fuego AS+.

## J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

### 22.- Considerar que la sección geométrica de los cables es igual que la sección eléctrica

La norma UNE EN 60228 (Conductores de cables aislados)(IEC 60228) incluye el concepto de sección nominal como “valor que identifica una medida particular del conductor pero que no está sujeto a medida directa”. Añadiendo una nota que dice: “A cada medida particular de conductor de esta norma corresponde una exigencia de valor máximo de la resistencia”.

Es decir, nos debe quedar claro que el valor de la sección que todos conocemos (2,5; 4; 6; 10; etc.) se refiere a un valor máximo de resistencia y no a un valor concreto y medible con un calibre de sección geométrica de conductor. De esta forma la normativa nos asegura lo que realmente nos interesa y es que el cable no va a superar un valor de resistencia eléctrica concreto para cada sección, independientemente de que su cobre o aluminio sea mejor o peor calidad.



**$S_g$  = sección geométrica  $\neq$  sección nominal**

Ver apartado K, punto 12 para conocer la correspondencia entre sección eléctrica y resistencia máxima admisible según UNE EN 60228.

### 23.- Utilizar conductores aislados para tendidos en bandejas

Si miramos la definición 36 del REBT (ITC-BT 01) nos dice textualmente que un conductor aislado es un conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas. Cuando un conductor aislado no tiene pantalla por tanto es un conductor eléctrico con un forro que hace de aislamiento, como es el caso de los cables tipo Afumex Plus 750 V (AS) o los Wirepol Flexible.

En la definición 13 de la misma ITC-BT 01 encontramos que una bandeja es un material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior.

Si ojeamos la tabla 1 de la ITC-BT 20 veremos que no se acepta el sistema de instalación formado por conductores aislados en bandejas. Tal rechazo es entendible puesto que estaríamos exponiendo sin protección conductores que sólo tienen una capa que los protege, aunque su función principal es aislar. De hecho en esta misma tabla podemos ver que los cables con cubierta si están aceptados para su instalación en bandeja, porque se trata de cables con aislamiento y además una cubierta adicional para protección mecánica (tipo Afumex Easy (AS) o Retenax Flex por ejemplo). De esta forma el conductor está protegido contra eventuales agresiones mecánicas que pudiera sufrir.



**Al no tener cubierta de protección mecánica (cubierta) sino sólo aislamiento los conductores aislados no se pueden instalar en bandeja.**

La GUIA-BT 19 del REBT en su apartado 2.2.4. recomienda identificar estos cables unipolares de 0,6/1 kV mediante medios apropiados como un señalizador o argolla, una etiqueta, etc. en cada extremo del cable. Lo adecuado, ya sabemos, que sería identificar regularmente los cables en todo su trazado (fases, neutro y protección).

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

#### 24.- Instalar cables apantallados con trenza de cobre cuya cobertura es ilegalmente insuficiente 🙅

Actualmente las normas de diseño de los cables de 0,6/1 kV establecen claramente las exigencias mínimas para las diferentes tipologías de pantallas para garantizar una correcta compatibilidad electromagnética.

Cuando elegimos un cable apantallado para nuestra instalación es recomendable comprobar la calidad de la pantalla. Es especialmente frecuente encontrar en el mercado cables de energía para BT con pantallas de trenza de cobre con coberturas escasas del 40%. En este sentido conviene recordar que las normativas actuales exigen ya una cobertura mínima del 60% tanto para los cables tipo Retenax (cubierta de PVC) como los tipo Afumex (AS) o los resistentes al fuego Afumex Firs (AS+).



Las normas exigen cobertura mínima del 60% en las pantallas de trenza de cobre.

**NOTA:** no confundir la cobertura de una pantalla con trenza de cobre con la cobertura de una pantalla con cinta/s de cobre o aluminio. Esta última siempre es del 100 %. Un apantallamiento mixto (trenza + cinta/s) tendrá por tanto cobertura del 100 % (no confundir con efectividad del 100 %, es decir, con cero interferencias) y en todo caso la trenza deberá cubrir al menos el 60 % del espacio como exigen las normas. Las pantallas de trenza de cobre suelen ser mejor barrera contra las interferencias de baja frecuencia y las pantallas de cinta contra las de alta frecuencia, pero la combinación de ambas, por si solas, no garantiza el 100% de efectividad (cero interferencias).

#### 25.- No emplear cables con cubierta resistente a hidrocarburos en emplazamientos en que es necesario 🙅

Existen determinados locales con riesgo de incendio o explosión (zonas ATEX) debido a la presencia de sustancias inflamables. En tales casos la ITC-BT 29 del REBT prevé la utilización de unos sistemas de instalación especiales basados en cables que han de ser siempre no propagadores del incendio y en caso de no instalarse bajo tubo o canal de características especiales deben además ser armados con hilos de acero galvanizado (ver apartado 9.2).

Es muy usual encontrar este tipo de ambientes inflamables en emplazamientos donde se fabrican, procesan, manipulan, tratan, utilizan o almacenan hidrocarburos. Lo que nos lleva a la conclusión de que el cable idóneo para instalar sin protección de canal o tubo especial, deba además ser armado con hilos de acero galvanizado, resistente a hidrocarburos. Tal es el caso del cable Retenax Flam M (RH) de stock, que supera el ensayo UIC 895 OR.



El Retenax Flam M (RH) de stock está pensado para ser instalado en zonas ATEX (atmósferas explosivas) por ser armado con hilos de acero y ser no propagador del incendio. Además su resistencia a hidrocarburos (UIC 895 OR) le convierten en el cable idóneo para la industria petroquímica.

#### 26.- Utilizar cables con armadura de flejes en locales con riesgo de incendio o explosión (zonas ATEX) 🙅

En el punto 9.2 de la ITC-BT 29 del REBT se recogen los sistemas de instalación aceptados para locales con riesgo de incendio o explosión.

Los cables a emplear en los sistemas de cableado en los emplazamientos de clase I y clase II serán:

En instalaciones fijas:

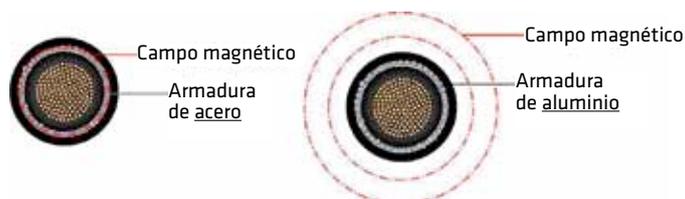
- Cables de tensión asignada mínima 450/750V, aislados con mezclas termoplásticas o termoestables; instalados bajo tubo (según 9.3) metálico, rígido o flexible conforme a norma UNE-EN 50086-1.
- Cables construidos de modo que dispongan de una protección mecánica, se considera tales:
  - Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica, según UNE 21157 parte 1\*.
  - Los cables armados con alambre de acero galvanizado y con cubierta externa no metálica, según la serie UNE 21.123.

\*Los cables con aislamiento mineral y cubierta metálica no son de común fabricación.

### J) ERRORES MÁS FRECUENTES EN EL CÁLCULO DE SECCIONES Y LA ELECCIÓN DEL TIPO DE CABLE

El último párrafo nos dice que si los cables no van a ser protegidos con tubos o canales de propiedades concretas, por ejemplo si se instalan en bandejas o grapados a la pared, deben estar dotados de una armadura de hilos de acero galvanizado (tipo Retenax Flam M (RM), RVMV-K) por lo que excluye otros tipos de armadura como los flejes de acero o aluminio o flejes corrugados.

**NOTA:** Recordamos que los cables unipolares sólo pueden armarse con materiales amagnéticos como el aluminio para evitar que el campo magnético que circulará a su alrededor cuando sea recorrido por la corriente se aloje en la armadura y el cable se recaliente además de provocar otros efectos indeseados como un aumento de la caída de tensión. Además sus intensidades máximas admisibles son inferiores a las de otros cables (ver tablas con intensidades admisibles de los cables unipolares en las fichas técnicas de los cables Retenax Flam M y Retenax Flam F).



#### 27.- No instalar cables adecuados para alimentación de motores con variadores de frecuencia

El diseño de los cables tipo Varinet para interconexión entre variadores de frecuencia y motores, recomendación de la norma IEC 60034-25, es fundamentalmente debido a la disposición simétrica de los conductores de fase (y el de protección) y porque el conductor concéntrico que hace la función de protección y pantalla de “generosa” sección reduce la emisión electromagnética y ayuda al retorno de corrientes de alta frecuencia, dado que el efecto piel en corriente alterna aumenta con la frecuencia.

Además con el tendido de un solo cable el circuito se habrá completado dado que ya no será necesario añadir un conductor de protección por estar destinada la pantalla del Varinet a tal fin. Ahorraremos costes de tendido y espacio en las canalizaciones empleando el cable más adecuado técnicamente.



**Los cables tipo Afumex Easy, Varinet K Flex (AS) y Retenax Flam Varinet K Flex están diseñados para interconexión de variadores de frecuencia con motores.**

**Su pantalla es también el conductor de protección.**

Cuando la potencia del motor sea baja (hasta secciones de 10 mm<sup>2</sup> para los conductores) se pueden emplear cables apantallados con trenza de cobre con cobertura mínima del 60% o superior como los Afumex O (AS) o los Retenax O. Es muy importante una buena cobertura de pantalla en el cable, reduciremos las emisiones electromagnéticas de la línea y, por disponer de mayor sección de pantalla, la impedancia de transferencia será reducida. (Las normas de diseño obligan a una cobertura mínima del 60%). En este caso el conductor de protección forma también parte del cable de alimentación (3 fases + conductor de protección) pero ya no funciona como pantalla sino que está dispuesto bajo de la cubierta del cable como un conductor más, adyacente a las fases y con su aislamiento amarillo y verde.

**NOTA:** se recomienda consultar las indicaciones del fabricante del variador. No seguir las indicaciones adecuadas y no instalar el cable necesario puede suponer una desadaptación de impedancias entre el cable y el motor, provocando corrientes vagabundas que erosionen sus superficies de trabajo, acortando vertiginosamente la vida útil del motor.

#### 28.- Usar cables sin ensayos bajo normas específicas para instalaciones fotovoltaicas

Cuando se ejecuta una instalación fotovoltaica no podemos olvidar la decisiva acción de la intemperie. Existen cables como el P-Sun 2.0 y el Tecsun especialmente diseñados para soportar altas y bajas temperaturas, la acción solar, la humedad, la acción del ozono, la acción de sustancias químicas (industrias). Además están diseñados para servicios móviles (seguidores), y todo ensayado bajo norma y garantizados por 30 años.

A la hora de elegir un cable para instalación fotovoltaica no se debe valorar por igual cables con garantías y ensayos rigurosos o cables convencionales o incluso algún cable que sin ser convencional no haya sido adecuadamente testado bajo normas. Rogamos siempre se haga un comparativa de ensayos y garantías del fabricante para decidir el cable que se va a emplear.



**El cable P-Sun 2.0 está garantizado por 30 años en las condiciones severas de una instalación fotovoltaica.**

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 1.- Agrupaciones de cables en varias capas en bandejas

Con un ejemplo podemos ver la metodología a seguir para el caso de instalaciones de cables en bandejas en varias capas.

Imaginemos que tenemos una bandeja perforada con 3 capas de 6 cables multiconductores trifásicos cada una. La tabla A.52-3 de la UNE 20460-5-523, sólo nos habla de coeficientes de corrección para una única capa.

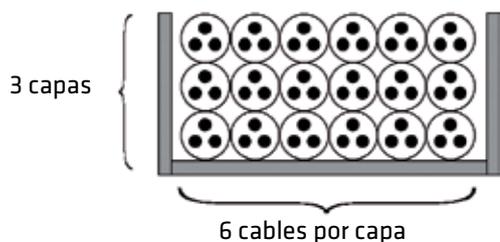


TABLA A. 52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04)

Punto	Disposición de cables	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
→ 4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

Lo más recomendable es utilizar capas únicas en las bandejas, pero a veces se aprovecha la canalización para colocar cables en varios niveles en contacto y conviene saber de que orden de magnitud se ve afectado el agrupamiento.

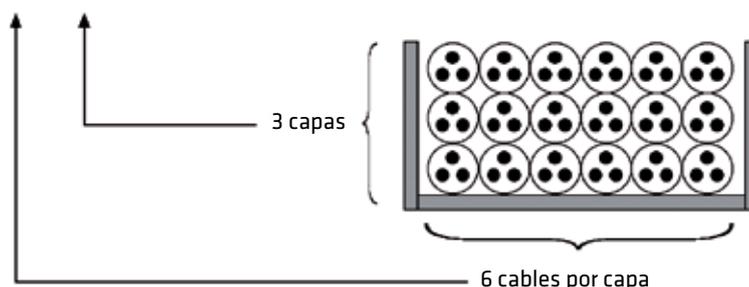
Como se desprende de la tabla, una capa de 6 conductores supone aplicar un coeficiente de corrección de 0,75. Veamos que coeficiente adicional tenemos que aplicar por tener 2 capas adicionales en contacto.

Recurriendo a la norma francesa NF C 15-100 parte 5-52, que se corresponde con el documento de armonización de Cenelec HD 384-5-523 y la IEC 60364-5-52 al igual que nuestra citada UNE 20460-5-523, vemos que en la tabla 52 O (NF C 15-100 parte 5-52) aparecen los factores de corrección por número de capas de cada sistema de instalación de la tabla A.52-3 nuestra (52N en la norma francesa). La GUIA-BT 19 reproduce actualmente la misma tabla en el apartado 2.2.3.

Número de capas	2	3	4 o 5	6 a 8	9 o más
Coefficiente	0,8	0,73	0,7	0,68	0,66

Lo que en nuestro ejemplo nos lleva al siguiente factor de corrección:

$$F = 0,75 \times 0,73 = 0,5475$$

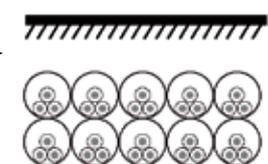
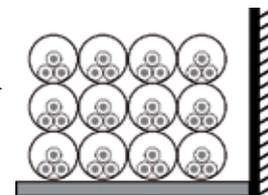


### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 2.- Agrupaciones de tubos en varias capas

En la norma francesa NF C 15-100 (tablas 52P y 52Q) y en el reglamento portugués (tabla 52-E3, ver a continuación) figuran tablas idénticas, con coeficientes de corrección para agrupación de tubos con conductores al aire, enterrados o embebidos en hormigón en varias capas horizontales. Posteriormente se incorporaron las mismas tablas a la GUIA-BT, pto. 2.2.3. Posteriormente se incorporaron las mismas tablas a la GUIA-BT 19, pto. 2.2.3.

Número de conductos colocados verticalmente	Número de conductos colocados horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
<b>Conductos al aire</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	0,92	0,87	0,84	0,81	0,80	0,79
3	0,85	0,81	0,78	0,76	0,75	0,74
4	0,82	0,78	0,74	0,73	0,72	0,72
5	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,70
6	0,79	0,75	0,71	0,70	0,69	0,68
<b>Conductos enterrados o embebidos en hormigón</b>						
1	-	-	-	-	-	-
2	0,87	0,71	0,62	0,57	0,53	0,50
3	0,77	0,62	0,53	0,48	0,45	0,42
4	0,72	0,57	0,48	0,44	0,40	0,38
5	0,68	0,53	0,45	0,40	0,37	0,35
6	0,65	0,50	0,42	0,38	0,35	0,32



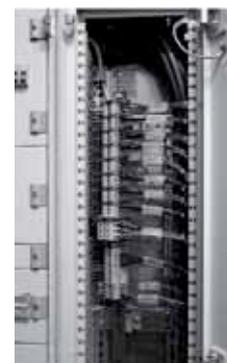
En este caso en una sola tabla tenemos el coeficiente apropiado en función del número de circuitos bajo tubo por capa y el número de capas. Hemos eliminado los coeficientes de corrección a aplicar en el caso de capa única porque lo tenemos en la citada tabla Tabla A.52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04).

Insistimos en la conveniencia de hacer las canalizaciones con una sola capa de conductos, no obstante en ocasiones las restricciones dimensionales llevan a sistemas de instalación con agrupamientos a los que hay que dar una solución adecuada.

#### 3.- Agrupaciones de varios circuitos bajo un mismo tubo o conducto (tablas de intensidades para el caso particular de cuadros eléctricos)

Sabemos que las normas nos dan los valores de intensidades admisibles cuando hay un circuito en un tubo, canal o conducto en general, pero se suele presentar la duda de que valor de intensidad tomar cuando son 2 o más circuitos los que comparten el mismo tubo o conducto.

Poder dimensionar con cierta seguridad los conductores del interior de los cuadros eléctricos suele ser otro problema por la particularidad de la instalación, (muchos conductores cargados agrupados). En numerosas ocasiones hay agrupamientos de muchos conductores al aire o bajo algún tipo de canalización. Nuestra UNE 20460-5-523 no deja claro que se debe hacer cuando tenemos muchos conductores en una sola canalización o agrupados al aire a modo de un haz o mazo de cables.



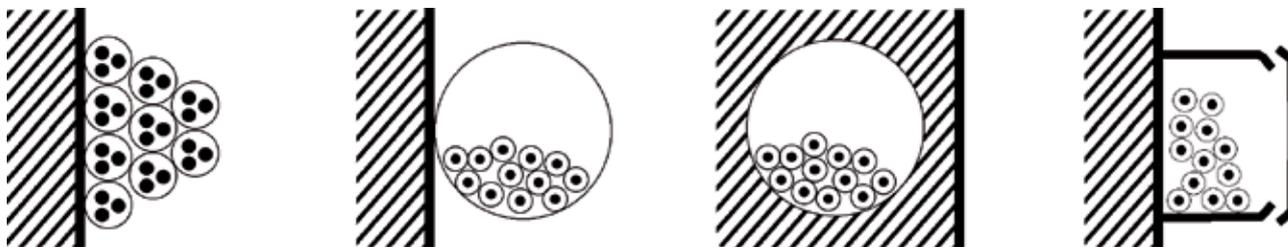
En la tabla A.52-3 sabemos que tenemos coeficientes para agrupamientos pero la terminología utilizada genera muchas dudas sobre todo cuando se refiere a empotrados o embutidos (primera fila).

**TABLA A.52-3 (UNE 20460-5-523: nov '04)**

Punto	Disposición de cables	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

En alguna bibliografía de interés se explica más detalladamente que para agrupamientos en general de sistemas de instalación tipo A1, A2, B1, B2 y C, es decir todos los sistemas de instalación a excepción de instalaciones enterradas (D) y bandejas (E y F), el coeficiente apropiado es el referido a empotrados o embutidos. Mirando el diccionario, embutido significa ajuste o encajamiento de una cosa dentro de otra.



Con esta explicación ya resulta más fácil poder tener valores para diferentes agrupamientos (mazos de cables) como los que se dan típicamente en el interior de los cuadros eléctricos o en agrupamientos de circuitos bajo canal protectora.

Por ejemplo si tenemos un haz de 36 cables Afumex Paneles de 1,5 agrupados en contacto bajo tubo o conducto en el interior de un cuadro eléctrico, podemos obtener un orden de magnitud bastante razonable del valor de la máxima intensidad admisible que puede circular por ellos.

El coeficiente de agrupamiento para 36 conductores unipolares es equivalente al de 12 circuitos trifásicos, por tanto de la tabla A.52-3 obtenemos 0,45.

El ambiente estándar que se considera para el interior de los cuadros es de 50 °C, con lo que tomando el coeficiente correspondiente de la UNE 20460-5-523 (tabla 52 - D1) tenemos 0,9 (respecto a los 40 °C del estándar al aire).

Tratándose de cables bajo tubo o conducto en el interior de cuadros eléctricos podemos tomar por válido el método de referencia B2. Y por haber considerado circuitos trifásicos termoestables (Afumex Paneles) tenemos XLPE3, que en la tabla de intensidades admisibles A.52-1 bis nos lleva a la columna 7 con una intensidad admisible de 16 A.

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento														
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2		PVC3	PVC2			XLPE3	XLPE2							
B1						PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2						PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2				
C									PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2	
D*														
E									PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
F										PVC3	PVC2	XLPE3	XLPE2	
	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	-	
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
Cobre	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269	
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438	
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Por tanto la intensidad final máxima admisible en cada conductor del mazo será...

$$I = 16 \times 0,45 \times 0,9 = \mathbf{6,48 \text{ A}}$$
 (ver el valor remarcado en la tabla)

Siguiendo la metodología explicada se han obtenido los valores de las siguientes tablas aplicables a cables instalados en cuadros, termoplásticos y termoestables, al aire y bajo tubo o conducto:

Aplicación de UNE EN 20.460-5-523 (nov. 04)

Cables **termoplásticos (Afumex Plus (AS), Wirepol Rígido, Wirepol Flexible, Euroflam Energía...)**

#### Bajo un tubo o conducto (Método B2)

Número conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coficiente por temperatura 50 °C	0,82											
Coficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	10,6	8,5	7,4	7,46	6,4	5,8	5,8	5,3	5,3	4,8	4,2	4,2
1x2,5	14,3	11,4	10	10	8,6	7,8	7,8	7,1	7,1	6,4	5,7	5,7
1x4	18,8	15,0	13,2	13,2	11,3	10,4	10,4	9,4	9,4	8,4	7,5	7,5
1x6	24,6	19,6	17,2	17,2	14,8	13,5	13,5	12,3	12,3	11,1	9,8	9,8
1x10	32,8	26,2	23	23	19,7	18	18	16,4	16,4	14,8	13,1	13,1
1x16	44,2	35,4	31	31	26,6	24,4	24,4	22,1	22,1	19,9	17,7	17,7
1x25	57,4	45,9	40,2	40,2	34,4	31,6	31,6	28,7	28,7	25,8	23	23
1x35	70,5	56,4	49,4	49,4	42,3	38,8	38,8	35,3	35,3	31,7	28,2	28,2

#### Al aire directamente (Método C)

Número conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coficiente por temperatura 50 °C	0,82											
Coficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	12,3	9,8	8,6	8,61	7,3	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	4,9	4,9
1x2,5	17,2	13,7	12,1	12,1	10,3	9,4	9,4	8,61	8,61	7,7	6,8	6,8
1x4	22,1	17,7	15,5	15,5	13,3	12,2	12,2	11,1	11,1	9,9	8,8	8,8
1x6	29,5	23,6	20,7	20,7	17,7	16,2	16,2	14,8	14,8	13,3	11,8	11,8
1x10	41	32,8	28,7	28,7	24,6	22,6	22,6	20,5	20,5	18,5	16,4	16,4
1x16	54,1	43,2	37,9	37,9	32,5	29,8	29,8	27,1	27,1	24,4	21,6	21,6
1x25	68,8	55,1	48,2	48,2	41,3	37,9	37,9	34,4	34,4	31	27,6	27,6
1x35	85,2	68,2	59,7	59,7	51,2	46,9	46,9	42,6	42,6	38,4	34,1	34,1

Temperatura ambiente del interior del cuadro: 50° C.

**NOTA:** las tablas recogen los valores finales (con los coeficientes indicados ya aplicados)

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Cables termoestables (Afumex Paneles (AS), Afumex Easy (AS), Retenax Flex...)

#### Bajo un tubo o conducto (Método B2)

Número conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coficiente por temperatura 50 °C	0,9											
Coficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	14,4	11,5	10,1	10,1	8,6	7,9	7,9	7,2	7,2	6,4	5,7	5,7
1x2,5	19,8	15,8	13,9	13,9	11,9	10,9	10,9	9,9	9,9	8,9	7,9	7,9
1x4	27	21,6	18,9	18,9	16,2	14,9	14,9	13,5	13,5	12,2	10,8	10,8
1x6	33,3	26,6	23,3	23,3	20	18,3	18,3	16,7	16,7	15	13,3	13,3
1x10	46,8	37,4	32,8	32,8	28,1	25,7	25,7	23,4	23,4	21,1	18,7	18,7
1x16	63	50,4	44,1	44,1	37,8	34,7	34,7	31,5	31,5	28,4	25,2	25,2
1x25	79,2	63,3	55,4	55,4	47,5	43,6	43,6	39,6	39,6	35,6	31,7	31,7
1x35	99	79,2	69,3	69,3	59,4	54,5	54,5	49,5	49,5	44,6	39,6	39,6

#### Al aire directamente (Método C)

Número conductores	3	6	9	12	15	18	21	24	27	36	48	60
Coficiente por temperatura 50 °C	0,9											
Coficiente por agrupamiento	1	0,8	0,7	0,7	0,6	0,55	0,55	0,5	0,5	0,45	0,4	0,4
1x1,5	17,1	13,6	12	12	10,3	9,4	9,4	8,5	8,55	7,7	6,8	6,8
1x2,5	23,4	18,7	16,4	16,4	14	12,9	12,9	11,7	11,7	10,5	9,36	9,36
1x4	30,6	24,4	21,4	21,4	18,4	16,8	16,8	15,3	15,3	13,8	12,2	12,2
1x6	39,6	31,6	27,7	27,7	23,8	21,8	21,8	19,8	19,8	17,8	15,8	15,8
1x10	54	43,2	37,8	37,8	32,4	29,7	29,7	27	27	24,3	21,6	21,6
1x16	72,9	58,3	51	51	43,7	40,1	40,1	36,5	36,5	32,8	29,2	29,2
1x25	92,7	74,1	64,9	64,9	55,6	51	51	46,4	46,4	41,7	37,1	37,1
1x35	114,3	91,4	80	80	68,6	62,9	62,9	57,2	57,2	51,4	45,7	45,7

Temperatura ambiente del interior del cuadro: 50° C.

**NOTA:** las tablas recogen los valores finales (con los coeficientes indicados ya aplicados)

**NOTA 2:** este apartado sólo pretende ser una orientación de intensidades admisibles en diferentes secciones de conductor en función de sus agrupamientos, tipos de aislamiento y sección de los mismos. Recordamos que el cálculo correcto de cuadros eléctricos comporta en general la resolución de un circuito térmico complejo, con fuentes, sumideros y resistencias térmicas, dispuestas en series y paralelos (ver UNE 60439-1) para el que se suele emplear software específico.

#### 4. - Agrupación de varios circuitos en un mismo tubo o conducto enterrado

El REBT en su ITC-BT 20 pto. 2.2.3 nos remite a las ITC-BT 07 e ITC-BT 21 para la ejecución de tendidos soterrados. La ITC-BT 07 nos dice expresamente que en tendidos enterrados directamente no se instalará más de un circuito por tubo. No obstante, no debemos olvidar que actualmente las instalaciones soterradas que no son redes de distribución ya están incluidas en la UNE 20460-5-523 (nov. 2004), si a esto añadimos que la ITC-BT 21 en su pto. 1.2.4 incluye una tabla con diámetros de tubos para 6 o más conductores, tenemos algún argumento para justificar el tendido de varios circuitos por una misma canalización enterrada (problema que se suele plantear típicamente el instalador de parques solares fotovoltaicos).

La norma española no contempla expresamente coeficiente de corrección cuando se instalan varios circuitos en un mismo tubo o conducto enterrado pero la tabla 52T de la norma francesa NF C 15-100 nos da los siguientes valores

Número de circuitos o de cables multiconductores											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	0,71	0,58	0,5	0,45	0,41	0,38	0,35	0,33	0,29	0,25	0,22



### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

No obstante, no recomendamos la instalación de varios circuitos en un mismo tubo o conducto por varias razones:

- 1.- Las interpretaciones legales anteriormente expuestas.
- 2.- A efectos de mantenimiento si hubiera que extraer uno o varios cables resulta difícil reponerlos cuando en el conducto ya existen otros cables.
- 3.- Como se puede apreciar en la tabla los coeficientes de corrección por agrupamientos son muy exigentes. Con sólo dos circuitos ya hay que descargar un 29 % los conductores. Es decir, el calentamiento puede ser elevado si no se aplican coeficientes como los expuestos.

#### 5.- Intensidad máxima para cables de uso provisional enrollados en tambor o bobina

Algunos servicios provisionales se prestan a veces con cables en bobinas de las que no se han desenrollado para no extender todo el cable cuando no es necesario. Lo que siempre es necesario es saber si el cable va a soportar la intensidad que se le va a pedir en esa particular situación.

La norma UNE 22585-2 (pto.5.2.4) de cables eléctricos para minas a cielo abierto contempla una tabla con coeficientes de corrección para cables en tambores. Las intensidades admisibles del cable deben ser multiplicadas por los factores de la siguiente tabla con objeto de reducir convenientemente la sollicitación del cable. Un tambor con cable presenta un mismo circuito arrollado sobre si mismo de forma que hay una serie de vueltas de cable que se "abrazan" dificultando la disipación del calor generado por efecto Joule.

Número de capas	Factor de corrección	Número de capas	Factor de corrección
1	0,76	5	0,36*
2	0,58	6	0,27*
3	0,47	7	0,22*
4	0,40		

\*Valores recomendados por Prysmian (no contemplados en la norma UNE 22585)

Es importante tener en cuenta lo reducidos que son los coeficientes de corrección lo que denota la importancia de considerarlos.

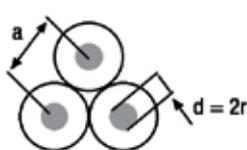
Conviene no olvidar que la tendencia de calcular la reactancia inductiva por efecto bobina para calcular las caídas de tensión en estos casos es un error dado que los circuitos arrollados monofásicos o trifásicos son circuitos completos y los efectos de cada conductor están compensados entre si con lo que no hay que considerar efecto solenoide.

Aconsejamos, siempre que se pueda, desenrollar el cable totalmente.

Los cables Protolon de Prysmian están especialmente diseñados para servicios móviles de muchos ciclos en tambores (para BT o MT).

#### 6. - Cálculo de la reactancia inductiva de circuitos con conductores al tresbolillo o dispuestos en una capa

Conductores al tresbolillo



Tres cables unipolares



Un cable tripolar

$$\rightarrow L = [4,6 \cdot \log(a/r) + 0,5] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

En todos los casos la variables son:

- a = distancia entre ejes de los conductores en mm
- r = radio de conductor en mm

Tres conductores en un mismo plano si la línea es larga (cada conductor ha de estar 1/3 de longitud de línea en cada posición: izquierda, centro y derecha)



$$\rightarrow L = [4,6 \cdot \log(a/r) + 0,96] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

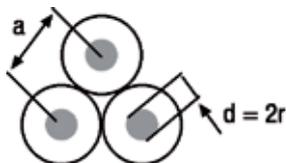
Dos conductores en bucle (ida + vuelta)



$$\rightarrow L = [9,2 \cdot \log(a/r) + 1] \cdot 10^{-4} \text{ [H/km]}$$

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Ejemplo: si tuviéramos un tendido con 3 cables unipolares de cobre Afumex Easy (AS) de 1x95. Tomando los datos necesarios que aparecen en este catálogo:



$$\phi_{\text{ext cable}} \approx 17,9 \text{ mm} = a$$

$$\phi_{\text{conductor}} \approx 15,1 \text{ mm} = 2r \longrightarrow r \approx 7,6 \text{ mm}$$

Sustituyendo en la fórmula de cables al tresbolillo:

$$L = [4,6 \times \log(17,9/7,6) + 0,5] \times 10^{-4} = 2,21 \times 10^{-4} \text{ H/km}$$

Y, por tanto, la reactancia inductiva a 50 Hz quedaría:

$$XL = \omega \cdot L = 2 \times \pi \times 50 \times 2,21 \times 10^{-4} \approx 0,07 \text{ } \Omega/\text{km} \quad [\Omega = 2 \times \pi \cdot f \cdot L]$$

Éste es el valor que se puede considerar para la reactancia de la línea ya que el efecto capacitivo se suele considerar despreciable en cálculos para BT. Además es congruente con lo explicado en el apartado J, punto 6 (valor aproximado de  $x=0,08 \text{ } \Omega/\text{km}$ ).

#### 7.- Cálculo de la caída de tensión exacta

Suponemos una línea que alimenta a un receptor trifásico con las siguientes características:

Reactancia de la línea  $\rightarrow x \approx 0,07 \text{ } \Omega/\text{km}$  (ver apartado anterior)

Intensidad de corriente  $\rightarrow I = 200 \text{ A}$

Tensión entre fases  $\rightarrow U = 400 \text{ V}$

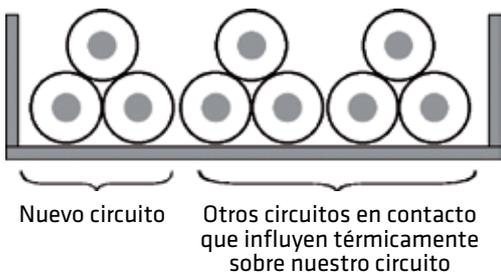
Longitud de la línea  $\rightarrow L = 60 \text{ m}$

Coseno de  $\phi \rightarrow \cos \phi = 0,9$

Cable utilizado Afumex Easy (AS) unipolar (RZ1-K) 1 x 95 cobre  $\rightarrow$  XLPE3

Sistema de instalación: Bandeja perforada  $\rightarrow$  tipo F

Dos circuitos más en contacto  $\rightarrow$  coeficiente de corrección 0,80 (tabla A.52-3, fila 4) (ver dibujo)



En la tabla de intensidades admisibles vemos que este cable soporta 271 A, que afectado del coeficiente de corrección por agrupamiento 0,80 nos queda en una intensidad máxima de...

$271 \text{ A} \times 0,80 = 216,8 \text{ A}$  (este valor es la intensidad máxima que puede soportar este cable en la situación en que está instalado, bandeja perforada con dos circuitos en contacto).

Recordando la fórmula de la temperatura del conductor expuesta en el apartado E) de este catálogo:

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{\text{máx}} - \theta_0) \cdot (I / I_{\text{máx}})^2$$

-  $\theta$ : temperatura real estimada en el conductor

-  $\theta_0$ : temperatura ambiente (del conductor sin carga)  $\rightarrow 40 \text{ } ^\circ\text{C}$  (temperatura estándar ambiente en España para instalaciones al aire (no enterradas))

-  $\theta_{\text{máx}}$ : temperatura máxima admisible para el conductor según su aislamiento  $\rightarrow$  como el cable Afumex Easy (AS) es termoestable (ver apartado J, punto 3)  $\rightarrow 90 \text{ } ^\circ\text{C}$

-  $I$ : intensidad prevista para el conductor  $\rightarrow 200 \text{ A}$

-  $I_{\text{máx}}$ : intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación  $\rightarrow 216,8 \text{ A}$  (este valor es el que puede presentar mayores dudas a la hora de ser obtenido. Es el valor de la intensidad máxima admisible en las condiciones de instalación que tenemos)

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Sustituyendo:

$$\theta = 40 + (90 - 40) \times (200 / 216,8)^2 = 82,55 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Por tanto la resistividad...

$$\rho_\theta = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (\theta - 20)]$$

$$\rho_{75,98} = 1/58 \times [1 + 0,00393 \times (82,55 - 20)] = 0,0215 \text{ } \Omega \text{ mm}^2/\text{m} \rightarrow \gamma_{75,98} = 1/0,0215 = 46,5 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$$

Obsérvese la gran diferencia entre considerar la conductividad a 20 °C ( $\gamma = 58$ ) o a la temperatura real ( $\gamma = 47,62$ ). Por ello siempre que no se haga el cálculo que aquí exponemos debe considerarse el valor más desfavorable ( $\gamma = 45,5$  en caso de cables de cobre con aislamiento termoestable). El error puede llegar a ser de un 28 %. Ver otros valores de  $\gamma$  en el apartado E.

Con el valor de la conductividad a la temperatura real estimada del conductor ya podemos obtener la caída de tensión real:

Tomando la fórmula de cálculo de la sección por caída de tensión (apartado E) despejamos la caída de tensión  $\Delta U$ :

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \times 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S} + 1,732 \times 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 60 \times 200 \times 0,9}{46,5 \times 95} + 1,732 \times 10^{-3} \times 60 \times 200 \times 0,4359 = 13,29 \text{ V}$$

La expresamos porcentualmente:

$$13,29 / 400 \times 100 = 3,3 \%$$

#### 8.- Colocación de neutros cuando la instalación necesita varios conductores por fase.

El criterio para la colocación de los neutros es igual al de las fases, cada grupo de cables debe ser la imagen especular de la adyacente, a saber:

A tresbolillo



En un solo nivel:



Tal y como nos menciona la UNE 20435 pto. 3.1.2.3. conviene además provisionar un 0,9 de coeficiente de corrección a la hora de calcular la sección por el criterio de la intensidad admisible. En agrupaciones de este tipo siempre se produce un desequilibrio de impedancias.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 9.- Tensiones eléctricas máximas que pueden soportar permanentemente los cables

En general tenemos más o menos claro que los cables tienen una intensidad máxima admisible en régimen permanente y se conocen las tablas en las que deben consultarse los valores para cada sección de cable. Suele haber más dudas sobre la tensión máxima admisible en los cables en régimen permanente.

Es menos necesario saber la tensión máxima porque en general las tensiones nominales son superiores a las tensiones de la instalación pero es conveniente saber que valor tope puede soportar cada cable de forma continua, especialmente en redes de MT o instalaciones fotovoltaicas.

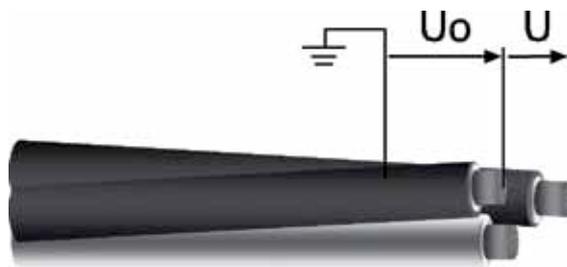
#### Cables hasta 450/750 V (inclusive)

La norma UNE 21176 (Guía de utilización de cables armonizados de BT, HD 516 52) recoge en su punto 5.1 las condiciones límite de tensión para las que han sido diseñados los cables armonizados hasta 450/750 V, es decir, los cables de más común uso, aquellos cuyo diseño corresponde a alguna de las partes de UNE 21031 o UNE EN 50525.

Nombre del cable	Designación genérica	Tensión nominal U <sub>0</sub> /U V	Norma de diseño
Wirepol Flexible	H05V-K / H07V-K	300/500 / 450/750	UNE EN 50525-2-31
Wirepol Rígido	H05V-U / H07V-U / H07V-R	300/500 / 450/750 / 450/750	UNE EN 50525-2-31
Wirepol Gas	H05VV-F	300/500	UNE EN 50525-2-11
Euroflam N	H05VV-F	300/500	UNE EN 50525-2-11
Bupreno H07RN-F	H07RN-F	450/750	UNE EN 50525-2-21
Solda	H01N2-D	100/100	UNE EN 50525-2-81
Afumex Paneles Flexible	ES07Z-K	450/750	UNE 21027-9
Afumex Paneles Rígido	ES07Z-R	450/750	UNE 21027-9
Afumex Expo	H07ZZ-F	450/750	UNE EN 50525-3-21

**U<sub>0</sub>**: es el valor **nominal** de tensión eficaz entre un conductor aislado y “tierra” (recubrimiento metálico del cable o el medio circundante)

**U**: es el valor **nominal** de la tensión eficaz entre dos conductores de fase cualquiera de un cable multiconductor o de un sistema de cables unipolares.



En un sistema de corriente continua, la tensión del sistema no debe sobrepasar 1,5 veces la tensión asignada del cable.

La tensión de servicio en alterna puede exceder permanentemente el 10 %.

Por tanto, teniendo en cuenta lo que nos dice la UNE 21176 los cables de 450/750 V pueden soportar permanentemente entre fases 750 x 1,1 = 825 V eficaces en alterna y 750 x 1,5 = 1125 V eficaces en continua. Y sus tensiones máximas eficaces entre conductor y “tierra” serían 450 x 1,1 = 495 V en alterna y 450 x 1,5 = 675 V en continua.

U<sub>0</sub>/U = 450/750 V → Máximo 495/825 V en alterna y máximo 675/1125 V en continua.

La tabla siguiente recoge los valores máximos admisibles permanentemente de tensión simple (conductor-tierra) y compuesta (entre conductores) tanto en alterna como en continua para los cables hasta 450/750 V comentados anteriormente.

Valores nominales de tensión U <sub>0</sub> /U (V)	Valores máximos eficaces de tensión alterna (V)	Valores máximos eficaces de tensión continua (V)
100 / 100	110 / 110	150 / 150
300 / 500	330 / 550	450 / 750
450 / 750	495 / 825	675 / 1125

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Este criterio es también aplicable al cable “libre de halógenos” de 750 V Afumex Plus (AS) (ES05Z1-K (AS) y H07Z1-K (AS)) que aun no siendo armonizado recoge en su norma de diseño (UNE EN 50525-3-31) los criterios de tensión máxima explicados anteriormente.

#### Cables a partir 0,6/1 kV

La norma UNE 20435 nos define los valores nominales en corriente alterna (no se recogen valores de continua) asignados a cables a partir de 1 kV:

**U<sub>0</sub>**: Tensión **nominal** eficaz a frecuencia industrial, entre cada conductor y la pantalla o la cubierta, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

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

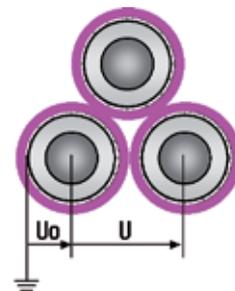
En una red de 12/20 kV tendríamos por tanto que  $U_0 = 12$  kV y  $U = 20$  kV.

Pero como se subraya en el texto estos valores son nominales, valores de referencia que sirven también para definir los ensayos eléctricos. No quiere decir que sea el valor máximo al que puede trabajar el cable en cuestión, ese valor viene definido por  $U_m$ .

**U<sub>m</sub>**: tensión máxima eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualquiera, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios. Es valor eficaz más elevado de la tensión que puede ser soportado en condiciones normales de explotación, en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones de defecto o a la supresión brusca de cargas importantes.

La tensión máxima ( $U_m$ ) en el caso del cable de 12/20 kV es 24 kV.

En la siguiente tabla de la UNE 211435 podemos encontrar los valores de  $U_m$  que corresponden a cada valor nominal de  $U_0/U$  reproducimos a continuación los valores más frecuentes:



Tensión nominal de cables y accesorios $U_0/U$ kV	Tensión máxima eficaz $U_m$ kV
0,6 / 1	1,2
1,8 / 3	3,6
3,6 / 6	7,2
6 / 10	12
8,7 / 15	17,5
12 / 20	24
15 / 25	30
18 / 30	36
26 / 45	52
36 / 66	72,5

**NOTA:** se exponen las tensiones máximas admisibles en régimen permanente en los cables de acuerdo con las normas UNE, si bien hay que recordar que por encima de lo que dicen las normas están las exigencias reglamentarias que a veces son más estrictas. Así, no debemos olvidar que la ITC-BT 37 del REBT nos dice que para instalaciones de tensión nominal superior a 500 V de valor eficaz en corriente alterna o 750 V de valor medio aritmético en corriente continua los cables deben tener una tensión nominal no inferior a 0,6/1 kV.

Igualmente para el caso de redes de MT de categoría C la propia UNE 211435 nos exige niveles de tensión superiores a los valores máximos aceptables en régimen permanente en los cables. Por ejemplo para una red de 12/20 kV de categoría C se debe elegir cable de al menos 15/25 kV.

**NOTA:** la norma UNE 211435 es una guía para elección de cables hasta 18/30 kV, las tensiones máximas para cables de tensión nominal superior se encuentran en la tabla 2 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas de AT (RD 223/2008).

En cuanto a valores de tensión continua máxima decir que si observamos las normas de diseño de las principales familias de cables de 0,6/1 kV [Afumex (RZ1-K (AS), AL RZ1 (AS), RZ1MZ1-K (AS)...), Retenax (RV-K, RV, RVMV-K, RVFV...) y AI Voltalene Flamex (AL XZ1 (S)...)] UNE 21123-4, UNE 21123-2 y UNE HD 603-5X respectivamente veremos que en el punto 1 b) de estas normas se lee: *Tensión asignada 0,6/1 kV; véase UNE-HD 603-1 Apartado 2.3.*

Tal apartado nos dice, al igual que hemos visto anteriormente, que los cables soportan una tensión máxima  $U_m = 1,2$  kV y en su último párrafo se lee textualmente: *Los cables de este documento de armonización, pueden igualmente utilizarse en redes de corriente continua, en las cuales la tensión asignada máxima con respecto a tierra, no supere 1,8 kV.*

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 10.- Marcado de los cables para BT

La manera más directa de identificar los cables es su marcado. Mediante dos ejemplos pretendemos aclarar lo que nos dicen los cables en sus cubiertas o aislamientos.

##### Marcado del cable Afumex Plus 750 V (AS)



Tomamos cada parte de la inscripción:

- **PRYSMIAN**: nombre del fabricante. Es obligatorio o si está legalmente protegido puede figurar el número de identificación del fabricante.
- **AFUMEX PLUS (AS)**: nombre comercial. Opcional.
- **H07Z1-K (AS) TYPE 2**: designación genérica. Es obligatoria. La norma UNE 20434 (HD 361 S3) recoge las designaciones de cables hasta 450/750 V, en ella se pueden encontrar todas las designaciones. No obstante la norma de diseño de cada cable también contempla el nombre genérico que corresponde.

Cada parte de este código tiene una explicación:

- **H**: cable armonizado según CENELEC
  - **07**: tensión nominal 450/750 V: es la tensión de referencia por la que se caracteriza el cable y se definen sus ensayos. 450V es el valor nominal de tensión eficaz entre el conductor y tierra y 750 V el valor nominal de tensión eficaz entre conductores. En corriente alterna la tensión de servicio del cable puede exceder permanentemente un 10 % la nominal (UNE 21176). Es decir el cable Afumex Plus puede dar servicio permanentemente a una tensión de 825 V entre fases (ver punto anterior).
  - **Z1**: aislamiento de mezcla termoplástica a base de poliolefina, con baja emisión de gases corrosivos y humos.
  - **K**: flexible para instalaciones fijas, clase 5 según UNE EN 60228 e IEC 60228.
  - **(AS)**: indica que es un cable de alta seguridad. Esta marca es obligatoria desde 2004 para este tipo de cables. Denota su especial comportamiento frente al fuego (no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos y baja emisión de gases tóxicos y corrosivos) (ver apartado L).
- **TYPE 2**: inscripción obligatoria para este tipo de cables AS como no propagadores del incendio (ver UNE EN 50525-3-31).
- **1x2,5 mm²**: sección nominal del conductor. Aunque resulte paradójico no es obligatorio por norma su marcado en cables de 450/750 V sin cubierta. Indica la sección nominal del cable, esta sección no está sujeta medida directa sino a unos valores máximos de resistencia indicados en la UNE EN 60228, es decir 2,5 mm² no coincidirá a buen seguro con el valor obtenido a partir de las mediciones de un calibre.
- **AENOR**: es opcional y se inscribe cuando el cable está certificado por AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación).
- En resumen, generalmente el fabricante suele incluir en la inscripción datos que considera relevantes o aclaratorios para el instalador, no obstante el mínimo obligatorio para el cable que nos ocupa sería: **PRYSMIAN H07Z1-K (AS) TYPE 2**

##### Marcado del cable Afumex Easy (AS)



Igualmente comentamos la inscripción por partes:

- PRYSMIAN**: nombre del fabricante, obligatorio, o marca registrada a proteger legalmente con el que el fabricante puede ser identificado.
- **AFUMEX Easy (AS)**: nombre comercial del cable. Opcional igual que en el caso anterior.
  - **RZ1-K (AS)**: designación genérica del cable que es prescriptivo aparezca en la cubierta siempre. Las diferentes capas de los cables se nombran siempre de dentro a fuera y su significado es:
    - **R**: aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).
    - **Z1**: cubierta de poliolefinas con baja emisión de gases corrosivos y humos.
    - **K**: flexible para instalaciones fijas. Clase 5 según UNE EN 60228 e IEC 60228.
    - **(AS)**: Cable de alta seguridad. Marcado obligatorio con el mismo criterio que el apartado anterior.
  - **0,6/1 kV**: tensión nominal de 600 V entre un conductor y tierra y 1000 V entre conductores. Valor máximo eficaz en corriente alterna de 1200 V en servicio permanente (UNE 20435). También prescrito su marcaje en la norma de diseño del cable.
  - **UNE 21123-4**: norma de diseño del cable. No obligatorio.
  - **3G1,5**: número de conductores (3) y sección 1,5 mm². Cuando uno de los conductores en amarillo/verde se utiliza la letra G (Ground = tierra) cuando no hay amarillo/verde se utiliza el símbolo "X". En este caso la norma, al contrario que en el caso anterior, si exige esta inscripción.
  - **AENOR**: indica que el cable está certificado por AENOR. Su indicación es un plus de aseguramiento de calidad por una entidad externa que refleja el fabricante en el producto, pero no se pide en la norma su inscripción en la cubierta del cable.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

- **2014:** año de fabricación. La norma habla de indicar al menos las dos últimas cifras del año de fabricación.

- 1236 m: metraje del cable. Con objeto de facilitar el trabajo del instalador, algunos fabricantes marcamos metro a metro el cable, de esta forma no es necesario hacer medidas, simplemente basta con observar la numeración.

Por tanto la inscripción mínima obligatoria para el Cable Afumex Easy (AS) sería como sigue: **PRYSMIAN RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3G1,5 14**

#### 11.- Emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de cable fabricado

FACEL, Asociación Española de Fabricantes de Cables y Conductores Eléctricos y de Fibra Óptica tiene publicada una tabla con los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de cable fabricado.

Ver ejemplos de cálculos ecológicos en apartados O y P.

#### 12.- Intensidades admisibles y caídas de tensión para líneas de corriente continua

Para cálculos de sección de conductor en corriente continua la tabla de intensidades admisibles es la misma que para cálculos en alterna monofásica (PVC2 o XLPE2 según se trate de cables termoplásticos o termoestables, Ver página 27).

La norma UNE 20460-5-523 (2004) de intensidades admisibles nos lo dice en la nota 1 de su apartado 523.8.2 textualmente: *Las intensidades admisibles indicadas en las tablas son las de los tipos de conductores aislados y cables y métodos de instalación corriente-mente utilizados en las instalaciones eléctricas fijas. Las intensidades admisibles tabuladas se refieren a un funcionamiento permanente (factor de carga 100 %) en corriente continua o en corriente alterna de frecuencia nominal 50 o 60 Hz.*

Por tanto a efectos de cálculos de sección en BT por el criterio de la intensidad admisible en corriente continua debemos operar igual que se hace con líneas de corriente alterna monofásica a 50 o 60 Hz con  $\cos \varnothing = 1$ .

El valor de la resistencia de conductor en continua es ligeramente inferior a sus valores alterna a 50 o 60 Hz, lo que hace que igualmente los cálculos de caída de tensión no supongan variaciones muy relevantes si la reactancia se considera nula en alterna porque la sección solución no sea grande ya que en continua la reactancia siempre es nula (si la sección en corriente alterna es mayor que 35 mm<sup>2</sup> para cobre o mayor que 70 mm<sup>2</sup> para aluminio se debe tomar en consideración la reactancia).

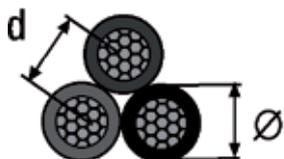
#### 13.- Valores de resistencia de conductor a diferentes temperaturas

La norma UNE EN 60228 contempla las resistencias de los conductores eléctricos a 20 °C y en corriente continua teniendo en cuenta la clase de conductor: clase 1 (rígido de hilo único), clase 2 (rígido de varios hilos), clase 5 (flexible) y clase 6 (conocido coloquialmente como extraflexible).

