

*Desde TD-A al Anillo A3 - Salida dos conductores subterráneos AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

*Desde TD-A al Anillo A4 - Salida un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

- **Subestación B de 250 kVA:**

Desde APR 630 A a Tablero de distribución B – doble conductor subterráneo de Cu, por fase, aislados en XLPE de 3x70+1x35 mm² de sección,

*Desde TD-B al Anillo B1 - Salida un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

*Desde TD-B al Anillo B2 - Salida un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

*Desde TD-B al Anillo B3 - Salida un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

*Desde TD-B al Anillo B4 - Salida un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².
Entrada un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm².*

Como se puede observar en la clasificación de los conductores, el conductor piloto no forma parte del conductor subterráneo por lo que para el alumbrado público se utilizara un conductor de CU tetrapolar de 4x 6 mm² con aislación de polietileno reticulado.

Accesorios metálicos: *Los herrajes y morsetería utilizados en las subestaciones se ajustan perfectamente a los planos normalizados por EPEC.*

Puesta a tierra: *El conductor neutro se conectará a tierra por lo menos una cada 200 mts., y en tantos puntos como sea necesario para conseguir una resistencia a tierra menor a 5 ohm en cualquier punto del circuito. Cada toma a tierra se realiza con una jabalina de cobre o acero revestido en cobre de 1,5 mts. de longitud y 14 mm de diámetro, en forma individual no deberá superar los 20 ohm.*

Las mismas se efectuarán con cable de Cu de 25 mm² de sección uniéndolo a la barra de neutro del medidor que corresponda.

3 MEMORIA DE CÁLCULO

3.1 - MEMORIA DE CÁLCULO

3.1.1 - POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Para efectuar el cálculo de la potencia de los transformadores a instalar tomamos como carga por lote 2,5 kW y para los 6 lotes mayores de 800 m² se adopta una potencia de 10 KW. Para el Alumbrado Público se utilizan luminarias Led Aero de 100 W. Consideramos el $\cos \phi = 0,9$

3.1.1.1 - TRANSFORMADOR "A":

Numero de Lotes por Circuito:

Circuito N° A1 18 Lotes x 2.5 KW = 45 KW

Circuito N° A2 14 Lotes x 2.5 KW = 35 KW

Circuito N° A3 14 Lotes x 2.5 KW + 4 Lotes x 10 kW = 75 KW

Circuito N° A4 10 Lotes x 2.5 KW + 2 Lotes x 10 kW = 45 KW

Alumbrado Público por Tablero:

Circuito A1: 8 Luminarias*0,1 KW:= 0,8 KW

Circuito A2: 11 Luminarias*0,1 KW:= 1,1 KW

Circuito A3: 13 Luminarias*0,5 KW:= 1,3 KW

$$P_{total} = N1 * P1 + N2 * P2 + Na * Pa$$

$$P_{total} = 56 \times 2,5 \text{ kW} + 6 \times 10 \text{ kW} + 32 \times 0,1 \text{ kW} = 203,2 \text{ kW}$$

$$P_{total} = 203,2 \text{ KW} / 0,9 = 225,77 \text{ kVA}$$

Donde:

P_{total} = Potencia de carga máxima [kW]

$N1..N2$ = Número de Lotes

$P1..P2$ = Potencia estimada por lote [kW]

Na = Número de artefactos de iluminación (A°P°)

Pa = Potencia de cada luminaria [kW]

Se adopta una reserva del 30% por lo que la Potencia Adoptada será:

$$Pa = 225.77\text{kVA} \times 1,30 = 293,51 \text{ kVA}$$

Por lo que se instalará un Centro de Transformación E415-M de **315 kVA**.