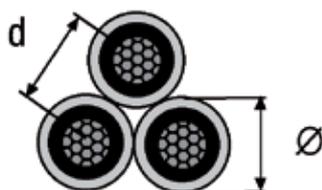
Los valores de resistencia de los conductores eléctricos son útiles para el cálculo de potencia disipada en las líneas dado que como sabemos la expresión  $P = RI^2$  expresa la pérdida de potencia por efecto Joule en un conductor. También sabemos que para el cálculo del poder de corte de las protecciones se emplean normalmente valores de resistencia a 20 °C y para conocer las máximas pérdidas posibles por calentamiento (efecto Joule) se emplean los valores de la citada resistencia a la máxima temperatura admisible en el conductor (70 °C para cables termoplásticos y 90 °C para cables termoestables).

Bien es sabido y comentado en este catálogo que la resistencia eléctrica aumenta con la temperatura y esto afecta a los cálculos. Tomando los datos de partida de la citada norma UNE EN 60228 (IEC 60228) se pueden obtener valores de resistencias a otras temperaturas y en corriente alterna aplicando los criterios de cálculo de la norma UNE 21144 (IEC 60287), teniendo en cuenta la posición de los cables y afectando los cálculos del efecto piel y proximidad.

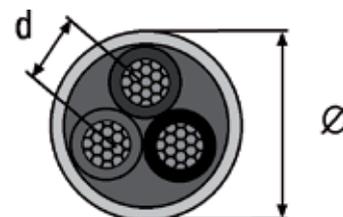
Debemos recordar que la distancia entre conductores eléctricos en contacto depende de si se trata de conductor aislado o no y en caso de ser cable (con aislamiento y cubierta) si se trata de cables unipolares o multipolares.



Conductores aislados  
Como Afumex Plus 750 V (AS)  
o Wirepol Flexible →  $d = \varnothing$   
 $d = \text{diámetro de conductor} + 2 \times \text{espesor de aislamiento} = \text{diámetro exterior } (\varnothing)$



Cables unipolares (con aislamiento y cubierta) como Afumex Easy (AS) o Retenax Flex de 1x... →  $d = \varnothing$   
 $d = \text{diámetro de conductor} + 2 \times \text{espesor de aislamiento} + 2 \times \text{espesor de cubierta} = \text{diámetro exterior } (\varnothing)$



Cables multipolares (con aislamiento y cubierta) como Afumex Easy (AS) o Retenax Flex de 2x, 3x, 3G, 4x, 4G, 5G... →  $d \neq \varnothing$   
 $d = \text{diámetro de conductor} + 2 \times \text{espesor de aislamiento} \neq \varnothing$

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Las tablas siguientes suponen disposición de conductores al tresbolillo en un tendido trifásico. Ligeras variaciones de estos valores se producirían para otra disposición de conductores muy próximos (por ejemplo tres unipolares en un plano en trifásica o dos conductores muy próximos en monofásica sea cable bipolar o dos cables unipolares en contacto)

Sección	Cobre (rígido, clase 1)				Cobre (rígido, clase 2)			
	Diámetro máximo de conductor* mm	Resistencia (cc, 20 °C)* Ω/km	Resistencia (ca, 70 °C) Ω/km	Resistencia (ca, 90 °C) Ω/km	Diámetro máximo de conductor* mm	Resistencia (cc, 20 °C)* Ω/km	Resistencia (ca, 70 °C) Ω/km	Resistencia (ca, 90 °C) Ω/km
0,5	0,9	36	43,07	45,9	1,1	36		
0,75	1	24,5	29,31	31,24	1,2	24,5		
1	1,2	18,1	21,66	23,08	1,4	18,1		
1,5	1,5	12,1	14,48	15,43	1,7	12,1		
2,5	1,9	7,41	8,87	9,45	2,2	7,41		
4	2,4	4,61	5,52	5,88	2,7	4,61		
6	2,9	3,08			3,3	3,08	3,69	3,93
10	3,7	1,83			4,2	1,83	2,19	2,33
16	4,6	1,15			5,3	1,15	1,38	1,47
25	5,7	0,727			6,6	0,727	0,87	0,927
35	6,7	0,524			7,9	0,524	0,627	0,669
50	7,8	0,387			9,1	0,387	0,464	0,494
70	9,4	0,268			11	0,268	0,321	0,343
95	11	0,193			12,9	0,193	0,232	0,247
120	12,4	0,153			14,5	0,153	0,185	0,197
150	15,4	0,124			16,2	0,124	0,151	0,16
185	17,6	0,101			18	0,0991	0,121	0,129
240	19,8	0,0775			20,6	0,0754	0,094	0,099
300	22,2	0,062			23,1	0,0601	0,076	0,081

\*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Con fondo naranja figuran valores que no son de aplicación a los cables rígidos que se comercializan normalmente. Es decir, los conductores rígidos son de clase 1 (hilo único) hasta 4 mm<sup>2</sup> y de clase 2 (varios hilos) desde 6 mm<sup>2</sup> inclusive.

## K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Sección	Cobre (flexible, clases 5 o 6)			
	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 70 °C)	Resistencia (ca, 90 °C)
	mm	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	1,1	9	46,66	49,73
0,75	1,3	26	31,11	33,15
1	1,5	19,5	23,33	24,86
1,5	1,8	13,3	15,91	16,96
2,5	2,4	7,98	9,55	10,18
4	3	4,95	5,92	6,31
6	3,9	3,3	3,95	4,21
10	5,1	1,91	2,29	2,44
16	6,3	1,21	1,48	1,54
25	7,8	0,78	0,934	0,995
35	9,2	0,554	0,663	0,707
50	11	0,386	0,463	0,493
70	13,1	0,272	0,326	0,348
95	15,1	0,206	0,248	0,264
120	17	0,161	0,195	0,207
150	19	0,129	0,157	0,167
185	21	0,106	0,13	0,138
240	24	0,0801	0,1	0,106
300	27	0,0641	0,082	0,086

\*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Sección	Aluminio (rígido, clase 2)			
	Diámetro máximo de conductor*	Resistencia (cc, 20 °C)*	Resistencia (ca, 70 °C)	Resistencia (ca, 90 °C)
	mm	Ω/km	Ω/km	Ω/km
10	3,6	4	3,08	3,95
16	4,6	5,2	1,91	2,45
25	5,6	6,5	1,2	1,54
35	6,6	7,5	0,868	1,11
50	7,7	8,6	0,641	0,822
70	9,3	10,2	0,443	0,569
95	11	12	0,32	0,411
120	12,3	13,5	0,253	0,325
150	13,7	15	0,206	0,265
185	15,3	16,8	0,164	0,212
240	17,6	19,2	0,125	0,162
300	19,7	21,6	0,1	0,131
400	22,3	24,6	0,0778	0,348
500	25,3	27,6	0,0605	0,264
630	28,7	32,5	0,0469	0,207

\*Valores obtenidos directamente de UNE EN 60228

Los cables de aluminio normalmente comercializados son rígidos de clase 2 y con secciones iguales o mayores de 10 mm<sup>2</sup>.

Los valores de resistencia a 70 y 90 °C expuestos en este apartado están calculados para unas distancias entre conductores que pueden variar mínimamente en función del espesor de aislamiento y/o de cubierta.

El apartado O está dedicado a un ejemplo en el que, entre otros cálculos, se obtiene de forma más simplificada pero aceptablemente exacta para corriente alterna a 50 o 60 Hz (sin considerar efecto piel ni proximidad) la resistencia de un conductor a cualquier temperatura que se encuentre debido a la intensidad de corriente que lo recorre y a las condiciones de instalación.

En este apartado se han reflejado también los valores de diámetro máximo de conductor, útiles para cálculos de resistencia afectando el efecto piel y proximidad y para cálculos de reactancias inductivas (ver apartado K, punto 6).

### Ejemplo de aplicación 1

Calcular las pérdidas por calentamiento en una línea trifásica equilibrada de 83 m realizada con cables unipolares de aluminio Al Voltalene Flamex (S) de 1x50 mm<sup>2</sup> por la que circulan 116 A de intensidad de línea.

Como sabemos que la potencia perdida en una línea por efecto Joule (calentamiento) responde a la expresión  $P = RI^2$  (siendo P la potencia en W, cuando la resistencia R, al tratarse de una línea trifásica debemos lógicamente multiplicar por 3 ( $P = 3 RI^2$ ) y tenemos el valor de I, sólo tenemos que buscar en la tabla correspondiente el valor de R a 90 °C para cable de 50 mm<sup>2</sup> de aluminio  $R = 0,822 \Omega/\text{km}$  (al multiplicarlo por la longitud de la línea en km obtendremos el valor de la resistencia en  $\Omega$ ).

$$P = 3RI^2 = 3 \times 0,822 \Omega/\text{km} \times 0,083 \text{ km} \times 116^2 \text{ A}^2 = 2754 \text{ W} \approx 2,75 \text{ kW}$$

Si queremos saber la energía perdida en kWh durante 8 horas por ejemplo no hay más que multiplicar la potencia en kW por el tiempo en h:

$$E = Pt = 2,75 \text{ kW} \times 8 \text{ h} = 22 \text{ kWh}$$

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Y si queremos saber cuanto nos cuesta lo que perdemos en la línea, simplemente habrá que multiplicar la energía en kWh por la tarifa en €/kWh:

Supongamos una tarifa de 0,11 €/kWh

Coste = 22 kWh x 0,11 €/kWh = 2,42 € (en sólo 8 h)

Se puede observar que sobredimensionar los cables cuando por cálculo domina el criterio de la intensidad máxima, no es nada a despreciar, 2,75 kW de pérdidas en una línea de menos de 100 m es una potencia perdida considerable que vamos a tener que asumir en forma de coste y además se trata de un peaje que sin ser energía útil para los receptores también provoca emisiones al medio ambiente. Se recomienda, en general, considerar el aumento de sección lo que conlleva una reducción de la resistencia.

#### Ejemplo de aplicación 2

Se desea conocer las pérdidas por calentamiento de una línea monofásica de 28 m realizada con cable Afumex Easy (AS) de 3G16 (cable de cobre flexible, clase 5) por la que circulan 94 A.

Al tratarse de tendido monofásico la potencia perdida será:

$$P = 2RI^2 = 2 \times 1,54 \Omega/\text{km} \times 0,028 \text{ km} \times 94^2 \text{ A}^2 = 762 \text{ W} \approx 0,76 \text{ kW}$$

Hemos tomado de nuevo el valor a máxima temperatura de la resistencia. Para obtener el valor de resistencia a la temperatura real del cable ver ejemplo del apartado K, punto 7 del catálogo. El resultado no diferirá mucho del obtenido.

Para este caso si entendemos que el cable estaba instalado en bandeja perforada, la temperatura estándar al aire es de 40 °C y a esto debemos añadir el calentamiento del cable por efecto Joule que aumenta la resistencia, es decir, el cable estará cerca del valor de 90 °C. Para que esto no sea así, debe dominar el criterio de la caída de tensión o del cortocircuito en nuestros cálculos (y en ese caso el cable se calentará menos, ya que por el criterio de la intensidad máxima la sección será holgada).

Veamos si hubiéramos supuesto 70 °C en el conductor que valor obtendríamos:

$$P = 2RI^2 = 2 \times 1,48 \Omega/\text{km} \times 0,028 \text{ km} \times 94^2 \text{ A}^2 = 732 \text{ W} \approx 0,73 \text{ kW}$$

Muy similar al anterior resultado con la resistencia a 90 °C.

#### 14.- Programa PrysmiTool para cálculo de secciones según el REBT

PrysmiTool es una completa herramienta para calcular secciones de conductor en BT. Con un diseño amigable y totalmente gratuito, ayuda a elegir el sistema de instalación y cable apropiado y a calcular su sección teniendo en cuenta todos los criterios de la normativa.

El programa PrysmiTool para cálculo de secciones y elección de cables está diseñado siguiendo el REBT 2002 y por tanto la norma UNE 20460-5-523 (2004). La idea fundamental es facilitar al usuario la sección de conductor adecuada a sus necesidades y el tipo de cable y sistema de instalación aceptado en el emplazamiento de la instalación. Por ello, el programa solicita primeramente la ITC-BT objeto del cálculo (vivienda, local de pública concurrencia, alumbrado, red de distribución...) una vez elegida sólo mostrará los sistemas de instalación aceptados en esa ITC-BT y concretado el sistema de instalación se mostrará la lista de cables admitidos para la ITC-BT y el sistema de instalación elegidos. Con estos datos ya sólo se necesita introducir los valores cuantitativos de la línea (intensidad o potencia, tensión, longitud, caída de tensión, temperatura del entorno, circuitos adyacentes ...) para obtener el resultado.

El programa está pensado para hacer posible la fácil comprobación de los resultados manualmente dado que en la pantalla final y el informe imprimible (ver página siguiente) se reflejan todos los detalles que han sido tenidos en cuenta (coeficientes, tipo de instalación, ITC-BT, valores introducidos...) para obtener el resultado.

Desde Prysmian le invitamos a que se descargue el programa PrysmiTool en [www.prysmian.es](http://www.prysmian.es) y compruebe como le puede ayudar esta herramienta.

**NOTA:** El programa de Prysmian gratuito PrysmiTool para cálculo de secciones en BT puede emplearse para cálculos en países del extranjero dado que calcula según los criterios de la norma UNE 20460-5-523 que son coincidentes con la IEC 60364-5-523 y teniendo en cuenta que para obtener la sección por caída de tensión podemos fijar el valor de la reactancia manualmente para cuando la frecuencia sea de 60 Hz.

Para utilizarlo, dado que el REBT sólo es de aplicación en España, decir que en la pantalla inicial se debe elegir la ITC-BT 20 que es la más generalista, de esta forma tendremos en pantallas siguientes acceso a todos los sistemas de instalación y todo tipo de cables admisibles en el sistema de instalación elegido.

## K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES



SOFTWARE PARA CÁLCULO DE SECCIONES



CABLES & SISTEMAS

www.prysmian.es

### RESULTADOS DEL CÁLCULO SEGÚN RBT (R.D. 842/2002)

**TIPO DE CABLE PROPUESTO**



**Afumex 1000 V (AS) (Cable de 1000 V AS)**

**Naturaleza del conductor:** Cobre (Cu)  
**Aislamiento del cable:** XLPE  
**Tensión nominal del cable:** 1000 V  
**Temp. máxima conductor:** 90°C  
**Composición del cable:** Conductores aislados o cables unipolares

**TIPO DE INSTALACIÓN**

ITC-BT 28 Locales de pública concurrencia / En bandejas (sin tubo o conducto) / Perforadas, rejilla (F)

**CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN**

<p><b>Intensidad de corriente:</b> 481.13 A  <b>Potencia activa:</b> 300.00 kW  <b>Potencia aparente:</b> 333.33 kVA  <b>Cos φ:</b> 0.9  <b>Rendimiento (motores):</b> --  <b>Coef. tipo instalación:</b> 1 (otros)  <b>Coef. tipo de receptor:</b> 1 (otros)  <b>Otro coeficiente:</b> 1.00  <b>Temperatura Ambiente:</b> 45 °C (0.96)  <b>Expuesto al sol:</b> NO (1.00)  <b>nº circuitos adicionales:</b> --</p>	<p><b>Tipo de corriente:</b> Alterna Trifásica  <b>Tensión:</b> 400 V  <b>Intensidad cortocircuito:</b> 60.00 kA  <b>Tiempo disparo protecciones:</b> 0.5 s  <b>% caída de tensión:</b> 5.0 %  <b>Caída de tensión:</b> 20.0 V  <b>Longitud de la línea:</b> 130 m  <b>Reactancia:</b> 0.10 Ω/km  <b>Tipo instalación bandejas:</b> Perforadas  <b>nº de bandejas:</b> 3  <b>nº circuitos adicionales:</b> 2 (0.78)  <b>Separación circuitos:</b> En contacto  <b>nº de capas:</b> 2 (0.80)</p>
---	---

**RESULTADO CÁLCULO**

**Sección por intensidad: 150 mm<sup>2</sup>**

Número de conductores por fase: 2

Intensidad máxima admisible del circuito: 484.02 A

Factor de corrección por agrupación final: 0.62

**Sección por cortocircuito: 300 mm<sup>2</sup>**

Número de conductores por fase: 1

**Sección por caída de tensión: 150 mm<sup>2</sup>**

Número de conductores por fase: 1

**SOLUCIÓN**

**Sección recomendada: 150 mm<sup>2</sup>**

**Número de conductores por fase: 2**

NOTA: este cálculo ha sido realizado según los criterios del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002) y sus instrucciones técnicas complementarias. Prysmian Cables y Sistemas no se responsabiliza del uso que se haga de los cálculos descritos en este informe.

El informe imprimible del programa PrysmiTool recoge todos los datos del cálculo.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 15. - Cálculos para alumbrado

La ITC-BT 44 del REBT en su punto 3.1., 4º párrafo explica que, para lámparas de descarga, la carga mínima previstas en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. Y este coeficiente es el que se debe aplicar en ausencia de datos más concretos por parte del fabricante de las lámparas a instalar pues los circuitos de alimentación deben estar previstos para transportar la carga de los receptores, de sus elementos asociados y de sus corrientes armónicas y de arranque.

Las lámparas de descarga pueden ser: fluorescentes (vapor de mercurio a baja presión), vapor de mercurio a alta presión, de halogenuros metálicos, de vapor de sodio de alta o de baja presión, de luz mezcla o mixtas...

En el caso de lámparas de incandescencia la potencia de cálculo será la nominal pues no es necesario provocar una descarga para el encendido.

Si la instalación se realiza con lámparas de tecnología LED recordar que se debe tomar la potencia nominal sin necesidad de aplicar coeficiente alguno, salvo otra indicación del fabricante.

#### 16. - Variación de las condiciones de instalación a lo largo del tendido del cable

La actual versión de la norma UNE 20460-5-523 que data de 2004 dice escuetamente en el punto 523.7 lo siguiente:

*Si las condiciones de disipación de calor varían de una parte del recorrido a otra, las intensidades admisibles deberán determinarse para la parte del recorrido que presenta las condiciones más desfavorables.*

Es una afirmación que no dejando de ser clara parece muy directa y simplificadora sin tener en consideración la multitud de situaciones en las que de forma transitoria varían las condiciones a lo largo del recorrido de un tendido de cable.

Si retrocedemos 10 años (1994) nos encontramos que la versión anterior de la citada norma si contempla excepciones que ayudan a entender cuándo se puede considerar variación de condiciones de instalación relevante y cuando no.

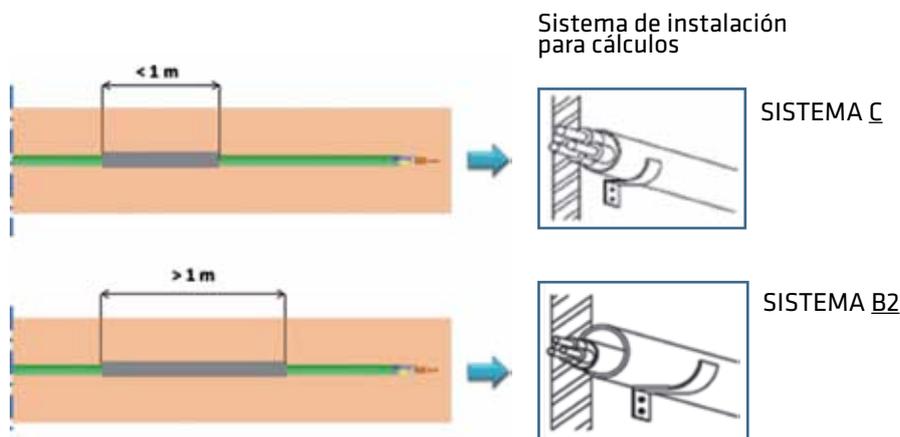
La UNE 20460-5-523 (1994) ya contemplaba 2 situaciones en las que se exime de considerar el sistema de instalación más restrictivo en su punto 7.5, a saber:

1.- *Cuando por razones de protección mecánica se dispone un cable en un conducto o canal para instalaciones (canaleta), en una longitud no superior a un metro, no será necesaria la reducción de corrientes admisibles, siempre que el conducto o canal para instalaciones (canaleta) esté al aire o instalado sobre una superficie vertical.*

Es una situación frecuente y resulta interesante que esté contemplada en una norma para alejar dudas y para dejar claro dónde estaría el límite de acumulación térmica por protección parcial del recorrido de un cable. Límite que permite considerar sólo el sistema de instalación dominante para calcular el cable

Por ejemplo, si un cable se instala grapado a la pared y en una parte de su recorrido se protege bajo tubo de longitud inferior a un metro no sería necesario tener en cuenta el tubo y por tanto el cable se puede calcular como si fuera solamente grapado a la pared de principio a fin.

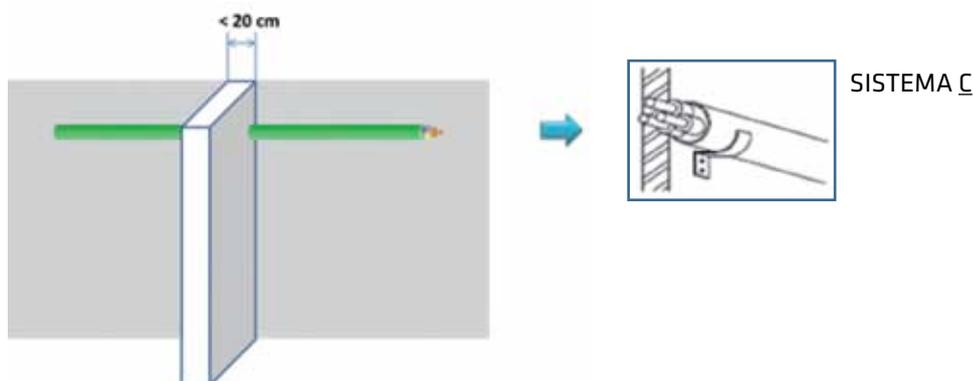
Pero si extendemos la protección del cable hasta por ejemplo dos metros todo el tendido debería ser considerado bajo tubo y grapado a la pared, sistema de instalación más restrictivo que el anterior por dificultar la evacuación del calor y, por tanto, obligar a recurrir a secciones superiores de conductor.



### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

2.- Cuando una canalización está empotrada o instalada sobre un material de resistencia térmica superior a  $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ , no será necesaria una reducción de corriente admisible, siempre que su longitud no supere los  $0,20 \text{ m}$ .

La mampostería (ladrillo, hormigón, yeso o análogo) tiene en general resistividad térmica no superior a  $2 \text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$ . Es fácil imaginar una situación así cuando una instalación atraviesa un muro.



En ocasiones no cambia el sistema de instalación pero la disipación térmica se ve afectada por una agrupación de circuitos que no está presente todo el recorrido de la canalización eléctrica. En tal caso, el punto 2.2.3 de la GUÍA-BT-19\* del REBT nos dice textualmente:

*No se considerarán los factores de reducción (por agrupamiento) cuando la distancia en la que discurren paralelos los circuitos sea inferior a  $2 \text{ m}$ , por ejemplo en la salida de varios circuitos de un cuadro de mando y protección.*

Recomendamos en cualquier caso intentar evitar la concentración de circuitos sin consideración en el cálculo de secciones, aunque sea por una longitud inferior a los  $2 \text{ metros}$ .

\*La GUÍA-BT no es vinculante (artículo 29 del REBT).

Para redes de distribución enterradas en la ITC-BT 07 (pto. 3.1.3, último párrafo) podemos leer:

*En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los  $15 \text{ m}$ , si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo.*

El apartado se refiere a canalizaciones directamente enterradas en las que en un segmento de hasta  $15 \text{ m}$  se debe entubar el tendido. Eximiendo de consideraciones de cálculo especiales el hecho de cambiar transitoriamente el sistema de instalación. Tal circunstancia venía siendo habitual en los cruces de carreteras.

El texto no se refiere a casos de agrupamientos que sí deberán venir afectados del correspondiente coeficiente de corrección.

#### 17.- Intensidades admisibles para cables con más de 4 conductores cargados.

Algunos cables como el Afumex Múltiple  $1000 \text{ V}$  (AS) o el Euroflam Energía están diseñados para alimentación de varios receptores de baja potencia o para transmisión de muchas señales de mando. Por esta razón se fabrican en composiciones tales como 6G1,5; 10G1,5; 14G1,5; 24G1,5; 30G1,5 y también con secciones superiores (2,5; 4, etc.).

La norma UNE 20460-5-523 (2004) de intensidades admisibles no contempla valores para este tipo de formaciones y tampoco ofrece información alguna sobre como poder calcular un cable de este tipo correctamente. Permite obtener intensidades admisibles para cables con 2 conductores cargados (sistemas monofásicos o para corriente continua), 3 conductores cargados (sistemas trifásicos) y hasta 4 conductores cargados (sistemas trifásicos con influencia importante de corrientes armónicas, ver UNE 20460-5-523, anexo C) pero no para cables de 5 o más conductores.

La siguiente tabla recoge coeficientes de corrección a aplicar a los valores de las tablas de intensidades de la UNE 20460-5-523 (2004) para poder conocer cuál es la intensidad máxima que puede circular por los conductores de estos cables particulares. Es de aplicación para cables hasta  $10 \text{ mm}^2$  y para valores de intensidades trifásicas.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

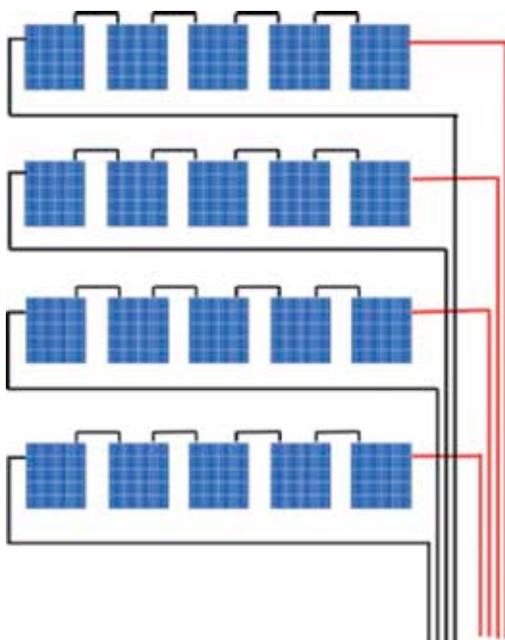
Número de conductores cargados	Enterrados	Al aire
5	0,70	0,75
7	0,60	0,65
10	0,50	0,55
14	0,45	0,50
19	0,40	0,45
24	0,35	0,40
40	0,30	0,35
61	0,25	0,30



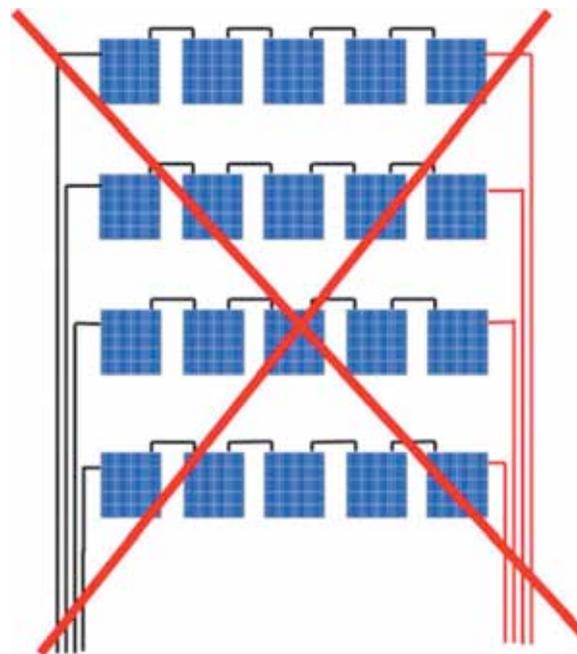
#### 18.- Agrupación adecuada de conductores en instalaciones fotovoltaicas

Como sabemos los paneles fotovoltaicos captan la radiación solar y la transforman en energía eléctrica generando corriente continua. La corriente continua lleva aparejada un campo magnético también continuo, al no variar prácticamente en el tiempo o variar muy lentamente no produce inducciones por lo que no es inconveniente agrupar conductores de la misma polaridad ya que a diferencia de los sistemas eléctricos de corriente alterna no es necesario compensar los campos electromagnéticos para eliminar, en gran medida, los efectos inductivos.

Si instalamos juntos conductores de la misma polaridad sabemos que en caso de un defecto de aislamiento, la diferencia de potencial entre los conductores en cortocircuito será por lo general muy pequeña o inexistente lo que redundará en mayor seguridad en la instalación. De ahí, la utilidad de agrupar los cables con la misma polaridad.



Instalar cables de la misma polaridad juntos en canalizaciones de corriente continua es una buena práctica que previene accidentes eléctricos graves.



Esta forma de agrupación es incorrecta ya que los grandes bucles favorecen la aparición de sobretensiones por caídas de rayos...

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 19.- Cables expuestos al sol

No existe una orientación clara en la normativa en cuanto a la consideración cuantitativa de la acción directa del sol sobre los tendidos de cable:

- La norma de intensidades admisibles en cables para instalaciones en edificios (UNE 20460-5-523; IEC 60364-5-523) nos remite a calcular la acción solar empleando la IEC 60287 (UNE 21144).
- La norma UNE 211435 para elección de cables de tensión superior o igual a 1 kV orientada a distribución (no edificación) tanto en BT como en MT ofrece valores para cables trenzados tipo RZ de cobre (Polirret Feriex) o AL RZ de aluminio (Al Polirret) para cuando se prevé la acción solar directa sobre el tendido, pero sólo para estos tipos de cable. Los coeficientes aplicados varían entre 0,85 y 0,95 según la sección.
- La norma antecesora de la UNE 211435 fue la UNE 20435 (ya anulada) y en ella sí que se encontraba una orientación para reducir las intensidades admisibles en el apartado 3.1.2.1.4. *(El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,9).*

Cuando no se tiene idea del nivel de afección del sol al tendido es bueno disponer de un coeficiente que al menos nos orienta, aunque su aplicación general sea para distribución y la norma esté anulada. Al menos, invita a no obviar en los cálculos esta influencia térmica.

Quizá más importante puede ser saber la sobreelevación de temperatura estimada en los cables por su exposición al sol. En la siguiente tabla podemos encontrar los incrementos de temperatura estimados en el cable en función de su diámetro exterior, respecto al estándar de temperatura ambiente en España a la sombra (40 °C) para cálculos de conductores en instalaciones al aire.

Diámetro del cable (mm)	20	40	60	80
Sobreelevación de temperatura (°C)	10	18	24	28

En la tabla se observa como el incremento de temperatura depende fuertemente de la superficie de exposición al sol.

Por tanto para la mayoría de los cables de BT cuyo diámetro suele ser inferior a 20 mm en las condiciones estándares de temperatura (40 °C) deberemos corregir la intensidad admisible según el coeficiente correspondiente a 50 °C. En el caso de cables para MT o multipolares de elevada sección para BT, el diámetro exterior de los cables más habituales ronda los 40 o 60 mm lo que nos lleva a calcular la intensidad máxima admisible para una temperatura de 58 °C o 64 °C respectivamente.

Al respecto de la exposición de los cables al sol no debe perderse de vista lo que dice el REBT en su ITC-BT 30 pto. 2 donde se asemeja la intemperie a un local mojado y se exige la instalación de los cables bajo canalización estanca. Lo que llevaría a pensar que en BT sólo se admite expresamente el empleo en intemperie de los cables trenzados RZ (tipo Polirret Feriex) y AL RZ (tipo Al Polirret) por estar expresamente admitidos (cables diseñados bajo norma UNE 21030 en ITC-BT06) para redes tensadas o posadas en el exterior sin necesidad de conducto.

Igualmente recordamos que los cables de más habitual uso en BT (Afumex Easy (AS) → RZ1-K (AS), Retenax Flex → RV-K...) están expresamente admitidos para instalaciones exteriores sin tubo o conducto según refleja la guía de utilización de sus respectivas normas de diseño. En resumen son técnicamente aptos para la intemperie pero expresamente no lo admite la reglamentación española. Aunque maticemos que a estas alturas alguna disposición regional racionalmente admite cables con cubierta en bandeja a la intemperie en determinadas zonas sin acceso al público en general.

Un caso especial de exposición al sol son cables tipo P-Sun 2.0 o Tecsun, especialmente pensados y garantizados para prestar servicio 30 años en las condiciones de una instalación fotovoltaica. Estos tendidos de intemperie rara vez se instalan bajo tubo o canal protectora cuando la canalización discurre por la superficie. Se encarece la instalación y se dificulta la ventilación de la misma cuando el producto instalado está ideado para soportar las condiciones ambientales de una instalación cuya exposición a la radiación del sol y a otros agentes atmosféricos está fuera de toda duda.



Los cables P-Sun 2.0 y Tecsun están pensados para soportar las exigencias de una instalación fotovoltaica durante 30 años.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

#### 20.- Reducción de la potencia perdida por efecto Joule en los conductores, por reducción de la intensidad de corriente respecto al valor máximo admisible

Sabemos que no podemos pensar que un conductor transporte el 100 % de la intensidad máxima admisible para su sistema de instalación porque es necesario intercalar una protección entre el valor de intensidad de funcionamiento del cable y el máximo admisible, de esta forma si superamos los valores calculados el circuito quedará interrumpido sin peligrar la integridad del cable y de la instalación.

En la siguiente tabla observamos el importante efecto de la reducción de potencia perdida en los conductores de una línea por limitación de la intensidad de corriente que circula por la misma. Una reducción del 20 % respecto al valor máximo admitido para el conductor en su sistema de instalación lleva aparejado una reducción de pérdidas térmicas del 40 % y si la intensidad admisible se rebaja en un 30 % las pérdidas bajarán hasta el 55 %. No existe proporcionalidad puesto que como sabemos el efecto Joule es función cuadrática de la intensidad que recorre el conductor ( $P = R \cdot I^2$ ).

Es importante tener presentes estos valores para extraer la moraleja de que la generosidad con las secciones de conductor no es sinónimo de gasto innecesario en un entorno de tarifas crecientes desenganchadas del IPC.

Reducción de la intensidad que circula por los conductores, en % respecto a la intensidad máxima admisible	Reducción de potencia perdida en los conductores (%)
0	0
10	21
20	40
30	55
40	68
50	78
60	86
70	92
80	97
90	99
100	100

#### 21.- Cálculos de sección a 50 y a 60 Hz en BT

En los tiempos corren es fácil encontrarse con proyectos para instalaciones eléctricas que funcionan a 60 Hz de frecuencia en lugar de 50 Hz (frecuencia industrial en España). Estudiemos si hay mucha diferencia para nuestros cálculos de sección de conductor.



#### Criterio de la intensidad admisible

Si observamos la norma de referencia para las intensidades admisibles en instalaciones en edificios (instalaciones interiores o receptoras en general) UNE 20460-5-523 (2004) que adopta la norma internacional IEC 60364-5-523, tras el punto 523.8.2 encontramos la NOTA 1 del apartado *Notas generales para las tablas que dice textualmente: ...Las intensidades admisibles tabuladas se refieren a un funcionamiento permanente (factor de carga 100 %) en corriente continua o en corriente alterna de frecuencia nominal 50 o 60 Hz.*

Es decir, el cálculo por el criterio de la intensidad admisible no varía porque la instalación sea para una frecuencia de 50 o 60 Hz para las secciones habituales de conductor (los valores tabulados llegan hasta un máximo de 630 mm<sup>2</sup> en algún sistema de instalación concreto si bien las secciones de conductor más comunes en stock no suelen superar los 300 mm<sup>2</sup> y sólo en algunos tipos de cable).

Estrictamente sabemos que la intensidad admisible depende de la resistencia del conductor y de la resistencia térmica del entorno. Y al depender la resistencia en corriente alterna de la frecuencia (efectos piel y proximidad, ver UNE 21144 o IEC 60287) hay una variación de la misma al alza al aumentar la frecuencia pero como vemos la norma lo considera despreciable para este salto pequeño de sólo 10 Hz.

## K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Como ejemplo tenemos los siguientes incrementos de resistencia por aumentar la frecuencia de 50 a 60 Hz:

$$240 \text{ Al} \rightarrow \Delta R_{50 \rightarrow 60 \text{ Hz}} = 0,2 \%$$

$$240 \text{ Cu} \rightarrow \Delta R_{50 \rightarrow 60 \text{ Hz}} = 0,7 \%$$

$$500 \text{ Al} \rightarrow \Delta R_{50 \rightarrow 60 \text{ Hz}} = 1,5 \%$$

$$500 \text{ Cu} \rightarrow \Delta R_{50 \rightarrow 60 \text{ Hz}} = 3,4 \%$$

**NOTA:** se recuerda que las intensidades admisibles son las mismas si el conductor es rígido como si es flexible. La norma UNE 20460-5-523 (e IEC 60364-5-523) no ofrece valores distintos.

### Criterio de la caída de tensión

La caída de tensión en una línea depende esencialmente de la resistencia eléctrica de la misma y a partir de cierta sección (que puede ser 35 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y 70 mm<sup>2</sup> para conductores de aluminio) la reactancia de la línea empieza a tener su influencia en la misma.

Cómo hemos visto en el apartado anterior el paso de 50 a 60 Hz no implica una elevación significativa de la resistencia para las secciones de habitual uso.

La variación de la reactancia si es fácilmente cuantificable dado que como sabemos la reactancia se puede expresar:

$$X = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

Dónde L es el coeficiente de inducción mutua y es un valor que depende de la geometría de los conductores del tendido y de su disposición no de la frecuencia. Ver apartado K, pto. 6.

$$X_{50 \text{ Hz}} = 2 \times \pi \times 50 \cdot L$$

$$X_{60 \text{ Hz}} = 2 \times \pi \times 60 \cdot L$$

$$X_{60 \text{ Hz}} / X_{50 \text{ Hz}} = 1,2 \rightarrow \text{incremento del } 20 \% \text{ en la reactancia}$$

Si tenemos en cuenta que, según leemos en la norma francesa UTE C 15-105 y cómo se puede demostrar con cálculos, con carácter general podemos tomar como valor para la reactancia de una línea 0,08 Ω/km independientemente de la sección del conductor, disposición (tresbolillo o en el mismo plano) y sistema de instalación, tendremos el valor de 0,096 Ω/km como valor generalmente admisible para cálculos de líneas en BT a 60 Hz. (Ver fórmulas de cálculo de sección con influencia de la reactancia en el apartado E).

### Criterio del cortocircuito

La fórmula del calentamiento adiabático es:

$$I_{cc}^2 \cdot t_{cc} = K^2 \cdot S^2 \cdot \ln \left( \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta} \right)$$

Ni la intensidad de cortocircuito ( $I_{cc}$ ), ni el tiempo de actuación de las protecciones ( $t_{cc}$ ) varían con la frecuencia. Tampoco la sección del conductor (S), las temperaturas inicial ( $\theta_i$ ) o final ( $\theta_f$ ) ni la inversa del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura ( $\beta$ ). Finalmente K, que es una constante que depende del material conductor utilizado y del aislamiento, tampoco se ve alterada por la frecuencia por lo que los resultados del cálculo no se verán afectados por el cambio de frecuencia de 50 a 60 Hz.

Cuando se calculan conductores por el criterio de cortocircuito debemos tener en cuenta que las reactancias de los mismos aumentan un 20 % (60/50 = 1,2) por pasar de 50 a 60 Hz. La reactancia de referencia en las líneas será pues 0,096 Ω/km en ausencia de datos más precisos (0,08 Ω/km x 1,2 = 0,096 Ω/km).

Al aumentar la reactancia y por tanto las impedancias del circuito los valores de intensidad de cortocircuito para los que se considere la reactancia en su cálculo tendrán a 60 Hz un valor inferior al de 50 Hz.

### Conclusiones

Vemos que si estamos acostumbrados a hacer cálculos en corriente alterna a 50 Hz, para obtener secciones de conductor a 60 Hz sólo debemos considerar el aumento de la reactancia cuando esta influye al calcular por el criterio de la caída de tensión (recomendamos que así sea para S<sub>Cu</sub> ≥ 35 mm<sup>2</sup> y S<sub>Al</sub> ≥ 70 mm<sup>2</sup>) o a la hora de calcular el cortocircuito en la línea donde las reactancias aumentan un 20 %. Tal incremento de reactancia inductiva influye además poco para los cálculos de las secciones de conductor convencionales de uso siempre bajo el supuesto de líneas en las que los armónicos no tengan mucha presencia.

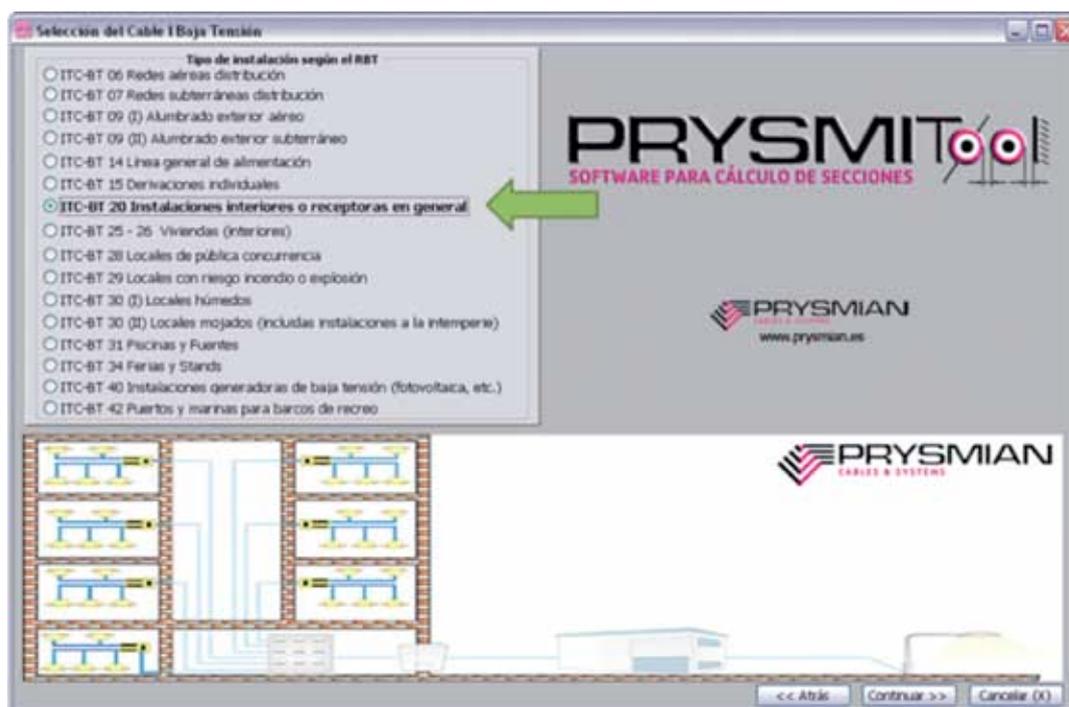
**NOTA:** la norma UNE 20460-5-523 (2004) es la versión oficial, en español, del documento europeo de armonización HD 384.5.523 S2 (2001) (que a su vez adopta la norma internacional IEC 60364-5-523 (1999)), por lo que también tiene correspondencia con esta norma europea de referencia.

Asimismo, recordar que los valores de intensidades en estas normas se derivan de acuerdo con los métodos dados en la norma IEC 60287, utilizando las dimensiones especificadas en la norma IEC 60502, con las resistencias de conductor dadas en la norma IEC 60228.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

**NOTA2:** el programa de Prysmian gratuito PrysmiTool para cálculo de secciones en BT puede emplearse para cálculos en países del extranjero dado que calcula según los criterios de la norma UNE 20460-5-523 que son coincidentes con la IEC 60364-5-523 y teniendo en cuenta que para obtener la sección por caída de tensión podemos fijar el valor de la reactancia manualmente para cuando la frecuencia sea de 60 Hz.

Para utilizarlo, dado que el REBT sólo es de aplicación en España, decir que en la pantalla inicial se debe elegir la ITC-BT 20 que es la más generalista, de esta forma tendremos en pantallas siguientes acceso a todos los sistemas de instalación y todo tipo de cables admisibles en el sistema de instalación elegido.



#### 22.- Nuevas normas de diseño para cables de BT

Se ha editado recientemente la nueva norma UNE EN 50525 “Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U)”, que es la transposición de la norma europea EN 50525 y que comporta la anulación de las siguientes normas de referencia para cables armonizados:

UNE 21027 – Cables aislados con goma de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. (Cables tipo Bupreno H07RN-F, Afumex Paneles, Afumex Expo (AS)...)

UNE 21031 – Cables aislados con policloruro de vinilo de tensiones nominales Uo/U inferiores o iguales a 450/750 V. (Cables tipo Wirepol Rígido, Flexible y Gas).

Además de su actualización técnica, esta norma supone una racionalización de la estructura normativa para los cables de baja tensión armonizados, agrupando por su utilización prevista en lugar del material de aislamiento los cables.

La norma UNE EN 50525 consta de las siguientes partes:

Parte 1: Requisitos generales.

Parte 2: Cables de utilización general.

Parte 3: Cables con propiedades especiales ante el fuego.

Cada una de estas partes se subdivide teniendo en cuenta su utilización según sean cables flexibles, unipolares con o sin cubierta para instalaciones fijas y cables para aplicaciones especiales.

Como caso particular se encuentra la norma UNE 211002 (cables tipo Afumex Plus 750 V (AS)), las características constructivas de los tipos de cable armonizados incluidos en ella se encuentran también en la mencionada serie UNE EN 50525.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Repasamos a continuación los cables de uso más común que se han visto afectados por este cambio normativo:

#### CABLES DE LA SERIE UNE 21027 (anulada)

Anterior		Designación del cable	Nombre PRYSMIAN	Actual	
Norma diseño	Título			Norma diseño	Título
UNE 21027-4	Cables flexibles	H07RN-F	<b>Bupreno H07RN-F</b>	UNE EN 50525-2-21	Cables flexibles con aislamiento de elastómero reticulado. Cables de utilización general
UNE 21027-9	Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, no propagadores del incendio y con baja emisión de humos	ES05Z-U (AS)	<b>Afumex Paneles Rígido (AS)</b>	Sin correspondencia	---
		ES07Z-U (AS)			
		ES07Z-R (AS)	<b>Afumex Paneles Flexible (AS)</b>		
		ES05Z-K (AS)			
ES07Z-K (AS)					
UNE 21027-13	Cables flexibles libres de halógenos y baja emisión de humos	H07ZZ-F (AS)	<b>Afumex Expo (AS)</b>	UNE EN 50525-3-21	Cables flexibles con aislamiento reticulado libre de halógenos y baja emisión de humos. Cables resistentes al calor (90 °C)

#### CABLES DE LA SERIE UNE 21031 (anulada)

Anterior		Designación del cable	Nombre PRYSMIAN	Actual	
Norma diseño	Título			Norma diseño	Título
UNE 21031-3	Cables unipolares sin cubierta para instalaciones fijas	H05V-U	<b>Wirepol Rígido</b>	UNE EN 50525-2-31	Cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico (PVC). Cables de utilización general
		H05V-R			
		H07V-U	<b>Wirepol Flex</b>		
		H05V-K			
H07V-K					
UNE 21031-5	Cables flexibles	H05VV-F	<b>Wirepol Gas</b>	UNE EN 50525-2-11	Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC). Cables de utilización general

#### CABLE DE LA NORMA UNE 211002

Anterior		Designación del cable	Nombre PRYSMIAN	Actual	
Norma diseño	Título			Norma diseño	Título
UNE 211002*	Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas	H07Z1-K (AS) TYPE 2	<b>Afumex Plus 750 V (AS)</b>	UNE EN 50525-3-31	'Cables unipolares sin cubierta con aislamiento termoplástico libre de halógenos y baja emisión de humo. Cables para instalaciones fijas
		ES05Z1-K (AS)		Sin correspondencia	

\* A diferencia de la serie de normas UNE 21031 y UNE 21027, esta norma UNE no ha sido anulada por la edición de la serie de normas UNE EN 50525.

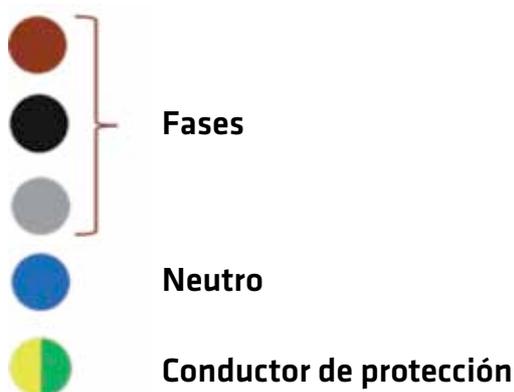
**NOTA:** los cables de la norma UNE EN 50525 que proceden de las normas anuladas UNE 21027 y UNE 21031 siguen teniendo la norma UNE 21176 (HD 516 S2) como guía de utilización.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

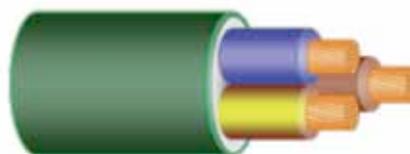
#### 23.- Coloración de los conductores

El apartado 2.2.4 de la ITC-BT 19 del REBT establece la identificación por color de los conductores según su función (fases, neutro o conductor de protección). También la norma UNE 21089-1 (HD 308 S2) contempla las coloraciones de los aislamientos para los cables eléctricos multipolares entre 2 y 5 conductores (quedan excluidos algunos tipos concretos como cables para corriente continua o cables trenzados para redes aéreas).

Los colores se asignan según la función que va a desempeñar ese conductor en el circuito:



Cable multipolar



Cable unipolar



El color marrón adquiere prioridad como conductor de fase y por ello es el color de fase que aparece en los cables para circuitos monofásicos.

Los cables unipolares con cubierta no tienen diferentes coloraciones de aislamiento asignadas. Debe identificarlos el instalador con señalizadores en la cubierta (GUIA-BT 19).

La existencia o no del conductor de protección amarillo/verde va a condicionar la designación del número de conductores y la sección nominal del cable (UNE 20434, tabla 3). Así un cable con conductor amarillo/verde sustituirá el símbolo X por G (Ground = tierra).

Las designaciones quedarán pues como sigue:



Así un cable 4G16 sabemos que tiene 4 conductores de 16 mm<sup>2</sup> de sección uno de los cuales es amarillo/verde (y por tanto los otros 3 serán fases: marrón, negro, gris al no tener sentido otra formación pues no es lógico que fueran dos fases + neutro ya que en general los tendidos son trifásicos o monofásicos).

Un cable de 3x25 presenta 3 conductores de 25 mm<sup>2</sup> de sección. Los colores serán marrón, negro y gris (3 fases). En manos del proyectista o instalador queda incluir un conductor unipolar de protección adicional para el circuito en que aplique el cable.

#### 24.- Cables unipolares y cables multipolares ¿Cuándo utilizarlos?

Más allá del cálculo de la sección de los conductores de una línea tenemos la elección de cables unipolares o cables multiconductores para ejecutar los tendidos. Veamos consideraciones a tener en cuenta para facilitar la tarea del instalador.

##### 1.

Una vez obtenida la sección de los conductores de una línea eléctrica en muchas ocasiones queda en manos del instalador en obra elegir cables de un solo conductor o no. Hay criterios técnicos que pueden ayudar a quedarnos con la opción más adecuada.

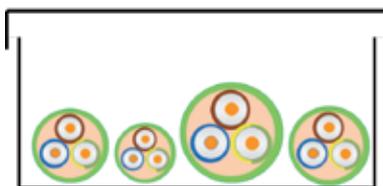
### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

Para empezar señalaremos lo más importante, y es que si una línea está calculada para cable multiconductor, se pueden utilizar cables unipolares puesto que los circuitos constituidos por agrupación de cables unipolares soportan mayor intensidad admisible que si se utiliza cable multiconductor. La disipación térmica se ve perjudicada cuando una cubierta “abrazo” varios conductores aislados (ver UNE 20460-5-523:2004) aunque poco cuantitativamente.

Por ejemplo, si en una bandeja perforada disponemos 4 conductores unipolares (3 fases + neutro) Afumex Easy (AS) de 1x70 para alimentación trifásica la máxima intensidad admisible que soportará será de 224 A (XLPE3, instalación tipo F) mientras que si se opta por instalar el mismo tipo de cable Afumex Easy (AS) pero de 4x70 la intensidad máxima se reduce hasta los 214 A (XLPE3, instalación tipo E).

De todo esto se deduce que a efectos técnicos se puede pasar de cables multipolares a unipolares, pero no al revés (salvo que se hagan las comprobaciones necesarias).

Cuando existe la posibilidad de confundir conductores de un circuito con los de otro se recomienda el uso de cables multiconductores, así, cada cable contendrá todos los conductores de un solo circuito. Por ejemplo, en las canaladuras de difícil acceso a lo largo de su recorrido que contienen dos o más circuitos como canalizaciones verticales que contengan varias derivaciones individuales en edificios.



En canales protectoras lo idóneo es instalar cables multipolares para no confundir conductores de diferentes circuitos.

#### 2.

Teniendo en cuenta todo lo anterior la manejabilidad del cable es el factor crítico para decidir. Los cables multiconductores precisan de bobinas más voluminosas y pesadas y su tendido exige radios de curvatura muy superiores a cables unipolares, dado que este es función del diámetro exterior del cable.

¿Dónde estaría el límite en el que empezar a pensar en cables unipolares en lugar de multipolares? Podríamos decir que cuando se trata de tendidos interiores con las lógicas limitaciones de espacios y radios de curvaturas, se suele pensar en cables unipolares cuando las secciones superan los 35 mm<sup>2</sup>. Este valor podría ser una referencia orientativa.

Por supuesto si disponemos de espacio y medios necesarios para manejo de grandes bobinas se pueden instalar cables de hasta 4x240. Puede ser el caso de instalaciones directamente enterradas o tendidos cortos poco sinuosos. (Ver tabla comparativa de datos del cable Afumex Easy (AS) de 4x240 y la alternativa unipolar de 1x240).

	Peso	Diámetro exterior	Radio de curvatura	Diámetro de bobina	Capacidad bobina
	kg/m	mm	mm	mm	m
Afumex Easy (AS) 4x240	10,5	63	378	2200	250
Afumex Easy (AS) 1x240	2,3	27	135	1400	800

#### (Valores aproximados)

**Nota:** para conocer los radios de curvatura de los cables de BT se ruega consultar el apartado H.

Los cables multipolares permiten agrupar todos los conductores de un circuito bajo una misma cubierta con la correcta coloración de cada aislamiento para identificar fácilmente la función del conductor (marrón, negro y gris para las fases, azul para el neutro y amarillo/verde para el conductor de protección). Los cables unipolares de 0,6/1 kV no tienen diferentes coloraciones asignadas, los cables tipo Afumex Easy (AS) tienen cubierta verde, los Retenax Flex de color negro, etc. Por ello, precisan de una identificación a instalación acabada que corre por cuenta del instalador.

La GUIA-BT 19 nos sugiere como identificar los conductores unipolares de 0,6/1 kV en el punto 2.2.4: Los cables unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV con aislamiento y cubierta no tienen aplicadas diferentes coloraciones, en este caso el instalador debe identificar los conductores mediante medios apropiados, por ejemplo mediante un señalizador o argolla, una etiqueta, etc.. en cada extremo del cable.

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

No es una solución inteligente siempre pensar en cables unipolares de 0,6/1 kV con diferentes coloraciones de aislamiento. Nos olvidaríamos del problema de la identificación pero se multiplicarían los stocks y deberíamos ir provistos de una voluminosa bobina para cada color en la mayoría de los casos cuando en la situación actual con un solo color tenemos para todos los conductores del tendido salvo el conductor de protección que en secciones superiores a 16 mm<sup>2</sup> sabemos que puede ser de la mitad del valor de las fases. El neutro debe ser igual a las fases salvo justificación por cálculo (ITC-BT 19, pto. 2.2.2 último párrafo).

#### 25.- Designaciones de los cables para BT

Los cables eléctricos aislados de tensión asignada hasta 450/750 V se designan según las especificaciones de la norma UNE 20434 (Sistema de designación de los cables). Esta norma corresponde a un sistema armonizado (Documento de armonización HD 361 de CENELEC) y por lo tanto estas especificaciones son de aplicación en todos los países de la Unión Europea.

El sistema utilizado es una secuencia de símbolos en el que cada uno de ellos, según su posición, tiene un significado previamente establecido en la norma.

Los cables de tensión asignada 0,6/1 kV no están armonizados, por lo que este sistema de designación no les es de aplicación. Existen discrepancias y contradicciones entre ambos sistemas de designación, ya que el mismo símbolo puede tener significados distintos según se trate de un cable 450/750 V o un cable 0,6/1 kV. Si bien existen muchos paralelismos.

En la tabla siguiente se han incluido los símbolos de más frecuente utilización:

Referencia a:	Símbolo	Significado
Correspondencia con la normalización	H	Cable según normas armonizadas
	ES	Cable de tipo nacional (no existe norma armonizada)
Tensión asignada	05	300/500 V
	07	450/750 V
Aislamiento	Z1	Mezcla termoplástica a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos
	Z	Mezcla reticulada a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos
	V	Policloruro de vinilo
	R	Goma natural o goma de estireno-butadeino
Revestimientos metálicos	C4	Pantalla de cobre en forma de trenza, sobre el conjunto de los conductores aislados reunidos
Cubierta	Z1	Mezcla termoplástica a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos
	Z	Mezcla reticulada a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos
	V	Policloruro de vinilo
	N	Policloropreno (o producto equivalente)
Tipo de conductor	-K	Flexible para instalaciones fijas (clase 5 de UNE EN 60228)
	-R	Rígido, de sección circular, de varios alambres cableados (Clase 2 de UNE EN 60228)
	-U	Rígido, de sección circular, de un solo alambre (Clase 1 de UNE EN 60228)
	-F	Flexible para servicios móviles (Clase 5 de UNE EN 60228)

A modo de ejemplo podemos ver que el cable tipo Wirepol Rígido (H07V-R) es cable según normas armonizadas (H) de tensión asignada 450/750 V (07) con aislamiento de PVC (V) y con conductor rígido de varios hilos (-R).

El cable tipo Afumex Expo (H07ZZ-F) es también cable según normas armonizadas (H) con tensión asignada 450/750 V (07) con aislamiento de mezcla reticulada (termoestable) con baja emisión de gases corrosivos y humos (Z), cubierta del mismo tipo de material (Z) y flexible para servicios móviles (-F).

#### 26.- Las unidades del sistema internacional y los cables

Las unidades del sistema internacional están muy presentes tanto en los cálculos como en las designaciones de los cables, como sabemos afectan a casi todos los ámbitos de nuestra vida. Quizá sea conveniente recordar la convención oficial acerca de la escritura de las unidades y los valores numéricos, es muy posible que se encuentre con sorpresas.

Si, por ejemplo, alguien solicitara una partida de cable escribiendo en un papel o en un mail: 180 M. Afumex Easy (AS) 3G16, 0'6/1KV, se entiende lo que se ha escrito, pero asimismo existen errores en la expresión de los símbolos de las unidades.

La escritura correcta sería:

180 m Afumex Easy (AS) 3G16, 0,6/1 kV

### K) SOLUCIÓN A SITUACIONES PARTICULARES Y FRECUENTES

El RD 2032/2009 establece el Sistema Legal de Unidades de Medida. Ojeando su contenido nos encontramos interesantes detalles, toda vez que cualquier profesional del campo de la técnica va a manejar algún tipo de unidad sea cual sea la disciplina a la que se dedique y en general cualquier persona se va a encontrar con las unidades de medida en el día a día.

Es frecuente error encontrarse mal escritos los símbolos de las unidades del sistema internacional (SI). Añadir una s en el plural, escribirlos seguidos de punto o utilizar arbitrariamente las mayúsculas son algunas de las incorrecciones más usuales.

Recurrimos al capítulo I del RD 2032/2009 para recordar que el símbolo de metro es m, y el de segundo s. El producto de dos o más unidades se indica con preferencia por medio de un punto, que es suprimible si no se puede confundir con otro símbolo unidad múltiplo o submúltiplo. Así, un N·m se puede escribir como N m pero no como mN (milinewton). Por cierto que este producto de símbolos es el newton metro, siendo N/m newton por metro.

Los símbolos que corresponden a unidades derivadas de nombres propios, se escriben con mayúscula en su letra inicial. Por ejemplo T para el tesla o Hz para el hercio y también los símbolos de prefijos de múltiplos, como mega (M), tera (T), giga (G), salvo deca (da), hecto (h) y kilo (k). El nombre de la unidad es con inicial minúscula. Por ejemplo: julio (J), vatio (W), voltio (V), ohmio ( $\Omega$ ), etc.

Las comas que separan los decimales de la parte entera de las cantidades, deben ir siempre abajo (en la línea de escritura). Y curiosamente no se debe utilizar el punto para separar las unidades de mil de las centenas, ni los millones de las centenas de millar, se debe hacer mediante un espacio o sin utilizar separador alguno, p.e.: sería correcto escribir 7478,2 o 7 478,2 pero no está aceptado oficialmente 7.478,2.

Nos encontramos otro error frecuente de escritura cuando la cantidad y el símbolo de la unidad se encuentra unidos, así 35 mm<sup>2</sup> es correcto y no 35 mm<sup>2</sup>.

Recomendamos la lectura del RD 2032/2009 para más detalles interesantes sobre las unidades legales de medida.

#### 27.- Secciones de conductor ¿de dónde provienen?

Los números normalizados sirven para unificar valores de sección de conductor y con ello limitar las referencias de productos para racionalizar tanto la gestión de fabricaciones o de stocks o simplificar los cálculos entre otras ventajas.



#### Las secciones de conductor se obtienen a partir de potencias decimales.

La serie de números que se emplea para las secciones eléctricas de conductor es también referencia para otros componentes como por ejemplo para las intensidades nominales de los interruptores automáticos.

Si obtenemos la potencia de base diez (antilogaritmo) de los números a partir de cero con intervalos de una décima y tomamos valores alternos, por redondeo conseguiremos la serie de los primeros números normales que aplican a los cables eléctricos. Lo entenderemos fácilmente observando la siguiente tabla.

x	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
10 <sup>x</sup>	1	1,26	1,58	2	2,51	3,16	3,98	5,01
Sección	1		1,5		2,5		4	

x	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
10 <sup>x</sup>	6,31	7,94	10	12,59	15,85	19,95	25,11	31,62
Sección	6		10		16		25	

Las secciones superiores a 25 mm<sup>2</sup> actuales se obtuvieron por ajuste posterior de los números de la serie si bien inicialmente siguieron la misma lógica dejando de ser alternos a partir de 250 mm<sup>2</sup>.

x	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3
10 <sup>x</sup>	39,81	50,12	63,10	79,43	100,00	125,89	158,49	199,53
Sección inicial	40		63		100		160	
Sección en uso	35	50	70		95	120	150	185

x	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3	3,1
10 <sup>x</sup>	251,19	316,23	398,11	501,19	630,96	794,33	1000,00	1258,93
Sección inicial	250	300	400	500	630	800	1000	
Sección en uso	240	300	400	500	630	800	1000	

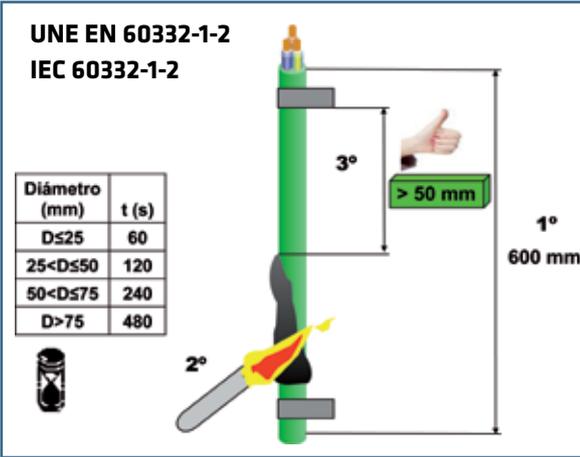
### L) ENSAYOS DE FUEGO

#### NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA




**UNE EN 60332-1-2**  
**IEC 60332-1-2**

Diámetro (mm)	t (s)
D ≤ 25	60
25 < D ≤ 50	120
50 < D ≤ 75	240
D > 75	480



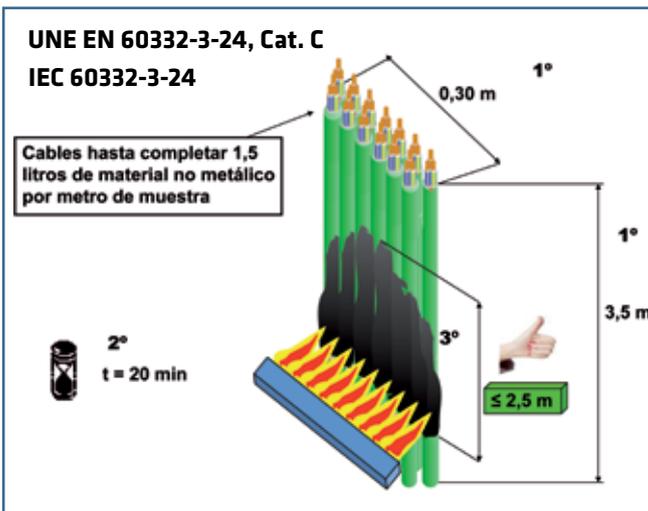
El ensayo de no propagación de la llama (UNE EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2) consiste en comprobar la ignifugación de una muestra única de cable en posición vertical. En función del diámetro exterior del cable se aplica la llama entre 1 y 8 minutos. El ensayo se considera superado si el cable no es afectado por el fuego más allá de los 5 últimos cm. Además se limita también la propagación hacia abajo del fuego.

#### NO PROPAGACIÓN DEL INCENDIO




**UNE EN 60332-3-24, Cat. C**  
**IEC 60332-3-24**

Cables hasta completar 1,5 litros de material no metálico por metro de muestra



0,30 m

1°

1°

3,5 m

2°

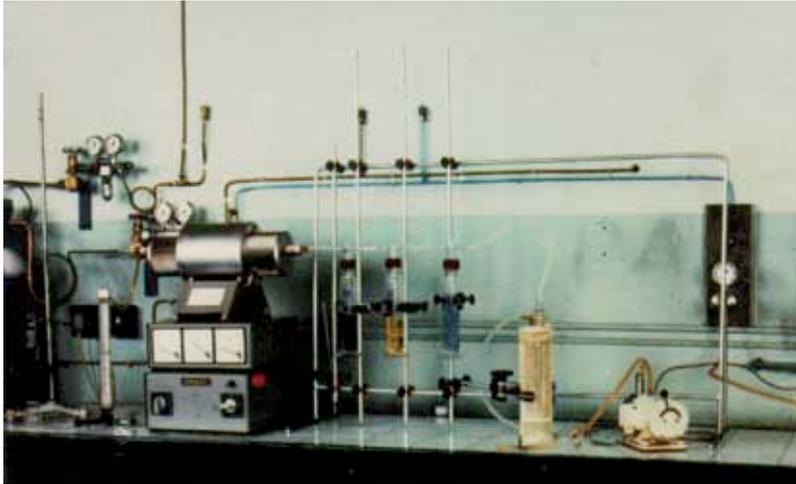
t = 20 min

3°

≤ 2,5 m

Los cables suelen agruparse en las canalizaciones lo que lleva a la necesidad de comprobar el comportamiento frente al fuego en grupo. En el ensayo de no propagación del incendio (UNE EN 60332-3-24 [categoría C] e IEC 60332-3-24) se agrupan muestras de 3,5 m de una determinada sección hasta completar 1,5 litros de material no metálico por metro de muestra. Se someten a la acción de las llamas durante 20 minutos y si la longitud final afectada por el fuego es menor de 2,5 m se considera el ensayo superado

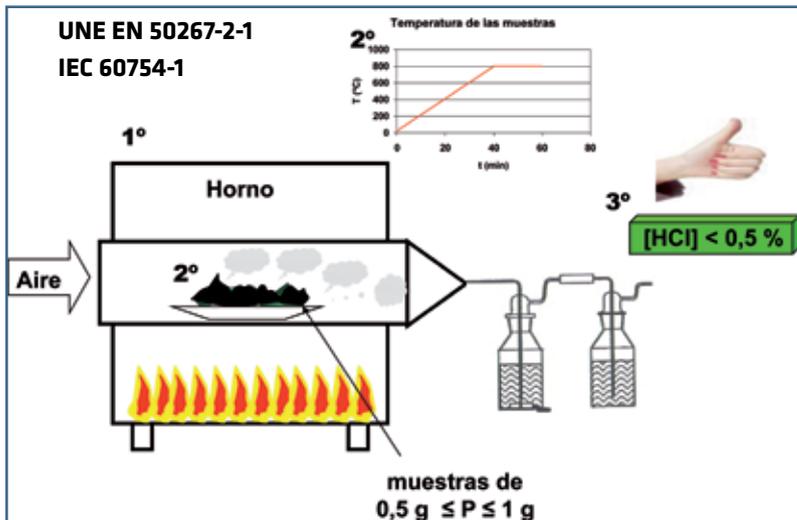
#### LIBRE DE HALÓGENOS Y NULA EMISIÓN DE GASES CORROSIVOS



Con estos dos test similares se demuestra que el cable ensayado es libre de halógenos (no emite HCl ni otros compuestos halogenados en su combustión) y los gases emitidos son de nula corrosividad con objeto de proteger a las personas y los bienes en caso de incendio.

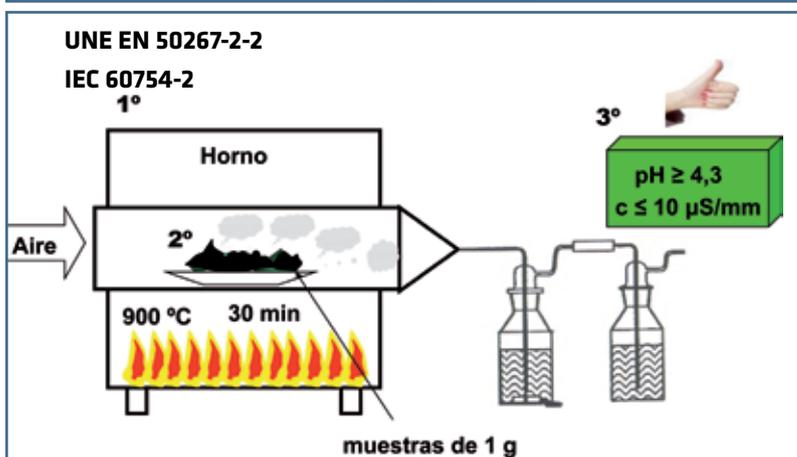
Los ensayos se realizan quemando muestras muy troceadas de material combustible del cable en un horno con temperaturas entre 800 y 900 grados y analizando los gases emitidos con unos frascos lavadores.

Los ensayos de las normas UNE EN 50267-2-1 (IEC 60754-1) y UNE EN 50267-2-2 (IEC 60754-2) nos confirman que el cable es libre de halógenos y sus productos de combustión son de nula corrosividad.



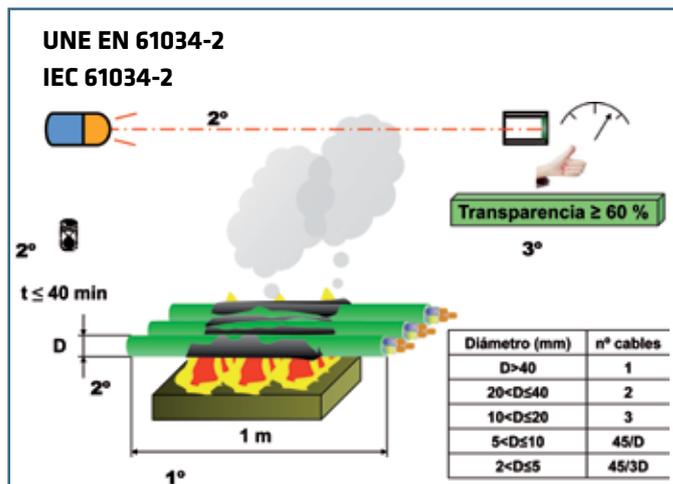
El pH de los gases emanados es mayor o igual que 4,3 y la conductividad de los mismos es menor o igual a 10 microsiemens por milímetro (UNE EN 50267-2-2). Es una medida indicativa indirecta de la ausencia de halógenos.

Con las prescripciones de la norma UNE EN 50267-2-1 detectamos además una concentración inferior al 0,5 % de HCl.



### L) ENSAYOS DE FUEGO

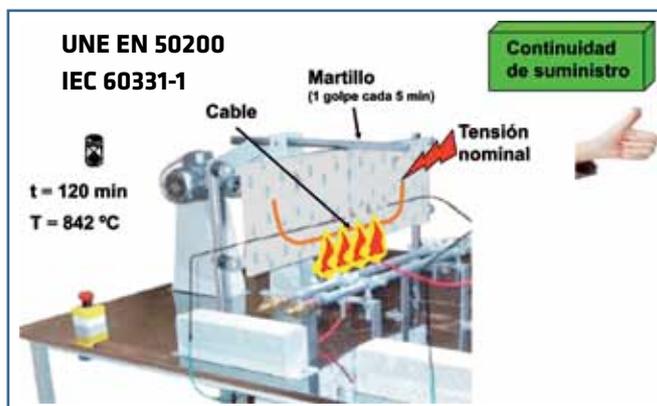
#### BAJA EMISIÓN DE HUMOS OPACOS



La opacidad de los humos producidos en los incendios es un importante factor a tener en cuenta, cuando los ocupantes de un emplazamiento afectado por el fuego, deben evacuarlo en los primeros instantes, incluso cuando algunos minutos más tarde los equipos de extinción y rescate han de actuar en el local siniestrado.

Para el ensayo de baja opacidad de humos (UNE EN 61034-2 e IEC 61034-2) se utiliza una cabina de 3 x 3 x 3 m<sup>3</sup> en la que se queman muestras de 1 m de cable. El número de muestras depende del diámetro exterior (ver dibujo). Se considera el ensayo finalizado cuando no haya decremento en la transmitancia de luz durante cinco minutos, después de que la fuente de fuego se haya extinguido o cuando la duración del ensayo alcance los 40 minutos.

#### RESISTENCIA AL FUEGO



La resistencia al fuego trata de poner de manifiesto la aptitud del cable para dar servicio en condiciones extremas de un incendio. Los cables resistentes al fuego están destinados a aquellos servicios que se pretende no dejen de funcionar en un eventual siniestro con fuego (servicios de seguridad, servicios indispensables...).

El ensayo UNE EN 50200 (IEC 60331-1) consiste en someter una muestra de cable a 842 °C durante un tiempo entre 15 y 120 minutos. El test se considera superado si no tiene lugar ni rotura de conductores ni contacto entre los mismos. Los cables Afumex Firs 1000 V (AS) de Prysmian soportan el máximo tiempo prestando servicio 120 minutos (PH120).

Para aproximar al máximo el ensayo a las condiciones reales más desfavorables, durante el ensayo el equipo que sujeta el cable es sometido a un golpe de martillo cada 5 minutos (con la vibración se desprenden las cenizas).

Como se observa en el dibujo, el cable se ensaya doblado para simular la sollicitación mecánica del mismo en las curvas del tendido. Es más fácil un cortocircuito en las zonas de curvado cuando el fuego ataca la canalización.

**NOTA:** si se requiere se pueden realizar otros ensayos o variantes de los expuestos.

#### NORMATIVA DE ENSAYOS DE FUEGO

Norma actual	Sustituye a:		IEC de referencia	
<b>UNE EN 60332-1-1: 2005</b> Métodos de ensayo comunes para cables bajo condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. - Parte 1: Equipo.	 UNE-EN 60332-1-2	-	UNE EN 50265-1	IEC 60332-1-1
<b>UNE EN 60332-1-2: 2005</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Llama premezclada de 1 kW.		-	UNE EN 50265-2-1	IEC 60332-1-2
<b>UNE EN 60332-1-3: 2005</b> Parte 1: Procedimientos. Determinación de las partículas/gotas inflamadas.		-	-	IEC 60332-1-3
<b>UNE EN 60332-2-1: 2005</b> Métodos de ensayo comunes para cables bajo condiciones de fuego. Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable de pequeña sección. - Parte 1: Equipo		-	-	IEC 60332-2-1
<b>UNE EN 60332-2-2: 2005</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Llama de difusión.		-	UNE EN 50265-2-2	IEC 60332-2-2
<b>UNE EN 60332-3-10: 2009</b> Ensayo de cables eléctricos sometidos al fuego. Ensayo de cables colocados en capas. - Parte 1: Equipo.	 UNE-EN 60332-3-24	HD 405.3	UNE EN 50266-1	IEC 60332-3-10
<b>UNE EN 60332-3-21: 2000</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Categoría A F/R.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-1	IEC 60332-3-21
<b>UNE EN 60332-3-22: 2000</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Categoría A.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-2	IEC 60332-3-22
<b>UNE EN 60332-3-23: 2000</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Categoría B.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-3	IEC 60332-3-23
<b>UNE EN 60332-3-24: 2000</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 4: Categoría C		HD 405.3	UNE EN 50266-2-4	IEC 60332-3-24
<b>UNE EN 60332-3-25: 2000</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 5: Categoría D.		HD 405.3	UNE EN 50266-2-5	IEC 60332-3-25
<b>UNE EN 50267-1:1999</b> Métodos de ensayo comunes a los cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. - Parte 1: Equipo.	 UNE-EN 50267-2-1 HCl ≤ 0,5%      UNE-EN 50267-2-2	HD602	UNE 21147-2	-
<b>UNE EN 50267-2-1:1999</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.		-	UNE 21147-1	IEC 60754-1
<b>UNE EN 50267-2-2:1999</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 2: Determinación de grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.		-	-	-
<b>UNE EN 50267-2-3:1999</b> Parte 2: Procedimientos. Sección 3: Determinación del grado de acidez de los gases de los cables a partir de la medida de la media ponderada del pH y de la conductividad		HD602	UNE 21147-2	IEC 60754-2 + A1
<b>UNE EN 61034-1: 2005</b> Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Medición de la densidad de humos de cables en combustión bajo condiciones definidas. Parte 1: Equipo de ensayo	 UNE-EN 61034-2	-	UNE EN 50268-1	IEC 61034-1
<b>UNE EN 61034-2: 2005</b> Parte 2: Procedimiento de ensayo. - UNE EN 50268-2 IEC 61034-2				
<b>UNE EN 50200: 2007</b> Método de ensayo de la resistencia al fuego de los cables de pequeñas dimensiones sin protección, para uso en circuitos de emergencia.	 UNE-EN 50200	-	UNE20431 (en parte)	IEC 60331
<b>UNE EN 50362: 2003</b> Método ensayo de la resistencia al fuego de los cables de transmisión de datos y energía sin protección, para uso en circuitos de emergencia (diámetro superior a 20 mm)		-	UNE 20431 (en parte)	IEC 60331

### M) CABLE DE ALUMINIO AL VOLTALENE FLAMEX (S) CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL AL VOLTALENE N (AL RV)

El cable Al Voltalene Flamex (S), con designación genérica AL XZ1 (S), viene a mejorar las características mecánicas y de comportamiento frente al fuego del cable de aluminio de BT (Al Voltalene N), que ha dejado de fabricarse en favor del primero (AL XZ1 (S)).

#### MEJORAS SUSTANCIALES DE COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO

- Se mantiene la resistencia a la propagación de la llama según UNE EN 60332-1-2
- Se mejoran las características relativas a la emisión de humos:
  - Reducida emisión de humos opacos (supera el ensayo de opacidad de humos de UNE EN 61034-2)
  - Nula emisión de gases ácidos y corrosivos (UNE EN 50267)

#### OTRAS MEJORAS

- Se mantiene el diseño unipolar para facilitar el tendido y la confección de accesorios
- Se mejora la resistencia del cable a los agentes externos
  - Resistencia al desgarro y la abrasión con un material de cubierta de mejores características
  - Resistencia a la entrada de agua por adherencia de la cubierta al aislamiento
- Se mejora la facilidad de instalación, gracias a la reducción del espesor de la cubierta
- Se reduce el impacto medioambiental eliminando estabilizantes con plomo y plastificantes

Con la aparición del Al Voltalene Flamex (S) desapareció el cable Al Voltalene N pero no el Al Afumex (AS) que en cuanto a su comportamiento frente al fuego supera además el ensayo de no propagación del incendio que no cumple el Al Voltalene Flamex (S) y por ello este último no puede ser utilizado en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales o líneas generales de alimentación.

Las intensidades admisibles son iguales para los 3 diseños. Se trata de cables termoestables con aislamiento de XLPE (polietileno reticulado).

La siguiente tabla comparativa aclara las propiedades de cada diseño. Son notables las mejoras del Al Voltalene Flamex (S) frente al Al Voltalene N.

Propiedades	Utilidades	AL VOLTALENE N AL RV	AL VOLTALENE FLAMEX (S) AL XZ1 (S)	AL AFUMEX (AS) AL RZ1 (AS)	
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	SUSTITUIDO POR AL VOLTALENE FLAMEX (S)	12,5	10	
Alargamiento mínimo en la rotura	%		300	125	
Resistencia al desgarro <b>UNE-HD 605,1</b>	N/mm		9	-	
Resistencia a la absorción <b>Masa aplicada</b> <b>Nº de desplazamientos</b>	kg Nº		18 8	-	
No propagación de la llama <b>UNE-EN 60332-1-2</b>	-			Si	Si
No propagación del incendio <b>UNE-EN 60332-3-24</b>	-			No	Si
Libre de halógenos y gases ácidos <b>UNE-EN 50267 (HCl &lt; 0,5%)</b>	-			Si	Si
Opacidad de humos <b>UNE-EN 61034-2 (T &gt; 60%)</b>	-		Si	Si	



### M) CABLE DE ALUMINIO AL VOLTALENE FLAMEX (S) CARACTERÍSTICAS COMPARATIVAS FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL AL VOLTALENE N (AL RV)

---

#### NOTA IMPORTANTE:

El Al RV ha sido sustituido por el Al XZ1 (S) (Al Voltalene Flamex (S)), un cable de propiedades mecánicas y frente al fuego mejoradas pero **con las mismas aplicaciones. Es libre de halógenos pero no es Afumex**, no es de alta seguridad (AS) por no superar el ensayo de no propagación del incendio.

El cable Al XZ1 (S), por tanto, **NO es válido para su instalación en locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación o emplazamientos donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego**, recordemos que, en los emplazamientos e instalaciones citados, **la reglamentación no pide cables libres de halógenos sino cables no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida**, y como ya hemos dicho el cable el Al XZ1 (S) no supera la primera condición (no propagación del incendio), el cable indicado para estos casos sería el Al Afumex (AS) con cubierta verde.

En resumen, las aplicaciones de los 2 diseños actualmente disponibles son como siguen:

Al Voltalene Flamex (S) (marcado como Al XZ1 (S) y con cubierta negra): redes de distribución subterráneas e instalaciones interiores o receptoras en las que no se requieran condiciones de alta seguridad (AS) frente al fuego.

Al Afumex (AS) (marcado como Al RZ1 (AS) y con cubierta verde): locales de pública concurrencia, derivaciones individuales, líneas generales de alimentación e instalaciones en las que se requieran cables de alta seguridad (no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida).

(Ver apartado J pto. 10)

### N) CÁLCULOS DE SECCIÓN EN LÍNEAS ABIERTAS DE SECCIÓN UNIFORME

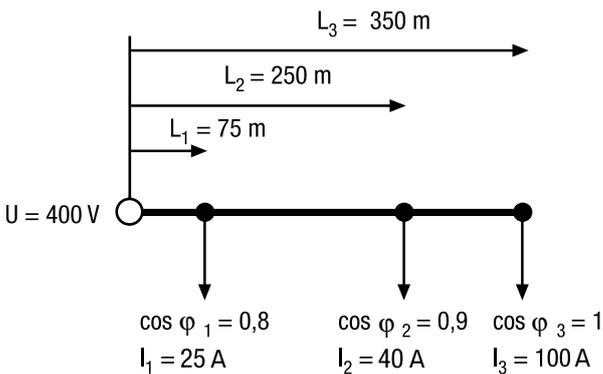
#### Ejemplo 1: Caso de receptores diferentes

Datos:

U: 400 V (tensión entre fases)

$\gamma$ : conductividad eléctrica del cobre 44 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$  (a 90 °C, temperatura máxima para cables termoestables como el Retenax Flex que utilizamos en este caso)

$\Delta U$ : 5% de caída de tensión máxima admisible en V en la línea (5 % de 400 = 20 V)



$$S = \frac{\sqrt{3} \times (75 \times 25 \times 0,8 + 250 \times 40 \times 0,9 + 350 \times 100 \times 1)}{44 \times (20 - 1,1732 \times 10^{-3} \times 0,08 \times (75 \times 25 \times 0,6 + 250 \times 40 \times 0,436 + 350 \times 100 \times 0))}$$

$$S = 93,09 \rightarrow$$

$\rightarrow S = 95 \text{ mm}^2$  (sección por el criterio de la caída de tensión)

Por el criterio de la intensidad admisible, considerando el cable de cobre unipolar Retenax Flex enterrado bajo tubo ( $\rightarrow$  método D y XLPE3)

Suponiendo la intensidad final que sale de la fuente de alimentación como suma de intensidades de los receptores tendríamos  $I = 25 + 40 + 100 = 165 \text{ A}$ . Si bien no hay que olvidar que el valor real debe obtenerse teniendo en cuenta las componentes activas y reactivas:

$$I = \sqrt{(25 \times 0,8 + 40 \times 0,9 + 100 \times 1)^2 + (25 \times 0,6 + 40 \times 0,436 + 100 \times 0)^2} = 159,33 \text{ A} \rightarrow$$

$\rightarrow S = 70 \text{ mm}^2$  (ver tabla en página 28)

Vemos que para nuestro caso domina el criterio de la caída de tensión y por tanto y a falta de comprobar valores de cortocircuito, la sección uniforme a utilizar es de  $95 \text{ mm}^2$ .

**Nota:** utilizar cambios de sección en la línea (línea telescópica) es factible pero es necesario tener en cuenta que no sólo hay que rehacer cálculos sino también, entre otras razones, todo cambio de sección implica protecciones adicionales.

#### Ejemplo 2: Caso de receptores iguales

Cálculo de la sección por caída de tensión de una línea trifásica de 400 V de tensión entre fases despreciando la reactancia de la línea ( $x = 0$ ). La línea alimenta a 30 lámparas de vapor de sodio de 100 W dispuestas cada 15 m.

La distancia de la primera lámpara respecto al punto de alimentación es de 22 m.

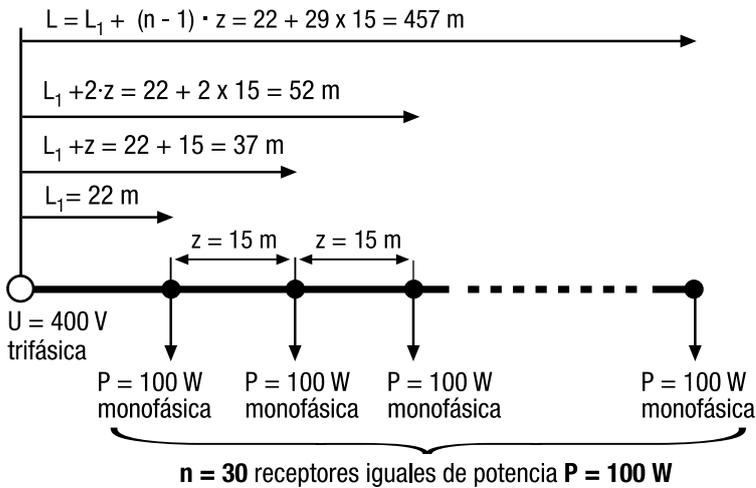
El cable a utilizar será Afumex Plus 750 V (AS) bajo canal protectora grapado en pared.

Datos:

$\gamma$ : conductividad eléctrica del cobre 47,6 m/ $\Omega \cdot \text{mm}^2$  (a 70 °C, temperatura máxima para cables termoplásticos como el Afumex Plus 750 V (AS))

$\Delta U$ : 3% de caída de tensión máxima admisible en V en la línea (3 % de 400 V = 12 V)

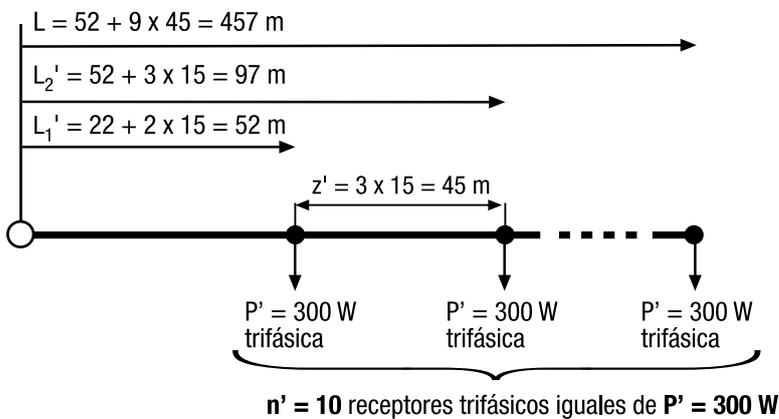
### N) CÁLCULOS DE SECCIÓN EN LÍNEAS ABIERTAS DE SECCIÓN UNIFORME



A la hora resolver debemos tener en cuenta que estamos tratando con receptores monofásicos en una red trifásica lo que nos lleva a considerar como si cada 3 receptores, que se entiende se han conectado ordenadamente entre cada fase y neutro, se convierten en uno trifásico colocado en el lugar del último del grupo, así a efectos de nuestro cálculo de sección tenemos 10 receptores de 300 W colocados el primero a  $22 + 2 \times 15 = 52 \text{ m}$  del punto de alimentación, el segundo a  $52 + 3 \times 15 = 97 \text{ m}$ ... Por tanto

$P' = 300 \text{ W}$   
 $L_1' = 52 \text{ m}$   
 $z' = 45 \text{ m}$

Esquema equivalente:



Aplicamos la fórmula para redes trifásicas, teniendo en cuenta el coeficiente 1,8, en ausencia de datos más precisos del fabricante, por el que debemos multiplicar la potencia de cada receptor por ser lámparas de descarga (ITC-BT 44, pto. 3.1, 4º párrafo):

$$S = \frac{P \cdot n' \cdot \left( \frac{L + L_1'}{2} \right)}{U \cdot \gamma \cdot \Delta U} = \frac{300 \times 1,8 \times 10 \times \left( \frac{457 + 52}{2} \right)}{400 \times 47,6 \times 12} = 6,01 \rightarrow 10 \text{ mm}^2$$

Por intensidad admisible, considerando un  $\cos \phi$ , tendremos...

$$I = \frac{n' \cdot P'}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{10 \times 300 \times 1,8}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 8,66 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$$

Por ser cables unipolares Afumex Plus 750 V (AS) en canal protectora grapada en pared nos corresponde el sistema de instalación tipo B2 y PVC3, trifásica cable termoplástico (ver página 24) lo que nos lleva a la sección por el criterio de la intensidad admisible de 1,5 (ver página 28), por lo que la sección dominante es  $10 \text{ mm}^2$  que es el resultado del criterio de la caída de tensión a falta de comprobar cortocircuitos.

### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Ahora que ya existen cifras publicadas sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de cable fabricado podemos cuantificar la importante reducción de las mismas por instalar secciones de cable superiores a las obtenidas por criterios técnicos al reducirse las pérdidas resistivas en los conductores. En la mayoría de los casos esto lleva aparejado un importante ahorro económico. Lo explicamos con un ejemplo.

#### SECCIÓN TÉCNICA

Realizamos inicialmente el cálculo de la sección por los criterios técnicos de la máxima intensidad admisible y la máxima caída de tensión.

Datos de la instalación:

P = 130 kW

U = 400 V (trifásica)

cos φ = 0,9

L = 175 m

ΔU = 5 % (caída de tensión admitida en %)

Instalación en bandeja perforada

Temperatura ambiente = 40 °C

Circuito único en la canalización (3 fases + neutro + conductor de protección), sin influencia térmica de otros circuitos

Cable utilizado: Afumex Easy (AS) unipolar (cable de cobre termoestable, máxima temperatura en el conductor 90 °C)



Cable Afumex Easy (AS) unipolar

#### SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

Suponemos la conductividad más desfavorable para el cobre (a 90 °C → γ = 44 m/(Ω·mm<sup>2</sup>)) y si nos dominara este criterio, podríamos calcular la temperatura del conductor para saber si podemos utilizar una sección inferior.

Igualmente suponemos que la sección no va a ser superior a 95 mm<sup>2</sup> y no consideramos la influencia de la reactancia. Si el resultado no confirmara esta hipótesis, reharíamos el cálculo incluyendo el valor de la reactancia.

Calculamos la intensidad que va a circular por la línea:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{130000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 208,5 \text{ A}$$

El valor de la sección por caída de tensión en una instalación trifásica sin efecto apreciable de la reactancia se obtiene según la siguiente expresión:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta U} = \frac{\sqrt{3} \times 175 \times 208,5 \times 0,9}{44 \times 20} = 64,63 \text{ mm}^2 \rightarrow 70 \text{ mm}^2$$

#### SECCIÓN POR INTENSIDAD ADMISIBLE

Inicialmente tenemos que ver a que sistema de instalación tipo corresponde la bandeja perforada con cables unipolares.

En la página 23 de este catálogo se puede encontrar la correspondencia entre el sistema de instalación de cables unipolares en bandeja perforada y el método tipo.

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	E o F

Tenemos una intensidad de 208,5 A en una instalación trifásica en bandeja con cable Afumex Easy (AS) que es termoestable y por tanto soporta 90 °C en el conductor y se debe buscar en la tabla de intensidades admisibles de la UNE 20460-5-523 (2004) como XLPE3 la primera intensidad que supera la corriente de nuestra línea para el método tipo F.

### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	

Tabla de intensidades admisibles para instalaciones al aire. UNE 20460-5-523 (2004).

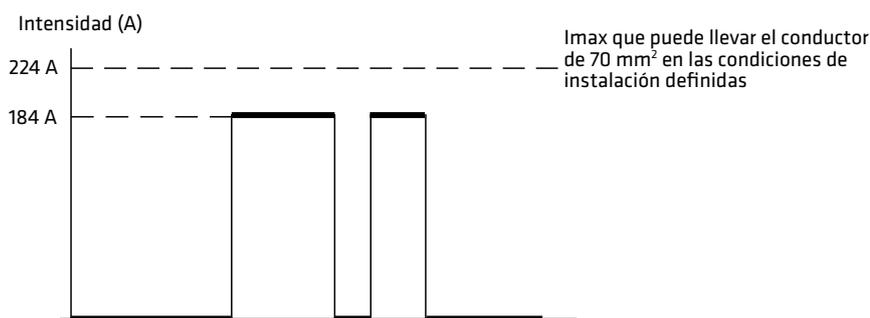
Vemos por tanto que 70 mm<sup>2</sup> es la sección por el criterio de la intensidad admisible y que coincide con el valor de la sección por caída de tensión, por tanto trabajaremos con este valor de sección técnica mínima suponiendo que satisface también las exigencias de cortocircuito.

Si no seguimos haciendo cálculos podríamos utilizar 3 cables unipolares de 1x70 mm<sup>2</sup> Afumex Easy (AS) para las fases, un cable del mismo tipo de 1x70 mm<sup>2</sup> para el neutro (misma sección que las fases según el último párrafo del punto 2.2.2 de la ITC-BT 19) y 1x35 para el conductor de protección. Como los cables de 0,6/1 kV no tienen asignadas diferentes coloraciones en sus aislamientos, ni en sus cubiertas conviene que su función (fase, neutro o protección) sea identificada adecuadamente con algún señalizador, argolla, etiqueta, etc. según recomienda la Guía-BT 19 en su apartado 2.2.4.

#### SECCIÓN ECONÓMICA Y ECOLÓGICA

Partiendo de la sección técnica vamos a ver cuanto nos podemos ahorrar si aumentamos la sección teniendo en cuenta que gastaremos más dinero en el cable pero ahorraremos en pérdidas resistivas.

Consideremos que aproximadamente nuestra línea es recorrida por los siguientes valores de intensidad en función de la hora de cada día laborable, entendidos como laborables 228 días/año y el resto (137 días) no laborables (vacaciones, fines de semana y fiestas).



### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Es decir, la línea es recorrida por una intensidad aprox. de unos 184 A (~ 115 kW, algo menos del valor máximo previsto en el cálculo inicial) de 8 a 13 horas y de 15 a 18 horas los días laborables y el resto del tiempo está desconectada.

Por tanto cada año tenemos un periodo de actividad aproximado de...

8 horas/día laborable x 228 días laborables/año = 1824 horas/año

La energía perdida en la resistencia eléctrica en una línea trifásica (siendo optimistas y suponiendo el neutro totalmente descargado) respondería a la siguiente expresión:

$$E_p = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot t \cdot L \cdot 1/1000 \quad [\text{kW}\cdot\text{h}]$$

Siendo

R: resistencia de la línea en  $\Omega/\text{km}$

I: intensidad que recorre la línea en A

t: tiempo en h

L: longitud de la línea en km

Por tanto, sabiendo la resistencia de la línea para cada sección concreta tendremos los valores de energía perdida en la línea para cada sección.

Como sabemos la resistencia de un conductor depende de su temperatura, con lo que calculando la temperatura del conductor podremos saber su resistencia real en cada caso y así cuantificar las pérdidas con más exactitud

**NOTA:** se puede simplificar el cálculo tomando valores de resistencia a 20 °C (UNE EN 60228), los resultados serán menos exactos pero pueden valer para hacerse una idea inicial más rápida, toda vez que el resultado real será más favorable al ser la resistencia real superior a la tabulada a 20 °C.

Sabemos que la temperatura de un conductor recorrido por una corriente I se puede obtener con la siguiente expresión:

$$T = T_{\text{amb}} + (T_{\text{máx}} - T_{\text{amb}}) (I/I_{\text{máx}})^2$$

Donde:

$T_{\text{amb}}$ : temperatura ambiente de la instalación (40 °C en nuestro caso)

$T_{\text{máx}}$ : temperatura máxima que puede soportar el conductor (90 °C para el cable Afumex Easy (AS) de nuestro ejemplo)

I: intensidad que recorre el conductor (184 A durante 8 horas cada día laborable)

$I_{\text{máx}}$ : intensidad máxima que puede recorrer el conductor en las condiciones de la instalación (224 A) (ver tabla de intensidades admisibles)

Sustituyendo:

$$T_{70 \text{ a } 184 \text{ A}} = 40 + (90 - 40) (184/224)^2 = 73,73 \text{ °C}$$

Una vez que hemos calculado la temperatura, podemos obtener la resistencia del cable...

$$R_T = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

Donde:

$R_T$ : valor de la resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$  a la temperatura T

$R_{20}$ : valor de la resistencia del conductor a 20 °C (valor típicamente tabulado). Al cable de 70 mm<sup>2</sup> de aluminio corresponde una resistencia de 0,272  $\Omega/\text{km}$  (UNE EN 60228)

$\alpha$ : coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en °C<sup>-1</sup> (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al)

T: temperatura real del conductor (°C)

$$R_{70 \text{ a } 73,73 \text{ °C}} = 0,272 \times (1 + 0,00392 \times (73,73 - 20)) = 0,329 \text{ } \Omega/\text{km}$$

Por tanto la energía perdida en un año en la línea será de:

$$E_{p70} = 3 \times 0,329 \times 184^2 \times 0,175 \times 1824/1000 = 10666 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

Y el coste de la energía suponiendo una tarifa aproximada de 0,09 €/kW·h

$$C_{p70} = 10666 \text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,09 \text{ €/kW}\cdot\text{h} = 960 \text{ €}$$

Y en unos 25 años de vida útil mínima que pudiéramos estimar:

$$C_{p70} \cdot 25 \text{ años} = 24000 \text{ €}$$

Procedemos análogamente con el resto de secciones superiores hasta 240 (95, 120, 150, 185 y 240). Teniendo en cuenta que para calcular la temperatura del conductor en estos casos la I max. será respectivamente: 271, 314, 363, 415 y 490 A (ver columna 11 de la tabla de intensidades admisibles).

### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

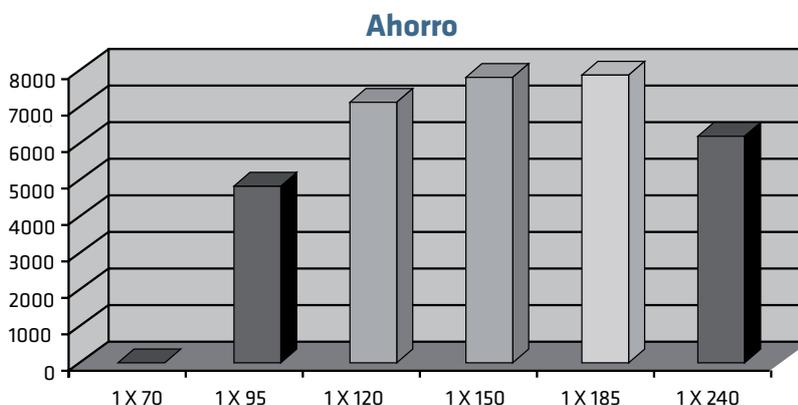
Operando obtendremos los datos resumidos en la siguiente tabla:

Sección	Coste aprox.	R a 20 *C (UNE EN 60228)	R con I = 184A	T conductor con I= 184 A	Peso cable.	Coste aprox. línea (3 fases) + neutro* + protección	ΔCoste cable respecto a 70 mm <sup>2</sup>	Pérdidas resistivas (25 años)	Coste de las pérdidas resistivas (25 años)	Ahorro eléctrico respecto sección 70 mm <sup>2</sup> (25 años)	Diferencia entre el ahorro eléctrico e Δcoste cable respecto a 70 mm <sup>2</sup>	Amortización económica	Co <sub>2</sub> emitido por fabricación del cable de la línea	Co <sub>2</sub> emitido por pérdidas resistivas (25 años) respecto a 70 mm <sup>2</sup>	Amortización ecológica
mm <sup>2</sup>	€/m	Ω/km	Ω/km	°C	kg/km	€	€	kW·h	€	€	€	años	kg	kg	años
1x35	3,3	0,554	--	--	395	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1x50	4,7	0,386	--	--	550	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1x70	6,7	0,272	0,329	73,73	750	5267	0	266650	24000	0	0	--	3790	0	--
1x95	8,6	0,206	0,241	63,05	970	6842	1575	195325	17579	6421	4846	6,13	4495	-27817	0,43
1x120	10,7	0,161	0,184	57,17	1200	8662	3395	149125	13422	10578	7183	8,02	6196	-45835	0,91
1x150	13,3	0,129	0,146	52,85	1480	10815	5548	106750	10621	13379	7831	10,37	7691	-62361	1,44
1x185 <sup>(3)</sup>	16,0	0,106	0,118	49,82	1866	12705	7438 <sup>(2)</sup>	95975	8637	15363 <sup>(2)</sup>	7925 <sup>(3)</sup>	12,10	9415	-66563	2,11
1x240 <sup>(3)</sup>	21,0	0,0801	0,0886	47,05	2350	16572	11305	71800	6463	17537	6232	16,12	11833	-75992	3,05

\*Neutro igual sección que las fases y conductor de protección, sección mitad

**NOTA:** tanto la tarifa eléctrica como los precios de cable están sujetos a oscilaciones.

Como vemos la sección económica (185 mm<sup>2</sup>) nos reportaría 7925 € dado que esta es la diferencia entre el ahorro eléctrico y el incremento de coste del cable respecto a la sección de 70 mm<sup>2</sup>. (15363 - 7438 = 7925 €).