3.1.1.2 - TRANSFORMADOR "B":

Numero de Lotes por Circuito:

$$\text{Circuito N° B1} \quad 22 \text{ Lotes} \times 2.5 \text{ KW} = 55 \text{ KW}$$

$$\text{Circuito N° B2} \quad 16 \text{ Lotes} \times 2.5 \text{ KW} = 40 \text{ KW}$$

$$\text{Circuito N° B3} \quad 9 \text{ Lotes} \times 2.5 \text{ KW} = 22,5 \text{ KW}$$

$$\text{Circuito N° B3} \quad 13 \text{ Lotes} \times 2.5 \text{ KW} = 32,5 \text{ KW}$$

Alumbrado Público por Tablero

$$\text{Circuito B1: } 13 \text{ Luminarias} \times 0,1 \text{ KW} = 1,3 \text{ KW}$$

$$\text{Circuito B2: } 13 \text{ Luminarias} \times 0,1 \text{ KW} = 1,3 \text{ KW}$$

$$P_{total} = N1 * P1 + N2 * P2 + Na * Pa$$

$$P_{total} = 60 \times 2,5 \text{ kW} + 26 \times 0,1 \text{ kW} = 152.6 \text{ kW}$$

$$P_{total} = 152.6 \text{ KW} / 0.9 = 169.55 \text{ kVA}$$

Donde:

$$P_{total} = \text{Potencia de carga máxima [kW]}$$

$$N1..N2 = \text{Número de Lotes}$$

$$P1..P2 = \text{Potencia estimada por lote [kW]}$$

$$Na = \text{Número de artefactos de iluminación (A°P°)}$$

$$Pa = \text{Potencia de cada luminaria [kW]}$$

Se adopta una reserva del 30% por lo que la Potencia Adoptada será:

$$Pa = 169.55 \text{ kVA} \times 1,30 = 220.42 \text{ kVA}$$

Por lo que se instalará un Centro de Transformación E415-M de **250 kVA**.

3.2 CALCULO ELECTRICO de las LINEAS SUBTERANEAS de BAJA TENSION

3.2.1 Verificación conductor 3X70+1x35 mm²

Para el cálculo de las líneas de Baja Tensión nos basamos en el plano de Distribución de Baja Tensión P – LBT. LEM el cual subdividimos por circuito para facilitar la apreciación de los cálculos.

La alimentación total del loteo se realizará desde las dos SET-E415 “A” y “B”, como se pudo observar en los puntos anteriores, el conductor utilizado para todo el sistema de distribución en baja tensión es un conductor subterráneo AlAl 3x70+1x35 mm² con aislación en XLPE, por lo que a continuación se presenta la verificación eléctrica en la condición de máxima carga del mencionado conductor, que se materializa en el Anillo A-3.

a) Potencia por lote 2.5 KW

Cos fi: 0.9

Tensión nominal: 380 V

Potencia del Anillo A-3:

$$14 \text{ Lotes} \times 2.5 \text{ KW} + 4 \text{ Lotes} \times 10 \text{ kW} = 75 \text{ KW}$$

$$I_{nom} = 75 \text{ kW} / (1.73 \times 380 \times 0.9) = 126.76 \text{ A}$$

Capacidad de Carga - Factores de corrección:

1. *Tipo de Servicio: semipermanente a plena carga*

$$f_0 = 0.85$$

2. *Temperatura ambiente: temp. del terreno = 25°C*

$$f_1 = 1$$

3. *Resistividad térmica del terreno: 100 °C. cm/W*

$$f_2 = 1$$

4. *Factor de Agrupamiento: en sistema trifásico < 95 mm²*

$$f_3 = 0,91$$

5. *Recubrimiento: arena apisonada c/ladrillos*

$$f_4 = 1$$

Por lo tanto:

$$I_{servicio} = I_{nom} / (f_1 \times f_2 \times f_3 \times f_4)$$

$$I_{servicio} = 126.76 / (0,85 \times 1 \times 1 \times 0,91 \times 1) = 163.87 \text{ A}$$

Siendo la corriente de servicio máxima = 163,87A, se verifica que el cable tetrapolar subterráneo de AlAl, con aislación y vaina de XLPE de 3x70+1x35 mm², Categoría II, el cual posee una corriente admisible máxima de 188 A, según catálogo del fabricante que se adjunta.