El plazo de amortización la sección económica sería:

15363 € / 25 años = 614,52 €/año

7438 € / 614,52 €/año = 12,1 años

Es decir a los 12,1 años hemos pagado el incremento de precio del cable de sección 185 mm<sup>2</sup> respecto a 70 mm<sup>2</sup> con el ahorro de energía eléctrica no perdida. A partir de ese momento el saldo empieza a ser positivo y comenzamos el ahorro que llegará a ser de 7925 € al cabo de los 25 años estimados aproximadamente de vida de la línea.

Las pérdidas resistivas con la sección de 240 mm<sup>2</sup> son lógicamente menores pero al amortizarse más tarde el incremento de sección, hay menos tiempo para saldo positivo y por ello el resultado económico sería de 6232 € a favor. Eso sí, el ahorro ecológico es superior toda vez que es prácticamente insignificante la comparación entre las emisiones por fabricar el cable y las emisiones por ahorro del “peaje” resistivo en la línea.

Recientemente la Asociación española de fabricante de cables y conductores eléctricos y de fibra óptica (FACEL) publicado una tabla con los valores de emisiones de CO<sub>2</sub> por kg de cable fabricado. Para cables de energía de baja tensión con conductor/es de cobre de alta seguridad (AS) cuantifica en 6,379\*kg de CO<sub>2</sub> emitidos por kg de cable fabricado.

\*Dato de la última tabla publicada.

### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Con los datos de que disponemos ya podemos poner números a las emisiones por fabricación del cable y por pérdidas resistivas. En este último caso algunas fuentes apuntan a un valor en torno a 0,39 kg CO<sub>2</sub>/kW·h eléctrico, teniendo en cuenta el mix nacional.

Con las operaciones realizadas y los datos tabulados tenemos la energía que perderíamos en la línea con cable de 70 mm<sup>2</sup> y con la sección económica de 185 mm<sup>2</sup>.

$$E_{P70} = 10666 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \rightarrow \text{en 25 años: } 266650 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

$$E_{P185} = 3839 \text{ kW}\cdot\text{h/año} \rightarrow \text{en 25 años: } 95975 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

Y la diferencia será la energía eléctrica que ahorramos:

$$E_{PA} = E_{P185} - E_{P70} = 266650 - 95975 = 170675 \text{ kW}\cdot\text{h}$$

Y por tanto las emisiones de CO<sub>2</sub> ahorradas con la sección económica quedarían en...

$$\text{Emisiones CO}_2 = 170675 \text{ kW}\cdot\text{h} \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kW}\cdot\text{h} = \mathbf{66563 \text{ kg CO}_2}$$

Ahora comparemos con las emisiones por fabricación de cable más pesado (185 mm<sup>2</sup> frente a 70 mm<sup>2</sup> en las fases y neutro y sección mitad en el conductor de protección)

$$\text{Peso con fases de 70} \rightarrow 4 \times 0,175 \text{ km} \times 750 \text{ kg/km} + 0,175 \text{ km} \times 395 \text{ kg/km} = 594 \text{ kg cable}$$

$$\text{Peso con fases de 185} \rightarrow 4 \times 0,175 \text{ km} \times 1866 \text{ kg/km} + 0,175 \text{ km} \times 970 \text{ kg/km} = 1476 \text{ kg cable}$$

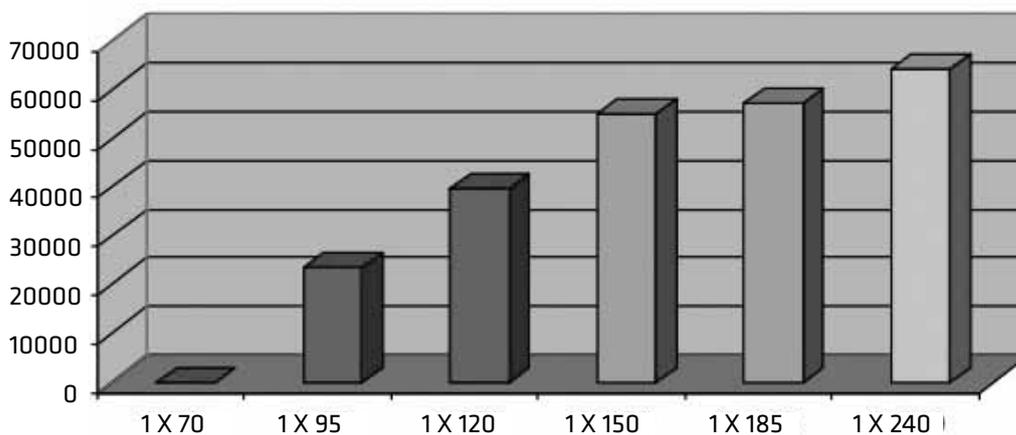
$$\Delta \text{Peso cable} = 1476 - 594 = 882 \text{ kg cable}$$

Por lo que las emisiones por fabricación de 882 kg más de cable para satisfacer la sección económica de 185 mm<sup>2</sup> serán:

$$\text{Emisiones CO}_2 = 882 \text{ kg cable} \times 6,379 \text{ kg CO}_2/\text{kg cable} = \mathbf{5626 \text{ kg CO}_2}$$

**¡Unas 12 veces menos emisiones!** por utilizar la sección económica (185 mm<sup>2</sup>) y no la sección técnica (70 mm<sup>2</sup>). Por lo que la sección económica se revela como un aliado del medio ambiente por las importantes reducciones de emisiones que hemos podido valorar.

#### Reducción emisiones CO<sub>2</sub> (kg)



**Reducción** de emisiones de CO<sub>2</sub> respecto a la utilización de la sección mínima por criterios técnicos (70 mm<sup>2</sup>)

### O) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN ECONÓMICA Y “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Vamos a ver cuando amortizaríamos ecológicamente el paso de la sección de 70 a 185 mm<sup>2</sup>:

$$5626 \text{ kg CO}_2 / 66563 \text{ kg CO}_2 \times 25 \text{ años} \times 365 \text{ días/año} = 771 \text{ días}$$

La “**amortización ecológica**” se produce por tanto en **sólo unos 2 años**. Es decir, en 2 años habremos ahorrado tantas emisiones de CO<sub>2</sub> como las que nos hemos gastado de más por la fabricación del cable de la sección económica 185 mm<sup>2</sup> frente a la sección técnica de 70 mm<sup>2</sup>. No obstante, podemos ver en la tabla de resultados que incluso sólo un salto de sección, pasando a 95 mm<sup>2</sup>, conlleva un ahorro económico y una importante reducción del impacto ambiental.

Expresando el “ahorro ecológico” en otras unidades de uso frecuente y más directamente perceptibles podemos traducir en árboles el CO<sub>2</sub> que ahorramos al medio ambiente.

Algunas fuentes cifran en 20 kg de CO<sub>2</sub> la retención neta media por árbol cada año, igualmente hay datos aproximados de emisiones en torno a 2305 kg de CO<sub>2</sub> estimados producidos por coches de entre 60 y 90 CV que recorren una media de 15000 km anuales ( 60% carretera y 40% ciudad ).

Sabemos que el paso de sección de 70 a 185 mm<sup>2</sup> reduce el consumo energético en la línea de 10666 kWh/año a 3839 kWh/año y operando obtenemos el número de árboles que habría que plantar para conseguir el mismo ahorro de CO<sub>2</sub>:

$$(10666 - 3839 \text{ kWh/año}) \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} / 20 \text{ kg CO}_2/\text{árbol año} \approx 133 \text{ árboles}$$

$$5626 \text{ kg CO}_2/25 \text{ años} = 225 \text{ kg CO}_2/\text{año} \longrightarrow 225/20 \approx 11 \text{ árboles}$$
$$133 - 11 = 122 \text{ árboles}$$

E igualmente podemos comprobar a cuantos km de coche anuales equivaldría la emisión de CO<sub>2</sub> por utilizar la sección de 70 en lugar de 185 mm<sup>2</sup>:

$$2305 \text{ kg CO}_2 / 15000 \text{ km} = 0,154 \text{ kg CO}_2/\text{km}$$

$$(10666 - 3839 \text{ kWh}) \times 0,39 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} - 5626 / 25 \text{ kg CO}_2 / 0,154 \text{ km} = 15828 \text{ kg CO}_2/\text{km} \longrightarrow \text{y en 25 años } 395700 \text{ km ( lo que emitirían aproximadamente casi 3 coches a lo largo de su vida útil, suponiendo una vida media de 10 años por coche )}$$

En el ejemplo desarrollado no se han considerado los posibles incrementos de coste de componentes ajenos al cable como conectores, tendido, bandeja, protecciones... como tampoco se ha considerado el retorno al cabo de los 25 años del interesante valor residual chatarra) de la mayor cantidad de cobre utilizada en los cables de sección económica 185 frente a 70 mm<sup>2</sup>. El peso de cobre incrementado es de 724 kg.

Igualmente hay que considerar que el nivel medio de carga de la línea es bajo al estar todos los días no laborables desconectada y funcionando sólo 1/3 del tiempo de los días laborables. Con niveles de carga superior, los resultados obviamente habrían sido más favorables todavía (más ahorro económico y ecológico).

Se ha supuesto tarifa constante en 25 años, sin actualizar el valor de los futuros ingresos (en forma de ahorro). Implícitamente, por tanto, se ha estimado que la tarifa eléctrica fuera a aumentar según el tipo de interés oficial.

Se simplificaría mucho el cálculo considerando desde el inicio las resistencias a 90 °C, ahorrándonos los cálculos de resistencia de conductor a la temperatura a la que realmente está. Los valores a 90 ° C se pueden tomar de las tablas del punto 13 del apartado K. Los resultados sufrirán variaciones respecto al cálculo desarrollado en este ejemplo pero servirán para tener un orden de magnitud.

Con la sección económica nos hemos ahorrado no sólo bastante dinero sino muchas emisiones al medio ambiente y además conseguimos otros beneficios como:

- .- Mayor vida útil de la línea al ir más descargada
- .- Mejor respuesta a fenómenos transitorios
- .- Posibilidad de ampliación de potencia sin cambiar el cable
- ...

Le proponemos que tenga en cuenta la sección económica y el ahorro ecológico en los estudios de líneas que realice, su economía y el medio ambiente se lo agradecerán.

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Es habitual conocer en mayor o menor medida que aumentando las secciones que obtenemos en los cálculos conseguimos amortizar el incremento de costes que comporta una sección mayor, con el ahorro en la factura eléctrica por reducción de las pérdidas por calentamiento de los conductores. Pero cuando se trataba de una instalación fotovoltaica la amortización podía ser mucho más rápida y por tanto más interesante debido a que la tarifa a la que se pagaba el kW·h vertido en red era muy superior a la de consumo.

Vamos a ilustrar con un ejemplo, el porqué convenía incrementar la sección de cables en instalaciones solares fotovoltaicas con el objeto de obtener el claro provecho de mejorar la factura que paga la compañía eléctrica por la energía vertida en la red. Hace unos años las tarifas de vertido en red fueron corregidas a la baja lo que no invalida el procedimiento que se explica en el ejemplo que a continuación se desarrolla.

#### CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA

Supongamos un parque solar con las siguientes características:

- Ubicación: Valencia (zona climática IV. Valores de radiación media similares a Badajoz o Ciudad Real por ejemplo)
- Modo instalación paneles: fijos con inclinación de 30° y orientación Sur
- Número de paneles en serie de cada string (cadena): 16
- Número de strings (cadenas de paneles en serie): 33
- Temperatura ambiente máxima: 50 °C

- Cable a emplear: P-Sun 2.0 (cable especial para fotovoltaica)
- Sistema de instalación: en bandeja rejilla a la intemperie (sin influencia térmica de otros circuitos en su entorno)

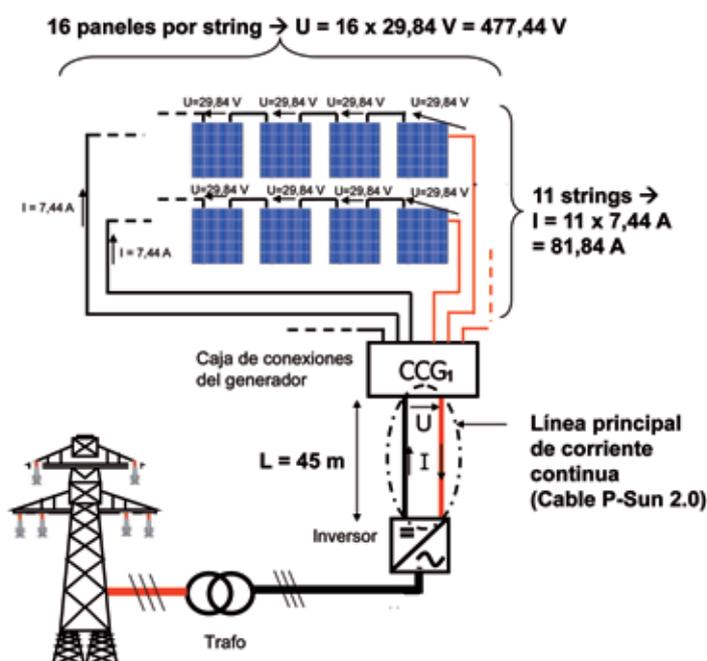
Datos de cada panel:

- Potencia nominal: 222 W
- Corriente en el punto de máxima potencia:  $I_{pmp} = 7,44$  A
- Tensión en el punto de máxima potencia:  $U_{pmp} = 29,84$  V
- Corriente de cortocircuito:  $I_{cc} = 7,96$  A
- Potencia del inversor = potencia nominal de la instalación: 100 kW
- Potencia de pico de la instalación:  $16 \times 33 \times 222$  W = 117216 W = 117,216 kW



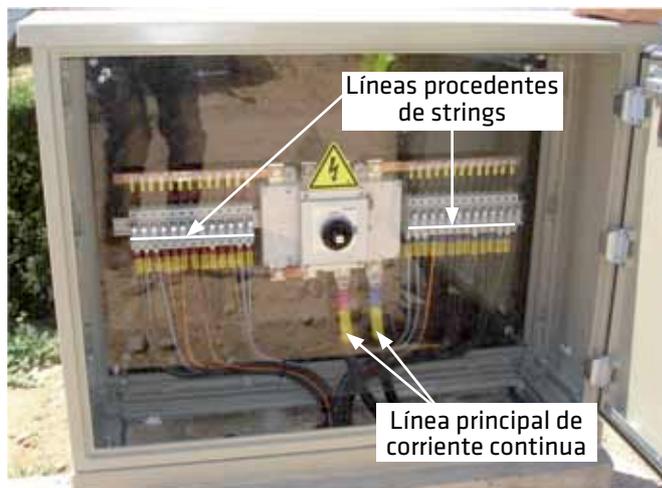
Cable P-Sun 2.0 especialmente diseñado para instalaciones fotovoltaicas.

Se realiza una división en tres partes iguales de 11 strings de 16 paneles cada uno para agrupar en tres cajas de conexiones ( $CCG_1$ ,  $CCG_2$  y  $CCG_3$ ) los cables procedentes de cada string (ver figura para  $CCG_1$ ).



### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Nos centraremos en la línea principal de corriente continua que enlaza la caja de conexiones del generador CCG1 con el inversor. Esta línea recoge las corrientes generadas por cada string y las canaliza hasta el inversor con dos conductores al objeto de ahorrar costes de cables, canalizaciones, mano de obra, etc.



**Caja de conexiones del generador (CCG)**

Calculamos la tensión y la intensidad en el punto de máxima potencia para obtener la sección del cable a emplear:

Como los paneles están conectados en serie en cada string la tensión de cada string y por tanto la de la línea principal de corriente continua será la suma de las tensiones en el punto de máxima potencia de cada panel.

$$U = U_{pmp} \times 16 = 29,84 \times 16 = 477,44 \text{ V}$$

Y análogamente la intensidad de la línea será el producto de las intensidades en el punto de máxima potencia de cada panel multiplicado por el número de strings. Como sabemos los paneles en serie son recorridos por la misma intensidad.

$$I = I_{pmp} \times 11 = 7,44 \times 11 = 81,84 \text{ A}$$

Ahora ya tenemos los datos de partida para obtener la sección del conductor:



**Instalación solar con paneles fijos**

#### CRITERIO DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE

La intensidad máxima que en régimen permanente va a circular por el cable va a ser 81,84 A, valor que debe ser incrementado en un 25% según nos indica el punto 5 de la ITC-BT 40 (Instalaciones generadoras de BT) del REBT.

Como la línea recibe la acción solar directa por estar a la intemperie y además la temperatura ambiente es de 50 °C superior al estándar español de 40 °C para el que están calculadas las intensidades de la tabla A.52-1 bis de instalaciones al aire de la UNE 20460-5-523 (2004). Debemos aplicar también coeficientes de corrección por estos motivos.

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

La tabla 52-D1 para temperatura ambiente de 50 °C y cable tipo P-Sun 2.0 (termoestable) nos da un coeficiente de 0,9.

Para tendidos expuestos al sol se puede tomar el valor 0,9.

Por lo que aplicando todos los coeficientes tenemos:

$$I' = 1,25 \times 81,84 / (0,9 \times 0,9) = 126,3 \text{ A}$$

126,3 A es el valor corregido con el que debemos ir a la tabla A.52-1 bis para obtener la sección. La intensidad inicial es de 81,84 A pero como estamos en una instalación fotovoltaica se mayor a un 25 % y se aplican los coeficientes de corrección 0,9 y 0,9 porque nuestra instalación se desvía del estándar de intensidades recogidas en la siguiente tabla que corresponde a valores de 40 °C de temperatura ambiente y a la sombra.

Como se trata de un tendido en bandeja rejilla el sistema de instalación es tipo F y al ser una instalación monofásica con cable P-Sun 2.0, termoestable de cobre, debemos mirar la columna XLPE2 lo que nos lleva a la sección de 25 mm<sup>2</sup> (ver tabla de intensidades máximas admisibles).

**Sección por intensidad admisible = 25 mm<sup>2</sup>**

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1					PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2				PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
F								PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713	
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	
300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558	

Tabla de intensidades máximas admisibles (UNE 20460-5-523:2004)

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

#### CRITERIO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN

Recurrir de nuevo al punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT para leer que... *la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.*

Simplificaremos suponiendo que en la línea objeto de nuestro cálculo limitamos la caída de tensión al 1 % y el 0,5 % restante lo dejamos para el resto del cableado.

Por lo que nuestra caída de tensión máxima es:

$$e = 0,01 \times 477,44 \text{ V} = 4,77 \text{ V}$$

La fórmula con la que obtendremos la sección por el criterio de la caída de tensión es la siguiente (igual que en alterna monofásica con  $\cos \varphi = 1$ ):

$$S = \frac{L \cdot I}{\gamma \cdot e}$$

Donde

L: longitud de la línea (positivo + negativo) =  $2 \times 45 = 90 \text{ m}$

I: intensidad nominal  $\rightarrow 81,84 \text{ A}$

$\gamma$ : conductividad del cobre (a  $70 \text{ }^\circ\text{C}^*$ )  $\rightarrow 46,82 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

e: caída de tensión máxima en V  $\rightarrow 4,77 \text{ V}$

\* Tomamos  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  como valor aproximado al partir de un ambiente de  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  incrementado por el calentamiento del conductor por efecto Joule.

Aplicando valores

$$S = \frac{90 \times 81,84}{46,82 \times 4,77} = 32,98 \text{ mm}^2 \rightarrow \mathbf{35 \text{ mm}^2}$$

Por tanto **la sección resultado es de  $35 \text{ mm}^2$**  al ser la mayor de los 2 criterios (intensidad admisible y caída de tensión).

Hasta ahora se trata de un cálculo técnico normal, evidenciaremos ahora la conveniencia de utilizar una sección superior a  $35 \text{ mm}^2$  por criterios económicos.

#### CÁLCULO DE LA SECCIÓN ECONÓMICA

Considerando el coste creciente a medida que se aumentan las secciones de conductor y el decreciente coste de energía perdida por calentamiento de conductores en la medida que se aumenta la sección, analizamos los tiempos en los que amortizamos cada sección partiendo lógicamente de la sección mínima por criterios técnicos  $35 \text{ mm}^2$ .

La potencia perdida en forma de calentamiento de conductores en una línea eléctrica viene dada por la expresión:

$$P = R \cdot I^2$$

Por tanto la energía perdida en el tiempo t será

$$E_p = R \cdot I^2 \cdot t$$

Cuando los valores de R e I son siempre iguales obtener P es muy sencillo, pero en las instalaciones fotovoltaicas nunca se cumple esta premisa ni de lejos dado que la potencia en las horas centrales de un día soleado es elevada y es nula de noche pasando por valores intermedios lo que nos llevaría a una curva en forma de V invertida si representamos P en función del tiempo.

Para obtener la energía perdida concreta deberíamos emplear la siguiente fórmula:

$$E_p = \int R(t) \cdot I^2(t) \cdot dt$$

R(t) se puede considerar aproximadamente constante sin grandes errores para nuestro caso al tratarse de un cálculo aproximado. En nuestro ejemplo tomamos los valores de R a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$E_p \approx R \cdot \int I^2(t) \cdot dt$$

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

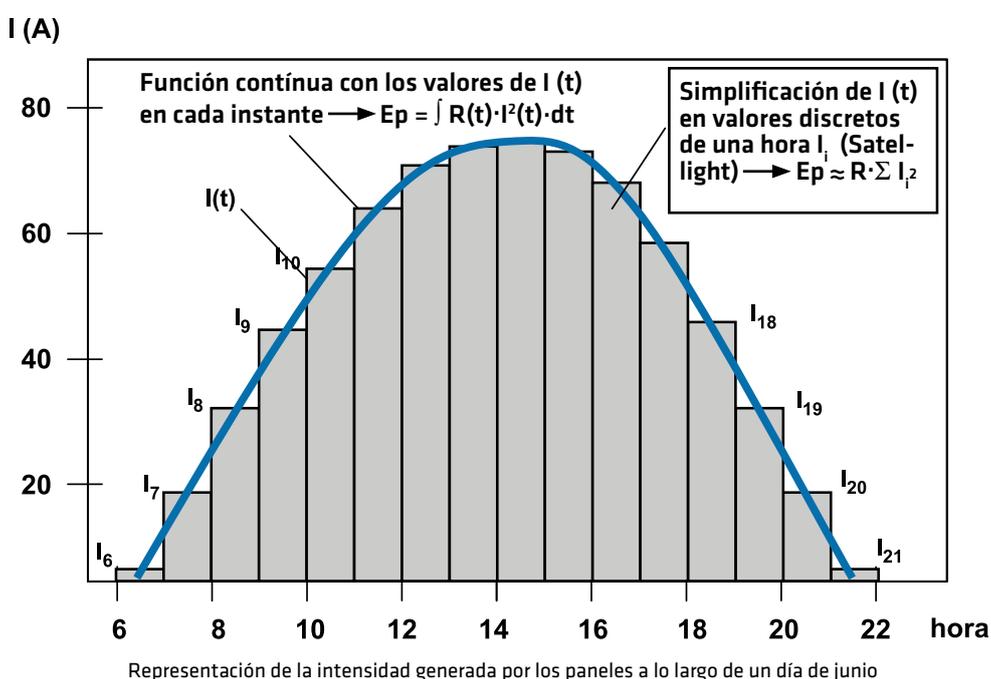
Obtener una expresión analítica de la intensidad en función del tiempo para una instalación fotovoltaica y que a su vez sea integrable puede ser algo bastante complicado o imposible por lo que sustituiremos la integral por un sumatorio de valores discretos (ver gráfica) dado que disponemos de los valores medios de radiación incidente en cada zona, hora a hora para cada mes del año (fuente Satel-light: <http://www.satel-light.com>). Así podremos estimar la energía perdida durante un año y con ello saber el número de años en que amortizaremos cada sección superior a la mínima obtenida por cálculo según los criterios eléctricos.

$$E_p \approx R \cdot \sum (I_i^2 \cdot t_i)$$

NOTA: se puede ganar en exactitud aproximando por mínimos cuadrados los tramos “más lineales” de la curva  $I(t)$  e integrando pero con el método propuesto se obtienen, con operaciones sencillas, los resultados directamente copiando en la hoja de cálculo los datos que nos da Satel-light.

Como tomaremos valores medios de intensidad ( $I_i$ ) para intervalos de 1 hora,  $t_i = 1$  h. Introduciendo en la fórmula el valor de  $R$  en  $\Omega$  y los de  $I_i$  en A obtendremos la energía perdida en kW·h con la siguiente expresión:

$$E_p \approx R \cdot \sum I_i^2$$



Por tanto, el valor que debemos conseguir es la intensidad media hora a hora para todo un año. Teniendo disponibles los datos de intensidad de radiación incidente media de cada hora para todo un año que nos proporciona Satel-light podemos obtener sin gran error la corriente de cortocircuito de los paneles ya que es muy lineal su relación con la citada radiación. Y teniendo en cuenta que en placas de silicio cristalino la relación entre la corriente del punto de máxima potencia (con la que debemos hacer los cálculos  $I_i$ ) y la de cortocircuito está en torno a 0,9 ya podemos saber  $I_i$  en cada intervalo de 1 hora.

$$I_i = I_{mp_i} \approx 0,9 \times I_{cc}$$

Como el valor de la intensidad de cortocircuito que nos dan los fabricantes de los paneles está referido a condiciones estándares (STC) para una intensidad de radiación solar ( $G$ ) de 1000 W/m<sup>2</sup> podemos obtener el valor  $I_{cc}$  de la intensidad de cortocircuito cada hora ( $I_{cc}$ ) por regla de tres tomando el valor de  $G_i$  dividiéndolo por el valor estándar de 1000 y multiplicando por la  $I_{cc}$  estándar del panel:

$$I_{cc_i} = I_{cc} \cdot G_i / 1000$$

Por lo que...

$$I_i = 0,9 \times I_{cc} \cdot G_i / 1000 = 0,9 \times 7,96 \times G_i / 1000 = 7,164 \times 10^{-3} \cdot G_i \text{ (A)}$$

Y para 11 strings

$$I_{t_i} = 11 \times I_i = 0,078804 \times G_i \text{ (A)}$$

Siendo  $I_{t_i}$  la intensidad media anual en la hora  $i$  para la línea principal de corriente continua, pues recibe la corriente de los 11 strings.

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. "AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA"

La energía perdida en la línea principal de corriente continua será:

$$E_p \approx R \cdot \sum I_{t,2} = 0,0788042 \times R \cdot \sum G_i \quad (\text{kW}\cdot\text{h})$$

Y el coste de las pérdidas (energía perdida y no facturada:  $C_p$ ) en € se obtendrá lógicamente multiplicando la tarifa en €/kW·h por  $E_p$ :

$$C_p \approx \text{tarifa} (\text{€/kW}\cdot\text{h}) \times E_p (\text{kW}\cdot\text{h}) \quad (\text{€})$$

Para la sección de 35 mm<sup>2</sup> tenemos una resistencia de 0,0006102 Ω/m (a 70 °C). Con los valores de radiación solar para cada hora y mes, siguiendo el razonamiento anterior y con ayuda de una hoja de cálculo podemos obtener el importe de la energía que dejamos de facturar si utilizamos cable de 35 mm<sup>2</sup> ( $R = 0,0006102 \text{ Ω/m a } 70 \text{ °C}$ ):

G <sub>m</sub> (Radiación media horaria mensual) (W/m <sup>2</sup> ) Fuente Satel-Light: <a href="http://www.satel-light.com">http://www.satel-light.com</a>													G <sub>i</sub> (W/m <sup>2</sup> )	I <sub>i</sub> = 0,078804 x G <sub>i</sub> (A)	I <sub>i</sub> <sup>2</sup> (A <sup>2</sup> )	P <sub>u</sub> = R35 I <sub>i</sub> <sup>2</sup> = 0,0006102 x I <sub>i</sub> <sup>2</sup> (W/m)	P = P <sub>u</sub> · L = P <sub>u</sub> x 90 (W)	E <sub>p</sub> = P x 365 /1000 (kW.h)	C <sub>p</sub> = 0,3 x E <sub>p</sub> (tarifa = 0,3 €/kW ·h) (€)	C <sub>p</sub> = 0,44 x E <sub>p</sub> (tarifa = 0,44 € /kW·h) (€)												
Hora del día	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Radiación media horaria anual	Intensidad media	Intensidad media al cuadrado	Potencia de las pérdidas por m de línea	Potencia de pérdidas en el total de la línea	Energía pérdida en toda la línea	Coste energía perdida (no facturada) cada año	Coste energía perdida (no facturada) cada año												
0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0	1	0,079	0,006	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00												
0	2	30	11	36	45	35	16	3	2	5	0	16	16	1,261	1,590	0,001	0,087	0,032	0,01	0,01												
32	93	166	98	139	150	136	109	79	55	113	42	101	101	7,959	63,349	0,039	3,479	1,270	0,38	0,56												
178	286	352	263	298	308	304	278	237	222	299	201	268	268	21,119	446,032	0,272	24,495	8,941	2,68	3,93												
330	474	530	453	468	479	482	459	419	415	459	349	443	443	34,910	1218,720	0,744	66,930	24,429	7,33	10,75												
450	617	668	626	611	641	649	633	571	581	579	468	591	591	46,573	2169,060	1,324	119,120	43,479	13,04	19,13												
522	704	741	748	737	750	785	774	704	696	629	530	693	693	54,611	2982,380	1,820	163,786	59,782	17,93	26,30												
545	729	749	821	812	815	857	849	785	729	611	529	736	736	58,000	3363,970	2,053	184,743	67,431	20,23	29,67												
503	684	719	807	797	822	877	874	790	714	534	460	715	715	56,345	3174,743	1,937	174,351	63,638	19,09	28,00												
400	571	618	744	730	763	822	815	719	628	396	344	629	629	49,568	2456,958	1,499	134,931	49,250	14,77	21,67												
253	408	456	611	608	655	695	682	581	479	222	185	487	487	38,378	1472,836	0,899	80,885	29,523	8,86	12,99												
81	196	271	447	462	497	537	505	402	296	49	35	315	315	24,823	616,194	0,376	33,840	12,352	3,71	5,43												
1	29	91	269	284	322	347	314	216	116	0	0	166	166	13,081	171,125	0,104	9,398	3,430	1,03	1,51												
0	0	10	104	127	157	168	133	64	10	0	0	65	65	5,122	26,238	0,016	1,441	0,526	0,16	0,23												
0	0	1	13	32	49	48	26	3	0	0	0	14	14	1,103	1,217	0,001	0,067	0,024	0,01	0,01												
0	0	0	0	0	7	6	0	0	0	0	0	1	1	0,079	0,006	0,000	0,000	0,000	0,00	0,00												
													205,9375	299,56255	337,625	375,9375	383,9375	404	421,875	404,1875	348,3125	308,9375	243,5	196,4375	327,5625				Total anual	364,107	109,23	160,21

Cuadro de datos para la consecución del coste de energía perdida anual a partir de los valores horarios mensuales de intensidad de radiación  $G_m$

Como vemos para instalaciones con la tarifa del R.D. 1578/2008 cuyo valor estuvo en torno a 0,30 €/kW·h tras las dos primeras asignaciones (el valor de partida fue de 0,32 €/kW·h) dejamos de facturar 109,23 € cada año y para instalaciones acogidas al R.D. 661/2007 (tarifa inicial 0,44 €/kW·h) el montante perdido en la línea asciende a 160,21 € al año. Si multiplicamos estos valores por los 25 o 30 años de vida útil para las que en general están pensadas las instalaciones fotovoltaicas podemos ver que tenemos en nuestras manos reducir los en buena medida los 3000 y 4500 € que dejaríamos de facturar a consecuencia de las pérdidas por efecto Joule en una línea de sólo 45 m de largo.

Realizando el cálculo tomando valores de radiación media horaria mensual ( $G_{m_i}$  la izquierda de la columna verde) en lugar de cómo se ha hecho en este ejemplo (con valores de media horaria anual,  $G_i$ , en la columna verde) el resultado varía muy poco.

Ahora que ya sabemos el coste anual de las pérdidas, fácilmente podemos obtener una expresión analítica que sume el coste de la energía no facturada al coste del cable:

Para el caso estudiado de la sección de 35 mm<sup>2</sup>:

$$C_{35} = 90 \times P_s + 109,23 \times t \quad (\text{€})$$

Siendo:

$P_s$ : precio del cable (€/m)

$t$ : tiempo (años)

**NOTA:** Tanto la tarifa eléctrica como los precios de cable están sujetos a oscilaciones.

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Con sólo cambiar el valor de la resistencia del conductor por la de las secciones inmediatas superiores a 35 vamos obteniendo tablas análogas que nos muestran lo que dejamos de facturar por las pérdidas resistivas en nuestras líneas cada año. Pero como existe una relación lineal entre el consumo anual y la sección del conductor (pues la sección es inversamente proporcional a la resistencia) la expresión anterior se puede generalizar para cualquier sección (S) en mm<sup>2</sup> y nos ahorramos tener que ir cambiando el valor de R (ver tabla y gráficos tiempo-coste):

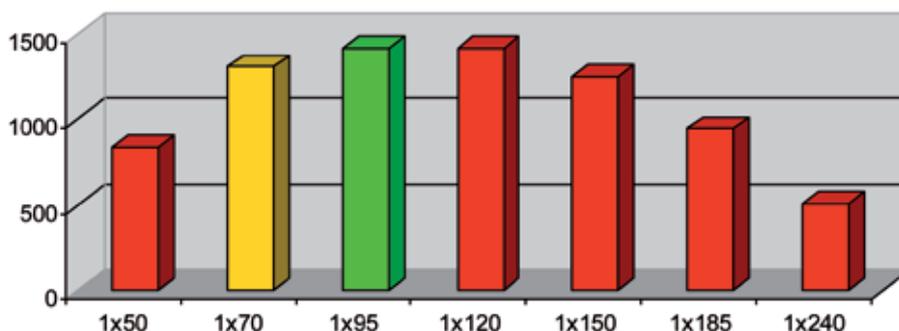
$$C_s = 90 \times P_s + 109,23 \times 35/S \times t \quad (\text{€})$$

Por tanto podemos ahora fácilmente obtener ya el plazo de amortización de cada sección de conductor superior a los 35 mm<sup>2</sup> de los cálculos eléctricos, sin más que conocer el coste aproximado de cada sección de cable P-Sun 2.0 (30 años de vida útil y mantenimiento cero) y obteniendo los puntos de corte entre cada 2 funciones (rectas) costes.

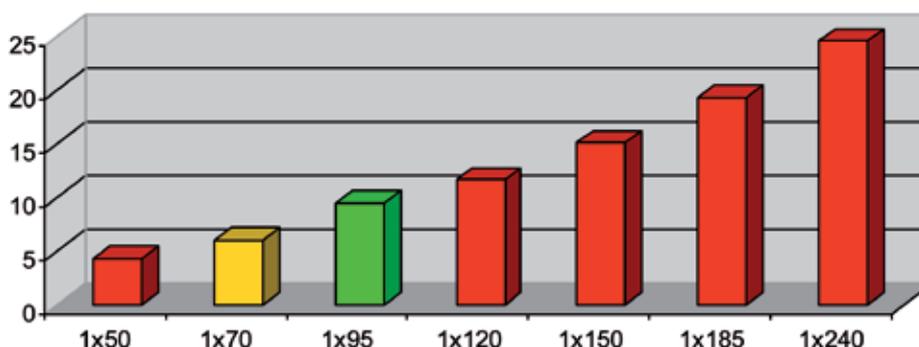
		Tarifa a 0,30 €/kW.h			Tarifa a 0,44 €/kW.h		
S (mm <sup>2</sup> )	P <sub>s</sub> (€/m)	C <sub>s</sub> = 90 x P <sub>s</sub> + 109,23 x 35/S x t (€)	Amortización (años)	Ahorro en 30 años = 30 x (C <sub>35</sub> -C <sub>s</sub> ) (€)	C <sub>s</sub> = 90 x P <sub>s</sub> + 160,21 x 35/S x t (€)	Amortización (años)	Ahorro en 30 años = 30 x (C <sub>35</sub> -C <sub>s</sub> ) (€)
1x35	4,43	C <sub>35</sub> = 398,7 + 109,23 x t	--	0	C <sub>35</sub> = 398,7 + 160,21 x t	--	0
1x50	6,02	C <sub>50</sub> = 541,88 + 76,461 x t	4,36	840	C <sub>50</sub> = 541,88 + 112,147 x t	2,98	1298
1x70	8,11	C <sub>70</sub> = 730 + 54,61 x t	6,06	1307	C <sub>70</sub> = 730 + 80,105 x t	4,13	2072
1x95	11,66	C <sub>95</sub> = 1049,4 + 40,243 x t	9,43	1419	C <sub>95</sub> = 1049,4 + 59,02 x t	6,43	2385
1x120	14,45	C <sub>120</sub> = 1300,5 + 31,86 x t	11,65	1419	C <sub>120</sub> = 1300,5 + 46,728 x t	7,94	2503
1x150	18,45	C <sub>150</sub> = 1660,5 + 25,487 x t	15,07	1250	C <sub>150</sub> = 1660,5 + 37,382 x t	10,27	2408
1x185	23,43	C <sub>185</sub> = 2108,7 + 20,665 x t	19,3	947	C <sub>185</sub> = 2108,7 + 30,31 x t	13,16	2187
1x240	29,90	C <sub>240</sub> = 2691 + 15,93 x t	24,57	507	C <sub>240</sub> = 2691 + 23,364 x t	16,75	1813

Funciones de coste, amortización en años y ahorro estimado con cada sección de conductor

#### Ahorro eléctrico (€). Tarifa 0,30 €/kW.h

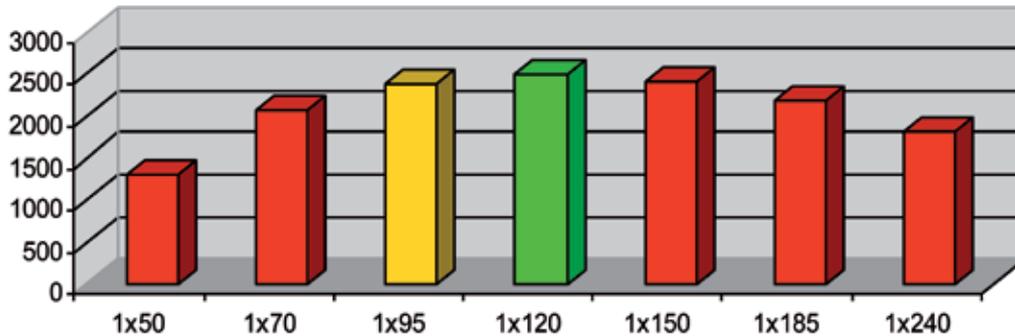


#### Amortización (años). Tarifa 0,30 €/kW.h

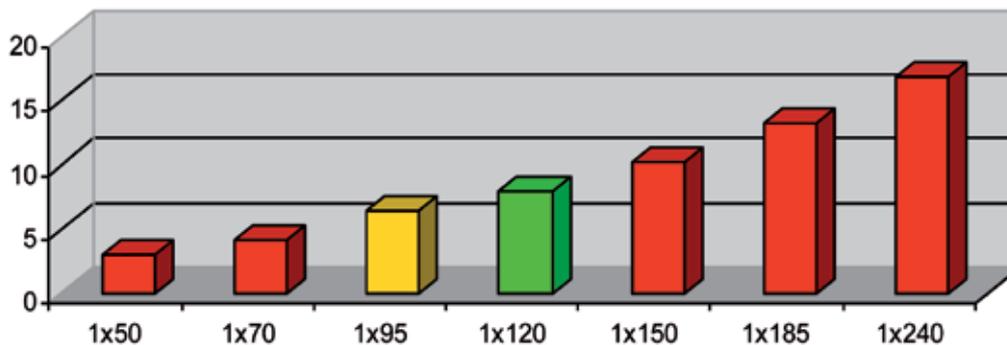


## P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

**Ahorro eléctrico (€). Tarifa 0,44 €/kW.h**

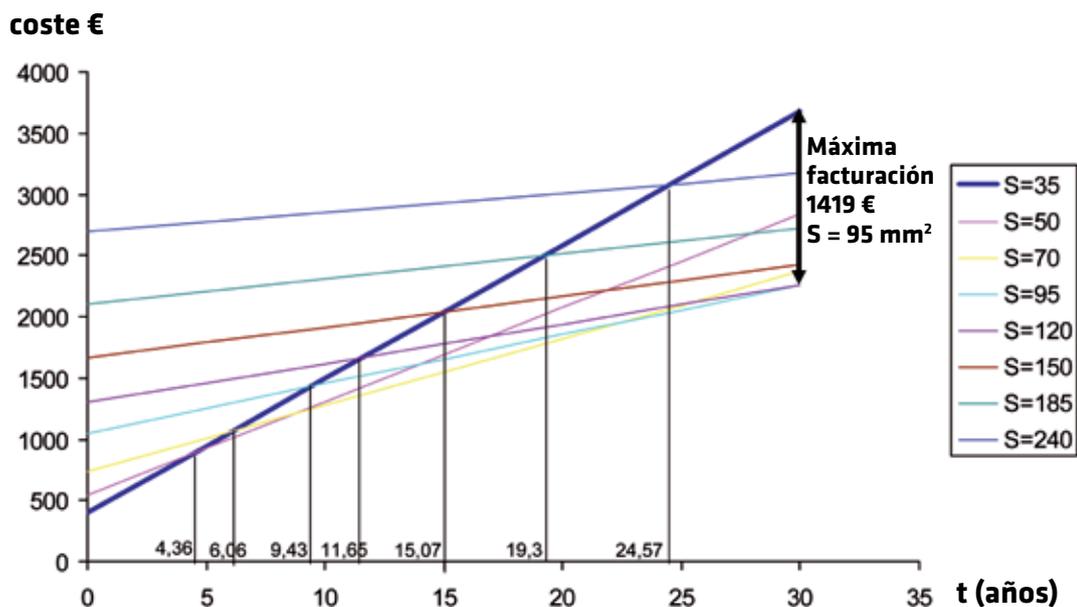


**Amortización (años). Tarifa 0,44 €/kW.h**

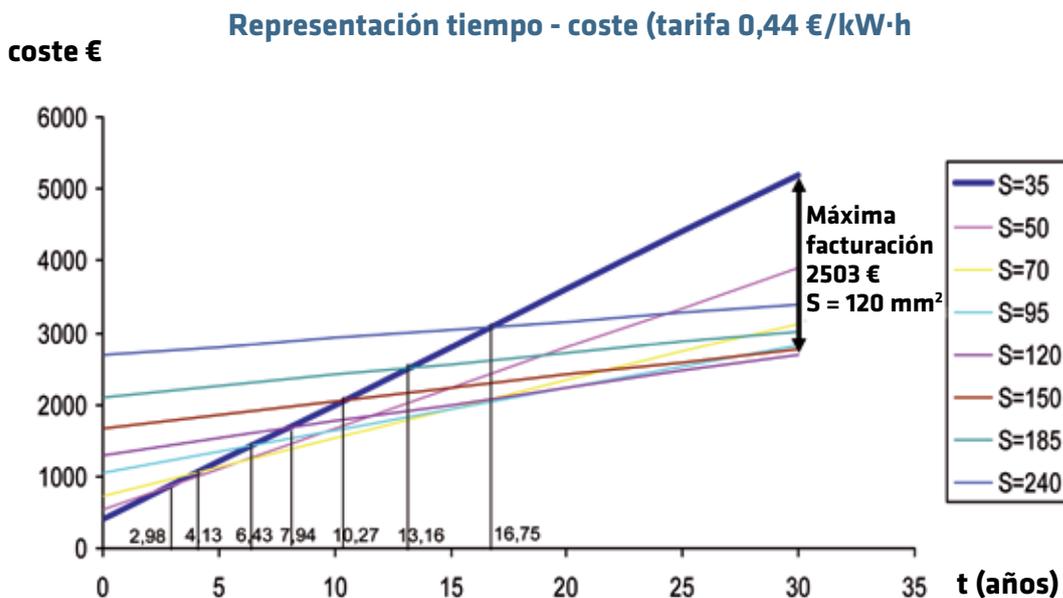


Los valores de ahorro obtenidos habría que multiplicarlos por 3. Recordemos que dividimos en 3 partes iguales nuestra instalación de 100 kW de potencia nominal. Siempre bajo el supuesto de que las 3 líneas principales de corriente continua son de la misma longitud (45 m).

**Representación tiempo - coste (tarifa 0,3 €/kW·h)**



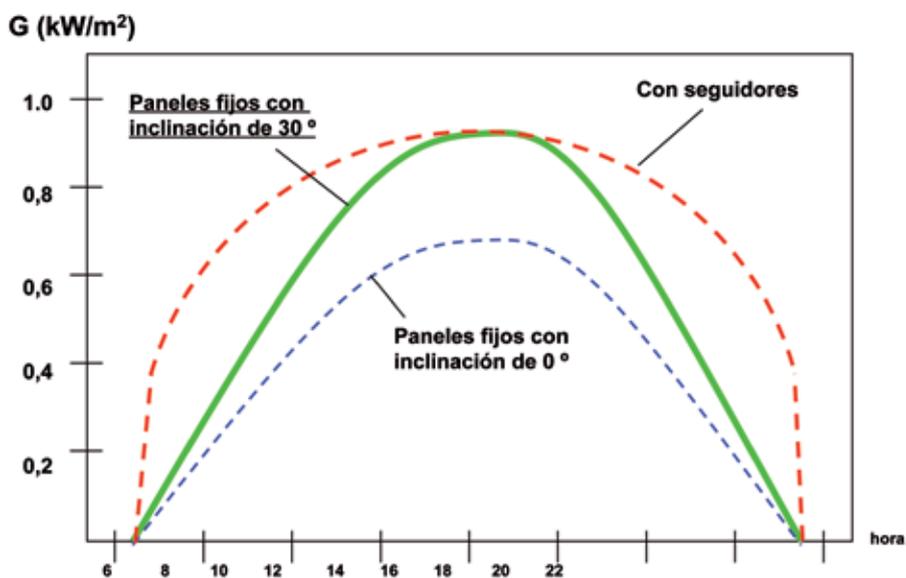
### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”



Como vemos las amortizaciones de las secciones se producen antes de los 30 años, en cualquier caso obtenemos mayor rendimiento económico que con 35 mm<sup>2</sup>. En el caso de la tarifa a 30 céntimos de €/kW.h nos interesa instalar una sección de 70 o 95 mm<sup>2</sup> y en el caso de la tarifa a 44 céntimos de €/kW.h conviene plantearse ir a secciones de 70, 95 o 120 mm<sup>2</sup>.

Evidentemente no hay mayor beneficio con secciones mayores porque la vida de la instalación es limitada y por ello, el tiempo en que se ha superado el punto de equilibrio entre los costes de la instalación y el final de la vida útil es menor para incrementar el ahorro.

Si la instalación se hubiera realizado con seguidores solares los periodos de amortización se acortan debido a la mayor intensidad media que se genera por mejor aprovechamiento de la radiación solar (ver gráfica).



Representación de la radiación recibida en los paneles a lo largo de un día de junio (la curva verde correspondería al ejemplo desarrollado)

**El ahorro para la instalación de 100 kW de este ejemplo está en torno a 4000 € (VAN ≈ 2000 € al 3,5%) con tarifa a 0,30 €/kW·h y de unos 7000 € (VAN ≈ 3600 al 3,5%) con tarifa de 0,44 €/kW·h con plazos de amortización del incremento de sección de cable P-Sun 2.0 de sólo 6 años y reducción de 7 toneladas de CO<sub>2</sub> en emisiones. La TIR se sitúa en el entorno del 16 % lo que hace muy rentable la instalación de la sección económica.**

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

Con el ejemplo desarrollado se ha pretendido evidenciar el ahorro que se puede obtener considerando la utilización de secciones económicas, no se ha tenido en cuenta ningún tipo de interés para actualizar los futuros ingresos para simplificar el cálculo. Además el plazo de amortización de la sección económica es de sólo 6 años.

Si actualizamos el valor de los futuros ingresos podemos ser más realistas con la inversión realizada. En la siguiente tabla se recoge el valor actualizado neto (VAN) a 30 años de la inversión en la sección económica del cable para diferentes tipos de interés. Este VAN se ha calculado descontando la inversión inicial.

Tipo de interés (%)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
VAN (tarifa 0,30 €/kW.h)	3921	3561	3234	2940	2676	2436	2217	2019	1839	1524	1263	1038	852	690	552	432	327	234	153	81	18
VAN (tarifa 0,44 €/kW.h)	7137	6468	5868	5325	4833	4389	3987	3621	3285	2706	2217	1806	1458	1161	903	681	489	318	168	36	-81

Se observa que para un tipo de interés del 16 % se equilibran los ingresos con los gastos iniciales y por tanto en ese punto obtenemos la TIR (tasa interna de retorno).

#### CÁLCULO DE LA “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA” DE LOS CABLES

Se demuestra que utilizar secciones superiores supone un importante ahorro ecológico, al ahorrar pérdidas en las líneas, se economiza energía y por tanto emisiones de CO<sub>2</sub>. Ahora además podemos comparar si las emisiones que evitamos con secciones mayores, no se ven superadas por las emisiones producidas por fabricar un cable más grande.

Para nuestra instalación de 100 kW (3 veces el esquema inicial) tenemos cuantificadas las siguientes pérdidas resistivas:

Sección	Pérdidas (kW·h)	Peso cable (kg/km)
1 x 35	1092,32	394
1 x 50	764,55	549
1 x 70	546,16	756
1 x 95	402,41	979

Para el caso de utilizar cable de 70 mm<sup>2</sup> en lugar de 35 mm<sup>2</sup> el ahorro energético será...

$$1092,32 - 546,16 = 546,16 \text{ kW.h (cada año)}$$

Para una vida útil de 30 años:

$$546,16 \times 30 = 16384,8 \text{ kW.h}$$

Estimando en 0,39 kg de CO<sub>2</sub> las emisiones por kW.h eléctrico generado en España, tendremos que el ahorro de CO<sub>2</sub> por incremento de sección es...

$$16384,8 \times 0,39 = \mathbf{6390 \text{ kg CO}_2}$$

Mientras que el superior peso del conductor conlleva unas emisiones 200 veces inferiores, lo que confirma la conveniencia no sólo económica sino también ecológica de la sección de 70 mm<sup>2</sup> frente a 35 mm<sup>2</sup>:

$$90 \text{ m} \times 3 \times (0,756 - 0,394) \text{ kg/m} = 97,74 \text{ kg cable}$$

$$97,74 \text{ kg cable} \times 6,38^* \text{ kg CO}_2 / \text{kg cable} = \mathbf{623,58 \text{ kg CO}_2} \quad \text{*dato de FACEL}$$

Si se utiliza cable de 95 mm<sup>2</sup> en lugar de 35 mm<sup>2</sup> el ahorro energético será...

$$1092,32 - 402,41 = 689,91 \text{ kW.h (cada año)}$$

Para 30 años:

$$689,91 \times 30 = 20697,3 \text{ kW.h}$$

La reducción de emisiones por incremento de sección es...

$$20697,3 \times 0,39 = \mathbf{8072 \text{ kg CO}_2}$$

### P) EJEMPLO DE CÁLCULO DE LA SECCIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE CONDUCTOR EN UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. “AMORTIZACIÓN ECOLÓGICA”

La superior sección del conductor conlleva unas emisiones 8 veces inferiores. Por tanto, la sección de 95 mm<sup>2</sup> es mucho más ecológica que la de 35 mm<sup>2</sup>, como podemos demostrar:

$$90 \text{ m} \times 3 \times (0,979 - 0,394) \text{ kg/m} = 157,95 \text{ kg cable}$$

$$157,95 \text{ kg cable} \times 6,38 \text{ kg CO}_2/\text{kg cable} = \mathbf{1007,72 \text{ kg CO}_2}$$

Calculamos los periodos de amortización ecológica y vemos que son extraordinariamente cortos:

Para el cable de 70 frente a 35 mm<sup>2</sup>:

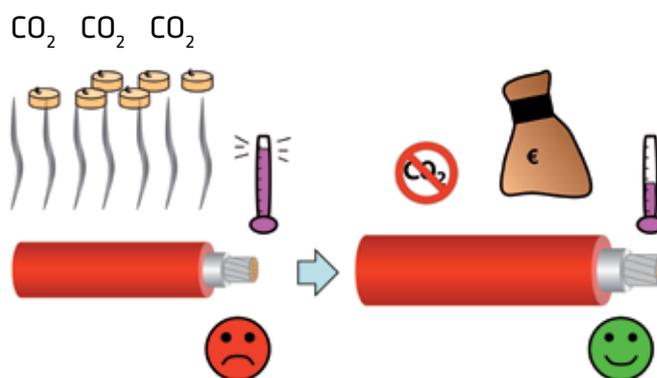
$$6390 \text{ kg CO}_2 / 623,58 \text{ kg CO}_2 = 10,25$$

$$(30 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}) / 10,25 = 1068 \text{ días} \approx 3 \text{ años}$$

Y para el cable de 95 frente a 35 mm<sup>2</sup>:

$$8072 \text{ kg CO}_2 / 1007,72 \text{ kg CO}_2 = 8$$

$$(30 \text{ años} \times 365 \text{ días/año}) / 8 = 1369 \text{ días} \approx 3,75 \text{ años}$$



Emplear un cable de sección superior a la mínima exigida por cálculos técnicos lejos de ir contra el medio ambiente supone en la mayoría de los casos un importantísimo ahorro de emisiones contaminantes.

#### CONCLUSIONES

Los números nos muestran que al menos conviene reflexionar sobre la posibilidad de utilizar secciones superiores a las teóricas, porque a primera vista es fácil entender que al tener la energía un precio muy superior a otros casos en instalaciones fotovoltaicas, minimizar las pérdidas con secciones superiores a las obtenidas con los cálculos eléctricos es algo que se puede y tiene mayor razón cuantificar para obtener un beneficio.

Cuando se aumenta la sección por criterios económicos tenemos además algunas ventajas colaterales que no conviene olvidar, entre otras:

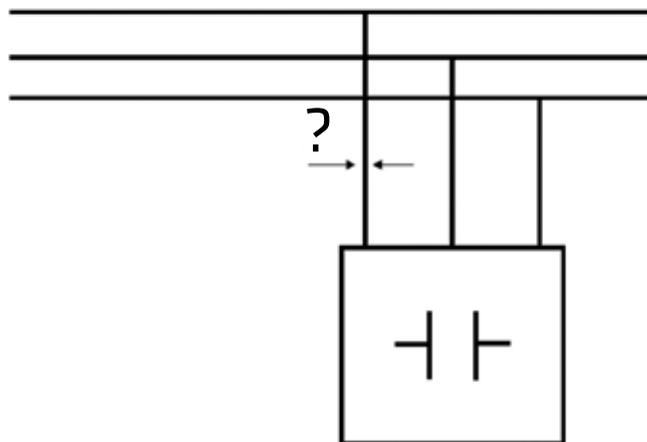
- Líneas más descargadas, lo que prolonga la vida útil de los cables
- Posibilidad de aumento de potencia sin cambiar el conductor
- Mejor respuesta a posibles cortocircuitos
- Mejora del performance ratio (PR) de la instalación
- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>

Los cálculos realizados han sido bastante rigurosos para no falsear los resultados considerando las radiaciones (Gi) a diferentes horas del día. Se puede hacer un cálculo aproximado mucho más sencillo considerando el dato de las horas de sol pico (HSP) dato comúnmente disponible (para nuestro ejemplo sería de 1874,44 h) y considerar durante esas horas el 100 % de la intensidad para calcular la energía perdida. La intensidad del punto de máxima potencia de los paneles está calculado a la misma radiación (1000 W/m<sup>2</sup>) que el valor HSP. Nos saldrán unas pérdidas superiores que con nuestro ejemplo más detallado, pero orientativamente el proyectista se puede hacer una idea de cuando puede amortizar la sección económica.

Los cables P-Sun 2.0 están diseñados para un mantenimiento cero y por tanto soportan una vida útil de 30 años en las condiciones de las instalaciones fotovoltaicas, por ello, si calcula la sección económica con cable P-Sun 2.0 puede tener la seguridad de que haciendo números para 30 años no va a falsear los periodos de amortización como ocurriría en el caso de que los cables hayan de ser repuestos con anterioridad a los 30 años de vida prevista para la instalación.

### Q) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A UNA BATERÍA DE CONDENSADORES.

La corrección del factor de potencia con baterías de condensadores es una forma de mejorar la eficiencia energética de una instalación porque reducimos la intensidad eficaz al elevar el  $\cos \phi$ . La idiosincrasia de estos receptores aconseja tener en cuenta varios factores a la hora de dimensionar las secciones de los conductores que los alimentan.



A diferencia de la gran mayoría de aparatos eléctricos los condensadores de compensación de Energía Reactiva, ER, una vez que están conectados a una red de alimentación de nivel de tensión eficaz apreciablemente constante, funcionan a plena carga de forma permanente.

Las baterías de compensación de la ER pueden instalarse de forma centralizada, descentralizada o mixta. En este artículo nos ceñiremos a los sistemas de corrección del factor de potencia, suministrados en forma de conjuntos equipados completos, para instalar sin ninguna modificación en un punto concreto de la red de distribución interior del usuario interesado en tal mejora del mencionado factor de potencia.

Dejamos a un lado, por lo tanto, el cálculo del cableado interior de dichos cuadros, cuyos criterios se detallan en el ANEXO A de la Norma UNE-EN 60439-1 (IEC 60439-1), para centrarnos en la canalización eléctrica que une el citado cuadro con el punto en el que se va a inyectar la compensación.

Como no se trata de diseñar la canalización sino simplemente de calcular su sección, partimos de la base de que todas las partes de diseño están ya realizadas y solamente resta realizar el cálculo bajo los tres puntos de vista, o hipótesis habituales:

- Equilibrio térmico en régimen permanente, o 1ª hipótesis (intensidad máxima admisible).
- Caída de tensión máxima en el extremo de la canalización, o 2ª hipótesis.
- Temperatura máxima de aislante después de la intervención de las protecciones tiempo-independiente, o 3ª Hipótesis (intensidad máxima de cortocircuito admisible).

Es bien conocido que el peso relativo de estas hipótesis, es decir la sección resultante obtenida por la aplicación de los criterios de cálculo bajo cada uno de los puntos de vista, es variable. En el caso que nos ocupa es bastante evidente que tanto la segunda como la tercera son, en la práctica totalidad de los casos de canalizaciones eléctricas a baterías de condensadores, irrelevantes.

En el caso del cálculo por 3ª hipótesis, por ejemplo, la razón es que el tiempo corte total de la corriente de cortocircuito es del orden de los 10 ms, debido a la gran rapidez de actuación de las protecciones en baja tensión, que asegura el corte de la intensidad de la corriente en su primer paso por cero.

En el caso del cálculo por caída de tensión, o 2ª hipótesis, porque en la práctica totalidad de los casos la batería de condensadores está situada en las inmediaciones del Cuadro General de BT, o por lo menos de un gran cuadro secundario, unidas a las barras generales por una canalización eléctrica que muy raramente superará los 15 m.

Si a esto añadimos que el efecto que la instalación de una batería de condensadores provoca es realmente una elevación de la tensión y no una caída, llegaremos a la conclusión antes enunciada.

Esta elevación de tensión se recoge en el punto 5.3.5 de la Norma UNE-EN 61921, con la redacción siguiente:

- a) *Los condensadores en paralelo pueden causar un incremento de la tensión desde la fuente al punto donde están colocados (véase el anexo D); este incremento de tensión puede ser mayor debido a la presencia de armónicos.*

### Q) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A UNA BATERÍA DE CONDENSADORES.

En el punto 3 del citado Anexo D, se recoge la expresión para el cálculo práctico de la elevación de tensión en régimen permanente:

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{Q}{S}$$

En la que:

$\Delta U$  es el incremento de la tensión en voltios (V);

$U$  es la tensión antes de la conexión del condensador (V);

$Q$  es la potencia de la batería de condensadores, en MVAR para hacer la expresión coherente;

$S$  es la potencia de cortocircuito en el punto donde se conecta la batería de condensadores, en MVA

La misma expresión figura en la norma IEC 60871-1, para el cálculo del incremento de tensión que supone la conexión de una batería de condensadores en alta tensión, en la forma siguiente:

$$\Delta U\% = \frac{Q_{bat}}{S_{cc}}$$

En la que:

$\Delta U$  es el incremento de la tensión en tanto por ciento;

$Q_{bat}$  es la potencia de la batería de condensadores,

$S_{cc}$  es la potencia de cortocircuito en el punto donde se introduce la batería de condensadores.

Para el cálculo por primera hipótesis hemos de tener en cuenta en primer lugar que el comportamiento como carga de los condensadores difiere ligeramente de otros tipos de cargas. En general los fabricantes de condensadores indican que la intensidad de la corriente para la cual debe dimensionarse la canalización eléctrica de la batería de condensadores, de 3L+PE, será de 1,4 a 1,5 veces la corriente asignada de la misma. La explicación es que la norma UNE 60831 establece que los condensadores deben soportar una sobrecarga de 1,3 veces la asignada. Además, el punto 7.3 de la misma norma establece las tolerancias de capacidad siguientes:

*-5% a +10% para los condensadores unitarios y las baterías hasta 100 kVAR;*

*-5% a +5% para los condensadores unitarios y las baterías superiores a 100 kVAR;*

Por lo que la sobrecarga conjunta máxima sería  $1,3 \cdot 1,10 = 1,4$ , en el primer caso, baterías hasta 100 kVAR, y  $1,3 \cdot 1,05 = 1,365$  para las mayores de 100 kVAR.

Algunos fabricantes aconsejan aplicar un coeficiente de 1,5, por mayor seguridad. Probablemente se pretende englobar en este coeficiente la minoración de la capacidad de carga provocada por el incremento del efecto pelicular debido a la presencia de armónicos.

Recordemos que el efecto pelicular crece con el cuadrado de la frecuencia, por lo que los armónicos producen el efecto de una reducción de la sección efectiva. La norma UNE 21144-1-1 (IEC 60287-1-1) en su apartado 2 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS, indica que la resistencia de un conductor por unidad de longitud, en corriente alterna y a la temperatura máxima de servicio, se calcula aplicando:

$$R = R' (1 + \lambda_s + \lambda_p)$$

En la que:

$R$  es la resistencia del conductor con corriente alterna a la máxima temperatura de servicio, ( $\Omega/m$ );

$R'$  es la resistencia del conductor con corriente continua a la máxima temperatura de servicio, ( $\Omega/m$ );

$\lambda_s$  es el factor de efecto pelicular;

$\lambda_p$  es el factor de efecto proximidad;

La norma citada dedica los dos puntos siguientes al cálculo de estos factores de efecto pelicular,  $\lambda_s$ , y de proximidad,  $\lambda_p$ , cálculo prolijo y complejo que, en resumen, puede llegar a añadir por ambos efectos hasta un 56% más a la resistencia. Dado que la relación entre resistencia y capacidad de carga, a igualdad del resto de factores, es cuadrática inversa esta capacidad podría llegar a disminuir hasta un 25%, aunque la Guía técnica de aplicación del REBT en su Anexo 2, en un alarde de optimismo, evalúa este efecto en solamente un 2%.

### Q) EFICIENCIA ENERGÉTICA. EJEMPLO DE CÁLCULO DE SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE ALIMENTACIÓN A UNA BATERÍA DE CONDENSADORES.

En Resumiendo: en caso de fuertes secciones y altas tasas de distorsión armónica, THD, podríamos llegar a un factor, por el cual multiplicar la intensidad asignada de la batería de condensadores de:

$$1,3 \cdot 1,05 \cdot 1,25 = 1,7$$

En el caso contrario, secciones pequeñas y pequeñas tasas de distorsión armónica, el factor a aplicar podría ser de:

$$1,3 \cdot 1,10 \cdot 1,02 \sim 1,5$$

Finalmente para el dimensionado del conductor de protección PE, nos remitimos a lo indicado en el apartado 543.1.2 de la norma UNE 20460-5-54, Puesta a tierra y conductores de protección.

#### Ejemplo

Tensión de línea:  $U = 690 \text{ V}$

Potencia de la batería de condensadores:  $Q = 720 \text{ kVAr}$

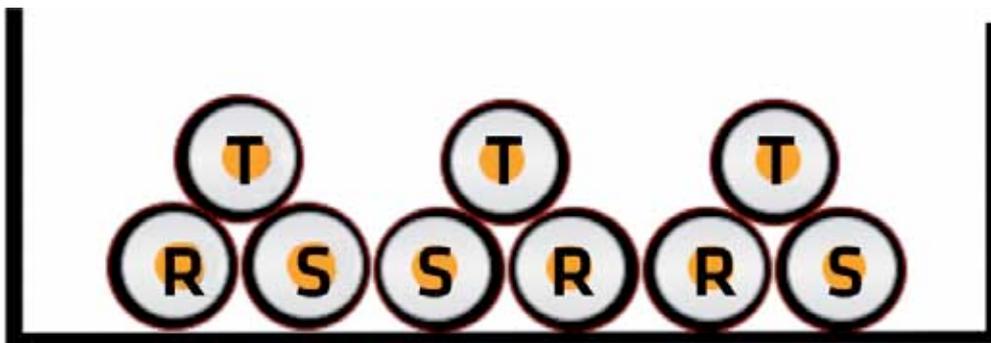
Se puede aproximar que la intensidad es puramente capacitiva y que el módulo de  $I$  que circula por el cable se obtendrá por tanto:

$$I = Q/(\sqrt{3}U) = 720\ 000/(\sqrt{3} \times 690) = 602 \text{ A}$$

Aplicamos el coeficiente 1,7 en ausencia de datos más concretos y dado que se trata de una batería de potencia superior a 100 kVAr

$$I' = 1,7 \times 602 \text{ A} = 1023 \text{ A}$$

Instalamos **3 cables Afumex Easy (AS) de cobre de 1x240** en bandeja perforada en contacto (ordenando adecuadamente las fases de cada terna, ver dibujo). Su intensidad admisible es de 490 A en condiciones estándar (UNE 20460-5-523) pero tenemos que considerar el efecto de la agrupación por tratarse de 3 ternas de cables que aun formando parte del mismo circuito se están influyendo térmicamente.



Esquema de colocación de las fases



Afumex Easy (AS)

El coeficiente de corrección por agrupamiento de las 3 ternas en contacto es 0,8 (tabla A.52-3, fila 4 de UNE 20460-5-523 y en este catálogo)...

Verificamos que los cables soportarán la intensidad necesaria  $I'$ .

$$3 \times 490 \times 0,8 = 1176 \text{ A} > 1023 \text{ A}$$



**Cables para  
Instalaciones  
Interiores o Receptoras**

# AFUMEX PLUS 750 V (AS)



Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: ES05Z1-K(AS) - H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2No propagación del incendio  
UNE-EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos  
UNE-EN 61034-2Libre de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos  
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos  
UNE-EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío

- Norma de diseño: UNE EN 50525-3-31.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (ES05Z1-K (AS)) y 450/750 V (H07Z1-K (AS) TYPE 2) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables ES05Z1-K y 2500 V en los H07Z1-K.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH ≥ 4,3 ; C ≤ 10 μS/mm

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, rojo y negro. (Ver tabla de colores según sección).

## APLICACIONES

- Cable extradeslizante especialmente adecuado para instalaciones en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable como por ejemplo: instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios, etc. o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos en construcción.
  - Derivaciones individuales (ITC-BT 15).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28)
  - Cableado interior de cuadros (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AFUMEX PLUS 750 V (AS)



Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: ES05Z1-K(AS) - H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 0.5	0,6	2.1	9	39	-	85,79	68,76
1 x 0.75	0.6	2.3	11	26.5	-	58,39	46,83
1 x 1	0,6	2.8	14	19.5	-	43,13	34,62
1 x 1.5	0.7	3.4	20	13.3	15	28,84	23,22
1 x 2.5	0.8	4.1	32	7.98	21	17,66	14,25
1 x 4	0.8	4.8	46	4.95	27	10,99	8,91
1 x 6	0.8	5.3	65	3.30	36	7,34	5,99
1 x 10	1.0	6.8	111	1.91	50	4,36	3,59
1 x 16	1.0	8.1	164	1.21	66	2,74	2,29
1 x 25	1.2	10.2	255	0.78	84	1,73	1,48
1 x 35	1.2	11.7	351	0.554	104	1,25	1,09
1 x 50	1.4	13.9	520	0.386	125	0,92	0,84
1 x 70	1.4	16	700	0.272	160	0,64	0,61
1 x 95	1.6	18.2	920	0.206	194	0,46	0,46
1 x 120	1.6	20.2	1130	0.161	225	0,36	0,38
1 x 150	1.8	22.5	1410	0.127	260	0,29	0,33
1 x 185	2.0	20.6	1770	0.106	297	0,26	0,28
1 x 240	2.2	28.4	2300	0.0801	350	0,18	0,24

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.  
 → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1

# AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de humos opacos  
UNE-EN 61034-2



Libre de  
halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión  
de gases tóxicos  
NFC 20454



Nula emisión  
de gases  
corrosivos  
UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío

- Norma de diseño: UNE EN 50525-3-31.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Ensayo de continuidad de las fibras ópticas.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ;  $pH \geq 4,3$  ;  $C \leq 10 \mu S/mm$

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

**Formación:** Formación en haz de 3+1, 5+1, conductores aislados, más 2 fibras ópticas en el interior del conductor de protección (a/v).

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### FIBRAS ÓPTICAS

El conductor de tierra (amarillo/verde) lleva incorporadas dos fibras ópticas

**Tipo de fibras ópticas:** fibras ópticas monomodo G. 657A con protección ajustada de 900 micras.

**Características de las fibras ópticas:** Ver hoja de datos técnicos Fibra ajustada para Afumex DUO

**Identificación de las fibras ópticas:** una de color verde y otra azul.



### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

#### Colores:

- 3+1 conductores: amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm<sup>2</sup>.
- 5+1 conductores: amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro y rojo de sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

**Marcado:** El conductor que lleva las fibras ópticas llevará la siguiente inscripción:

"Prysmian Afumex Duo 750V 07Z1-K (AS) (Sección) + 2 FO G.657"

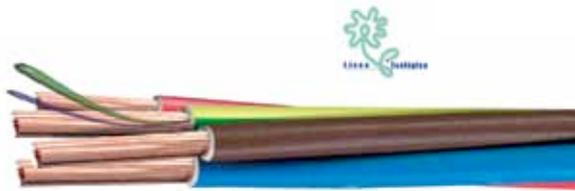
## APLICACIONES

- Instalación conjunta de conductores de energía y fibras ópticas en derivaciones individuales, (desde la centralización de contadores hasta cada uno de los cuadros generales de mando y protección).
  - Derivaciones individuales, (ITC-BT 15).

**Nota:** Para otras posibles aplicaciones de conductores eléctricos con fibras ópticas en su interior se ruega consultar a Prysmian.

## AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento (fases) mm	Diámetro haz mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	3,2	347	1,83	50 (1)	4,36 (1)	3,59 (1)
3 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	15,4	502	1,15	66 (1)	2,74 (1)	2,29 (1)
3 G 25 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	18,9	772	0,727	84 (1)	1,73 (1)	1,48 (1)
3 G 35 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	25,2	1073	0,554	104 (1)	1,25 (1)	1,09 (1)
5 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	16,6	575	1,83	44 (2)	3,79 (2)	3,13 (2)
5 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	19,5	840	1,15	59 (2)	2,38 (2)	1,99 (2)

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(2) Instalación trifásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial → PVC3 con instalación tipo B1 → columna 5.

(Ver página 28).

## ESPECIFICACIÓN DE FIBRA INSENSIBLE A CURVATURAS

## ESPECIFICACIONES GENERALES

Material: Silicio/Silicio Dopado  
 Perfil de índice de refracción: Salto de Índice

## Características de la protección primaria

Material de la protección primaria: Acrylato Neon™ Plus  
 Diámetro exterior de la protección primaria: 245 μm ± 5 μm  
 Concentricidad de protección/revestimiento: ≤ 10 μm

## Características del gel entre protección primaria y secundaria

Material del gel: Acrylato  
 Espesor de la capa de gel: 10 μm ± 5 μm

## Características de la protección secundaria

Material de la protección secundaria: Acrylato  
 Diámetro exterior de la protección secundaria: 900 μm ± 25 μm  
 Concentricidad de protección/revestimiento: ≤ 40 μm

## Características Geométricas

Diámetro de campo modal @1310 nm: 8.4 μm ∓ 9.2 μm  
 Diámetro del revestimiento: 125 ± 0.7 μm  
 Error de concentricidad MFD/revestimiento: ≤ 0.5 mm  
 Error de no circularidad del revestimiento: ≤ 1.0 %  
 Longitud de onda de corte cableada: ≤ 1260 nm

## Coeficientes de atenuación (1)

@1310 nm: ≤ 0.36 dB/km  
 @1380 nm: ≤ 0.36 dB/km  
 @1550 nm: ≤ 0.24 dB/km  
 @1625 nm: ≤ 0.29 dB/km

## Coeficientes de dispersión

1285 ∓ 1330 nm: ≤ 3.5 ps/(nm · km)  
 @1550 nm: ≤ 18 ps/(nm · km)  
 @1625 nm: ≤ 22 ps/(nm · km)  
 Longitud de onda de dispersión zero: 1302 ∓ 1322 nm  
 Pendiente de dispersión zero S0: ≤ 0.089 ps/(nm<sup>2</sup> · km)  
 Dispersión del modo de polarización: ≤ 0.4 ps/√km

## Características Mecánicas

Fibra probada a un alargamiento (Proof test): ≥ 1.0 %  
 Pérdidas por macrocurvaturas de la fibra sin protección secundaria:  
 1 vuelta alrededor 20 mm diam. @1550 nm: ≤ 0.5 dB  
 10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1550 nm: ≤ 0.05 dB  
 10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1625 nm: ≤ 0.5 dB

# AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)



Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE 21027-9  
 Designación genérica: ES05Z-K (AS) - ES07Z-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío

- Norma de diseño: UNE 21027-9; HD 22.9 S2; NI 56.10.00.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (ES05Z-K [AS]) y 450/750 V (ES07Z-K (AS)) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; It ≤ 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH ≥ 4,3 ; C ≤ 10 μS/mm.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX, clase EI5 según UNE 21027-9.

**Colores:** Gris

# AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)



Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE 21027-9  
 Designación genérica: ES05Z-K (AS) - ES07Z-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
*1 x 0.5	0.7	2.3	10	39	-	-	-
*1 x 0.75	0.7	2.5	12	26	-	-	-
*1 x 1	0.7	2.7	15	19.5	-	-	-
1 x 1.5	0.7	3	20	13.3	20	30,98	24,46
1 x 2.5	0.8	3.6	31	7.98	26,5	18,66	15,06
1 x 4	0.8	4.1	45	4.95	36	11,68	9,46
1 x 6	0.8	4.6	64	3.3	46	7,9	6,43
1 x 10	1	6.1	108	1.91	65	4,67	3,84
1 x 16	1	7.2	160	1.21	87	2,94	2,45

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → XLP2 con instalación tipo B1 → columna 10.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

(Ver página 28).

\* Según Normativa Iberdrola 56.10.00

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)



Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE 21027-9  
 Designación genérica: ES07Z-R (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío

- Norma de diseño: UNE 21027-9; HD 22.9 S2; NI 56.10.00.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ;  $pH \geq 4,3$  ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm<sup>2</sup>; rígido, clase 2 (varios hilos) desde 6 mm<sup>2</sup>; según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX, clase EI5 según UNE21027-9.

**Colores:** Azul, gris, marrón y rojo. (Ver tabla de colores según sección).

## APLICACIONES

- Cable especialmente adecuado para el cableado de centralizaciones de contadores, cuadros, paneles y bastidores de relés.
  - Centralización de contadores (ITC-BT 16).
  - Cableado de cuadros (ITC-BT 28).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)



Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE 21027-9  
 Designación genérica: ES07Z-R (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	3	19	12,1	20	30,98	24,46
1 x 2,5	0,8	3,7	35	7,41	26,5	18,66	15,06
1 x 4	0,8	4,2	51	4,61	36	11,68	9,46
1 x 6	0,8	4,5	64	3,08	46	7,9	6,43
1 x 10	1	6	111	1,83	65	4,67	3,84
1 x 16	1	6,7	158	1,15	87	2,94	2,45

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → XLP2 con instalación tipo B1 → columna 10.

(2) Instalación monofásica (para trifásica dividir por 1,15).

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX Easy (AS)

NUEVO



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ;  $pH \geq 4,3$  ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

Más rápido y fácil de instalar



MÁS FLEXIBLE



SIN EFECTO "MEMORIA"



FÁCIL PELADO



SIN TALCO

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Verde.

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.
  - Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14) - Derivaciones individuales (ITC-BT 15) - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

## AFUMEX Easy (AS)

NUEVO



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	60	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.8	74	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.3	96	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.4	140	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	195	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	290	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.6	395	0.55	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	550	0.38	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	750	0.27	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	970	0.20	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	19	1200	0.16	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1480	0.12	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.9	1866	0.10	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.9	2350	0.08	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.5	3063	0.06	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	8.7	105	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	136	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	175	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	230	3.3	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	14	345	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.4	780	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.4	1060	0.55	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	26.8	1448	0.38	188	166	0,99	0,88
3 G 1.5	0.7	9.2	120	13.3	24	24	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	160	7.98	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	215	4.95	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	282	3.3	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0.7	14.7	430	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	17.8	650	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	24.9	1355	0.55	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.6	1869	0.38	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.1	2530	0.27	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1.1	36.4	3322	0.20	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1.2	40.3	4301	0.16	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1.4	44.9	5332	0.12	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1.6	49.8	6521	0.10	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1.7	56.1	8576	0.08	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1.8	61.8	10633	0.06	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

# AFUMEX Easy (AS)

NUEVO



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	21	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	21	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX MANDO 1000 V (AS)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .



Resistencia a los rayos ultravioleta

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm<sup>2</sup> para el conductor de control horario (tarifa nocturna).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Verde.

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para derivaciones individuales subterráneas.
  - Derivaciones individuales (ITC-BT 15).- Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).

**AFUMEX MANDO 1000 V (AS)**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 6 + 1 x 1,5	13	300	3,3	40	53	7,90	6,42
3 G 10 + 1 x 1,5	15	440	1,91	54	70	4,67	3,84
3 G 16 + 1 x 1,5	18	660	1,21	73	91	2,94	2,45
3 G 25 + 1 x 1,5	22	980	0,78	95	116	1,86	1,59
3 G 35 + 1 x 1,5	25	1330	0,554	119	140	1,34	1,16

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8.

(2) Instalación enterrada monofásica para cables de 3+1 conductores y trifásica para cables de 5+1 conductores, bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W. → KLPE2 con instalación tipo Método D (Cu)

(Ver página 28).

**CÁLCULOS**

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 211025  
 Designación genérica: SZ1-K (AS+) - RZ1-K mica (AS+)



## CARACTERÍSTICAS CABLE

								
No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2	No propagación del incendio UNE-EN 60332-3-24	Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2	Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1	Reducida emisión de gases tóxicos NFC 20454	Nula emisión de gases corrosivos UNE-EN 50267-2-2	Resistencia al fuego UNE-EN 50200	Resistencia a la absorción del agua	Resistencia al frío

- Norma de diseño: UNE 211025.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- **Resistencia al fuego: UNE EN 50200 PH 120 (842 °C, 120 min.); IEC 60331-1.**
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .



Resistencia a los rayos ultravioleta

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### ASLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoestable, cero halógenos, tipo AFUMEX:

-Silicona hasta 25 mm<sup>2</sup> (SZ1-K).

-Cinta vidrio-mica + XLPE a partir de 35 mm<sup>2</sup> (RZ1-K mica)

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro; según UNE 21089-1.(ver tabla de colores según número de conductores)

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Naranja.

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad, especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.
- Adecuado para circuitos de servicios de seguridad no autónomos o con fuentes autónomas centralizadas: (alumbrado de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores...).
- Para la alimentación de extractores y ventiladores para control de humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos comerciales o públicos y atrios (ver Código Técnico de la Edificación DB-SI 3 punto 8).
  - Servicios de seguridad no autónomos o servicios con fuentes autónomas centralizadas (ITC-BT 28).
  - Extractores y ventiladores para control del humo de incendio en garajes, aparcamientos, cocinas industriales, establecimientos públicos y atrios (CTE, DB-SI 3 pto. 8).

## AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 211025  
 Designación genérica: SZ1-K (AS+) - RZ1-K mica (AS+)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1x1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,5	21,36
1x2.5	0.7	6.2	60	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1x4	0.7	6.8	74	4.95	38	35	9,96	8,1
1x6	0.7	7.3	96	3.3	49	44	6,74	5,51
1x10	0.7	8.4	140	1.91	68	58	4	3,31
1x16	0.7	9.4	195	1.21	91	75	2,51	2,12
1x25	0.9	11	290	0.78	116	96	1,59	1,37
1x35	0.9	12.6	395	0.55	144	117	1,15	1,01
1x50	1	14.2	550	0.38	175	138	0,85	0,77
1x70	1.1	15.8	750	0.27	224	170	0,59	0,56
1x95	1.1	17.9	970	0.20	271	202	0,42	0,43
1x120	1.2	19	1200	0.16	314	230	0,34	0,36
1x150	1.4	21.2	1480	0.12	363	260	0,27	0,31
1x185	1.6	23.9	1866	0.10	415	291	0,22	0,26
1x240	1.7	26.9	2350	0.08	490	336	0,17	0,22
1x300	1.8	29.5	3063	0.06	630	380	0,14	0,19
2x1.5	0.7	8.7	105	13.3	24	24	30,98	24,92
2x2.5	0.7	9.6	136	7.98	33	32	18,66	15,07
2x4	0.7	10.5	175	4.95	45	42	11,68	9,46
2x6	0.7	11.7	230	3.3	57	53	7,90	6,42
2x10	0.7	14	345	1.91	76	70	4,67	3,84
2x16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2x25	0.9	20.4	780	0.78	123	116	1,86	1,59
2x35	0.9	23.4	1060	0.55	154	140	1,34	1,16
2x50	1	26.8	1448	0.38	188	166	0,99	0,88
3G1.5	0.7	9.2	120	13.3	24	24	30,98	24,92
3G2.5	0.7	10.1	160	7.98	33	32	18,66	15,07
3G4	0.7	11.1	215	4.95	45	42	11,68	9,46
3G6	0.7	12.3	282	3.3	57	53	7,90	6,42
3G10	0.7	14.7	430	1.91	76	70	4,67	3,84
3G16	0.7	17.8	650	1.21	105	91	2,94	2,45
3x25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3x35	0.9	24.9	1355	0.55	137	117	1,17	1,01
3x50	1	28.6	1869	0.38	167	138	0,86	0,77
3x70	1.1	32.1	2530	0.27	214	170	0,6	0,56
3x95	1.1	36.4	3322	0.20	259	202	0,43	0,42
3x120	1.2	40.3	4301	0.16	301	230	0,34	0,35
3x150	1.4	44.9	5332	0.12	343	260	0,28	0,3
3x185	1.6	49.8	6521	0.10	391	291	0,22	0,26
3x240	1.7	56.1	8576	0.08	468	336	0,17	0,21
3x300	1.8	61.8	10633	0.06	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 211025  
 Designación genérica: SZ1-K (AS+) - RZ1-K mica (AS+)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total Kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 25/16	0.9/0.7	22.6	1120	0.780/1.21	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0.9/0.7	26.1	1570	0.554/1.21	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1.0/0.9	30.3	2240	0.386/0.780	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1.1/0.9	34	3010	0.272/0.554	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1.1/1.0	38.7	3809	0.206/0.386	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1.2/1.1	43.5	5028	0.161/0.272	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1.4/1.1	47.4	5980	0.129/0.272	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1.6/1.1	52.7	7490	0.106/0.206	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1.7/1.2	59.3	9705	0.0801/0.161	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1.8/1.4	64.7	12145	0.0641/0.129	565	380	0,14	0,18
4 G 1.5	0.7	9.9	145	13.3	20	21	26,94	21,67
4 G 2.5	0.7	11	195	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0.7	12.1	260	4.95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0.7	13.5	350	3.3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0.7	16.2	540	1.91	65	58	4,06	3,34
4 G 16	0.7	19.7	810	1.21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0.9	23.8	1233	0.78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0.9	27.4	1711	0.55	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	31.7	2386	0.38	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1.1	35.7	3240	0.27	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1.1	40.0	4380	0.20	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1.2	44.0	5420	0.16	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1.4	50.0	6800	0.12	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1.6	56.5	8560	0.10	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1.7	63.5	10940	0.08	468	336	0,17	0,21
5 G 1.5	0.7	10.8	170	13.3	20	21	26,94	21,67
5 G 2.5	0.7	12	230	7.98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0.7	13.2	315	4.95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0.7	14.8	420	3.3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0.7	17.8	660	1.91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0.7	21.5	990	1.21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0.9	25.8	1490	0.78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0.9	30.6	2160	0.55	137	117	1,17	1,01

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)



Tensión nominal: 300/500 V  
 Norma diseño: UNE 211025  
 Designación genérica: SOZ1-K (AS+)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia al fuego  
 UNE-EN 50200



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 211025
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- **Resistencia al fuego: UNE EN 50200 PH 120 (842 °C, 120 min.); IEC 60331.**
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Silicona.

**Colores:** Rojo y negro.

**Reunión:** Conductores trenzados entre 8 y 11 vueltas por metro.

### PANTALLA METÁLICA

Pantalla a base de cinta aluminio/poliéster con drenaje en Cu-Sn de 0,25 mm<sup>2</sup>.

**Colores:** Verde.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

**Colores:** Naranja.

# AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)



Tensión nominal: 300/500 V  
Norma diseño: UNE 211025  
Designación genérica: SOZ1-K (AS+)



## APLICACIONES

- Cable resistente al fuego (AS+), especialmente diseñado para seguir prestando servicio en condiciones extremas durante un incendio.  
-Circuitos de alarmas, detectores y pulsadores en sistemas contra incendios, (ITC-BT 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2No propagación del incendio  
UNE-EN 60332-3-24Baja emisión de humos opacos  
UNE-EN 61034-2Libre de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1Reducida emisión de gases tóxicos  
NFC 20454Nula emisión de gases corrosivos  
UNE-EN 50267-2-2

Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores:** Un conductor amarillo/verde y el resto negros numerados..

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Verde.

## APLICACIONES

- Cable de alta seguridad (AS) de fácil pelado y alta flexibilidad, para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc.
- Cable para control y mando especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego o la ecología de los productos de construcción.
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
6 G 1,5	0,7	2,9	12,7	13,3	15	26,94	21,67
8 G 1,5	0,7	2,9	13,8	13,3	13	26,94	21,67
10 G 1,5	0,7	2,9	15,7	13,3	11	26,94	21,67
12 G 1,5	0,7	2,9	16,1	13,3	11	26,94	21,67
14 G 1,5	0,7	2,9	16,9	13,3	10	26,94	21,67

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 con coeficiente según número de conductores.

(2) Trifásica (3 conductores) para monofásica (cada 2 conductores) multiplicar por 1,15.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX O SIGNAL (AS)



Tensión nominal: 300/500 V  
 Norma diseño: VDE 0250  
 Designación genérica: RC4Z1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: VDE 0250 teil 405.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Mezcla especial termoestable (XLPE), cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Silicona.

**Colores:** Coloración según UNE 21089-1.

- 2 cond.: marrón y azul.
- 3 cond.: marrón, azul y amarillo-verde.
- 4 cond.: negro, marrón, gris y amarillo-verde.
- 5 cond.: negro, gris, marrón, azul y amarillo-verde.
- Más de 5 cond.: 1 cond. amarillo-verde, el resto negros con numeración.

### PANTALLA METÁLICA

Trenza de hilos de cobre desnudo con recubrimiento aproximado del 70%.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Verde.

## APLICACIONES

- Cable de alta seguridad (AS), apantallado con trenza de hilos de cobre para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc., o para regulación de temperatura, de intensidad, de tensión, de válvulas motorizadas, etc.
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

**AFUMEX O SIGNAL (AS)**

Tensión nominal: 300/500 V  
 Norma diseño: VDE 0250  
 Designación genérica: RC4Z1-K (AS)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 1	0,6	7	65,4	19,5	8,7	47,06	37,77
2 x 1,5	0,6	8	85,9	13,3	16,5	30,98	24,92
3 G 1	0,6	7,4	79,4	19,5	8,7	47,06	37,77
3 G 1,5	0,6	8,5	105,2	13,3	16,5	30,98	24,92
4 G 1	0,6	8,5	104	19,5	8,7	40,92	32,84
4 G 1,5	0,6	9,2	127,7	13,3	16	26,94	21,67

(1) Instalación bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial.

- XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (monofásica 2x y 3G).  
 → XLPE2 con instalación tipo E → columna 7 (trifásica 4G).

(Ver página 28).

**Otras características**

Capacidad mutua aproximada	≤ 0,16 (μF/km)
Inducción mutua aproximada	≤ 0,9 (μH/km)

**CÁLCULOS**

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

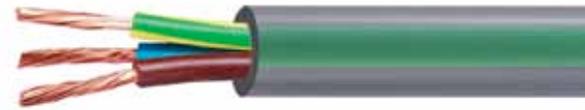
**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX EXPO (AS)



Tensión nominal: 450/750 V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-21  
 Designación genérica: H07ZZ-F (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a los golpes

- Norma de diseño: UNE EN 50525-3-21; HD 22.13.S1.
- Temperatura de servicio: -25 °C, +90 °C (servicio móvil); -40 °C, +90 °C (instalación fija). (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 85 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Elastómero termoestable, libre de halógenos.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1 (factibles otras posibilidades).

### CUBIERTA

**Material:** Poliolefina termoestable tipo Afumex.

**Colores:** Gris con franja verde.

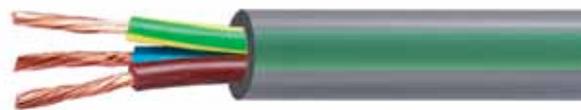
## APLICACIONES

- Casetas de ferias, ferias comerciales, exposiciones, muestras e instalaciones eléctricas temporales en emplazamientos con público.
- Cable flexible para servicios móviles, apropiado para conectar paneles de baja tensión con transformadores en aerogeneradores.
- Equipos de retransmisión provisional, iluminación escénica, prolongadores... y en general servicios no fijos en locales de pública concurrencia.
- Alimentación desde toma de corriente de todo tipo de máquinas en locales públicos (recreativas, expendedoras, secamanos, etc.).
  - Ferias y stands (ITC-BT 34, ITC-BT 28).
  - Instalaciones provisionales o servicios móviles en locales de pública concurrencia (ITC-BT 34, ITC-BT 28).

## AFUMEX EXPO (AS)



Tensión nominal: 450/750 V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-21  
 Designación genérica: H07ZZ-F (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire bandeja (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	7,1	52	13,3	21	16,5	30,47	24,56
1 x 2,5	7,9	68	7,98	29	23	18,31	14,81
1 x 4	9,0	95	4,95	38	31	11,45	9,32
1 x 6	9,8	125	3,3	49	40	7,75	6,34
1 x 10	11,9	200	1,91	68	54	4,60	3,81
1 x 16	13,4	275	1,21	91	73	2,89	2,44
1 x 25	15,8	395	0,78	116	95	1,83	1,58
1 x 35	17,9	520	0,554	144	119	1,32	1,16
1 x 50	20,6	750	0,386	175	145	0,98	0,89
1 x 70	23,3	950	0,272	224	185	0,68	0,64
1 x 95	26	1220	0,206	271	224	0,48	0,49
1 x 120	28,6	1480	0,161	314	260	0,39	0,41
1 x 150	31,4	1830	0,129	363	299	0,31	0,36
1 x 185	34,4	2270	0,106	415	341	0,25	0,30
1 x 240	38,3	2850	0,0801	490	401	0,20	0,25
2 x 1,5	11,0	120	13,3	21	16,5	30,98	24,92
2 x 2,5	13,1	175	7,98	29	23	18,66	15,07
2 x 4	15,1	245	4,95	38	31	11,68	9,46
2 x 6	16,8	315	3,3	49	40	7,90	6,42
2 x 10	22,6	590	1,91	68	54	4,67	3,84
2 x 16	25,7	790	1,21	91	73	2,94	2,45
3 G 1,5	11,9	150	13,3	21	16,5	26,94	21,67

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo C → columna 12 (2x, 3G monofásica).

2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...

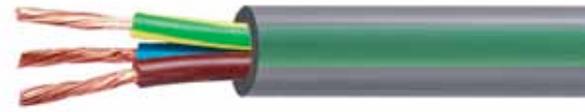
- XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 28).

## AFUMEX EXPO (AS)



Tensión nominal: 450/750 V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-21  
 Designación genérica: H07ZZ-F (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire bandeja (1) A	Intensidad admisible al aire (montaje superficial) (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 2,5	14,0	215	7,98	29	23	16,23	13,1
3 G 4	16,2	300	4,95	38	31	10,16	8,23
3 G 6	18,0	395	3,3	49	40	6,87	5,59
3 G 10	24,2	740	1,91	68	54	4,06	3,34
3 G 16	27,6	1000	1,21	91	73	2,56	2,13
5 G 1,5	14,4	230	13,3	19	16	26,94	21,67
5 G 2,5	17,0	325	7,98	26	22	16,23	13,1
5 G 4	19,9	475	4,95	34	30	10,16	8,23
5 G 6	22,2	630	3,3	44	37	6,87	5,59
6 G 1,5	17,2	315	13,3	13,3	11,2	26,94	21,67
6 G 2,5	20,0	430	7,98	18,2	15,4	16,23	13,1
6 G 4	23,2	620	4,95	23,8	21	10,16	8,23
12 G 1,5	22,4	530	13,3	8,5	7,2	26,94	21,67
12 G 2,5	26,2	760	7,98	11,7	9,9	16,23	13,1
12 G 4	30,9	1090	4,95	15,3	13,5	10,16	8,23
18 G 1,5	26,3	800	13,3	7,6	6,4	26,94	21,67
18 G 2,5	30,9	1160	7,98	10,4	8,8	16,23	13,1
18 G 4	36,4	1680	4,95	13,6	12	10,16	8,23
24 G 1,5	30,7	1010	13,3	6,6	5,6	26,94	21,67
24 G 2,5	36,5	1450	7,98	9,1	7,7	16,23	13,1
36 G 1,5	35,2	1440	13,3	5,7	4,8	26,94	21,67
36 G 2,5	41,8	2110	7,98	7,8	6,6	16,23	13,1

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo C → columna 11 (1x, 2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo C → columna 12 (2x, 3G monofásica).

(2) Instalación al aire (40 °C), bajo tubo o conducto en montaje superficial, o bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...

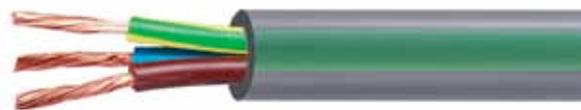
- XLPE2 con instalación tipo B2 → columna 8 (1x, 2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo B2 → columna 7 (3x, 4x, 4G, 5G trifásica).

(Ver página 28).

## AFUMEX EXPO (AS)



Tensión nominal: 450/750 V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-21  
 Designación genérica: H07ZZ-F (AS)



## CÁLCULOS

## INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad admisible						
	Cable tripolar		Cable bipolar	Cable tripolar		Cable de 4	Cable de 5
	2 conductores cargados	3 conductores cargados	2 conductores cargados	2 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados	3 conductores cargados
4	27	24	27	28	23	24	24
6	35	31	35	36	29	30	31
10	49	43	49	50	41	42	44
16	64	58	64	67	54	56	58
25	85	77	86	89	72	75	77
35	105	95	-	110	90	93	-
50	132	121	-	138	113	117	-
70	165	151	-	173	141	145	-
95	196	182	-	205	167	172	-
120	229	213	-	239	195	201	-
150	263	246	-	274	223	231	-
185	297	279	-	309	253	261	-
240	355	333	-	366	299	309	-
300	407	383	-	417	340	352	-
400	480	453	-	-	-	-	-
500	549	519	-	-	-	-	-
630	642	608	-	-	-	-	-

1 - Temperatura ambiente 40 °C.

2 - Los valores tabulados son para cables al aire libre.

3 - Conductores unipolares están cableados (2 cables en contacto y 3 cables al trebolillo)

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1KZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE

No propagación de la llama UNE-EN 60332-1-2	No propagación del incendio UNE-EN 60332-3-24	Baja emisión de humos opacos UNE-EN 61034-2	Libre de halógenos UNE-EN 50267-2-1	Reducida emisión de gases tóxicos NFC 20454	Nula emisión de gases corrosivos UNE-EN 50267-2-2	Resistencia a la absorción del agua	Resistencia al frío	Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1, según norma UNE 21123-4 anexo 1.

### CONDUCTOR CONCÉNTRICO

Corona de hilos de cobre colocados helicoidalmente + contraespira de cobre (función de pantalla y de conductor de protección).

### CUBIERTA EXTERIOR

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1, según norma UNE 21123-4 anexo 1.

**Color:** Verde

## APLICACIONES

- Cable de alta seguridad especial para interconexión entre variadores de frecuencia y motores, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de dichos variadores.
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

## AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1KZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 2,5 / 2,5	0.7	3.4	14.2	290	7,980 / 7,980	26,5	27,5	16,23	13,1
3 x 4 / 4	0.7	3.8	15.2	350	4,950 / 4,950	36	35	10,16	8,23
3 x 6 / 6	0.7	4.4	16.6	440	3,300 / 3,300	46	44	6,87	5,59
3 x 10 / 10	0.7	5.5	19.1	650	1,910 / 1,910	65	58	4,06	3,34
3 x 16 / 16	0.7	6.6	22.1	910	1,210 / 1,210	87	75	2,56	2,13
3 x 25 / 16	0.9	8.2	25.9	1330	0,780 / 1,210	110	96	1,62	1,38
3 x 35 / 16	0.9	9.7	29.1	1720	0,554 / 1,210	137	117	1,17	1,01
3 x 50 / 25	1	10.8	31.7	2330	0,386 / 0,780	167	138	0,86	0,77
3 x 70 / 35	1.1	12.9	36.7	3190	0,272 / 0,554	214	170	0,6	0,56
3 x 95 / 50	1.1	14.4	40.6	4110	0,206 / 0,386	259	202	0,43	0,42
3 x 120 / 70	1.2	15.9	44.3	5180	0,161 / 0,272	301	230	0,34	0,35
3 x 150 / 70	1.4	18	48.3	6390	0,129 / 0,272	343	260	0,28	0,3
3 x 185 / 95	1.6	20.5	56.1	8080	0,106 / 0,206	391	291	0,22	0,26
3 x 240 / 120	1.7	23.3	63.1	10410	0,0801 / 0,161	468	336	0,17	0,21
3 x 300 / 150	1.8	25.7	70.1	13390	0,0641 / 0,129	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Metodo D (Cu) → (3x).

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AFUMEX 1000 V LUX (AS)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

El cable consta de conductores de alimentación (3G) más par de control trenzado (2 x 1,5).

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores;** Amarillo/verde, azul y marrón. Par de control rojo y negro (opcional rojo y blanco). Según UNE 21089-1

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

**Color:** Verde

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado, alta flexibilidad y alta seguridad (AS) para alimentación y control de receptores para alumbrado en luminarias DALI.
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AFUMEX 1000 V LUX (AS)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: RZ1KZ1-K (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior máximo mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire bandeja (1) A	Intensidad admisible bajo tubo empotrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)			
				Energía 2,5 o 4	Control 1,5			COS Ø = 1		COS Ø = 0,8	
								Energía 2,5 o 4	Control 1,5	Energía 2,5 o 4	Control 1,5
3 G 2,5 + 2 x 1,5	0.7	12,8	200	7,98	13,3	33	23	18,66	30,98	10,57	24,92
3 G 4 + 2 x 1,5	0.7	13.6	255	4,95	13,3	45	31	11,68	30,98	9,46	24,92

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (3G monofásica).

(2) Instalación bajo tubo empotrado (40 °C).

→ XLPE2 con instalación tipo B2 → 3G.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AL AFUMEX 1000 V (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: ALRZ1 (AS)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión de gases tóxicos  
 NFC 20454



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $It \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Aluminio.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores:** Negro

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1..

**Colores:** Verde.

## APLICACIONES

- Cable especialmente adecuado para instalaciones interiores o receptoras en locales de pública concurrencia: (salas de espectáculos, centros comerciales, escuelas, hospitales, edificios de oficinas, pabellones deportivos, etc.)
- En centros informáticos, aeropuertos, naves industriales, parkings, túneles ferroviarios y de carreteras, locales de difícil ventilación y/o evacuación, etc.
- En toda instalación donde el riesgo de incendio no sea despreciable (instalaciones en montaje superficial, canalizaciones verticales en edificios o sobre bandejas, etc.) o donde se requieran las mejores propiedades frente al fuego y/o la ecología de los productos de construcción.
  - Líneas generales de alimentación (ITC-BT 14). - Derivaciones individuales (ITC-BT 15). - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20).
  - Locales de pública concurrencia (ITC-BT 28).
  - Industrias (Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales R.D. 2267/2004).
  - Edificios en general (Código Técnico de la Edificación, R.D. 314/2006, art. 11).

# AL AFUMEX 1000 V (AS)



Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-4  
 Designación genérica: ALRZ1 (AS)



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	10,2	140	1,91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	12	195	1,2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	12,4	220	0,868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	13,7	265	0,641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	15,5	350	0,443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	17,4	445	0,32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	19,4	530	0,253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	20,6	630	0,206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	23	785	0,164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	25,7	980	0,125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	28,0	1160	0,100	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (Al) (unipolares trifásicas).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Al)

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# P-Sun 2.0

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: DKE/VDE AK 411.2.3  
 Designación genérica: ZZ-F



## CARACTERÍSTICAS CABLE



- Norma de diseño: DKE/VDE AK 411.2.3
- Temperatura de servicio: -40 °C, +120 °C (10.000 h); -40 °C, +90 °C (30 años)
- Tensión nominal: 0,6/1 kV (tensión máxima en alterna: 0,7/1,2 kV, tensión máxima en continua: 0,9/1,8 kV).
- Ensayo de tensión en corriente alterna 6 kV, 15 min.
- Ensayo de tensión en corriente continua 10 kV, 15 min.W

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2;  $pH \geq 4,3$ ;  $C \leq 10 \mu S/mm$ .

### Resistencia a las condiciones climatológicas:

- Resistencia al ozono: EN 50396, test B
- Resistencia a los rayos UVA: UL 1581 (xeno test), ISO 4892-2 (A method), HD 506/A1-2.4.20
- Resistencia a la absorción de agua: EN 60811-1-3

### Otros ensayos:

- Resistencia al frío: Doblado a baja temperatura (EN 60811-1-4)  
Impacto (EN 50305)
- Dureza: 85 (DIN 53505)
- Resistencia a aceites minerales: 24 h, 100 °C (EN 60811-2-1)
- Resistencia a ácidos y bases: 7 días, 23 °C, ácido n-oxálico, hidróxido sódico (EN 60811-2-1)



## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico.  
**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.  
**Temperatura máxima en el conductor:** 120 °C (10.000 h); 90 °C (30 años). 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Goma tipo EI6 según UNE-EN 50363-1 que confiere unas elevadas características eléctricas y mecánicas.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla cero halógenos, ipo EM5 según UNE EN 50363-1.  
**Colores:** Negro, rojo o azul.

## APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos

## P-Sun 2.0

ESPECIAL FOTOVOLTAICA

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: DKE/VDE AK 411.2.3  
 Designación genérica: ZZ-F



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro del conductor mm	Diámetro exterior del cable (valor máximo) mm	Peso kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de Tensión V/A km (corriente continua)
1x1,5	1,6	4,7	31	13,7	25	26,5
1x2,5	1,9	5,2	43	8,21	34	15,92
1x4	2,4	5,7	58	5,09	46	9,96
1x6	2,9	6,4	79	3,39	59	6,74
1x10	3,9	7,8	120	1,95	82	4
1x16	5,4	9,0	175	1,24	110	2,51
1x25	6,4	10,2	265	0,795	140	1,59
1x35	7,5	11,9	360	0,565	174	1,15
1x50	9	13,3	485	0,393	210	0,85
1x70	10,8	15,6	690	0,277	269	0,59
1 x 95	12,6	16,8	875	0,210	327	0,42
1 x 120	14,3	19,4	1100	0,164	380	0,34
1 x 150	15,9	21,1	1420	0,132	438	0,27
1 x 185	17,5	23,5	1655	0,108	500	0,22
1 x 240	20,5	26,3	2200	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.

→ XLPE2 con instalación tipo F → columna 13 (Al)

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

NOTA: para accesorios de conexión del cable P-Sun 2.0 ver conectores Tecplug en el apartado de accesorios para baja tensión.

# WIREFOL FLEXIBLE

Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-31  
 Designación genérica: H05V-K - H07V-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Extradeslizante



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua

- Norma de diseño: UNE EN 50525-2-31; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (H05V-K) y 450/750 V (H07V-K) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-K y 2500 V en los cables H07V-K.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 20%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### ASLAMIENTO

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T11.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, negro, rojo. (Ver tabla de colores según sección).

## APLICACIONES

Cable de alta deslizabilidad para

### H05V-K:

- Montaje fijo protegido.
- Circuitos de señalización o mando, timbres, alarmas domésticas o similares.

### H07V-K:

- Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. (Salvo obligación de Afumex (AS)).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y RD 2267/2004).
  - Instalaciones interiores de viviendas (ITC- BT 26); salvo edificios de gran altura (Ver Afumex Plus (AS)).
  - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizado; salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

# WIREPOL FLEXIBLE

Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V

Norma diseño: UNE EN 50525-2-31

Designación genérica: H05V-K - H07V-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>H05V-K</b>							
1 x 0,5	0,6	2,5	9	39	7,5	85,79	68,76
1 x 0,75	0,6	2,7	12	26,5	10	58,39	46,83
1 x 1	0,6	2,8	14	19,5	12	43,13	34,62
<b>H07V-K</b>							
1 x 1,5	0,7	3,4	20	13,3	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	4,1	31	7,98	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,8	45	4,95	27	10,99	8,91
1 x 6	0,8	5,3	64	3,3	36	7,34	5,99
1 x 10	1	6,8	110	1,91	50	4,36	3,59
1 x 16	1	8,1	160	1,21	66	2,74	2,29
1 x 25	1,2	10,2	250	0,78	84	1,73	1,48
1 x 35	1,2	11,7	350	0,554	104	1,25	1,09
1 x 50	1,4	13,9	510	0,386	125	0,92	0,84
1 x 70	1,4	16	700	0,272	160	0,64	0,61
1 x 95	1,6	18,2	900	0,206	194	0,46	0,46

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial  
 → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

# WIREFOL RÍGIDO

Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-31  
 Designación genérica: H05V-4 - H07V-U - H07V-R



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Extradeslizante



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción del agua

- Norma de diseño: UNE EN 50525-2-31; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (H05V-K) y 450/750 V (H07V-K) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-K y 2500 V en los cables H07V-K.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 20%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm<sup>2</sup>; rígido, clase 2 (varios hilos) desde 6 mm<sup>2</sup>; según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### ASLAMIENTO

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T11.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, blanco, gris, marrón, negro, rojo. (Ver tabla de colores según sección).

## APLICACIONES

### H05V-K:

- Montaje fijo protegido.
- Circuitos de señalización o mando, timbres, alarmas domésticas o similares.

### H07V-K, H07V-R:

- Instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos. (Salvo obligación de Afumex (AS)).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y RD 2267/2004).
  - Instalaciones interiores de viviendas (ITC- BT 26); salvo edificios de gran altura (Ver Afumex Plus (AS)).
  - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizado; salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

# WIREFOL RÍGIDO

Tensión nominal: 300/500 V - 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-31  
 Designación genérica: H05V-4 - H07V-U - H07V-R



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>H05V-U</b>							
1 x 1	0,6	2,7	13,6	13,6	-	43,13	34,62
<b>H07V-U</b>							
1 x 1,5	0,7	3,2	20	12,1	15	28,84	23,22
1 x 2,5	0,8	3,9	31	7,41	21	17,66	14,25
1 x 4	0,8	4,4	46	4,61	27	10,99	8,91
<b>H07V-R</b>							
1 x 6	0,8	5,2	67	3,08	36	7,34	5,99
1 x 10	1	6,7	111	1,83	50	4,36	3,59
1 x 16	1	7,8	170	1,15	66	2,74	2,29

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial  
 → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.

# RETENAX FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE 21123-2; CENELEC HD 21.3 S3; CEI 60227-3.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm<sup>2</sup> (H05V-K) y 450/750 V (H07V-K) desde 1,5 mm<sup>2</sup>.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V en los cables H05V-K y 2500 V en los cables H07V-K.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 14%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5 según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

**Colores:** Negro.

Blanco, suministrado en cajas en las secciones: 2x1.5, 2x2.5, 3G1.5, 3G2.5.

## APLICACIONES

- Cable de fácil pelado y alta flexibilidad para instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS).
  - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
  - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).

Los cables RV-K no están permitidos en servicios provisionales en general (obras, ferias, stands... ITC-BT 33, 34 ...) ni para servicios móviles, ni prolongadores (ver Bupreno H07RN-F).

# RETENAX FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	5.7	42	13.3	21	21	26,50	21,36
1 x 2.5	0.7	6.2	54	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	6.6	70	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	7.2	91	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	8.3	135	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	9.4	191	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	11	280	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	12.5	389	0.554	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14.2	537	0.386	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	15.8	726	0.272	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	17.9	958	0.206	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	18.9	1170	0.161	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	21.2	1460	0.129	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.6	23.8	1830	0.106	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	26.7	2310	0.0801	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	29.3	3100	0.0641	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	8.7	95	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	9.6	125	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	10.5	165	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	11.7	215	3.3	57	53	7,9	6,42
2 x 10	0.7	13.9	330	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	16.9	503	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	20.6	775	0.78	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0.9	23.6	1060	0.554	154	140	1,31	1,16
2 x 50	1	27	1470	0.386	188	166	0,99	0,88
3 G 1.5	0.7	9.2	110	13.3	24	24	30,98	24,92
3 G 2.5	0.7	10.1	150	7.98	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0.7	11.1	200	4.95	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0.7	12.3	270	3.3	57	53	7,9	6,42
3 G 10	0.7	14.7	415	1.91	76	70	4,67	3,84
3 G 16	0.7	18	639	1.21	105	91	2,94	2,45
3 x 25	0.9	21.4	946	0.78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0.9	25.1	1355	0.554	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	28.8	1900	0.386	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1.1	32.3	2550	0.272	214	170	0,6	0,56

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

# RETENAX FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 95	1,1	35,9	3290	0,206	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	39,2	4060	0,161	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	44,2	5070	0,129	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	50,3	6400	0,106	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	56,7	8200	0,0801	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	62,2	10450	0,0641	-	380	0,14	0,18
4 G 1,5	0,7	9,9	135	13,3	20	21	26,94	21,67
4 G 2,5	0,7	11	180	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 G 4	0,7	12,1	245	4,95	36	35	10,16	8,23
4 G 6	0,7	13,5	330	3,3	46	44	6,87	5,59
4 G 10	0,7	16,2	520	1,91	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	19,9	796	1,21	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	24	1240	0,78	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	27,7	1700	0,554	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	32,2	2430	0,386	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	35,8	3260	0,272	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	39,8	4210	0,206	259	202	0,43	0,42
4 x 120	1,2	43,7	5178	0,161	301	230	0,34	0,35
4 x 150	1,4	49,5	6476	0,129	343	260	0,28	0,3
4 x 185	1,6	56,1	8778	0,106	391	291	0,22	0,26
4 x 240	1,7	63,2	10526	0,0801	468	336	0,17	0,21
5 G 1,5	0,7	10,8	160	13,3	20	21	26,94	21,67
5 G 2,5	0,7	12	215	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
5 G 4	0,7	13,2	300	4,95	36	35	10,16	8,23
5 G 6	0,7	14,8	400	3,3	46	44	6,87	5,59
5 G 10	0,7	17,7	630	1,91	65	58	4,06	3,34
5 G 16	0,7	21,8	976	1,21	87	75	2,56	2,13
5 G 25	0,9	26,2	1460	0,78	110	96	1,62	1,38
5 G 35	0,9	30,6	2070	0,54	137	117	1,17	1,01

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# RETENAX FLAM N

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
rayos ultravioleta



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a las  
grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 14%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 1 (hilo único) hasta 4 mm<sup>2</sup>, rígido clase 2 (varios hilos) desde 6 mm<sup>2</sup>; según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

**Colores:** Negro.

## APLICACIONES

- instalaciones subterráneas en general e instalaciones al aire en las que se requiere una gran facilidad de manipulación y no es obligatorio Afumex (AS)
  - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
  - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267 / 2004).
  - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) adecuadamente canalizada; salvo obligación de Afumex (AS) (ver RD 2267/2004).

# RETENAX FLAM N

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	2,8	5,6	50	12,1	21	21	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	3,2	6	60	7,41	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0,7	3,6	6,4	75	4,61	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0,7	4,4	7,1	100	3,08	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	5,2	8,1	145	1,83	68	58	4	3,31
1 x 16	0,7	6,1	9	200	1,15	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	10,6	300	0,727	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	11,6	400	0,524	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	12,8	530	0,387	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	14,7	730	0,268	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	13,8	16,6	1000	0,193	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	18,1	1210	0,153	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	20,1	1470	0,124	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	22,3	1860	0,0991	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	25,4	2420	0,0754	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	27,9	3030	0,0601	630	380	0,14	0,19
2 x 1,5	0,7	2,8	8,4	110	12,1	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	9,2	130	7,41	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	10	190	4,61	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,4	11,4	240	3,08	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	5,2	13,3	340	1,83	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	16,2	560	1,15	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	19,6	850	0,727	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	21,8	1100	0,524	154	140	1,34	1,16
2 x 50	1	10,3	24,8	1460	0,387	188	166	0,99	0,88

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

# RETENAX FLAM N

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RV



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	0,7	2,8	8,8	120	12,1	20	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,2	9,6	160	7,41	26,5	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,6	10,6	210	4,61	36	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,4	12,1	290	3,08	46	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	14,1	430	1,83	65	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	6,1	17,1	695	1,15	87	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	20,8	1070	0,727	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	23,2	1390	0,524	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	26,4	1860	0,387	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	30,5	2580	0,268	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	34,5	3490	0,193	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	38,2	4300	0,153	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	42,5	5400	0,124	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	47,6	6740	0,0991	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	53,4	8590	0,0754	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	59,2	10770	0,0601	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	2,8	9,5	140	12,1	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,2	10,4	190	7,41	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,6	11,5	260	4,61	36	35	10,16	8,23
4 x 6	0,7	4,4	13,2	360	3,08	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	15,4	540	1,83	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	18,7	855	1,15	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	22,8	1330	0,727	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	25,4	1740	0,524	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	29,3	2370	0,387	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	33,8	3310	0,268	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	13,8	38,3	4480	0,193	259	202	0,43	0,42

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# EUROFLAM ENERGÍA

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-1  
 Designación genérica: VV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE 21123-1.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1 (emisión CLH < 20%).

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico, recocido.

**Flexibilidad:** lexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo PVC/A.

**Colores:** 1 conductor amarillo/verde, el resto negros numerados.

## APLICACIONES

- Cable para control de electroválvulas, para arranque de máquinas, arranque de autómatas, teleruptores, etc.  
Resistente a grasas y aceites.
- Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

## EUROFLAM ENERGÍA

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-1  
 Designación genérica: VV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
6 G 1.5	0.8	13	241	13.3	11,2	26,94	21,67
6 G 2.5	0.8	14.3	319	7.98	15,4	16,23	13,1
6 G 4	1	16.9	501	4.95	21	10,16	8,23
7 G 1.5	0.8	13	256	13.3	9,6	26,94	21,67
7 G 2.5	0.8	14.3	341	7.98	13,2	16,23	13,1
7 G 4	1	16.9	538	4.95	18	10,16	8,23
8 G 1.5	0.8	14.1	297	13.3	9,6	26,94	21,67
8 G 2.5	0.8	15.7	400	7.98	13,2	16,23	13,1
8 G 4	1	18.6	632	4.95	18	10,16	8,23
10 G 1.5	0.8	16.1	373	13.3	8	26,94	21,67
10 G 2.5	0.8	17.9	498	7.98	11	16,23	13,1
10 G 4	1	21.4	752	4.95	15	10,16	8,23
12 G 1.5	0.8	16.6	409	13.3	7,2	26,94	21,67
12 G 2.5	0.8	18.5	538	7.98	9,9	16,23	13,1
12 G 4	1	22	853	4.95	13,5	10,16	8,23
14 G 1.5	0.8	17.4	460	13.3	7,2	26,94	21,67
14 G 2.5	0.8	19.4	624	7.98	9,9	16,23	13,1
14 G 4	1	23.2	971	4.95	13,5	10,16	8,23
16 G 1.5	0.8	18.3	515	13.3	6,4	26,94	21,67
16 G 2.5	0.8	20.4	734	7.98	8,8	16,23	13,1
16 G 4	1	24.5	1097	4.95	12	10,16	8,23
19 G 1.5	0.8	19.3	589	13.3	6,4	26,94	21,67
19 G 2.5	0.8	21.5	840	7.98	8,8	16,23	13,1
19 G 4	1	25.8	1261	4.95	12	10,16	8,23
24 G 1.5	0.8	22.4	728	13.3	5,6	26,94	21,67
24 G 2.5	0.8	25.1	1001	7.98	7,7	16,23	13,1
24 G 4	1	30.4	1586	4.95	10,5	10,16	8,23
27 G 1.5	0.8	22.9	784	13.3	4,8	26,94	21,67
27 G 2.5	0.8	25.6	1109	7.98	6,6	16,23	13,1
27 G 4	1	31.3	1707	4.95	9	10,16	8,23
30 G 1.5	0.8	23.7	842	13.3	4,8	26,94	21,67
30 G 2.5	0.8	26.6	1216	7.98	6,6	16,23	13,1
30 G 4	1	32.5	1875	4.95	9	10,16	8,23

(1) Instalación en bandeja al aire (40°C)

→ PVC3 con instalación tipo E → columna 7 con coeficiente según número de conductores

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

# RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVMV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
rayos ultravioleta



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a las  
grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.



Resistencia a  
los golpes



Resistencia a los  
roedores

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido (o aluminio, bajo demanda).

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### ASLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA INTERIOR

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

### ARMADURA

- (M) Hilos de acero.
- (MA) Hilos de aluminio.

### CUBIERTA EXTERIOR

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1, con resistencia a hidrocarburos según UIC 895 OR, de color negro.

## APLICACIONES

- En instalaciones donde sea preciso proteger los cables contra agresiones mecánicas, tales como esfuerzos de tracción, de cizalladura, contra roedores, contra el riesgo de deflagración en ambientes de atmósfera explosiva o con riesgo de incendio, etc.
  - Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).
  - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).
  - Locales con riesgo de incendio o explosión (ITC-BT 29) cables multipolares; salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

**NOTA:** bajo demanda se puede fabricar en versión Afumex (AS).

**RETENAX FLAM M FLEX (RH)**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVMV-K

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km
<b>RVMV-K (RH)</b>					
2 x 1,5	0,7	2,9	8,3	326	13,3
2 x 2,5	0,7	3,4	13,3	339	7,98
2 x 4	0,7	3,8	14,8	396	4,95
2 x 6	0,7	4,3	15,7	474	3,08
3 x 1,5	0,7	2,9	13,4	313	13,3
3 x 2,5	0,7	3,4	14,4	373	7,98
3 x 4	0,7	3,8	15,3	442	4,95
3 x 6	0,7	4,3	16,3	541	3,08
4 x 1,5	0,7	2,9	14,1	351	13,3
4 x 2,5	0,7	3,4	15,2	421	7,98
4 x 4	0,7	3,8	16,3	509	4,95
4 x 6	0,7	4,3	17,5	638	3,08

# RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVMV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg/km		Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>RVMV-K (RH)</b>													
2 x 1,5	0,7	2,8	-	12,1	-	292	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	-	13,3	-	338	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	-	14,3	-	395	-	461	-	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,3	-	15,2	-	473	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0,7	5,2	-	17	-	641	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	-	19,8	-	874	-	1,15	-	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	-	25,9	-	1546	-	0,727	-	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	-	28,1	-	1895	-	0,524	-	154	140	1,35	1,16
2 x 50	1	10,3	-	30,7	-	2324	-	0,387	-	188	166	0,99	0,89
2 x 70	1,1	12	-	35,3	-	3220	-	0,268	-	244	204	0,69	0,64
2 x 95	1,1	13,8	-	39	-	4029	-	0,193	-	296	241	0,49	0,48
3 G 1,5	0,7	2,9	-	13,4	-	313	-	13,3	-	24	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,4	-	14,4	-	373	-	7,98	-	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,8	-	15,3	-	442	-	4,95	-	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,3	-	16,3	-	541	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	-	18,3	-	730	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
3 x 16	0,7	6,1	6,6	24	25	1290	825	1,15	1,91	105	75	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	8,4	25,8	27,8	1770	1510	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	8,9	28,2	28,9	2170	1640	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	10,1	31,6	31,7	2760	1930	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	11,9	36,3	36,6	3840	2650	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	13,8	40,9	41,5	4970	3335	0,193	0,32	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	15,3	44,6	44,9	5920	3845	0,153	0,253	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	17	50,3	50,4	7680	4985	0,124	0,206	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	19,4	55	55,7	9200	5965	0,0991	0,164	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	22,1	60,8	62	11320	7203	0,0754	0,125	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	24,3	67	67,5	13320	8475	0,0601	0,1	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	2,9	-	14,1	-	351	-	12,1	-	20	No Permitido	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,4	-	15,2	-	421	-	7,41	-	26,5	No Permitido	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,8	-	16,3	-	509	-	4,61	-	36	No Permitido	10,16	8,23

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

- XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

# RETENAX FLAM M FLEX (RH)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVMV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg/km		Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
4 x 6	0,7	4,3	-	17,5	-	638	-	3,08	3,08	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	-	19,6	-	865	-	1,83	1,83	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	6,6	25,7	27	1510	935	1,15	1,15	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	8,4	27,8	30,1	2100	1075	0,727	0,727	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	8,9	31,2	31,6	2710	1895	0,524	0,524	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	10,1	35,2	34,6	3450	2255	0,387	0,387	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	11,9	40,6	43	4840	3150	0,268	0,268	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	13,8	13,8	-	45,3	-	3910	0,193	0,193	259	202	0,43	0,42

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8

#### RVMV-K Conductor (Cu)

3 x 10/10	0,7/0,7	5,2/4,4	19,7	900	1,83/3,08	65	58	4,06	3,34
3 x 16/16	0,7/0,7	6,1/5,2	25,1	1426	1,15/1,83	87	75	2,56	2,13
3 x 25/16	0,9/0,7	7,7/6,1	28,8	1962	0,727/1,15	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	8,8/6,1	30,5	2376	0,525/1,15	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1/0,9	10,3/7,7	34,3	3010	0,387/0,727	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	12/8,8	38,8	4390	0,268/0,525	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1	13,8/10,3	43,1	5600	0,193/0,387	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	15,4/12	47,2	6795	0,153/0,268	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12	52,5	8515	0,124/0,268	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	19,3/13,8	57,7	10370	0,0991/0,193	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	21,8/15,4	64,1	12820	0,0754/0,153	468	336	0,17	0,21

#### RVMV-K Conductor (Al)

3 x 25/16	0,9/0,7	8,6/6,6	29	1630	1,20/1,91	110	96	2,66	2,21
3 x 35/16	0,9/0,7	9,1/6,6	30	1775	0,868/1,91	137	117	1,93	1,62
3 x 50/25	1/0,9	10,3/8,6	33,4	2135	0,641/1,2	167	138	1,42	1,22
3 x 70/35	1,1/0,9	12,1/9,1	38,6	2935	0,443/0,868	214	170	0,98	0,87
3 x 95/50	1,1/1	14/10,3	43	3575	0,320/0,641	259	202	0,71	0,65
3 x 120/70	1,2/1,1	15,5/12,1	47	4220	0,253/0,443	301	230	0,56	0,53
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12,1	52	5310	0,206/0,443	343	260	0,46	0,44
3 x 185/95	1,6/1,1	19,6/14	57,9	6415	0,164/0,320	391	291	0,37	0,37
3 x 240/120	1,7/1,2	22,3/15,5	64,6	7820	0,125/0,253	468	336	0,28	0,3
3 x 300/150	1,8/1,4	24,5/17,2	69,9	9090	0,100/0,206	565	380	0,22	0,25

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

- XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica. (Ver página 28).

En el caso de conductores con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más el conductor de protección de sección b. (Los neutros han de ser igual a las fases salvo justificación por cálculo [ITC-BT 19 apartado 2.2.2. último párrafo]).

**RETENAX FLAM M FLEX (RH)**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVMV-K

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg/km		Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>RVMAV (armadura de hilos de aluminio)</b>													
1 x 16	0,7	6,1	-	14,5	15,1	370	310	1,15	1,91	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	-	16,1	17,1	495	400	0,727	1,2	113	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	-	17,2	17,6	605	435	0,524	0,868	140	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	-	18,7	18,8	760	495	0,387	0,641	172	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	-	20,4	20,6	985	605	0,268	0,443	213	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	13,8	-	22,2	22,5	1265	730	0,193	0,32	255	198	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	-	23,8	24	1520	840	0,153	0,253	295	223	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	-	25,6	25,7	1850	960	0,124	0,206	341	250	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	-	27,7	28,1	2240	1155	0,0991	0,164	386	276	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	-	30,4	31	2800	1400	0,0754	0,125	446	312	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	-	33,1	33,4	3450	1655	0,0601	0,1	567	346	0,14	0,19
1 x 400	2	27,2	-	37	37,6	4360	2085	0,047	0,0778	-	-	0,18	0,21

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1xtrifásica).

2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

→ XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.

(Ver página 28).

**CÁLCULOS**

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A, para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# RETENAX FLAM F

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVFV



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



No propagación del incendio  
 UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

- Norma de diseño: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.



Resistencia a los roedores

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido (o aluminio, bajo demanda).

**Flexibilidad:** Rígido, clase 1 hasta 4 mm<sup>2</sup>, rígido clase 2 desde 6 mm<sup>2</sup> (Cu); rígido clase 2 (Al); según UNE EN 60228

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.

(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA INTERIOR

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

### ARMADURA

- (F) Fleje de acero.
- (FA) Fleje de aluminio.

### CUBIERTA EXTERIOR

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1, con resistencia a hidrocarburos según UIC 895 OR, de color negro.

## APLICACIONES

- En instalaciones donde sea preciso proteger los cables contra agresiones mecánicas, tales como esfuerzos de tracción, de cizalladura, contra roedores...
  - Redes subterráneas de distribución (ITC-BT 07).
  - Redes subterráneas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

**NOTA:** bajo demanda se puede fabricar en versión Afumex (AS).

## RETENAX FLAM F

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVFV



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg/km		Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>RVFV</b>													
2 x 1,5	0,7	2,8	-	12,4	-	210	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
2 x 2,5	0,7	3,2	-	13,1	-	250	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0,7	3,6	-	14	-	310	-	4,61	-	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0,7	4,3	-	15,1	-	375	-	3,08	-	57	53	7,91	6,43
2 x 10	0,7	5,2	-	17,2	-	510	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0,7	6,4	-	19,3	-	765	-	1,15	-	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0,9	7,7	-	22,5	-	1070	-	0,727	-	123	116	1,86	1,59
2 x 35	0,9	8,8	-	24,7	-	1340	-	0,524	-	154	140	1,35	1,16
2 x 50	1	10,3	-	27,7	-	1730	-	0,387	-	188	166	0,99	0,89
2 x 70	1,1	12	-	31,3	-	2300	-	0,268	-	244	204	0,69	0,64
2 x 95	1,1	13,8	-	35,5	-	3060	-	0,193	-	296	241	0,49	0,48
3 G 1,5	0,7	2,8	-	12,8	-	230	-	12,1	-	24	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	3,2	-	13,6	-	275	-	7,41	-	33	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	3,6	-	14,6	-	350	-	4,61	-	45	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	4,4	-	16,1	-	440	-	3,08	-	57	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	5,2	-	18	-	610	-	1,83	-	76	70	4,67	3,84
3 x 16	0,7	6,1	6,6	20,2	25,8	860	680	1,15	1,91	105	75	2,94	2,45
3 x 25	0,9	7,7	8,4	23,7	26,7	1300	960	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	8,8	8,9	26,1	29,3	1650	1090	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	10,3	10,1	29,3	33,4	2140	1285	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	12	11,9	33,2	38,3	2890	1670	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	13,8	13,8	37,8	43,2	3900	2200	0,193	0,32	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	15,4	15,3	43	47,5	5130	3015	0,153	0,253	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	17,2	17	47,7	53	6380	3610	0,124	0,206	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	19,3	19,4	52,4	59,3	7770	4450	0,0991	0,164	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	21,8	22,1	58,2	64,8	9730	5495	0,0754	0,125	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	24,3	24,3	64,4	72,1	12100	6600	0,0601	0,1	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

- XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

**RETENAX FLAM F**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVFV

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>RVFV Conductor (Cu)</b>									
3 x 10/10	0,7/0,7	5,2/4,4	19,2	770	1,83/3,08	76	58	4,67	3,84
3 x 16/16	0,7/0,7	6,1/5,2	21,3	1035	1,15/1,83	105	75	2,94	2,45
3 x 25/16	0,9/0,7	7,7/6,1	25,3	1510	0,727/1,15	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	8,8/6,1	27,4	1855	0,525/1,15	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1/0,9	10,3/7,7	30,6	2390	0,387/0,727	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	12/8,8	35,6	3345	0,268/0,525	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1	13,8/10,3	41,4	4800	0,193/0,387	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	15,4/12	45,7	5920	0,153/0,268	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12	49,8	7115	0,124/0,268	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	19,3/13,8	55	8795	0,0991/0,193	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	21,8/15,4	61,2	11030	0,0754/0,153	468	336	0,17	0,21
<b>RVFV Conductor (Al)</b>									
3 x 25/16	0,9/0,7	8,6/6,6	26,8	1055	1,20/1,91	110	96	1,62	1,38
3 x 35/16	0,9/0,7	9,1/6,6	27,8	1170	0,868/1,91	137	117	1,17	1,01
3 x 50/25	1/0,9	10,3/8,6	31	1435	0,641/1,2	167	138	0,86	0,77
3 x 70/35	1,1/0,9	12,1/9,1	35,4	1885	0,443/0,868	214	170	0,6	0,56
3 x 95/50	1,1/1	14/10,3	41,3	2770	0,320/0,641	259	202	0,43	0,42
3 x 120/70	1,2/1,1	15,5/12,1	45,5	3345	0,253/0,443	301	230	0,34	0,35
3 x 150/70	1,4/1,1	17,2/12,1	49,3	3900	0,206/0,443	343	260	0,28	0,3
3 x 185/95	1,6/1,1	19,6/14	55,2	4840	0,164/0,320	391	291	0,22	0,26
3 x 240/120	1,7/1,2	22,3/15,5	61,7	5995	0,125/0,253	468	336	0,17	0,21
3 x 300/150	1,8/1,4	24,5/17,2	67,2	7135	0,100/0,206	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

- XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

En el caso de conductores con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más el conductor de protección de sección b. (Los neutros han de ser igual a las fases salvo justificación por cálculo [ITC-BT 19 apartado 2.2.2. último párrafo]).

# RETENAX FLAM F

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVFV



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm		Diámetro exterior mm		Peso total kg/km		Resistencia del conductor a 20°C Ω/km		Intensidad admisible al aire (1) A (Cu)	Intensidad admisible enterrado (2) A (Cu)	Caída de tensión V/A km (Cu)	
		Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al			cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>RVFV</b>													
4 x 1,5	0,7	2,8	-	13,5	-	265	-	12,1	-	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	3,2	-	14,4	-	320	-	7,41	-	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	3,6	-	15,5	-	405	-	4,61	-	36	35	10,16	8,23
4 x 6	0,7	4,4	-	17,2	-	520	-	3,08	-	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	5,2	-	19,4	-	730	-	1,83	-	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	6,1	6,6	21,8	23	1030	780	1,15	1,91	87	75	2,56	2,13
4 x 25	0,9	7,7	8,4	25,7	27,9	1580	1100	0,727	1,2	110	96	1,62	1,38
4 x 35	0,9	8,8	8,9	28,8	29,1	2050	1255	0,524	0,868	137	117	1,17	1,01
4 x 50	1	10,3	10,1	32,6	32,2	2720	1545	0,387	0,641	167	138	0,86	0,77
4 x 70	1,1	12	11,9	37,4	37,1	3730	2060	0,268	0,443	214	170	0,6	0,56
4 x 95	1,1	-	13,8	-	43,6	-	3060	-	0,32	259	202	0,43	0,42
<b>RVFAV (armadura con flejes de aluminio)</b>													
1 x 16	0,7	6,1	6,6	13,9	15,1	340	310	1,15	1,91	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	7,7	8,4	15,5	17,1	460	400	0,727	1,2	113	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	8,8	8,9	16,6	17,6	560	435	0,524	0,868	140	117	1,15	1,01
1 x 50	1	10,3	10,1	18,1	18,8	705	495	0,387	0,641	172	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	12	11,9	19,8	20,6	925	605	0,268	0,443	213	170	0,59	0,56
1 x 90	1,1	13,8	13,8	21,6	22,5	1200	730	0,193	0,32	255	198	0,42	0,43
1 x 120	1,2	15,4	15,3	23,2	24	1440	840	0,153	0,253	295	223	0,34	0,36
1 x 150	1,4	17,2	17	25	25,7	1760	960	0,124	0,206	341	250	0,27	0,31
1 x 185	1,6	19,3	19,4	27,1	28,1	2140	1155	0,0991	0,164	386	276	0,22	0,26
1 x 240	1,7	21,8	22,1	29,6	31	2670	1400	0,0754	0,125	446	312	0,17	0,22
1 x 300	1,8	24,3	24,3	32,3	33,4	3320	1655	0,0601	0,1	567	346	0,14	0,19
1 x 400	2	27,2	27,5	35,4	37,6	4120	2085	0,047	0,0778	-	-	0,18	0,21

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# RETENAX FLAM VARINET K FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVKV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío



Resistencia a los  
rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21123-2.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- **No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.**
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 14%.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según HD 603-1.

**Colores:** Gris, marrón y negro.

### CUBIERTA INTERIOR

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

### CONDUCTOR CONCÉNTRICO

Corona de hilos de cobre colocados helicoidalmente + contraespira de cobre. (Función de pantalla y de conductor de protección).

### CUBIERTA EXTERIOR

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

**Color:** Negro.

## APLICACIONES

- Cables especiales para interconexión entre variadores de frecuencia y motores, de acuerdo con las indicaciones del fabricante de dichos variadores. (Si obligación de Afumex (AS) ver Afumex Varinet K (AS)).

# RETENAX FLAM VARINET K FLEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21123-2  
 Designación genérica: RVKV-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 x 2,5 / 2,5	0.7	3,4	14.2	290	7,98 / 7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
3 x 4 / 4	0.7	3.8	15.2	350	4,95 / 4,95	36	35	10,16	8,23
3 x 6 / 6	0.7	4.4	16.6	440	3,30 / 3,30	46	44	6,87	5,59
3 x 10 / 10	0.7	5.5	19.1	650	1,91 / 1,91	65	58	4,06	3,34
3 x 16 / 16	0.7	6.6	22.1	910	1,21 / 1,21	87	75	2,56	2,13
3 x 25 / 16	0.9	8.2	25.9	1330	0,78 / 1,21	110	96	1,62	1,38
3 x 35 / 16	0.9	9.7	29.1	1720	0,554 / 1,21	137	117	1,17	1,01
3 x 50 / 25	1	10.8	31.7	2330	0,386 / 0,78	167	138	0,86	0,77
3 x 70 / 35	1.1	12.9	36.7	3190	0,272 / 0,554	214	170	0,6	0,56
3 x 95 / 50	1.1	14.4	40.6	4110	0,206 / 0,386	259	202	0,43	0,42
3 x 120 / 70	1.2	15.9	44.3	5180	0,161 / 0,272	301	230	0,34	0,35
3 x 150 / 70	1.4	18	48.3	6390	0,129 / 0,272	343	260	0,28	0,3
3 x 185 / 95	1.6	20.5	56.1	8080	0,106 / 0,206	391	291	0,22	0,26
3 x 240 / 120	1.7	23.3	63.1	10410	0,0801 / 0,161	468	336	0,17	0,21
3 x 300 / 150	1.8	25.7	70.1	13390	0,0641 / 0,129	565	380	0,14	0,18

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W

→ XLPE3 con instalación Método D (Cu) → 3x.

(Ver página 28).

Las secciones que vienen indicadas como 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor concéntrico de sección b. El conductor b hace la función de pantalla y de protección (tierra).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# WIREFOL GAS

Tensión nominal: 300/500 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-11  
 Designación genérica: H05VV-F



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible

No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24Resistencia a la  
absorción  
del agua

- Norma de diseño: UNE EN 50525-2-11; HD 21.5 S3; IEC 60227-5.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2000 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T12.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo M2.

**Color:** Blanco.

## APLICACIONES

- En locales domésticos, cocinas, oficinas para la alimentación de aparatos domésticos, inclusive los que estén en locales húmedos.
- Para esfuerzos mecánicos medios, los del tipo H05VV-F (lavadoras, refrigeradores, microondas, etc.).
- Inadecuado para su utilización a la intemperie o en talleres o locales no domésticos (Ver Bupreno H07RN-F).
  - Provisionales y temporales de obras (sólo interiores) (ITC-BT 33).
  - Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos...) (ITC-BT 43).
  - Instalaciones en muebles (ITC-BT 49).
  - Prolongadores y enrolladores de interior para uso doméstico (UNE 21176).

# WIREPOL GAS

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-11  
 Designación genérica: H05VV-F



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Espesor cubierta mm	Diámetro exterior mínimo mm	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
<b>H05VV-F</b>									
2 x 1	0.6	0.8	5.9	7.5	65	19,5	8,7	43,13	34,62
2 x 1.5	0.7	0.8	6.8	8.6	85	13,3	16,5	28,84	23,22
2 x 2.5	0.8	1	8.4	10.6	130	7,98	23	17,66	14,25
2 x 4	0.8	1.1	9.7	12.1	180	4,95	31	10,99	8,91
2 x 6	0.8	1.2	10.8	13.5	225	3,3	40	7,34	5,99
3 G 1	0.6	0.8	6.3	8	80	19,5	8,7	43,13	34,62
3 G 1.5	0.7	0.9	7.4	9.4	110	19,5	16,5	28,84	23,22
3 G 2.5	0.8	1.1	9.2	11.4	165	13,3	23	17,66	14,25
3 G 4	0.8	1.2	10.5	13.1	225	4,95	31	10,99	8,91
3 G 6	0.8	1.4	11.9	14.8	300	3,3	40	7,34	5,99
4 G 1	0.6	0.9	7.1	9	100	19,5	8,7	37,51	30,11
4 G 1.5	0.7	1	8.4	10.5	135	13,3	15	25,08	20,19
4 G 2.5	0.8	1.1	10.1	12.5	200	7,98	21	15,36	12,39
4 G 4	0.8	1.4	11.5	14.3	275	4,95	27	9,55	7,75
4 G 6	0.8	1.4	13.1	16.2	365	3,3	36	6,38	5,21
5 G 1	0.6	0.9	7.8	9.8	120	19,5	8,7	37,51	30,11
5 G 1.5	0.7	1.1	9.3	11.6	170	13,3	15	25,08	20,19
5 G 2.5	0.8	1.2	11.2	13.9	250	7,98	21	15,36	12,39
5 G 4	0.8	1.4	13	16.1	355	4,95	27	9,55	7,75
5 G 6	0.8	1.4	14.3	17.7	465	3,3	36	6,38	5,21

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- PVC2 con instalación tipo C → columna 8 (2x, 3G).
- PVC3 con instalación tipo C → columna 6 (4G, 5G).

(Ver página 28).

# WIREPOL GAS

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-11  
 Designación genérica: H05VV-F



## CÁLCULOS

### INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)	
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados
0,5	2,5	2,5
0,75	5	5
1	8	8
1,5	13	13
2,5	20,5	16,4
4	26	20,5

1 - Temperatura ambiente 40 °C.

2 - Cable totalmente extendido.

3 - Para longitudes largas comprobar caída de tensión en tabla E.3.

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A para servicios fijos.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

# EUROFLAM N

Tensión nominal: 300/500 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-11  
 Designación genérica: H05VV-F



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma de diseño: UNE EN 50525-2-11.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +70 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 2000 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 20%.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo T12.

**Colores:** Coloración según UNE 21089-1

- 2 cond.: azul y marrón.
- 3 cond.: amarillo/verde, azul, marrón.
- 4 cond.: amarillo/verde, gris, marrón y negro.
- 5 cond.: amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro.
- Más de 5 cond.: 1 cond. amarillo/verde, el resto negros con numeración.

### CUBIERTA

Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo DMV-18 según HD 603-1.

### CUBIERTA EXTERIOR

**Material:** Mezcla de policloruro de vinilo (PVC), tipo TM2.

**Colore:** Negro.

## APLICACIONES

- En locales domésticos, cocinas, oficinas para la alimentación de aparatos domésticos, inclusive los que estén en locales húmedos.
- Para esfuerzos mecánicos medios, los del tipo H05VV-F (lavadoras, refrigeradores, microondas, etc.).
- Inadecuado para su utilización a la intemperie o en talleres o locales no domésticos (Ver Bupreno H07RN-F).
  - Provisionales y temporales de obras (sólo interiores) (ITC-BT 33).
  - Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos,...) (ITC-BT 43).
  - Instalaciones en muebles (ITC-BT 49).
  - Prolongadores y enrolladores de interior para uso doméstico (UNE 21176).

## EUROFLAM N

Tensión nominal: 300/500 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-11  
 Designación genérica: H05VV-F



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Peso total kg/m	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (2)	
					cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 1	6,6	68	19,5	8,7	37,51	30,11
3 G 1	7	80	19,5	8,7	37,51	30,11
4 G 1	7,8	97	19,5	8,7	37,51	30,11
5 G 1	8,5	127	19,5	6,5	37,51	30,11
6 G 1	9,5	139	19,5	6,5	37,51	30,11
8 G 1	10,6	182	19,5	5,7	37,51	30,11
12 G 1	12,8	252	19,5	4,8	37,51	30,11
16 G 1	14,6	335	19,5	4,4	37,51	30,11
19 G 1	15,3	383	19,5	3,9	37,51	30,11
24 G 1	18,2	490	19,5	3,5	37,51	30,11

(1) Instalación al aire (40 °C) tendido sobre una superficie (suelo, pared o techo).

→ PVC2 con instalación tipo C → columna 8 (2x, 3G) con coeficiente según número de conductores.

→ PVC3 con instalación tipo C → columna 6 (4G, 5G) con coeficiente según número de conductores.

(2) Trifásica (cada 3 conductores) para monofásica (cada 2 conductores) multiplicar por 1,15.

(Ver página 28).

## CÁLCULOS

## INTENSIDADES ADMISIBLES PARA SERVICIOS NO FIJOS

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)	
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados
0,5	2,46	2,46
0,75	4,92	4,92
1	8,20	8,20
1,5	13,12	13,12
2,5	20,50	16,40
4	26,24	20,50

1 - Temperatura ambiente 40 °C.

2 - Cable totalmente extendido.

3 - Para longitudes largas comprobar caída de tensión en tabla E.

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.3.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

# DETEC-SIGNAL

Tensión nominal: 300/500 kV  
 Norma diseño: --  
 Designación genérica: VOV-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia a los  
agentes químicos

- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C +70 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 300/500 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 min.: 2000 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- Reducida emisión de halógenos: UNE-EN 50267-2-1; IEC 60754-1; Emisión CLH < 20%.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** PVC.

**Colores:** Rojo y negro.

### PANTALLA METÁLICA

Pantalla a base de cinta aluminio/poliéster con drenaje en Cu-Sn de 0,25 mm<sup>2</sup>.

### CUBIERTA

**Material:** PVC.

**Colore:** Rojo.

## APLICACIONES

Cable destinado a detectores en sistemas contra incendios (donde no sea obligatorio Afumex AS o Afumex Firs AS+).

## DETEC-SIGNAL

Tensión nominal: 300/500 kV

Norma diseño: --

Designación genérica: VOV-K



---

### CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.1.

# BUPRENO H07RN-F

Tensión nominal: 450/750 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-21  
 Designación genérica: H07RN-F



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión



Resistencia a los golpes

- Norma de diseño: HD 22.4, IEC 60245-4, UNE EN 50525-2-21.
- Temperatura de servicio: -30 °C +60 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Resistencia al frío: -25° C.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 85 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Elastómero.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
 Amarillo/verde y negros numerados para más de 5 conductores.  
 (Ver tabla de colores según número de conductores).

### RELLENO (si es necesario)

**Material:** Relleno y capa termoestable tipo EM3 según HD 22.4.

**Color:** Negro.

### CUBIERTA

**Material:** Policloropreno o elastómero sintético equivalente.

**Color:** Negro.

# BUPRENO H07RN-F

Tensión nominal: 450/750 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-21  
 Designación genérica: H07RN-F



## APLICACIONES

- Apto para instalaciones fijas y servicio móvil (máquinas y equipos móviles. Robots, grúas, etc.)
- Adecuado para aquellas instalaciones donde se requiera una gran flexibilidad del cable, siendo especialmente indicados en aplicaciones industriales debido a sus características de: resistencia al calor y al frío, resistencia a los aceites, grasas e hidrocarburos, resistencia a la intemperie y su muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua.
- Válido para 1000 V en servicio fijo protegido (UNE 21176).
- Conexiones y cableado interior de máquinas (UNE 21176).
- Alimentación de equipos portátiles de exterior y de equipos industriales (UNE 21176).
- Aparatos en talleres industriales y agrícolas (UNE 21176).
  - Locales a muy baja temperatura, húmedos, mojados, a la intemperie (ITC-BT 30).
  - Provisionales y temporales de obras (ITC-BT 33).
  - Ferias y stands (ITC-BT 34) (ferias, exposiciones, muestras, stands, alumbrados festivos de calles, verbenas y manifestaciones análogas, tiovivos, barracas de feria, casetas, atracciones... donde no sea obligatorio Afumex, ver Afumex Expo (AS)).
  - Establecimientos agrícolas y hortícolas (ITC-BT 35).
  - Caravanas y parques de caravanas (ITC-BT 41).
  - Puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42).

## TABLAS DE COLORES SEGÚN NÚMERO DE CONDUCTORES

Número de conductores	Colores aislamientos
2 Cond.	Azul-Marrón
3 Cond.	Amarillo/Verde-Azul-Marrón
4 Cond.	Amarillo/Verde-Gris-Marrón-Negro
5 Cond.	Amarillo/Verde-Azul-Marrón-Negro-Gris

**BUPRENO H07RN-F**

Tensión nominal: 450/750 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-21  
 Designación genérica: H07RN-F

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/m	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
					cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	7,1	52	13,3	13	30,47	24,56
1 x 2,5	7,9	68	7,98	16,4	18,31	14,81
1 x 4	9,0	95	4,95	25	11,45	9,32
1 x 6	9,8	125	3,3	31	7,75	6,34
1 x 10	11,9	200	1,91	43	4,60	3,81
1 x 16	13,4	275	1,21	58	2,89	2,44
1 x 25	14,5	395	0,78	77	1,83	1,58
1 x 35	15,9	500	0,554	96	1,32	1,16
1 x 50	18,7	750	0,386	121	0,98	0,89
1 x 70	20,8	990	0,272	152	0,68	0,64
1 x 95	23,4	1120	0,206	182	0,48	0,49
1 x 120	25,3	1520	0,161	213	0,39	0,41
1 x 150	27,8	1840	0,129	246	0,31	0,36
1 x 185	32	2300	0,106	280	0,25	0,30
1 x 240	33,5	3000	0,0801	334	0,20	0,25
2 x 1,5	9,1	115	13,3	13	30,98	24,92
2 x 2,5	10,8	170	7,98	20	18,66	15,07
2 x 4	12,5	235	4,95	28	11,68	9,46
2 x 6	13,9	305	3,3	35	7,90	6,42
2 x 10	20,0	590	1,91	49	4,67	3,84
2 x 16	23,7	790	1,21	65	2,94	2,45
2 x 1,5	29,1	115	13,3	13	30,98	24,92
2 x 2,5	10,8	170	7,98	20	18,66	15,07
2 x 4	12,5	245	4,95	28	11,68	9,46
2 x 6	13,9	315	3,3	35	7,90	6,42
2 x 10	19,1	590	1,91	49	4,67	3,84

(1) Instalación al aire (40 °C). Valores obtenidos de UNE 21176 (HD 516 S2), tablas 7.

Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados).

Cables 2x y 3G → monofásica (2 conductores cargados).

Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección).

(Ver página 28).

**BUPRENO H07RN-F**

Tensión nominal: 450/750 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-21  
 Designación genérica: H07RN-F

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior máximo mm	Peso total kg/m	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km	
					cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	9,8	140	13,3	13	26,94	21,27
3 G 2,5	11,6	205	7,98	20	16,23	13,1
3 G 4	13,4	285	4,95	29	10,16	8,23
3 G 6	14,9	375	3,3	36	6,87	5,59
4 G 1,5	10,8	175	13,3	13	26,5	21,36
4 G 2,5	12,8	255	7,98	16	15,92	12,88
4 G 4	14,7	355	4,95	25	9,96	8,1
4 G 6	16,6	470	3,3	30	6,74	5,51
4 G 10	22,4	845	1,91	43	26,5	21,36
4 G 16	25,5	1165	1,21	57	15,92	12,88
5 G 1,5	11,9	210	13,3	13	26,94	21,67
5 G 2,5	14,1	305	7,98	16	16,23	13,1
5 G 6	18,5	580	3,3	31	10,16	8,23
5 G 10	24,8	1025	1,91	44	26,5	21,36
5 G 16	28,4	1425	1,21	58	15,92	12,88
7 G 1,5	15,6	335	13,3	85	26,5	21,36
7 G 2,5	18,2	470	7,98	10,5	15,92	12,88
12 G 1,5	20	486	13,3	6,5	26,5	21,36
12 G 2,5	24	760	7,98	8	15,92	12,88
27 G 1,5	28,5	931	13,3	5	26,5	21,36

(1) Instalación al aire (40 °C). Valores obtenidos de UNE 21176 (MD 516 S2).

Cables 1x, 4G y 5G → trifásica (3 conductores cargados).

Cables 2x y 3G → monofásica (2 conductores cargados).

Cables de más de 5 conductores supuestos cargados todos menos 1 (el conductor de protección).

(Ver página 28).

# BUPRENO DN-K

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: IEC 60502-1  
 Designación genérica: DN-K



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites

- Norma de diseño: IEC 60502-1.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1; NFC 32070-C2

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Elastómero termoestable de etileno-propileno (EPR).

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
 (Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Policloropreno o elastómero sintético equivalente.

**Color:** Negro.

## APLICACIONES

- Adecuado para aquellas instalaciones donde se requiera una gran flexibilidad del cable, siendo especialmente indicados en aplicaciones que exijan resistencia al calor y al frío, resistencia a los aceites, grasas e hidrocarburos y su muy buen comportamiento frente a la humedad y al agua.

- Provisionales y temporales de obras (sólo interiores) (ITC-BT 33).
- Alimentación de aparatos domésticos (lavadoras, frigoríficos,...) (ITC-BT 43).
- Instalaciones en muebles (ITC-BT 49).
- Prolongadores y enrolladores de interior para uso doméstico (UNE 21176).

## BUPRENO DN-K

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: IEC 60502-1  
 Designación genérica: DN-K



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1.5	0.7	1.4	5.8	56	13.3	21	21	26,5	21,36
1 x 2.5	0.7	1.4	6.3	67	7.98	29	27,5	15,92	12,88
1 x 4	0.7	1.4	6.8	82	4.95	38	35	9,96	8,1
1 x 6	0.7	1.4	7.3	106	3.3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0.7	1.4	8.4	153	1.91	68	58	4	3,31
1 x 16	0.7	1.4	9.5	210	1.21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0.9	1.4	11.1	308	0.78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0.9	1.4	14.3	413	0.554	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	1.4	14.3	575	0.386	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1.1	1.4	16.4	827	0.272	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1.1	1.5	17.8	1052	0.206	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1.2	1.5	20.3	1345	0.161	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1.4	1.6	22.4	1660	0.129	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1.5	1.6	25	2023	0.106	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1.7	1.7	27.9	2622	0.0801	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1.8	1.8	29.4	3210	0.0641	630	380	0,14	0,19
2 x 1.5	0.7	1.8	9.8	120	13.3	24	24	30,98	24,92
2 x 2.5	0.7	1.8	10.7	151	7.98	33	32	18,66	15,07
2 x 4	0.7	1.8	11.6	193	4.95	45	42	11,68	9,46
2 x 6	0.7	1.8	12.7	255	3.30	57	53	7,90	6,42
2 x 10	0.7	1.8	14.9	377	1.91	76	70	4,67	3,84
2 x 16	0.7	1.8	16.9	552	1.21	105	91	2,94	2,45
2 x 25	0.9	1.8	20.2	814	0.78	123	116	1,86	1,59

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

**BUPRENO DN-K**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: IEC 60502-1  
 Designación genérica: DN-K

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado) - continuación**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 1,5	0,7	1,8	10,2	137	13,3	20	24	30,98	24,92
3 G 2,5	0,7	1,8	11,2	179	7,98	26,5	32	18,66	15,07
3 G 4	0,7	1,8	11,2	233	4,95	36	42	11,68	9,46
3 G 6	0,7	1,8	12,2	233	4,95	46	53	7,90	6,42
3 G 10	0,7	1,8	13,4	314	3,3	65	70	4,67	3,84
3 G 16	0,7	1,8	18,9	696	1,21	87	91	2,94	2,45
3 x 25	0,9	1,8	21,6	1040	0,78	110	96	1,62	1,38
3 x 35	0,9	1,8	24,8	1408	0,554	137	117	1,17	1,01
3 x 50	1	1,8	28,3	2016	0,386	167	138	0,86	0,77
3 x 70	1,1	1,9	32,2	2839	0,272	214	170	0,6	0,56
3 x 95	1,1	2	36	3576	0,206	259	202	0,43	0,42
3 x 120	1,2	2,1	40,1	4336	0,161	301	230	0,34	0,35
3 x 150	1,4	2,3	45,1	5500	0,129	343	260	0,28	0,3
3 x 185	1,6	2,4	50,8	6813	0,106	391	291	0,22	0,26
3 x 240	1,7	2,6	57,1	8784	0,0801	468	336	0,17	0,21
3 x 300	1,8	2,8	62,7	11285	0,0641	565	380	0,14	0,18
4 x 1,5	0,7	1,8	11	163	13,3	20	21	26,94	21,67
4 x 2,5	0,7	1,8	12,1	214	7,98	26,5	27,5	16,23	13,1
4 x 4	0,7	1,8	13,2	283	4,95	36	31	10,16	8,23
4 x 6	0,7	1,8	14,6	385	3,3	46	44	6,87	5,59
4 x 10	0,7	1,8	17,3	583	1,91	65	58	4,06	3,34
4 x 16	0,7	1,8	19,8	875	1,21	87	75	2,56	2,13

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

- XLPE3 con instalación tipo F → columna 11 (1x trifásica).
- XLPE2 con instalación tipo E → columna 12 (2x, 3G monofásica).
- XLPE3 con instalación tipo E → columna 10 (3x, 4G, 4x, 5G trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x, 4G, 4x, 5G trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo D (Cu) → 2x, 3G monofásica.

(Ver página 28).

**CÁLCULOS**

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A)

**Caidas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

## SOLDA

Tensión nominal: 100/100 kV  
Norma diseño: UNE EN 50525-2-81  
Designación genérica: HO1N2-D



### CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Resistencia a las  
grasas y aceites



Resistencia a la  
abrasión

- Norma de diseño: UNE EN 50525-2-81, HD 22.6 S2.
- Temperatura de servicio: -20 °C, + 90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 100/100 V.

#### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.

### DESCRIPCIÓN

#### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido, según tabla 1 UNE EN 50525-2-81.

**Flexibilidad:** Flexible según especificación de UNE EN 50525-2-81.

#### SEPARADOR

Poliéster (facultativo).

#### CUBIERTA

**Material:** Policloropreno termoestable tipo EM5.

**Color:** Negro.

### APLICACIONES

- Cables de máquina de soldar, con flexibilidad especial, para conexión entre el generador de la máquina industrial de soldar, y el soporte del electrodo. (UNE 21176).

**SOLDA**

Tensión nominal: 100/100 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-81  
 Designación genérica: HO1N2-D

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km
1 x 10	2	8.7	160	1.91
1 x 16	2	9.6	225	2.25
1 x 25	2	11.1	315	3.15
1 x 35	2	12.1	415	4.15
1 x 50	2.2	14.0	575	5.75
1 x 70	2.4	16.4	805	8.05
1 x 95	2.6	18.8	1060	10.60
1 x 120	2.8	20.5	1325	13.25

**SOLDA**

Tensión nominal: 100/100 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-81  
 Designación genérica: HO1N2-D

**CÁLCULOS****INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SOLO CICLO DE SERVICIO, DURANTE UN PERÍODO MÁXIMO DE 5 MINUTOS**

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga			
	100 %	85 %	60 %	35 %
10	87	89	93	106
16	117	126	152	200
25	156	169	200	261
35	195	213	252	326
50	247	265	317	417
70	308	330	400	522
95	374	408	487	635
120	435	469	565	739
150	504	548	652	852
185	578	626	748	974

**INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SERVICIO REPETIDO BASADO EN PERÍODO MÁXIMO DE 5 MINUTOS**

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga					
	100 %	85 %	60 %	35 %	20 %	8 %
10	87	87	88	103	124	179
16	117	120	121	150	184	273
25	156	161	164	212	265	400
35	195	204	207	275	348	528
50	247	260	265	361	460	705
70	308	326	333	461	593	916
95	374	396	406	572	739	1.147
120	435	462	474	675	875	1.361
150	504	538	551	792	1.030	1.605
185	578	618	634	916	1.195	1.866

# SOLDA

Tensión nominal: 100/100 kV  
 Norma diseño: UNE EN 50525-2-81  
 Designación genérica: HO1N2-D



## CÁLCULOS

### INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA UN SERVICIO REPETIDO BASADO EN PERÍODO MÁXIMO DE 10 MINUTOS

Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible (A) Porcentaje del tiempo de carga						
	100 %	85 %	80 %	60 %	35 %	20 %	8 %
10	87	87	87	87	92	102	137
16	117	118	118	120	130	151	211
25	156	158	159	165	185	220	318
35	195	199	200	211	242	294	432
50	247	254	257	274	322	397	592
70	308	319	324	350	419	523	789
95	374	389	396	433	527	665	1.012
120	435	455	464	510	627	797	1.221
150	504	530	541	599	742	948	1.458
185	578	610	623	693	865	1.110	1.714

1 -Temperatura ambiente considerada 40 °C.

### CAÍDA DE TENSIÓN A TEMPERATURAS NORMALES Y ELEVADAS

Sección nominal del conductor de cobre (mm <sup>2</sup> )	Caída de tensión en corriente continua para 100 A en 10 m de cable a:		
	20 °C V	60 °C V	85 °C V
10	1,950	2,260	2,450
16	1,240	1,300	1,560
25	0,795	0,920	0,998
35	0,565	0,654	0,709
50	0,393	0,455	0,493
70	0,277	0,321	0,348
95	0,210	0,243	0,264
120	0,164	0,190	0,206
150	0,132	0,153	0,166
185	0,108	0,125	0,136

Caídas de tensión: Ver tabla E.2.

Intensidades de cortocircuito máximas admisibles: Ver tabla F.2.

# BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21166  
 Designación genérica: DN-F BOMBAS SUMERGIDAS



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a la abrasión

- Norma de diseño: UNE 21166.
- Temperatura de servicio: -40 °C +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tensión de ensayo alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1; NFC 32070-C2.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 85 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Elastómero termoestable de etileno-propileno (EPR).

**Color:** Negro

### CUBIERTA

**Material:** Elastómetro termoestable de goma de policloropreno, tipo SE1.e.

**Color:** Negro.

## APLICACIONES

- Adecuado para la alimentación de bombas sumergidas utilizadas para la elevación de aguas de pozos. En otras aplicaciones (aguas fecales, productos químicos, aceites, etc.) deberá estudiarse el cable que proceda.
- Diseñado para dar servicio en instalaciones permanentemente sumergidas.
  - Puertos y marinas para barcos de recreo (ITC-BT 42).

**BUPRENO BOMBAS SUMERGIDAS**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21166  
 Designación genérica: DN-F BOMBAS SUMERGIDAS

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible sumergido (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 95	1,8	26,0	1220	0,206	343	202	0,42	0,43
1 x 120	1,8	28,5	1480	0,161	391	230	0,34	0,36
1 x 150	2,0	31,5	1820	0,129	442	260	0,27	0,31
1 x 185	2,2	34,5	2260	0,106	495	291	0,12	0,26
1 x 240	2,4	38,0	2840	0,0801	571	336	0,17	0,22
1 x 300	2,6	41,5	3580	0,0641	646	380	0,14	0,19
2 x 1,5	1,0	12,9	170	13,3	34	24	30,98	24,92
2 x 2,5	1,0	14,3	220	7,98	46	32	18,66	15,07
2 x 4	1,0	15,4	280	4,95	59	42	11,68	9,46
2 x 6	1,0	19,5	390	3,3	74	53	7,90	6,42
2 x 10	1,2	24,0	630	1,91	98	70	4,67	3,84
2 x 16	1,2	27,5	780	1,21	127	91	2,94	2,45
2 x 25	1,4	31,5	1170	0,78	197	116	1,86	1,59
3 x 1,5	1,0	13,7	200	13,3	29	21	26,94	21,27
3 x 2,5	1,0	15,3	260	7,98	39	27,5	16,23	13,1
3 x 4	1,0	16,6	345	4,95	49	35	10,16	8,23
3 x 6	1,0	21,0	490	3,3	62	44	6,87	5,59
3 x 10	1,2	25,5	760	1,91	81	58	4,06	3,34
3 x 16	1,2	29,5	1000	1,21	105	75	2,56	2,13
3 x 25	1,4	34,0	1450	0,78	163	96	1,62	1,38
3 x 35	1,4	38,0	1870	0,554	199	117	1,17	1,01
3 x 50	1,6	44,0	2500	0,386	235	138	0,86	0,77
3 x 70	1,6	49,5	3200	0,272	289	170	0,6	0,56
3 x 95	1,8	54,0	4100	0,206	343	202	0,43	0,42

(1) Tendido sumergido **en toda su longitud** (considerada agua a 25 °C a la sombra). Si el cable no se instala totalmente sumergido de principio a fin deberá calcularse según el sistema de instalación de el/los segmento/s al aire dado que será más restrictivo (mayor sección).

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo Método D (Cu) → 2x monofásica.

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

- XLPE3 con instalación tipo Método D (Cu) → 1x, 3x trifásica.
- XLPE2 con instalación tipo Método D (Cu) → 2x monofásica.

(Ver página 28).

**CÁLCULOS**

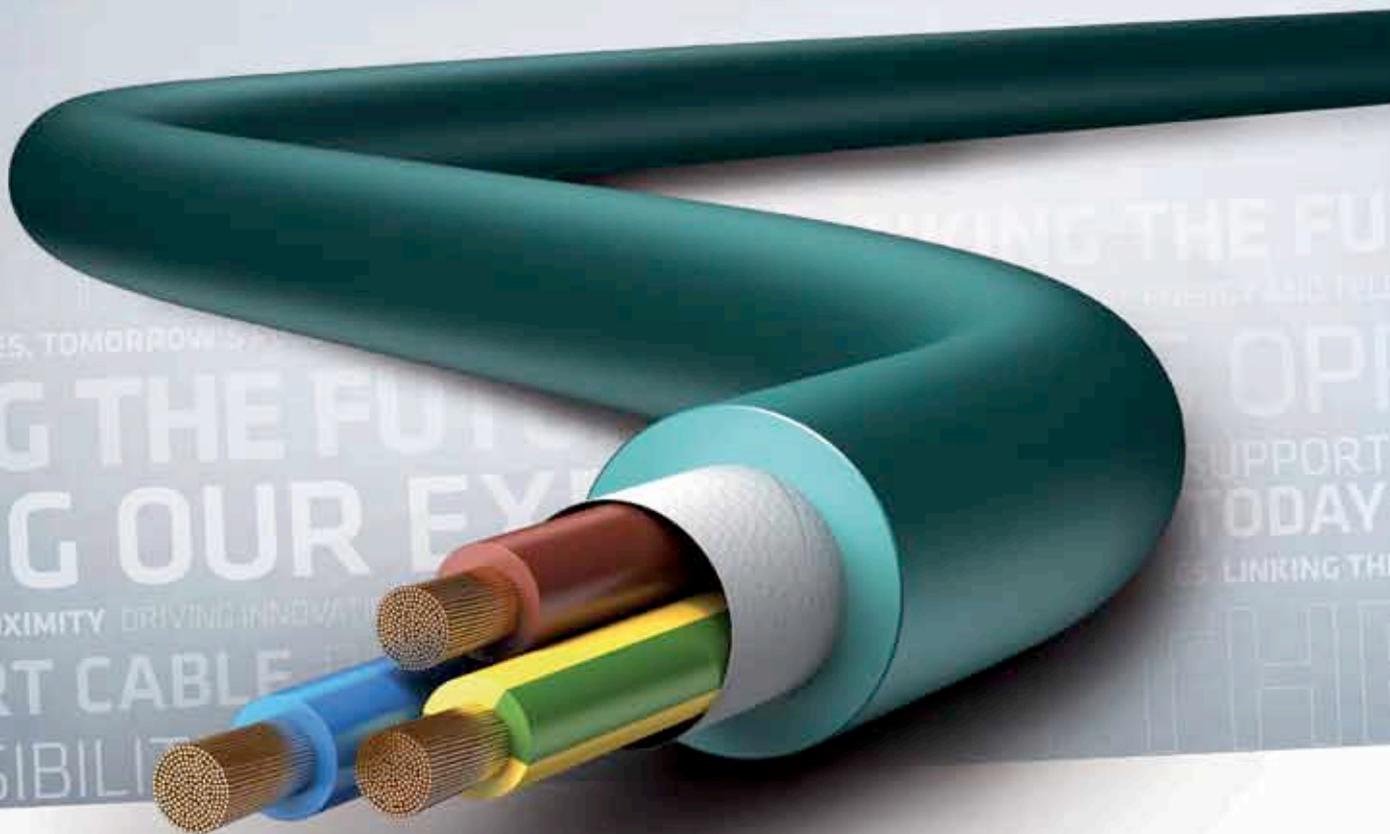
**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# Afumex easy

## SENCILLAMENTE PERFECTO.



LA EXCELENCIA NACE CON LAS SOLUCIONES MÁS SIMPLES.

El conocimiento, la tecnología y la innovación más avanzada de **Prysmian** hacen posible **Afumex EASY**.

**Afumex EASY** de Prysmian, es una **solución inteligente, sencilla, avanzada, limpia y perfecta**.

Es fácil:

### Easy to Strip:

Con un separador antiadherente, que permite realizar un fácil pelado de forma limpia, eficiente y fiable, **SIN TALCO**.

### Easy to Flex:

Cubierta de alta calidad, con mejores prestaciones, un cable más flexible, manejable, **SIN MEMORIA**.



[www.prysmianclub.es](http://www.prysmianclub.es)

Síguenos en:



[www.prysmiangroup.es](http://www.prysmiangroup.es)

Teléfono de Atención al Cliente: 902 146 006

 **PRYSMIAN**

A brand of the  
**Prysmian**  
Group



**Cables para Redes  
Subterráneas  
y Aéreas**

# AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: HD 603-5X-1  
 Designación genérica: AL XZ1 (S)



## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
 UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de humos opacos  
 UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
 UNE-EN 50267-2-1



Nula emisión de gases corrosivos  
 UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

### RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma de diseño: UNE-HD 603-5X-1 (aplica a las secciones que proceda), IEC-60502.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH ≥ 4,3; C ≤ 10 μS/mm

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Aluminio.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, según UNE HD 603-5.

**Color:** Negro.

## APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
  - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

**NOTA IMPORTANTE:** Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se requiera Afumex (AS). Ver apartado M.

**AL VOLTALENE FLAMEX (S)**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: HD 603-5X-1  
 Designación genérica: AL XZ1 (S)

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km (2)	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1.91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1.2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0.868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0.641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0.443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0.32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0.253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0.206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0.164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0.125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalación tipo F (Al) → columna 11 (unipolares trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 K·m/W.

→ XLPE3 con instalación tipo Método D (Al)

(Ver página 28).

**CÁLCULOS**

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

# AL POLIRRET

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-1  
 Designación genérica: AL RZ



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21030-1; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min.: 3500 V.

### RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta de protección, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030, especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Aluminio en los conductores activos.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Neutro fiador:** Cuando el cable dispone de neutro fiador, éste está constituido por una cuerda de alambres de aleación de Al-Mg-Si (Almelec). Por sus especiales características hace la función de neutro y de cuerda portante en redes tensadas.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE),

**Color:** Negro

### REUNIÓN

Conductores aislados reunidos entre sí o en torno al neutro fiador si dispone de él.

## APLICACIONES

• Especialmente adecuados para instalaciones de líneas aéreas tensadas autoportadas sobre apoyos o posadas sobre las fachadas de los edificios.

- Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
- Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).

**NOTA IMPORTANTE:** no se deben utilizar en instalaciones enterradas ni empotradas.

**AL POLIRRET**

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-1  
 Designación genérica: AL RZ

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS****DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)**

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Carga de rotura mínima daN	Espesor de aislamiento mm	Diámetro conductor aislado mm	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km
<b>Conductor: Fase o neutro no fiador</b>				
16	190	1,2	7,9	1,91
25	300	1,4	9,6	1,2
50	600	1,6	12,3	0,641
95	1140	1,8	16,1	0,32
150	1800	2	19,3	0,206
<b>Conductor: Neutro fiador ALMELEC</b>				
29,5	870	1,4	10,4	1,15
54,6	1660	1,6	13	0,63
80	2000	1,8	15,8	0,4

# AL POLIRRET

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-1  
 Designación genérica: AL RZ



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Diámetro exterior mm	Peso total kg/m	Intensidad admisible cable posado sobre fachadas* A	Intensidad admisible cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km	
					cos $\phi$ = 1	cos $\phi$ = 0,8
2 x 16 Al	15.8	145	73	81	4,88**	4**
2 x 25 Al	19.2	225	101	109	3,06**	2,54**
4 x 16 Al	18	285	67	72	4,24	3,48
4 x 25 Al	23.1	445	90	97	2,66	2,21
4 x 50 Al	29.6	770	133	144	1,42	1,22
3 x 95 / 50 Al	38	1250	207	223	0,71	0,65
3 x 150 / 95 Al	46.5	1875	277	301	0,46	0,44
1 x 16 Al/29,5 Alm	16,8	187	-	81	4,88**	4**
1 x 25 Al/54.6 Alm	22.6	310	-	110	3,06**	2,54**
1 x 50 Al/54.6 Alm	25.3	385	-	165	1,61**	1,4
2 x 16 Al/29,5 Alm	17,5	255	-	81	4,88**	4**
3 x 16 Al/29,5 Alm	20,0	320	-	72	4,24	3,48
3 x 25 Al/29.5 Alm	27.1	425	-	100	2,66	2,21
3 x 25 Al/54.6 Alm	31	535	-	100	2,66	2,21
3 x 50 Al/29.5 Alm	32.1	640	-	150	1,42	1,22
3 x 50 Al/54.6 Alm	36	765	-	150	1,42	1,22
3 x 95 Al/54.6 Alm	44.0	1260	-	230	0,71	0,65
3 x 150 Al/80 Alm	51	1700	-	305	0,46	0,44

\* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9).

\*\* En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

Las características mecánicas del fiador de Almelec (Alm) son:

- Coeficientes de dilatación lineal:  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Módulo de elasticidad:  $62000 \text{ N/mm}^2$

En el caso de cables con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor de sección b (el neutro).

Los cables con sección 1 x a/b son para tendidos monofásicos. a es la fase y b el neutro fiador de Almelec (Alm).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver tabla B.1 y B.2.

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.3.

# POLIRRET FERIEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-2  
 Designación genérica: RZ



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Resistencia a la absorción del agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma de diseño: UNE 21030-2; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min.: 3500 V.

### RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030-2 especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE),

**Color:** Negro con franja de color identificativa en cada conductor, para permitir su fácil y rápida identificación.

**Colores franja:** Azul, gris, marrón, negro, verde. (Ver tabla de colores según número de conductores)

### REUNIÓN

Haz de cables trenzados de cobre.

## APLICACIONES

- Adecuados, según el REBT, para instalaciones de líneas aéreas en redes de distribución e instalaciones aéreas de alumbrado exterior.
  - Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
  - Redes aéreas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).
  - No utilizar en instalaciones enterradas o empotradas.

# POLIRRET FERIEX

Tensión nominal: 0,6/1 kV  
 Norma diseño: UNE 21030-2  
 Designación genérica: RZ



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento daN mm	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible cable sobre fachadas* A	Intensidad admisible cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km (2)	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 4	1,2	9,9	100	4,61	45	50	11,68**	9,46**
2 x 6	1,2	10,6	135	3,08	57	63	7,9**	6,43**
2 x 10	1,2	12,4	210	1,83	77	85	4,67**	3,84**
2 x 16	1,2	14,3	320	1,15	105	--	2,94**	2,45**
3 G 4	1,2	10,7	150	4,61	45	50	11,68**	9,46**
4 x 4	1,2	12	200	4,61	37	41	10,16	8,23
4 x 6	1,2	12,8	270	3,08	47	52	6,87	5,59
4 x 10	1,2	15	425	1,83	65	72	4,06	3,34
4 x 16	1,2	17,3	640	1,15	86	95	2,56	2,13
4 x 25	1,4	21,1	1005	0,727	120	132	1,62	1,38
5 G 4	1,2	13,4	250	4,61	37	41	10,16	8,23
5 G 6	1,2	14,3	335	3,08	47	52	6,87	5,59
5 G 10	1,2	16,8	529	1,83	65	72	4,06	3,34
5 G 16	1,2	19,3	800	1,15	86	95	2,56	2,13

\* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9).

\*\* En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

No se facilita la carga de rotura de este tipo de cables, pues su instalación deberá tener la consideración de red posada o, en el caso de que sea tensada, deberá disponer de un cable fiador adicional de acero.

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

En PRYSMIAN SPAIN, S.A., le ofrecemos soluciones especiales para baja tensión, media tensión y alta tensión a medida de la industria y las infraestructuras en general:

### INTERIOR AEROGENERADORES



### INDUSTRIA PETROQUÍMICA



### GRÚAS Y EQUIPOS MÓVILES



### MINAS



### FERROCARRILES



### MARINA



### OFF-SHORE

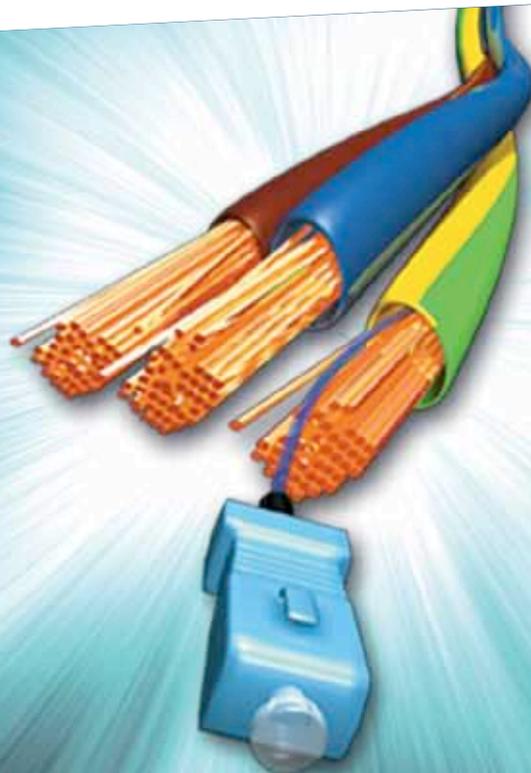


### SOLAR



### INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS





**Afumex Duo (AS)** |  
**Energía y Datos**

# Afumex Duo (AS)

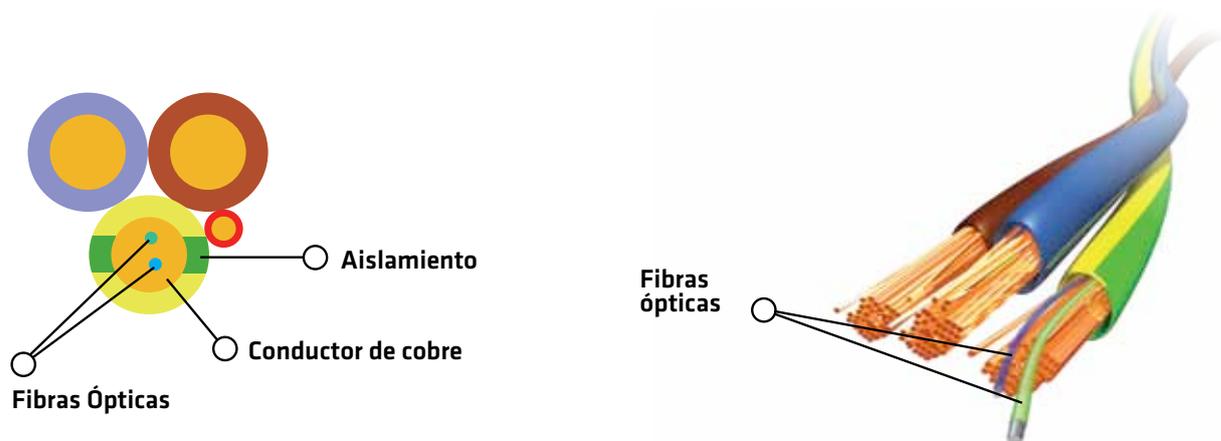
## QUÉ ES AFUMEX DUO (AS)

Es Afumex Duo (AS) es el nuevo cable de Prysmian capaz de hacer llegar a un hogar energía y comunicaciones sin limitaciones de ancho de banda por un solo cable al llevar incorporadas dos fibras ópticas en el seno del conductor de protección amarillo/verde.

### ¿Qué implica disponer de banda ancha real?

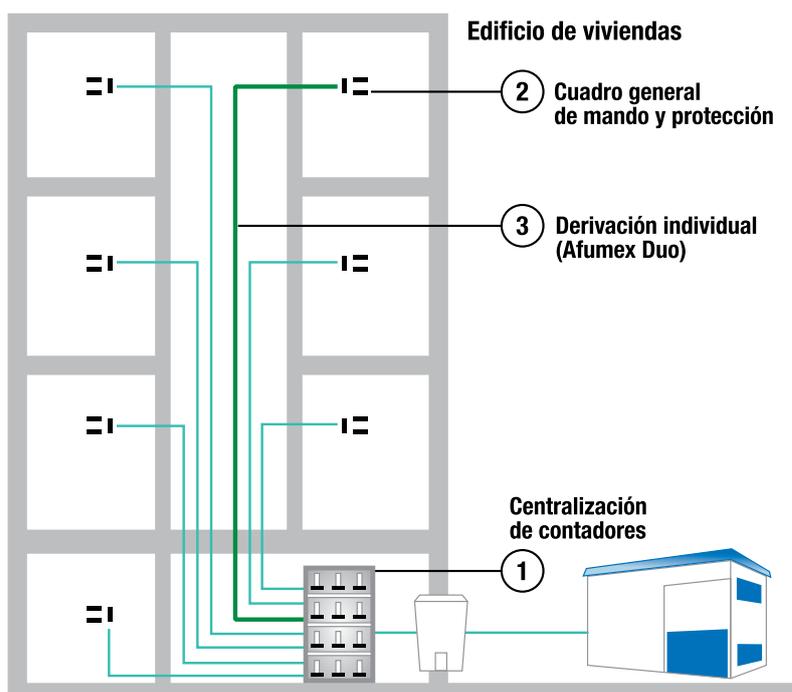
Con Afumex Duo la gran capacidad de transmisión de información de la fibra óptica no queda restringida al acceso del edificio sino que llega directamente a las viviendas permitiendo en ellas el uso de aplicaciones que requieren una gran capacidad de transmisión de información.

De esta forma el medio físico nunca va a limitar el ancho de banda requerido por el usuario.



## ¿DÓNDE SE INSTALA?

El cable Afumex Duo (AS) puede ser instalado tanto en la rehabilitación de edificios como en edificios de nueva construcción. Desde la centralización de contadores hasta el cuadro general de mando y protección de cada vivienda (derivación individual) La particularidad de este cable consiste en el hecho de que en el interior de uno de los conductores se encuentran dos fibras ópticas.



# Afumex Duo (AS)

## VENTAJAS DE AFUMEX DUO (AS)

**1**

Alto valor añadido sin incremento de coste

**2**

Facilita la llegada de la fibra óptica hasta el interior de los hogares

**3**

Una única instalación dentro del edificio para los servicios de Energía y Telecomunicaciones

**4**

En viviendas ya existentes permite sustituir las derivaciones individuales de forma rápida evitando la obra civil

**5**

En vivienda de obra nueva permite ofrecer un importante diferencial en la memoria de calidades sin costes añadidos

**6**

Evita los problemas de derecho de paso entre vecinos

**7**

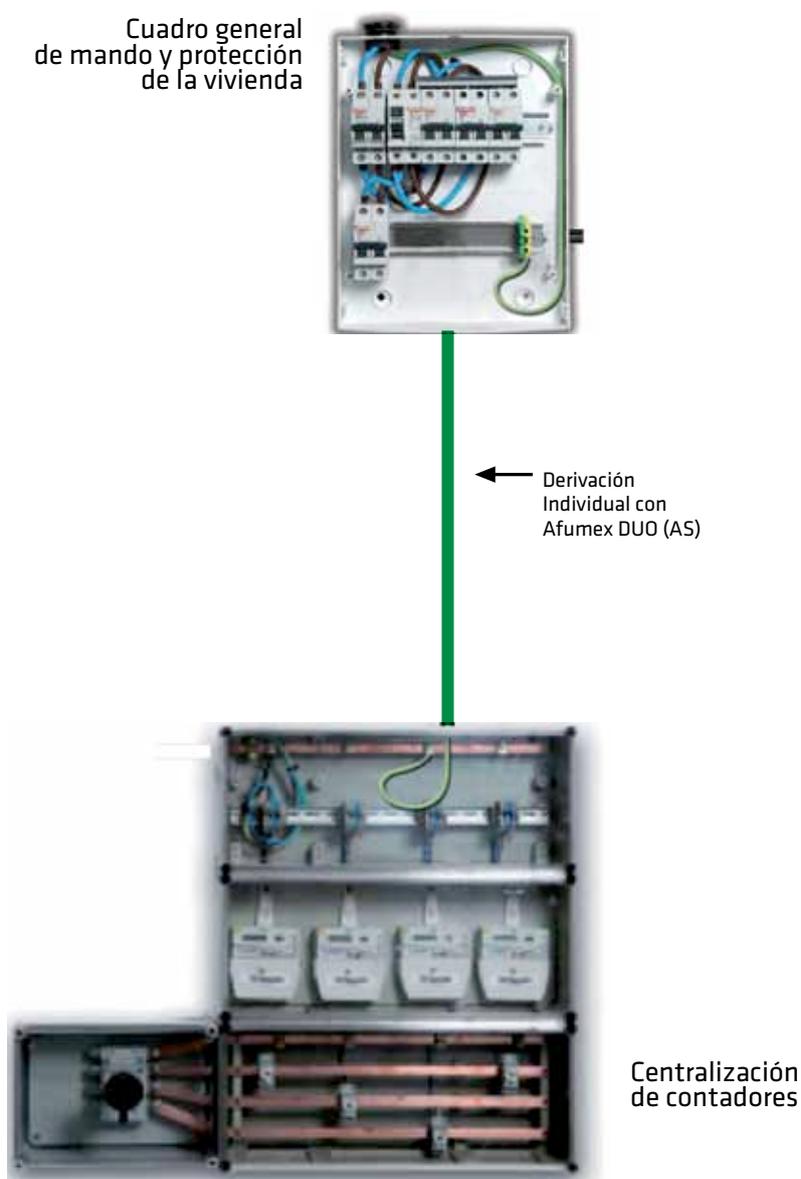
Con la garantía de PRYSMIAN

# Afumex Duo (AS)

## ESQUEMA DE INSTALACIÓN DE AUMEX DUO (AS) CON SÓLO CONEXIONADO DE ENERGÍA

En principio lo frecuente será que el instalador realice únicamente el conexionado de energía. Para ello se procede igual que siempre con otro tipo de cables en derivaciones individuales, Afumex Duo (AS) no precisa instrucciones de tendido especiales. Se aconseja dejar una pequeña vuelta del conductor de protección tanto en el cuadro general como en la centralización de contadores para cuando en el futuro se decida realizar la conectorización óptica, se puedan segregar las fibras que contiene este conductor en una pequeña longitud, suficiente para empalmarlas con otras nuevas que nos permitirán llevar el tendido óptico a donde necesitemos para completar la instalación óptica.

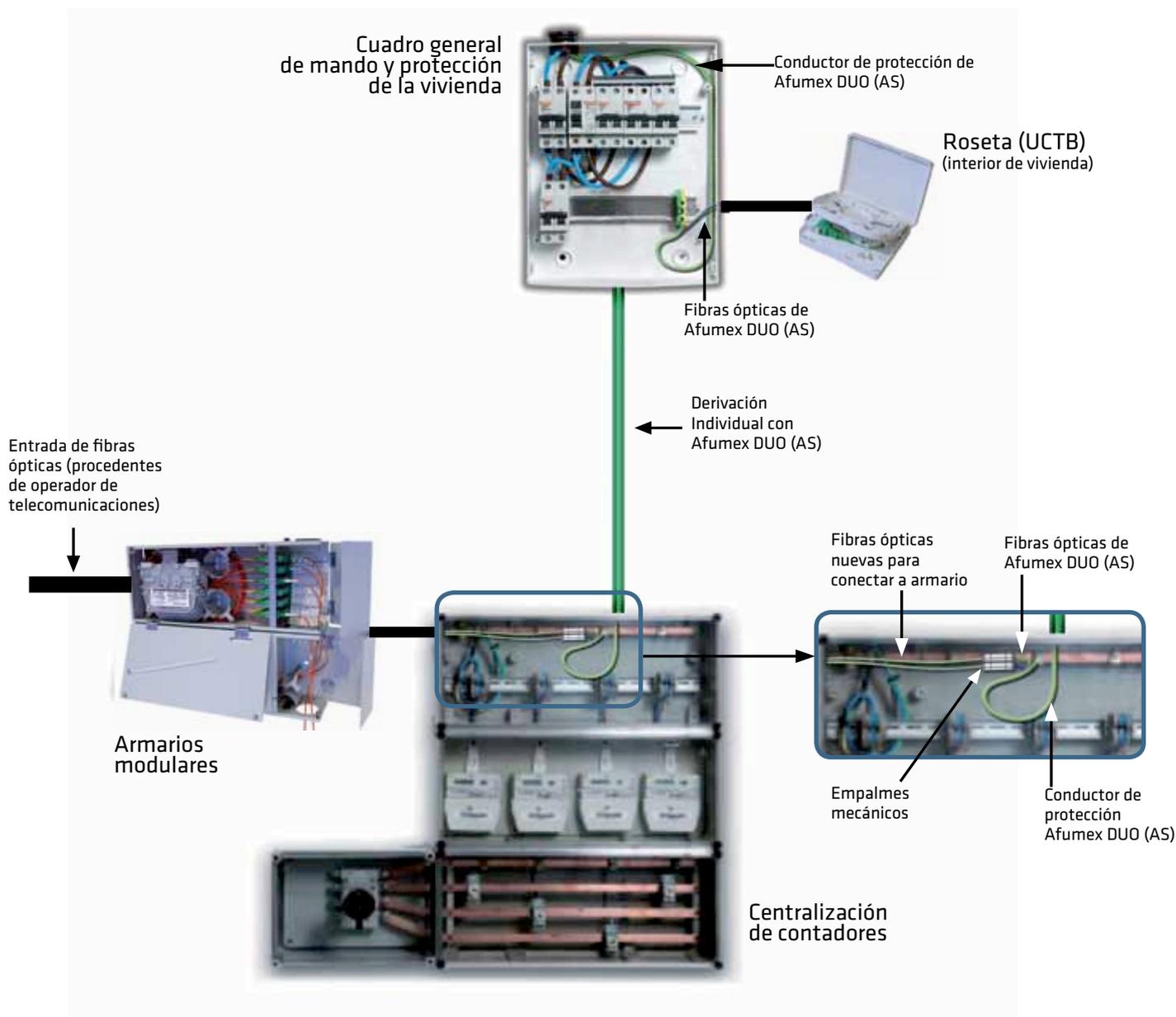
Con este proceso la instalación estará lista para ser energizada con la ventaja de incluir preinstalación de fibra óptica para la vivienda.



# Afumex Duo (AS)

## ESQUEMA DE INSTALACIÓN COMPLETA DE AFUMEX DUO (AS) CON CONEXIONADO DE ENERGÍA Y FIBRA ÓPTICA

Cuando se desee completar tanto el conexionado de energía como el de comunicaciones ópticas se realizará el tendido del cable Afumex Duo (AS) como en cualquier derivación individual segregando un pequeña longitud de las fibras en ambos extremos y conectando el conductor de protección en el cuadro general de mando y protección de la vivienda y en el embarrado de tierra de la centralización de contadores. Se procederá a proteger las fibras con pequeños tubos termorretráctiles (Termospeed PTPF-AF) y se empalmarán las fibras con otras nuevas para conectar en la parte baja del edificio con armarios modulares a los que llegará el cable de fibra óptica del operador de telecomunicaciones (ver esquema) y en la vivienda con una roseta para conexión óptica (UCTB). De esta forma el tendido electro-óptico estaría completo y dispuesto para suministrar energía eléctrica y ancho de banda ilimitado a la vivienda. Ver en hojas siguientes fichas técnicas de cada uno de los productos de la conectorización del sistema Afumex Duo (AS).



Si desea información detallada del proceso de conexionado óptico contacte con Prysmian.

# Afumex Duo (AS)

## PREGUNTAS FRECUENTES

**1**

### ¿Es necesario realizar el conexionado óptico al instalar el cable Afumex Duo (AS)?

No. Se puede instalar el cable Afumex Duo (AS) como en cualquier derivación individual y con ello se habrá aportado al cliente el plus de la preinstalación de fibra óptica hasta la vivienda de forma sencilla pues no es necesario seguir indicaciones de tendido especiales. La instalación estará correctamente finalizada para dar servicio eléctrico a la vivienda.

Por tanto, para la conexión de energía no es necesario tener conocimientos sobre fibra óptica, ni disponer de herramientas para su conexionado. En el futuro se podrá realizar el conexionado óptico que es independiente del eléctrico. Ver esquemas de conexionado en páginas anteriores.

**2**

### ¿Puede ocasionar alguna interferencia que en la misma conducción coexistan a la vez energía eléctrica y transmisión de datos?

Las interferencias en las señales de comunicación se producen por inducción electromagnética. En el caso de Afumex Duo, al ser la señal de comunicación un haz óptico, no hay posibilidad de interferencia eléctrica.

Además, la fibra óptica no es conductora de la electricidad (de hecho es simplemente una estructura de vidrio tubular); de forma que es imposible que se produzca una electrocución en los equipos interiores de telecomunicaciones de la vivienda o que un fallo de la alimentación eléctrica deje sin comunicaciones el interior de la misma.

**3**

### ¿Es complicado conectar fibra óptica?

Con los actuales equipos de corte de fibra óptica, simplemente basta con seguir las indicaciones del fabricante de la máquina o la guía indicada en el vídeo que encontrará en [www.afumexduo.es](http://www.afumexduo.es).

Una máquina sofisticada de este tipo tiene un coste no muy superior a los 600 € y practicar varias veces con ella hasta alcanzar la destreza necesaria supone un coste insignificante (varios trozos de fibra óptica y sus correspondientes conectores mecánicos).

Hay opciones más económicas, como una cortadora de fibras ópticas de punta de diamante que consiguen un resultado igual de satisfactorio.

**4**

### ¿Afumex Duo (AS) puede instalarse también en edificios ya existentes?

Retirando la derivación individual existente y sustituyéndola por Afumex Duo. De esta forma además de llevar la fibra óptica hasta el interior de la vivienda, en muchos casos se adaptará la sección y la calidad del conductor eléctrico a la realmente necesaria.

Además, es importante destacar que si no todos los vecinos de un edificio ya existente quieren cambiar la instalación eléctrica común, pueden cambiarse sólo las derivaciones individuales de los vecinos interesados en hacerlo.

**5**

### ¿Por qué hay dos fibras ópticas dentro del cable?

Una de las fibras ópticas conecta el cuadro de acceso de operador en la planta baja del edificio con el interior de la vivienda del usuario. La otra fibra es de respaldo por si hubiese algún tipo de incidencia con la ya conectada.

Para facilitar la identificación de las mismas, cada fibra es de un color diferente.

**6**

### ¿Cuál es la principal precaución que hay que tomar al proyectar una instalación nueva con Afumex Duo en la derivación individual?

La principal precaución es preservar una canalización desde el punto de acceso de la operadora de telecomunicaciones (usualmente una arqueta en la calle) hasta la centralización de contadores. Esta canalización será la que lleve la fibra óptica desde la arqueta donde la deje el operador de telecomunicaciones hasta el punto de reparto hacia cada una de las derivaciones individuales.

**7**

### Los conductores eléctricos con fibra óptica en su interior ¿están solamente destinados a derivaciones individuales?

No. Existen múltiples posibilidades en las que se puede requerir la conexión por vía eléctrica y óptica. Se ruega consultar a Prysmian para cualquier aplicación en la que se necesite cable eléctrico con fibras ópticas para alguna aplicación determinada (cámaras de videovigilancia, sistemas de control en parkings,). PRYSMIAN provee soluciones a medida.

# Afumex Duo (AS)

## ADECUACIÓN AL REBT



MINISTERIO  
DE INDUSTRIA, TURISMO  
Y COMERCIO



DIRECCION GENERAL DE  
INDUSTRIA

Subdirección General de Calidad  
y Seguridad Industrial

s/ref.: c.e.  
de: 27.10.2008  
n/ref.: JP/cr 10.32-H11var02  
fecha: 07.11.2008

Sra. D. Lluís-Ramon Sales Casals  
Ctra. C-15, km 2  
Polígono Masia d'en Notari  
08800 Vilanova i la Geltrú ( Barcelona )

**Asunto:** Adecuación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de los cables Afumex-Duo de la marca Prysmian en instalaciones de enlace y derivaciones individuales

En relación con su correo electrónico de 27/10/2008, sobre el asunto del epígrafe, le significamos lo siguiente:

Como señala el informe técnico del Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia de 2 de octubre de 2008, no se aprecia impedimento alguno para instalar el cable PRYSMIAN AFUMEX DUO 750V HO7Z1-K (AS) type 2, en secciones desde 1,5 mm<sup>2</sup> hasta 150 mm<sup>2</sup> en instalaciones eléctricas.

Obviamente, el cable deberá instalarse, de acuerdo con sus características, según lo establecido en las prescripciones, indicaciones y limitaciones generales o particulares del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus ITCs y, en particular, considerando los aspectos citados en dicho informe.

El Subdirector General,

Antonio Muñoz Muñoz

Paseo de la Castellana, 160  
280171 - MADRID

# Afumex Duo (AS)

## CERTIFICADO

**AENOR** Asociación Española de Normalización y Certificación

**CERTIFICADO DE PRODUCTO**

**AENOR ◁ HAR ▷**

r1) Certificado nº / Certificate n°: **HAR/000607**

r2) Fecha del Certificado / Date of the Certificate: **2013-08-29**

r3) Informe de ensayo nº / Test report n°: **L-ELC-CBL.07/3104/2008**

r4) Nombre y dirección del licenciatario / Name and address of the licensee:

**PRYSMIAN SPAIN, S.A.**  
**CR C-15, KM 2. PL. MASIA D'EN NOTARI**  
**08800 VILANOVA I LA GELTRÚ (Barcelona - España)**

r5) Dirección de la factoría / Address of the factory:

**PI MASIA D'EN NOTARI, CR C-15, KM 2.**  
**08800 VILANOVA I LA GELTRÚ (Barcelona - España)**

r6) Descripción del marcado armonizado / Description of the Harmonization Marking:

**AENOR ◁ HAR ▷**      o hilo negro (3 cm) rojo (1 cm) amarillo (9 cm)  
 or thread black (3 cm) red (1 cm) yellow (9 cm)

r7) Norma Española / Spanish Standard: **UNE-EN 50525-3-31:2012**

r8) Norma Europea / European Standard: **EN 50525-3-31:2011**

r9) Tipo de producto / Type of product:

**N02.06 - CABLE FLEXIBLE, UNIFILAR, SIN CUBIERTA, CON AISLAMIENTO TERMOPLÁSTICO LIBRE DE HALÓGENOS Y CON BAJA EMISIÓN DE HUMO, PARA INSTALACIÓN FIJA - TYPE 2 (450/750 V).**

r10) Designación / Designation: **H07Z1-K**

r11) Limitación / Restriction: **De 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> a 1 x 150 mm<sup>2</sup>**

r12) Indicación de origen / Indication of origin:

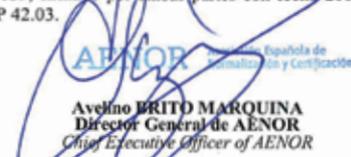
r13) Marca comercial / Trade Mark: **PRYSMIAN AFUMEX DUO**

r14) Certificado Sustituído / Superseded Certificate: **HAR/000607, de fecha 2008-08-29**

Este Certificado se concede según las reglas del acuerdo HAR, por el cual el certificado concedido por cualquier organismo miembro del acuerdo HAR tiene el mismo valor y validez en todos los países de los organismos miembros.  
*This certificate is issued according to the rules of the HAR Agreement, wherein the certificate issued by any certification body adhering to the HAR Agreement has the same worth and validity in all the other certification bodies' countries.*

El presente certificado es válido salvo suspensión o retirada notificada en tiempo por AENOR y en las condiciones particulares indicadas en el contrato nº **HAR/000059**, firmado por ambas partes con fecha **2006-01-12**, en los documentos del acuerdo HAR y en el Reglamento Particular RP 42.03.

Fecha de caducidad: **2018-08-29**  
 Date of expiry:

  
**Avelino BRITO MARQUINA**  
 Director General de AENOR  
 Chief Executive Officer of AENOR

No está autorizada la reproducción parcial de este documento.      The partial reproduction of this document is not permitted

AENOR - Génova, 6 - 28004 MADRID - Teléfono 914 32 60 00 - Telefax 913 10 46 83

## AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS CABLE



Cable flexible



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



No propagación  
del incendio  
UNE-EN 60332-3-24



Baja emisión  
de humos opacos  
UNE-EN 61034-2



Libre de  
halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Reducida emisión  
de gases tóxicos  
NFC 20454



Nula emisión  
de gases  
corrosivos  
UNE-EN 50267-2-2



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Resistencia  
al frío

- Norma de diseño: UNE EN 50525-3-31.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 450/750 V.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 minutos: 2500 V.
- Ensayo de continuidad de las fibras ópticas.

## Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2 ; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 60332-3-24; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ;  $I_t \leq 1,5$ .
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ;  $pH \geq 4,3$  ;  $C \leq 10 \mu S/mm$

## DESCRIPCIÓN

## CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5; según UNE EN 60228.

**Formación:** Formación en haz de 3+1, 5+1, conductores aislados, más 2 fibras ópticas en el interior del conductor de protección (a/v).

**Temperatura máxima en el conductor:** 70 °C en servicio permanente, 160 °C en cortocircuito.

## FIBRAS ÓPTICAS

El conductor de tierra (amarillo/verde) lleva incorporadas dos fibras ópticas

**Tipo de fibras ópticas:** fibras ópticas monomodo G. 657A con protección ajustada de 900 micras.

**Características de las fibras ópticas:** Ver hoja de datos técnicos Fibra ajustada para Afumex DUO

**Identificación de las fibras ópticas:** una de color verde y otra azul.



## AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla especial termoplástica, cero halógenos, tipo AFUMEX TI Z1.

## Colores:

- 3+1 conductores: amarillo/verde, azul, marrón y rojo de sección 1,5 mm<sup>2</sup>.
- 5+1 conductores: amarillo/verde, azul, gris, marrón, negro y rojo de sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

**Marcado:** El conductor que lleva las fibras ópticas llevará la siguiente inscripción:

"Prysmian Afumex Duo 750V 07Z1-K (AS) (Sección) + 2 FO G.657"

## APLICACIONES

- Instalación conjunta de conductores de energía y fibras ópticas en derivaciones individuales, (desde la centralización de contadores hasta cada uno de los cuadros generales de mando y protección).
  - Derivaciones individuales, (ITC-BT 15).

**Nota:** Para otras posibles aplicaciones de conductores eléctricos con fibras ópticas en su interior se ruega consultar a Prysmian.

## AFUMEX DUO 750 V (AS)

Tensión nominal: 450/750V  
 Norma diseño: UNE EN 50525-3-31  
 Designación genérica: H07Z1-K (AS) TYPE 2



## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximado)

Número de conductores x sección mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento (fases) mm	Diámetro haz mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20°C Ω/km	Intensidad admisible A	Caída de tensión V/A km (2)	
						cos φ = 1	cos φ = 0,8
3 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	3,2	347	1,83	50 (1)	4,36 (1)	3,59 (1)
3 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	15,4	502	1,15	66 (1)	2,74 (1)	2,29 (1)
3 G 25 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	18,9	772	0,727	84 (1)	1,73 (1)	1,48 (1)
3 G 35 + 1 x 1,5 + 2 FO	1,2	25,2	1073	0,554	104 (1)	1,25 (1)	1,09 (1)
5 G 10 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	16,6	575	1,83	44 (2)	3,79 (2)	3,13 (2)
5 G 16 + 1 x 1,5 + 2 FO	1	19,5	840	1,15	59 (2)	2,38 (2)	1,99 (2)

(1) Instalación monofásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial. → PVC2 con instalación tipo B1 → columna 6.

(2) Instalación trifásica bajo tubo o conducto empotrado en pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) o bajo tubo o conducto en montaje superficial → PVC3 con instalación tipo B1 → columna 5.

## ESPECIFICACIÓN DE FIBRA INSENSIBLE A CURVATURAS

## ESPECIFICACIONES GENERALES

Material: Silicio/Silicio Dopado  
 Perfil de índice de refracción: Salto de Índice

## Características de la protección primaria

Material de la protección primaria: Acrylato Neon™ Plus  
 Diámetro exterior de la protección primaria: 245 μm ± 5 μm  
 Concentricidad de protección/revestimiento: ≤ 10 μm

## Características del gel entre protección primaria y secundaria

Material del gel: Acrylato  
 Espesor de la capa de gel: 10 μm ± 5 μm

## Características de la protección secundaria

Material de la protección secundaria: Acrylato  
 Diámetro exterior de la protección secundaria: 900 μm ± 25 μm  
 Concentricidad de protección/revestimiento: ≤ 40 μm

## Características Geométricas

Diámetro de campo modal @1310 nm: 8,4 μm ∓ 9,2 μm  
 Diámetro del revestimiento: 125 ± 0,7 μm  
 Error de concentricidad MFD/revestimiento: ≤ 0,5 mm  
 Error de no circularidad del revestimiento: ≤ 1,0 %  
 Longitud de onda de corte cableada: ≤ 1260 nm

## Coeficientes de atenuación (1)

@1310 nm: ≤ 0,36 dB/km  
 @1380 nm: ≤ 0,36 dB/km  
 @1550 nm: ≤ 0,24 dB/km  
 @1625 nm: ≤ 0,29 dB/km

## Coeficientes de dispersión

1285 ∓ 1330 nm: ≤ 3,5 ps/(nm · km)  
 @1550 nm: ≤ 18 ps/(nm · km)  
 @1625 nm: ≤ 22 ps/(nm · km)  
 Longitud de onda de dispersión zero: 1302 ∓ 1322 nm  
 Pendiente de dispersión zero S0: ≤ 0,089 ps/(nm<sup>2</sup> · km)  
 Dispersión del modo de polarización: ≤ 0,4 ps/√km

## Características Mecánicas

Fibra probada a un alargamiento (Proof test) ≥ 1,0 %  
 Pérdidas por macrocurvaturas de la fibra sin protección secundaria  
 1 vuelta alrededor 20 mm diam. @1550 nm: ≤ 0,5 dB  
 10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1550 nm: ≤ 0,05 dB  
 10 vueltas alrededor 30 mm diam. @1625 nm: ≤ 0,5 dB

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## ARMARIOS MODULARES

Los armarios modulares permiten la conexión de varios operadores a una red interna en un edificio de viviendas.

Consta de un diseño modular con dos configuraciones diferentes:

- Un módulo de cliente donde se conecta la fibra proveniente de cada vivienda.
- Un módulo de operador donde se conecta el cable del operado



## CARACTERÍSTICAS

### DATOS TÉCNICOS

- Número de entradas de cables: 2 (módulo de operador), 4 (módulo de cliente)
- Diámetro máx. de cable: 15 mm
- Dimensiones: 440 x 175 x 102 mm
- Capacidad máxima: 36 fibras por módulo (los módulos son apilables)
- Temperatura de operación: -20 °C hasta +50 °C
- Material: acero dulce / polímero FR
- Color: gris (RAL 7035)
- Dimensiones embalaje: 540 x 290 x 186 mm<sup>3</sup>
- Peso neto: 3'4 kg (módulo cliente)  
3'8 kg (módulo operador)
- Peso bruto: 5'0 kg (módulo cliente)  
5'4 kg (módulo operador)

### Ensayos:

- Ópticos: probado a 1310 nm, 1550 nm y 1625 nm
- Dry heat: BS EN 60068-2-2 Test Bb
- Damp heat: IEC 60068-2-14:1969
- Cambio de temperatura: IEC 60068-2-14:1984
- Vibraciones: IEC 60068-2-6:1995
- Impacto: IEC 60068-2-27:1987

### DATOS TÉCNICOS LATIGUILLOS

Se facilitan latiguillos con conectores xx/UPC o xx/APC.

Los conectores xx/UPC se pueden usar en casos donde se requieren conectores xx/UPC o xx/APC.

	UPC	APC
Pérdidas inserción (máx.)	0,3 dB	0,2 dB
Pérdidas retorno (min.)	-55 dB	-65 dB

- El módulo de cliente puede ser equipado con hasta 36 fibras con conectores SC/PC o SC/APC.
- El módulo de cliente y el de operador se instalan uno sobre otro permitiendo que las fibras entre ellos siempre estén debidamente protegidas del exterior.
- El módulo de cliente acepta diferentes tipos de conectores.
- Cada módulo tiene 4 bandejas para albergar los empalmes
- Para limitar el acceso a los módulos, cada uno tiene dos puertas separadas: una para la zona de empalme y la otra para la zona de patching. Cada puerta se cierra con llave Allen
- Todos los cables pueden ser debidamente dispuestos en el interior del módulo sin peligro.
- Todas las fibras están debidamente colocadas en los módulos para mantener un radio mínimo de curvatura de 30 mm.

## APLICACIONES

- Los armarios modulares se instalan en el sótano del edificio y se conecta con el cuadro de centralización de contadores donde se habrán segregado las fibras de la derivación individual (Afumex Duo) provenientes de cada vivienda.
- El cableado interior de éstos (latiguillos ya existentes) interconecta los módulos.
- Los armarios modulares permiten la entrada del cable del operador para ser empalmado con los latiguillos existentes y mediante los jumpers, ser conectados al módulo de cliente.
- Los armarios modulares permiten la accesibilidad de diferentes operadores en un mismo edificio.

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## ROSETA O CAJAS DE TERMINACIÓN (UCTB)

La roseta o caja de terminación UCTB es un diseño especial para aplicaciones en zona residencial y de negocios para terminaciones de hasta 2 fibras. La caja contiene 2 latiguillos (PC o APC).



### CARACTERÍSTICAS

- Número de entradas de cables: 1
- Diámetro máx. de cable: 6 mm
- Dimensiones: 100 x 80 x 25 mm<sup>3</sup>
- Capacidad máxima: 2 fibras
- Temperatura de operación: -40 °C hasta +70 °C
- Material: ABS FR
- Color: Blanco (RAL 9016)
- Dimensiones embalaje: 540 x 290 x 186 mm<sup>3</sup>
- Peso neto: 73 g
- Peso bruto: 80 g

#### Ensayos:

- Ópticos: probado a 1310 nm, 1550 nm y 1625 nm
- Dry heat BBS EN 60068-2-2 Test Bb
- Damp heat IEC 60068-2-14: 1969
- Cambio de temperatura IEC 60068-2-14:1984
- Vibraciones IEC 60068-2-6:1995
- Impacto IEC 60068-2-27:1987

### DATOS TÉCNICOS LATIGUILLOS

Se facilitan latiguillos con conectores xx/UPC o xx/APC.

Los conectores xx/UPC se pueden usar en casos donde se requieren conectores xx/UPC o xx/APC.

	UPC	APC
Pérdidas inserción (máx.)	0,3 dB	0,2 dB
Pérdidas retorno (min.)	-55 dB	-65 dB

### APLICACIONES

En el cuadro general de mando y protección de cada vivienda se empalma la fibra proveniente de la segregación de la derivación individual Afumex Duo con el latiguillo existente en la roseta o caja de terminación UCTB.

Este latiguillo contiene en su otro extremo uno o dos conectores SC (PC o APC) fijos en la roseta permitiendo la conexión, por ejemplo, a un router inalámbrico.

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL PARA FIBRA ÓPTICA

---

Diseñado para el empalme rápido de fibras ópticas entre una red de un operador de telecomunicaciones y la red privada de fibra óptica.

Es una alternativa sencilla al tradicional empalme por fusión con protectores termorretráctiles.

El empalme se realiza con el alineamiento del núcleo de las dos fibras a unir por medio del proceso mecánico push-pull. Con este proceso se consigue una excelente calidad óptica y mecánica además de una excelente relación beneficio-coste



### CARACTERÍSTICAS

---

- Dimensiones: 40 x 4 x 4 mm<sup>3</sup>
- Temperatura de operación: -40 °C hasta +75 °C
- Material:
  - Cuerpo: PPS
  - Gel de índice: Gel siliconado
  - Grapa interior: Berilio
- Color: Negro/Plateado
- Dimensiones embalaje: 100 x 60 x 60 mm<sup>3</sup> (caja de 50 unidades)
- Peso bruto: 0'2 kg

#### Ensayos:

- Fiabilidad: de acuerdo con los requerimientos de Telcordia GR-765 para CORE
- Pérdidas: a 1310 nm y 1550 nm < 0'15 dB (típico < 0'1 dB)

#### DATOS TÉCNICOS

- El empalme mecánico universal puede usarse tanto con fibras monomodo como multimodo.
- El proceso de empalme mecánico es muy fácil y requiere un entrenamiento mínimo.
- No se requiere ningún equipo eléctrico para la operación de empalme mecánico.
- Tiempo de operación de empalme: 1-2 minutos.
- Pérdidas típicas por empalme: 0,1 dB
- El empalme mecánico universal está probado en más de 3 millones de instalaciones FTTH.
- Puede usarse para empalmes de fibras de 250 y 250 micras, 900 y 900 micras o 250 y 900 micras.

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## KIT EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL CON CORTADORA DE PRECISIÓN

---



**Cortadora de precisión**

### CARACTERÍSTICAS

---

Kit básico para el empalme mecánico universal complementado con cortadora de precisión.

#### Contenido

Base para empalme mecánico (1 ud.)  
Soporte para fibra óptica (250  $\mu\text{m}$ ) (4 uds.)  
Soporte para fibra óptica (900  $\mu\text{m}$ ) (4 uds.)  
Espaciador (2 uds.)  
Micro peladora mecánica 250  $\mu\text{m}$  (1 ud.)  
Micro peladora mecánica 900  $\mu\text{m}$  (1 ud.)  
Cepillo (1 ud.)  
Botella de alcohol (1 ud.)  
Pañuelos (1 ud.)  
Instrucciones  
Maletín  
**Cortadora de precisión (1 ud.)**

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## KIT STANDARD PARA EMPALME MECÁNICO UNIVERSAL

---



### CARACTERÍSTICAS

---

Kit básico para el empalme mecánico universal.

#### Contenido

Base para empalme mecánico (1 ud.)  
Soporte para fibra óptica (250  $\mu\text{m}$ ) (4 uds.)  
Soporte para fibra óptica (900  $\mu\text{m}$ ) (4 uds.)  
Espaciador (2 uds.)  
Micro peladora mecánica 250  $\mu\text{m}$  (1 ud.)  
Micro peladora mecánica 900  $\mu\text{m}$  (1 ud.)  
Cepillo (1 ud.)  
Botella de alcohol (1 ud.)  
Pañuelos (1 ud.)  
Instrucciones  
Maletín

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## TUBO TERMOSPEED PTPF-AF (libre de halógenos)

### CARACTERÍSTICAS



Cable flexible



No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de humos opacos  
UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a los agentes químicos



Reconocido por DEF STAN 59/97



- Cumple DEF STAN 59-97, tema 3, tipo 8.
- Temperatura de servicio: -40 °C a 105 °C.
- Temperatura de contracción: 115 °C.
- Relación de contracción 2:1

### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada de pared fina

**Colores:** Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

### APLICACIONES

Tubo termorretráctil recomendado para utilizarse con cables Afumex (cables de alta seguridad (AS)).

Para uso en áreas cerradas, tales como sistemas de transporte subterráneo, aplicaciones militares y aeroespaciales.

Este tubo termorretráctil será aplicado sobre el conductor, sobre cada fibra óptica debidamente segregada y un tercer tubo sobre los 3 elementos anteriores. De esta manera aseguramos la máxima protección a las fibras evitando radios de curvatura pequeños que pueden dañarlas.

# Accesorios Afumex Duo (AS)

## TUBO TERMOSPEED PTFE-AF (LIBRE DE HALÓGENOS)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,6	0,8	0,45
2,4	1,2	0,51
3,2	1,6	0,51
4,8	2,4	0,51
6,4	3,2	0,64
9,5	4,8	0,64
12,7	6,4	0,64
16,0	8	0,64
19,0	9,5	0,76
25,4	12,7	0,89

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	10 MPa
Alargamiento	IEC 60684-2	200%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% max.
Módulo secante	ASTM-D 882	130 MPa max.
Peso específico	ISO/R 1183	1,45 g/cm <sup>3</sup>
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 158 °C)	ISO 37	150%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 150 °C)	ASTM-D 2671	100% min.
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -40 °C
Combustibilidad	ASTM-D 635	no propagación de la llama
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a la perforación	IEC 243	24 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 2671	1e16 Ω x cm
Absorción de agua	ASTM-D570	0,25%
<b>QUÍMICOS</b>		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét. A	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét. B	no corrosivo
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,20%



# Accesorios para Baja Tensión

# Accesorios para baja tensión

## GUÍA DE SELECCIÓN DE ACCESORIOS EN BAJA TENSIÓN

### FOTOVOLTAICA



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Conectores y latiguillos	Instalaciones fotovoltaicas	<b>TECPLUG</b>	257

### TERMORRETRÁCTILES



Tipo accesorio	Espesor de aislamiento	Aplicación	Relación de contracción	Accesorio BT	Página
Tubo termorretráctil	Pared fina	Para uso general	2:1	<b>TERMOSPEED PTPF</b>	260
		Libre de halógenos	2:1	<b>TERMOSPEED PTPF-AF*</b>	262
	Pared Media/gruesa	Embarrado anti-track	3:1	<b>TERMOSPEED PTPE</b>	264
		Empalmes de cables	3:1	<b>TERMOSPEED PTPM</b>	266
		Empalmes de cables	Varias relaciones	<b>TERMOSPEED PTPG</b>	269
Capuchón termorretráctil	Pared Media/gruesa	Sellado y protección de finales de cables	Superior a 2:1	<b>TERMOSPEED PCC</b>	271
Polifurcación termorretráctil		Derivación de multiconductores	Varias relaciones	<b>TERMOSPEED PPD</b>	273
Derivación termorretráctil		Derivación a varios conductores	-	<b>TERMOSPEED PLVKD</b>	275
Manta termorretráctil		Reparación de cubiertas	Varias relaciones	<b>TERMOSPEED PMT</b>	276

### VERTIDO DE RESINAS EN FRÍO



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Empalme o derivación	Empalmes o derivación de cables no armados	<b>BICAST PBU</b>	278

### CINTAS



Tipo accesorio	Aplicación	Accesorio BT	Página
Cinta aislante de PVC	Aislante Varios usos	<b>CINTA DE PVC P1000</b>	279
Cinta aislante de EPR	Goma autosoldable Varios usos	<b>CINTA DE EPR PBA-1</b>	280

(\*) De uso imprescindible en instalaciones efectuadas con cables **Afumex** (cables de alta seguridad (AS)).

# Accesorios para baja tensión

## TECPLUG

### CARACTERÍSTICAS

- Temperatura de servicio: -40 °C, +110 °C
- Tensión nominal: 1 kV
- Ensayo de tensión: 6 kV (tensión alterna, 1 min)

#### Ensayos de fuego:

##### Cuerpo aislante

- Ensayo: IEC 60695-11-20
- Ensayo de hilo incandescente a 650 °C: IEC 61695-2-10.

##### Cuerpo aislante con contactos metálicos

- Ensayo: IEC 60695-11-10
- Ensayo de hilo incandescente a 650 °C: IEC 61695-2-10

##### Grado de inflamabilidad

- V2: IEC 60695-11-10



#### Resistencia a los agentes químicos:

- Resistencia a la acción de los agentes químicos: Aceites, grasas, alcohol, amoníaco, ácidos, bases, agua marina. Resistencia a otros agentes bajo demanda.
- Resistencia a los rayos UVA y la acción atmosférica: ISO 4982-2, Método A
- Resistencia a la corrosión: ISO 6988

#### Características eléctricas:

- Tensión: 1000 V
- Ensayo de tensión: 6 kV (tensión alterna, 1 min.)
- Intensidades de corriente a 85 °C:
 

- 1,5 mm <sup>2</sup>	17,5 A
- 2,5 mm <sup>2</sup>	24 A
- 4 mm <sup>2</sup>	32 A
- 6 mm <sup>2</sup>	40 A
- 10 mm <sup>2</sup>	40 A
- Resistencia de contacto: EN 60352-9: < 1 m W
- Protección contra contacto accidental: carga 10 N (IEC 60512)
- Distancia mínima de aislamiento: 14 mm (IEC 60664-1)
- Línea de fuga: 28 mm (IEC 60664-1)
- Resistencia a impulso de tensión: 8 kV (IEC 60664-1)

#### Características térmicas:

- Temperatura máxima admisible: 110 °C
- Resistencia al frío: -40 °C, ensayo de resistencia al impacto a baja temperatura (DIN V VDE V 0126-3; IEC 60068-2-75)
- Ensayo de temperatura alterna: De -40 °C a +85 °C (IEC 60068-2-14, ensayo Nb)
- Ensayo de humedad en caliente: 85 °C, 85 % humedad relativa durante 1000 horas, según IEC 61215 10. 13

#### Características mecánicas:

- Conexión por crimpado, fuerza de desconexión: IEC 60352-2
- Compensación de tensiones por tracción: IEC 60512 17c
- Compensación de tensiones por torsión: IEC 60512 17d
- Resistencia a la caída: IEC 60512 7b
- Ciclo de conexión/desconexión 100 veces sin carga
- Ensayo de doblado: DIN V VDE V 0126-3, similar a IEC 60309-1
- Fuerza de desconexión: 80 N, IEC 60512 15f
- Grado de protección: IP 20 (desconectado), IP 68 (conectado)

# Accesorios para baja tensión

## TECPLUG

---

### DESCRIPCIÓN

---

- Especificación: Conector unipolar IP 68
- Cuerpo: Poliamida (PA66)
- Sellado: NBR (goma de nitrilo butadieno)
- Contacto
  - Macho: Contacto macho perforado de cobre estañado
  - Hembra: Contacto hembra perforado de cobre estañado
- Marcado: PS4011 Intensidad admisible / sección nominal + (Female [hembra]) o (Male [macho])
- Sección nominal: Desde 1,5 mm<sup>2</sup> hasta 10 mm<sup>2</sup>

### APLICACIONES

---

Indicados para la utilización en sistemas fotovoltaicos a tensiones hasta 1000 V en continua y hasta 40 A según la aplicación de la clase A.

Adecuados para instalaciones interiores o de intemperie ya sean conexiones fijas o móviles. Igualmente aplicables para equipos con doble aislamiento (clase II). Compatibles con otras marcas.



# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTF (pared fina)

### CARACTERÍSTICAS



Cable flexible



No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Resistencia a los agentes químicos



Reconocido por UL



Reconocido por CSA



- Adecuado para distintas aplicaciones.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 135 °C.
- Temperatura de contracción: 110 °C.
- Relación de contracción 2:1

### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada de pared fina

**Colores:** Marrón, negro, gris, azul y amarillo. (Posibilidad en otras coloraciones).

### APLICACIONES

Tubo termorretráctil de uso general. En especial para aislamiento de cables, marcado, empaquetado y protección mecánica.

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTFE (pared fina)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,2	0,6	0,40
1,6	0,8	0,40
2,4	1,2	0,50
3,2	1,6	0,50
4,8	2,4	0,50
6,4	3,2	0,60
9,5	4,8	0,60
12,7	6,4	0,60
19,0	9,5	0,80
25,4	12,7	0,90

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo colores	Rendimiento tipo transparente
<b>FÍSICOS</b>			
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	15 MPa	19 MP
Alargamiento	IEC 60684-2	450%	530%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% máx.	±10% máx.
Módulo secante	ASTM-D 882	175 MPa máx.	175 MPa máx.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,25 g/cm <sup>3</sup>	1,00 g/cm <sup>3</sup>
Alargamiento tras envejecimiento térmico	UL 224 300%		490%
Resistencia a la tracción tras	-		-
Envejecimiento térmico (168h a 158 °C)	UL 224	12 MPa	18 MPa
Alargamiento tras choque térmico (4h a 200 °C)	IEC 811-1-2	400%	500%
Resistencia a la tracción tras choque térmico (4h a 200 °C)	IEC 811-1-2	13 MPa	18 MPa
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -55 °C	no se rompe a -55 °C
Combustibilidad	UL 224 (de color) FMVSS 302 (transp.)	no propagación de la llama	Aprobado
<b>ELÉCTRICOS</b>			
Resistencia a la perforación	VDE 0303 parte 2	24 kV/mm	6 kV/mm
Resistividad por volumen	VDE 0303 parte 3	1e15 Ω x cm	1e15 Ω x cm
<b>QUÍMICOS</b>			
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét.A	no corrosivo	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét.B	no corrosivo	no corrosivo
Resistencia química		buena	buena
Absorción agua	VDE 0472	0,15%	0,30%

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPF-AF (libre de halógenos)

### CARACTERÍSTICAS



Cable flexible



No propagación de la llama  
UNE-EN 60332-1-2



Baja emisión de humos opacos  
UNE-EN 61034-2



Libre de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a los agentes químicos



Reconocido por DEF STAN 59/97



- Cumple DEF STAN 59-97, tema 3, tipo 8.
- Temperatura de servicio: -40 °C a 105 °C.
- Temperatura de contracción: 115 °C.
- Relación de contracción 2:1

### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada de pared fina

**Colores:** Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

### APLICACIONES

Tubo termorretráctil recomendado para utilizarse con cables Afumex (cables de alta seguridad (AS)).

Para uso en áreas cerradas, tales como sistemas de transporte subterráneo, aplicaciones militares y aeroespaciales.

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTFE-AF (libre de halógenos)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
1,6	0,8	0,45
2,4	1,2	0,51
3,2	1,6	0,51
4,8	2,4	0,51
6,4	3,2	0,64
9,5	4,8	0,64
12,7	6,4	0,64
16,0	8	0,64
19,0	9,5	0,76
25,4	12,7	0,89

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	IEC 60684-2	10 MPa
Alargamiento	IEC 60684-2	200%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	±10% max.
Módulo secante	ASTM-D 882	130 MPa max.
Peso específico	ISO/R 1183	1,45 g/cm <sup>3</sup>
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 158 °C)	ISO 37	150%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 150 °C)	ASTM-D 2671	100% min.
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Mét.C	no se rompe a -40 °C
Combustibilidad	ASTM-D 635	no propagación de la llama
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a la perforación	IEC 243	24 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 2671	1e16 Ω x cm
<b>QUÍMICOS</b>		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671 Mét. A	no corrosivo
Compatibilidad con cobre	ASTM-D 2671 Mét. B	no corrosivo
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,20%

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPE (para embarrado)

### CARACTERÍSTICAS



No propagación  
de la llama  
UNE-EN 60332-3-24



Libre  
de halógenos  
UNE-EN 50267-2-1



Resistencia a la  
absorción  
del agua



Reconocido  
por UL

- Reduce requisitos de distancias entre barras.
- Protege contra llamarada accidentales.
- Tubo anti-track.
- Probado con normas ANSI C37.20.2 para aplicaciones de conmutadores de media tensión (hasta 36 kV).
- Temperatura de servicio: -40 °C a 125 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción 3:1



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Tubo de poliolefina reticulada de pared media.

**Color:** Rojo.

### APLICACIONES

Tubo termorretráctil anti-track de pared media para embarrado, especialmente diseñado para el aislamiento de barras eléctricas de hasta media tensión (tensiones de servicio hasta 36 kV en embarrados eléctricos).

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPE (para embarrado)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído		Rangos aplicaciones			
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm	Barras rectangulares		Barras redondas	
			(Mín.) mm	(Máx.) mm	(Mín.) mm	(Máx.) mm
19,0	5,5	2,70	6,4	6,4	6,8	15,2
33,0	10,1	3,00	12,7	28,5	12,4	27,9
52,0	19,0	2,80	31,5	50,8	22,3	43,1
69,8	25,4	2,90	44,4	76,2	29,7	58,4
88,9	29,9	3,10	57,1	101,6	35,8	73,6
119,3	39,9	3,20	73	142,8	47,7	101,6

Las barras rectangulares tienen un grosor de 1/4 a 5/8 de pulgadas.

Los rangos de aplicaciones mencionados han sido seleccionados para obtener el grosor de aislamiento mínimo requerido para cumplir los requisitos de resistencia ANSI C37.20.2 en el espaciado de las barras que se indican a continuación. Estos espacios han sido determinados a partir de un número limitado de configuraciones prueba. Debido a la amplia variedad de configuraciones de barras, estos espacios no deben emplearse sin que sean medidos de forma real por el usuario.

#### MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Tensión del sistema	BIL KV	PTPE Tubo de pared media	
		p a p (mm)	p a g (mm)
15 kV	95	86,0	106,0
25 kV	125	114,0	152,0
36 kV	150	165,0	203,0

p a p: Orientación de fase a fase.

p a g: Orientación de fase a tierra.

Espacio basado en las dimensiones de metal a metal antes del aislamiento.

Espacio basado en grosor de pared por rango de aplicaciones de la tabla anterior.

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPE (para embarrado)

### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	8,3 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	200%
Envejecimiento térmico (7 días a 175 °C)		
- Resistencia a tracción	ASTM-D 2671	10 MPa
- Alargamiento	ASTM-D 2671	200%
Choque térmico (4h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura (4h a -25 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta
Combustibilidad	ANSI C37.20, ASTM-D-2671	Aprobado
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a perforación	ASTM-D 149	20 Kv/mm
Resistividad de superficie	ASTM-D 257	510e9 W
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1,9e16 W cm
Constante dieléctrica	ASTM-D 150	3,4
Resistencia seguimiento (2500 V, 300min.)	ANSI C37,20, ASTM-D 2303	sin seguimiento
Alteración atmosférica	ASTM-G 53	sin seguimiento tras 6000 horas
<b>QUÍMICOS</b>		
Acción corrosiva	ASTM-D 2671	No corrosivo
Resistencia a fluidos	MIL-DTL-23053/15	Buena a excelente
Absorción de agua	ASTM-D570	0,25%

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPM (pared media)

### CARACTERÍSTICAS



Cable flexible



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a la abrasión



Resistencia a los golpes

- Sella y protege terminaciones y empalmes de cables.
- La capa interior de adhesivo termoplástico opcional permite obtener un aislamiento y una protección medioambiental completa.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 110 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción: 3:1.



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada de pared gruesa con adhesivo intern

**Colores:** Negro.

### APLICACIONES

Empalme termoretráctil de pared gruesa que proporciona máxima fiabilidad para el aislamiento y protección de empalmes y terminaciones de cables.

Apto para requisitos mecánicos exigentes en instalaciones enterradas directas, sumergibles y U.R.D.

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPM (pared media)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
10,2	3,8	2,00
19,1	5,6	2,00
25,0	8,0	2,00
27,9	10,2	2,00
33,0	10,2	2,00
38,1	12,7	2,00
43,2	12,7	2,00
52,1	19,1	2,00
69,9	25,4	2,00
88,9	30,0	2,40
119,4	39,9	2,70
152,0	48,0	2,80
170,2	58,4	2,80
228,6	77,0	3,00

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	14,5 MPa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	550%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	+1% a -10% max.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,10 g/cm <sup>3</sup> max.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	ASTM-D 2671, ISO 37	500%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 150 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no pérdidas
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Meth.C	No se rompe a -55 °C
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a la perforación	ASTM-D 149 / IEC 243	20 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1e16 Ω x cm
<b>QUÍMICOS</b>		
Corrosión cobre	ASTM-D 2671	No corrosión
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,10 %

#### MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo	
		Adhesivo	Sellado
<b>ADHESIVO</b>			
Absorción agua		<0,3 %	<0,1 %
Punto de reblandecimiento	ASTM-E 28	95 °C a 105 °C	80 °C a 90 °C

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPG (pared gruesa)

### CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los  
agentes químicos



Reconocido  
por UL



Reconocido  
por CSA

- Pared gruesa.
- Excelente aislamiento y durabilidad mecánica
- Tensión y temperatura nominales, en servicio permanente: 600 V ; 90 °C.
- La capa interior de adhesivo termoplástico opcional permite obtener un aislamiento y una protección completa.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 110 °C
- Temperatura de contracción: 120 °C
- Relación de contracción 3:1



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Tubo de poliolefina reticulada de pared media.

**Colores:** Negro.

### APLICACIONES

Los tubos termoretráctiles de pared media son adecuados para diversas aplicaciones mecánicas y eléctricas, en las que sean importante un peso ligero y gran flexibilidad.

# Accesorios para baja tensión

## TUBO TERMOSPEED PTPG (pared gruesa)

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
8,9	3	1,80
13,0	4,1	2,40
19,1	6,1	2,40
27,9	8,9	3,00
38,1	11,9	4,10
43,0	10	3,43
50,8	16	4,10
68,1	22,1	4,10
*89,9	30,0	4,10
*119,9	39,9	4,30

Cada pieza tiene una longitud de 1,2 m.

\*No reconocido por UL ni CSA

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 412, ISO 37	14,5 Mpa
Alargamiento	ASTM-D 412, ISO 37	600%
Cambio longitudinal	ASTM-D 2671	+1% to -10% max.
Peso específico	ASTM-D 792, A-I	1,10 g/cm <sup>3</sup>
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	ASTM-D 2671, ISO 37	500%
Alargamiento tras choque térmico (4h a 225 °C)	ASTM-D 2671	No agrieta, no perdidas
Flexibilidad de baja temperatura	ASTM-D 2671 Meth.C	No se rompe a -55 °C
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a la perforación	ASTM-D 149	20 kV/mm
Resistividad por volumen	ASTM-D 257	1e16 Ω x cm
<b>QUÍMICOS</b>		
Corrosión al aire	ASTM-D 2671	No corrosión
Resistencia química		buena a excelente
Absorción agua	ASTM-D 570	0,10 %

#### MÁRGENES CON AISLAMIENTO

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo	
		Adhesivo	Sellado
<b>ADHESIVO</b>			
Absorción agua		<0,3 %	<0,1 %
Punto de reblandecimiento	ASTM-E 28	95 °C a 105 °C	80 °C a 90 °C

# Accesorios para baja tensión

## CAPUCHÓN TERMOSPEED PCC

### CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a los  
rayos ultravioleta

- Vida ilimitada de almacenamiento.
- La capa interior termoplástica ofrece sellado ambiental completo.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 100 °C.
- Temperatura de contracción: 120 °C.
- Relación de contracción >2:1



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada.

**Colores:** Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

### APLICACIONES

Capuchón final termoretráctil con capa interior de adhesivo.

Ofrece una protección y sellado sencillos frente a los efectos ambientales de los cables no utilizados.

# Accesorios para baja tensión

## CAPUCHÓN TERMOSPEED PCC

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído		
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Longitud (Mín.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
15,0	4,5	44,0	1,0
25,0	9,0	69,0	2,7
36,0	15,0	93,0	2,8
55,0	25,0	107,0	3,3
80,0	40,0	127,0	3,6
102,0	60,0	52,0	3,6
124,0	60,0	152,0	3,6
148,0	57,0	152,0	4,5

\*Diámetro interno sin capa adhesiva.

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 638 M	12,0 MPa min.
Alargamiento	ASTM-D 638 M	300% min
Absorción de agua	ISO-62	1,0% max.
Dureza puntual	ASTM-D 2240	45 Puntual D min.
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (168h a 120 °C)	ISO-188	10,0 MPa min.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168h a 120 °C)	ISO-188	250% min.
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a perforación	IEC-243 12	Kv/mm min.
Resistividad por volumen	IEC-93	1e11Ω x cm

# Accesorios para baja tensión

## POLIFURCACIÓN TERMOSPEED PPD

### CARACTERÍSTICAS



Resistencia a los  
agentes químicos



Resistencia a  
los golpes

- Capa interior de adhesivo termoplástico que ofrece un aislamiento y una protección completa, respetuosa con el medioambiente.
- También disponible como pieza de derivación multipolar para Media Tensión anti-track y conductivas.
- Temperatura de servicio: -55 °C a 100 °C.
- Temperatura de contracción: 135 °C.



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Piezas de poliolefina reticulada para cables multipolares

**Colores:** Negro. (Posibilidad en otras coloraciones).

### APLICACIONES

Polifurcación termoretráctil moldeada que sella y protege las derivaciones de cables multipolares.

Piezas disponibles para cables de 2, 3 o 4 conductores.

# Accesorios para baja tensión

## POLIFURCACIÓN TERMOSPEED PPD

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido		Contraído		Longitud total contraída ± 10 % mm	Longitud contraída de las salidas ± 10 % mm
Diámetro de la entrada cable principal (Mín.) mm	Diámetro de la salida cable derivado (Mín.) mm	Diámetro de la entrada cable principal (Máx.) mm	Diámetro de la salida cable derivado (Mín.) mm		
<b>Piezas moldeadas 2 salidas</b>					
33,0	14,0	10,0	3,00	90,00	20,0
50,0	21,0	22,9	7,50	119,00	34,0
87,0	43,0	9,0	13,0	141,00	42,0
<b>Piezas moldeadas 3 salidas</b>					
38,0	11,0	14,0	4,00	110,0	20,0
60,0	24,0	22,0	8,00	185,0	45,0
80,0	36,0	33,0	16,0	210,0	50,0
110,0	48,0	47,0	20,0	260,0	75,0
125,0	55,0	47,0	20,0	260,0	75,0
<b>Piezas moldeadas 4 salidas</b>					
38,0	11,0	14,0	4,0	110,0	20,0
55,0	20,0	22,0	8,5	190,0	45,0
72,0	25,0	22,0	8,5	190,0	50,0
100,0	35,0	33,0	14,0	215,0	75,0
125,0	45,0	47,0	2,0	245,0	75,0

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	ASTM-D 638 (M)	10,0 MPa min.
Alargamiento	ASTM-D 638 (M)	300% min.
Dureza	interna	40 Puntual D min
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (120 °C, 168 h)	ASTM-D 2240 ISO - 188	45 Puntual D min. 9 MPa min
Alargamiento tras envejecimiento térmico (120 °C, 168 h)	ISO-188 ISO - 188	10,0 MPa min. 250% min.
Absorción agua	ISO - 62	1% max.
Resistencia a perforación	IEC - 243	12 kV/mm
Constante dieléctrica	IEC - 250/ASTM-D 150	5 max.
Resistencia a seguimiento	ASTM-D 2303	N/A
Resistividad por volumen	IEC 93	1e12 Ω x cm
Combustibilidad	ESI 09-13	Sin retardo a la llama

# Accesorios para baja tensión

## DERIVACIÓN TERMOSPEED PLVKD

### CARACTERÍSTICAS

Kit de derivación termoretráctil que está compuesto por un tubo termoretráctil abierto, ajustable sobre el diámetro exterior del cable y masilla aislante. Homologado por Endesa.



### DESCRIPCIÓN

#### COMPOSICIÓN DEL KIT

1. Mango termoretráctil
2. Guía de cierre
3. Brida de plástico
4. Masilla aislante  
Homologada por Endesa

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES Y GUÍA DE UTILIZACIÓN

Expandido mm	Contraído mm	Longitud mm	Cable principal sección máx. mm <sup>2</sup>	Cable principal sección máx. (mm <sup>2</sup> )
43	8	200	1 x 95	1 x 50
43	8	250	1 x 95	1 x 50
75	15	250	1 x 150	1 x 50
75	15	300	1 x 150	1 x 150
75	15	500	1 x 240	1 x 240

# Accesorios para baja tensión

## MANTA TERMOSPEED PMT

### CARACTERÍSTICAS



Resistencia a la  
absorción  
del agua

- Proporciona sellado contra el agua una vez contraído.
- Excelente resistencia mecánica.
- Procedimiento de aplicación rápido, simple y limpio.
- Los manguitos se pueden cortar para adecuarse a los requisitos de aplicaciones más cortas.
- Fácil de instalar in situ sobre cables en servicio sin cortar el cable ni cortar la alimentación.
- Temperatura de servicio: -15 °C a 45 °C.



### DESCRIPCIÓN

#### AISLAMIENTO

**Material:** Poliolefina reticulada con adhesivo interno más canal de acero inoxidable que proporciona sistema de cierre permanente.

**Colores:** Negro .Cubierto con pintura termocromática que cambia de color al alcanzar la temperatura de contracción adecuada.

### APLICACIONES

Funda (manta) envolvente termoretráctil para reparación de cubiertas.

Se utiliza para aplicaciones de sellado y recubiertas, protección de cables dañados o como funda externa de empalmes de cables de telecomunicaciones XLPE Cu de 10 a 2000 pares.

# Accesorios para baja tensión

## MANTA TERMOSPEED PMT

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES

Expandido	Contraído	
Diámetro interno (Mín.) mm	Diámetro interno (Máx.) mm	Espesor pared (Nom.) mm
43,0	8,0	2,30
68,0	15,0	2,30
75,0	15,0	2,30
93,0	25,0	2,30
137,0	34,0	2,30

Las piezas están disponibles en las longitudes de 250, 500, 750 y 100 mm

#### DATOS TÉCNICOS

Propiedad	Método de prueba	Rendimiento tipo
<b>FÍSICOS</b>		
Resistencia a tracción	DIN 53455/ISO R527	17,0 MPa mín.
Alargamiento	DIN 53455/ISO R527	350% mín.
Resistencia a tracción tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	DIN 53455/ISO R527	14 Mpa mín.
Alargamiento tras envejecimiento térmico (168 h a 150 °C)	ASTM-D 2671,ISO 37	500%
Contenido de negro carbón para resistencia UV	VDE 0472	2% mín.
Flexibilidad de baja temperatura	DIN 53453	no agrieta a -40 °C
Contracción longitudinal		10% máx.
<b>ELÉCTRICOS</b>		
Resistencia a perforación	DIN 53481/IEC 243	12 kV/mm

# Accesorios para baja tensión

## EMPALME/DERIVACIÓN BICAST PBU (vertido de resina)

### CARACTERÍSTICAS

- Norma de diseño: HD 623.
- Utilizable como empalme y derivación, horizontal o vertical.
- Molde de inyección transparente resistente al impacto.
- Práctico sistema de apertura tipo bisagra.
- Fácil sistema de cierre y sellado.
- Compacto: 225 mm [largo] x 90 mm [alto] x 60 mm [ancho].
- Ofrece alta estanquidad.
- Resina en dos componentes:
  - Fácil mezclado.
  - Mejor adhesión para XLPE y PVC.
  - Mayor fluidez.
  - Reducción del 40% en peso.



### DESCRIPCIÓN

#### COMPOSICIÓN DEL KIT

1. Dos semicarcasas (unidas por bisagra).
2. Dos espumas (una adherida a una semicarcasa).
3. Resina de Poliuretano. (Envasada en bolsa).
4. Tapa superior.

#### APLICACIONES

Kit universal para empalmes y derivaciones de conductores no armados, de sección máxima de 1x240 mm<sup>2</sup>.

Util para diámetros exteriores desde 10 mm (mínimo) hasta 26 mm (máximo). No requiere ninguna herramienta especial o aplicación de calor.

Utilizable 30 minutos después de la instalación.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

#### DIMENSIONES EMPALMES

Expandido	Diámetro exterior cable mm		Sección conductor mm <sup>2</sup>
	Mín.	Máx.	
PBUJ1	10	26	4 x 25
J3	23	39	4 x 70
J4	28	62	4 x 95
J5	38	62	4 x 185
J6	58	86	4 x 300

#### DIMENSIONES DERIVACIONES

Modelo kit	Diámetro exterior cable mm				Sección conductor mm <sup>2</sup>	
	Principal		Derivado		Principal	Derivado
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.		
D1	9	24	9	24	4 x 6	4 x 4
D2	12	24	12	24	4 x 16	4 x 16
D4	20	36	18	28	4 x 50	4 x 25
D14	28	50	20	33	4 x 35	4 x 35
D16	26	60	18	45	4 x 185	4 x 95

# Accesorios para baja tensión

## CINTA P1000 (PVC)

### CARACTERÍSTICAS

Excelentes características de adherencia y fácil manejabilidad.

Características	Unidad	
Longitud	m	20
Anchura	mm	19
Espesor	mm	0,15
Carga de rotura	kg / cm	2,165
Elongación rotura	%	157
Adhesión metal	g / cm	364
Adhesión dorso	g / cm	433
Resistencia dieléctrica	kV / mm	58
Autoextinguible	-	SÍ



### DESCRIPCIÓN

Cinta P1000.

Fabricada en PVC, está disponible en varios colores, y con dimensiones de 20 metros de longitud x 19 mm de ancho x 0,15 mm de espesor.

### TABLA DE COLORES DISPONIBLES

Colores cinta

NE-BL-AZ-GR-MA-RO-VE-AM-AV

### CÓDIGO DE COLORES

**AV** - Amarillo-Verde  
**AZ** - Azul

**BL** - Blanco  
**GR** - Gris

**MA** - Marrón  
**NE** - Negro

**RD** - Rojo  
**VE** - Verde

**AM** - Amarillo

### PRESENTACIÓN Y EMBALAJE

Packs de 10 rollos y cajas de 25 packs.

# Accesorios para baja tensión

## CINTA PBA-1

### CARACTERÍSTICAS

- Resistente a las descargas parciales y ozono.
- Autovulcanizable.
- Excelente resistencia a la humedad.
- Elevada rigidez dieléctrica.
- Excelente en aplicaciones a baja temperatura (-40 °C).
- Adaptable a cualquier tipo de superficies.



### DESCRIPCIÓN

Cinta aislante autovulcanizable para la reconstrucción del aislamiento en empalmes y terminales

### APLICACIÓN

Se emplea para la reconstitución del aislamiento de los empalmes en cables con aislamiento seco y empalmes mixtos entre cables con aislamiento de papel impregnado y cables con aislamiento seco a campo radial hasta una tensión máxima de 66 kV.

También es utilizada para la confección de los deflectores de campo en los terminales a partir de 30 kV y terminaciones hasta 25 kV para los cables con aislamiento seco.

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Características	Unidad	Valor
<b>FÍSICAS</b>		
Color	-	Negro
Condición	-	Autovulcanizable
Espesor	mm	0,76
Longitud	m	6
Ancho	mm	25
Adherencia	g/cm	-
Alargamiento	%	1.700
Temperatura trabajo	°C	-48 a 80
Carga rotura	kg/cm <sup>2</sup>	12,5
Fusión	mm	0,2
Exposición al calor a 110 °C		Cumple
Resistencia a la tracción	MPa	3,80
Remoción de liner		OK
<b>QUÍMICAS</b>		
Resistencia:		
Ozono	-	Excelente
Ácidos y alcalís	-	Buena
Aceite	-	Poca
Humedad	-	Excelente
<b>ELÉCTRICAS</b>		
Rigidez dieléctrica	kV/espesor	48
Rigidez dieléctrica	kV/mm	48
Constante aislamiento	MΩ/km	>72.000
Constante dieléctrica 50 Hz	ε	2.30
Factor de pérdidas 50 Hz	tg σ	0.00035
<b>PRESENTACIÓN</b>		
Caja de plástico	-	-
Separador color	-	Rojo

# Accesorios para baja tensión

## LUBRICANTES LUTEC (para tendidos de energía y telecomunicaciones)

### CARACTERÍSTICAS



Todos los productos lubricantes Prysmian comparten los mismos ingredientes y las mismas características principales. Tienen una consistencia pegajosa y viscosa, asegurando una perfecta adherencia al cable y a los tubos, así como una gran reducción de la fricción.

Se pueden aclarar los residuos en la obra sin ningún riesgo de contaminación. Sin embargo, no se quita fácilmente del cable, asegurando una lubricación óptima incluso en tuberías llenas de agua. Además se seca despacio, dejando una fina capa, menos de 6% del peso tras evaporación completa a temperatura ambiente. No inflamable, conserva sus propiedades lubricantes durante meses.

### HIGIENE Y SEGURIDAD

Estos lubricantes están compuestos con base de agua, no tóxico y biodegradable. Olor agradable. No irrita la piel. No es preciso llevar los EPI. No causa contaminación medioambiental, por que no es preciso recoger sus derramas, sólo basta con aclararlos con agua.

### ESTABILIDAD A ALTAS Y BAJAS TEMPERATURAS

Las altas y bajas temperaturas no afectan a las características del lubricante, ni siquiera después de ciclos de hielo y deshielo. No se separa en varias fases. Se diseñó el lubricante para utilizarlo desde -5 °C hasta +65 °C. Aunque hay algún modelo de lubricante que conlleva una fórmula específica para los tendidos realizados a temperaturas por debajo de las 0 °C.

### COMPATIBILIDAD

No contienen parafina, silicona, detergente, sal que puedan dañar las cubiertas de cables y causar puntos calientes. Estos lubricantes se sometieron a varias pruebas de compatibilidad con los materiales de cubierta, de accesorios de cables eléctricos y de tubos: poliolefinas, polietileno alta densidad, polietileno lineal baja densidad, caucho natural, polietileno clorurado, etileno propileno, polietileno de enlace cruzado, PVC, neopreno, polipropileno, silicona, etc.

### INSTRUCCIONES

Nuestros productos son de uso cómodo según varios métodos:

Aplicar con la mano o verter desde el cubo encima del cable.

También se puede utilizar una bomba, bien sea manual o eléctrica, un embudo o un aplicador.

Puede emplearse para pre-lubricar los tubos con los sacos de pre-lubricación o introduciendo lubricante delante de la esponja..

# Accesorios para baja tensión

## LUBRICANTES LUTEC (para tendidos de energía y telecomunicaciones)

### APLICACIONES

Lubricantes para el tendido subterráneo de cables eléctricos y de telecomunicaciones.

Prelubricación de los tubos para reducir los riesgos en los tendidos difíciles.

Contiene un sistema de "consistencia pegajosa y viscosa" que facilita la perfecta adherencia al cable incluso en tuberías llenas de agua (el lubricante no se disuelve al entrar en contacto con el agua).

Compatible con todo tipo de cables y accesorios.

Conserva su poder de lubricación durante meses, facilitando la instalación posterior de cables en la misma tubería.

Producto no inflamable.

Biodegradable.

No tóxico para los operadores ni el medioambiente.

Gama completa de lubricantes para cubrir cualquier tipo de tendido.

### CÓDIGOS DE PRODUCTO

Lubricante	Descripción	Viscosidad cSt
LUTEC P1	Gel lubricante para los tendidos difíciles de cables pesados	5400-7400
LUTEC P2	Lubricante para cualquier tipo de cable	4500-6400
LUTEC P3	Lubricante líquido para tender cables ligeros	1800-3500
LUTEC F01	Lubricante específicamente diseñado para los cables de telecom Bajo consumo gracias a su gran elasticidad	1800-3500

Código	Descripción	Envasado
28951760	Lubricante para energía LUTEC P1 C-20L	cubo 20 litros
28951761	Pre-lubricante para energía LUTEC P1 B-2K	bolsa 2 kg
28951762	Lubricante para energía LUTEC P3 C-20L	cubo 20 litros
28951763	Lubricante para energía LUTEC P2 C-20L	cubo 20 litros
28951764	Lubricante para telecomunicaciones LUTEC FO B-1L	botella de 1 litro

**Nota:** para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

# Accesorios para baja tensión

## DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

### CARACTERÍSTICAS



Limpia sin dejar ningún residuo para evitar pérdidas a la tierra y puntos calientes.

Homologado para alta tensión hasta 440 kV.

La perfecta adhesión de las resinas en los empalmes previene la penetración de la humedad.

La reducción de los defectos de instalación asegura una duración máxima de los cables.

Diseñado según las recomendaciones de la IEEE.

No inflamable. Se eliminan los riesgos vinculados con los disolventes líquidos inflamables.

Reduce las emisiones de COV a la atmósfera.

Reduce los riesgos para la salud y la seguridad.

Elimina el riesgo de derrame de líquido y riesgos relacionados.

Elimina la logística, transporte y almacenaje de las mercancías peligrosas.

### HIGIENE Y SEGURIDAD

Se han diseñado para su fácil manejo y altas prestaciones en limpieza, además de sustituir a los disolventes tradicionales tales como el tricloroetano, alcohol isopropílico y demás disolventes inflamables. Siendo clasificado combustible, se eliminan los riesgos de fuego explosivo y no está sometido a la logística de los productos inflamables. El envasado de toallitas pre-impregnadas de disolventes elimina el riesgo de contaminación por derrame y demás riesgos relacionados con el manipulado de líquidos.

Respeto el medioambiente, no daña la capa de ozono, no contiene contaminantes peligrosos para la atmósfera o los operadores. No contiene ningún componente de disolvente halogenado ni ingrediente cancerígeno, teratógeno o mutágeno. No está clasificado como mercancía peligrosa. Como medida de precaución, se recomienda llevar los EPI. Se recomiendan las gafas de seguridad en caso de riesgo de proyección a los ojos. Una exposición prolongada puede secar la piel, por tanto llevar guantes.

### EVAPORACIÓN Y EMISIONES DE COV

Disolvente 100% volátil que no deja ningún residuo (menos de 100 ppm). Aplicado en fina capa se evapora en menos de 5 minutos. Esta evaporación controlada (punto de inflamación 62° C) permite reducir el consumo de disolvente así como sus emisiones a la atmósfera, hasta 80% de reducción.

### COMPATIBILIDAD

Disolvente sometido a numerosas pruebas de compatibilidad con la mayoría de los materiales encontrados en las redes eléctricas, especialmente las cubiertas de cables, aislantes, metales, composites, resinas, barnizados, esmaltes y cerámicas.

### INSTRUCCIONES

La baja tensión superficial de nuestro disolvente asegura un excelente mojado incluso sobre los plásticos más difíciles.

- 1.- Aplicar una fina capa de líquido con la botella o bien mediante una toallita preimpregnada.
- 2.- Dejar un momento en remojo, hasta 2 minutos en manchas difíciles.
- 3.- Limpiar con la misma toallita pre-impregnada, o bien con un trapo limpio y seco que no suelta fibras.

No es preciso esperar la evaporación completa del disolvente antes de reanudar el trabajo en el sistema eléctrico.

# Accesorios para baja tensión

## DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

### APLICACIONES

Limpieza de cables previa a la confección de los accesorios.  
 Mantenimiento de cables y accesorios, transformadores y aparatos de conexión.  
 Desengrasado y limpieza general de los equipos eléctricos.  
 Elimina aceites, residuos de tierra, betún y alquitrán.  
 Disolvente y toallitas de alta resistencia, no suelta fibras.  
 Disolvente 100% volátil, ningún residuo.  
 Toxicidad y olor reducidos.  
 No inflamable.  
 Disolvente dieléctrico hasta 39 kV.

### CÓDIGOS DE PRODUCTO

Código	Descripción	Envasado
28951752	Disolvente limpiador LIENER B-1L	botella 1 litro
28951753	Disolvente limpiador LIENER S-1L	spray 1 litro
28951754	Disolvente limpiador LIENER C-250T	cubo de 250 toallitas
28951755	Disolvente limpiador LIENER P-24T	paquete 24 toallitas

**Nota:** para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

# Accesorios para baja tensión

## DISOLVENTE LICOM (para cables de telecomunicaciones)

### CARACTERÍSTICAS



Limpiador de altas especificaciones para los cables, herramientas y equipos de FO.  
 Limpia y elimina el gel hidrófugo de relleno sin dejar ningún residuo pegajoso.  
 Reduce los fallos de empalme y previene la penetración de humedad.  
 No borra las tintas de marcaje, puede usarse en cables multitubos.  
 Eficaz tanto en cables de cobre como en fibra óptica.  
 No inflamable. Se eliminan los riesgos vinculados con los disolventes líquidos inflamables.  
 Reduce las emisiones a la atmósfera.  
 Reduce los riesgos para la salud y la seguridad.  
 Elimina la logística, transporte y almacenaje de las mercancías peligrosas.  
 Presentación en botellas y en toallitas pre-impregnadas.

### HIGIENE Y SEGURIDAD

Se han diseñado para su fácil manejo y altas prestaciones en limpieza, además de sustituir a los disolventes tradicionales tales como el tricloroetano, alcohol isopropílico y demás disolventes inflamables. Siendo clasificado combustible, se eliminan los riesgos de fuego explosivo y no está sometido a la logística de los productos inflamables. El envasado de toallitas pre-impregnadas de disolventes elimina el riesgo de contaminación por derrame y demás riesgos relacionados con el manipulado de líquidos.

Respeto el medioambiente, no daña la capa de ozono, no contiene contaminante atmosférico peligroso. No contiene ningún componente de disolvente halogenado ni ingrediente cancerígeno, teratógeno o mutágeno. No está clasificado como mercancía peligrosa. Como medida de precaución, se recomienda llevar los EPI. Se recomiendan las gafas de seguridad en caso de riesgo de proyección a los ojos. Una exposición prolongada puede secar la piel, por tanto llevar guantes.

### EVAPORACIÓN Y EMISIONES DE COV

Disolvente 100% volátil que no deja ningún residuo (menos de 100 ppm). Aplicado en fina capa se evapora en menos de 5 minutos. Esta evaporación controlada (punto de inflamación 62° C) permite reducir el consumo de disolvente así como sus emisiones a la atmósfera, hasta 80% de reducción.

### COMPATIBILIDAD

Este disolvente no daña los cables, accesorios ni herramientas. Fue sometido a numerosas y diversas pruebas de compatibilidad por laboratorios autónomos respecto a su compatibilidad con metales, plásticos, aislantes, componentes de cable y de cubierta.

### INSTRUCCIONES

Nuestro disolvente se ofrece en gel líquido y en toallitas pre-impregnadas.

- 1.- Quitar la mayor parte del gel del haz de cables con una toallita pre-impregnada, o bien sumergir el haz adentro de una botella de nuestro gel.
- 2.- Dejar actuar hasta 1-2 minutos
- 3.- Coger otra toallita de gel para acabar de limpiar individualmente cada cable del haz antes de prepararlos (pelado, etc...)
- 4.- Presentar las extremidades de cables a empalmar y limpiarlas con una toallita de gel empezando desde la cubierta hacia la extremidad

# Accesorios para baja tensión

## DISOLVENTE LICOM (para cables de telecomunicaciones)

### APLICACIONES

Limpieza de cables de telecomunicaciones previo a su manipulación (empalmes,...)

Limpia y elimina el gel hidrófugo de relleno sin borrar las tintas de marcaje.

Compatible con todos los cables, cubiertas y accesorios de empalme.

Recomendado para la limpieza de cordón compacto de fibras.

Elimina aceites, residuos de tierra, alquitrán, gel de relleno.

Tejido de las toallitas de alta resistencia. No suelta fibras.

Libre de halógenos y alcohol.

Toxicidad y olor reducidos.

No inflamable.

### CÓDIGOS DE PRODUCTO

Código	Descripción	Envasado
28951756	Disolvente limpiador LICOM B-1L	botella 1 litro
28951757	Disolvente limpiador LICOM S-1L	spray 1 litro
28951758	Disolvente limpiador LICOM C-250T	cubo de 250 toallitas
28951759	Disolvente limpiador LICOM P-24T	paquete 24 toallitas

**Nota:** para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.





PRYSMIAN SPAIN, S.A.  
Ctra. C-15, km 2  
08800 Vilanova i la Geltrú, Spain  
[www.prysmiangroup.com](http://www.prysmiangroup.com)

The logo for Prysmian Club, featuring the same stylized graphic as the main logo, followed by the word "PRYSMIAN" in a smaller font, and "Club" in a larger, bold, sans-serif font.  
[www.prysmianclub.es](http://www.prysmianclub.es)

Síguenos en:

[www.prysmiangroup.es](http://www.prysmiangroup.es)

Teléfono de Atención al Cliente: 902 146 006

A brand of the  
**Prysmian**  
Group