b) Caída de tensión máxima en condiciones normales

$$\Delta U \text{ máx} = 3\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo A1} = 1,26\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo A2} = 0,94\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo A3} = 2,47\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo A4} = 2,01\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo B1} = 1,37\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo B2} = 0,99\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo B3} = 1,16\%$$

$$\Delta U \text{ máx Anillo B4} = 2,00\%$$

c) Caída de tensión máxima en condiciones de emergencia

$$\Delta U \text{ máx} = 7\%$$

c) Características de los cables

Material: Aleación de Aluminio

Aislación: XLPE 1,1 KV

Categoría: II

Disposición: 3x70 + 1x35 mm²

Sección (mm ²)	Resistencia (ohm/km)	Reactancia (ohm/km)	Impedancia (ohm/km)	ladm (A)
70	0,443	0,075	0,3994	188

d) Planillas de caída de tensión y corriente. (Ver planillas adjuntas)

3.3. CALCULO DEL CONDUCTOR DE LA SALIDA DE LOS APR's AL TABLERO GENERAL

Teniendo en cuenta la corriente máxima que nos entrega el transformador de 315 kVA calculamos el conductor desde la salida de los APR ubicados en la subestación transformadora hasta el Tablero General, que se ubicará a escasos metros de la S. E. Transformadora. Para ello contamos con:

Potencia del Trafo: 315 kVA

Tensión Nominal: 380 V

Corriente Nominal = 455 A

Coseno ϕ : 0.9

$$I_{nom} = 455 \text{ A}$$

Capacidad de carga – Factores de corrección

1. Tipo de Servicio: semipermanente a plena carga
 $f_0 = 0,85$
2. Temperatura ambiente: para cable XLPE = 40°C
 $f_1 = 1$
3. Resistividad térmica del terreno : 100 °C. cm/W
 $f_2 = 1$
4. Factor de Agrupamiento: en sistema trifásico > 95 mm²
 $f_3 = 0,88$
5. Recubrimiento: en ductos
 $f_4 = 0,80$

Por lo tanto:

$$I_{servicio} = I_{nom} / (f_1 * f_2 * f_3 * f_4 * f_5)$$

$$I_{servicio} = 455 \text{ A} / (0,85 * 1 * 1 * 0,88 * 0,80) = 760,36 \text{ A}$$

Siendo la corriente de servicio máxima igual a 760,36 A, verifica 1 conjunto de 2 cables unipolares de Cu de 120 mm² por fase, mas neutro de 70 mm², para 1,1 kV, Categoría II, formación 1x37 para intemperie, el cual posee una corriente admisible de 406 A c/u, según catalogo del fabricante (IMSA).

3.4. CALCULO ELECTRICO de las BARRAS de COBRE del TABLERO de BAJA TENSION

Para una Potencia Total de 315 kVA, con un coseno de ϕ de 0,90 corresponde una Corriente Nominal de 455 A.

De acuerdo a la tabla adjunta la barra seleccionada es una barra rectangular de 20 x 10 mm, que soporta una corriente permanente de 427 A.

NOTA: Los catálogos de cable, tableros, barras, seccionadores, fusibles, etc, que se adjuntan fueron utilizados para extraer la información necesaria para los cálculos del proyecto, pudiendo variar las marcas al momento de la adquisición de los mismos. Oportunamente se adjuntarán a la Inspección las órdenes de compra y los Datos Técnicos Garantizados correspondientes.

3.5. CALCULO ELECTRICO DE LA LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION

CONDUCTOR: Cable subterráneo tripolar con conductor de aleación de aluminio de sección de 185 mm², aislación de polietileno XLPE, con pantalla metálica de 25 mm² de sección.

Tensión Nominal: 13,2 kV

Categoría II

Normas: IRAM 2178, Ed1990

CAPACIDAD DE CARGA:

- *Tipo de servicio: semipermanente a plena carga*
f₀ = 0.85
- *Temperatura ambiente: Temp. Del terreno 50 °C*
f₁ = 0.71
- *Resistividad térmica del terreno: 100 °C cm/W*
f₂ = 1.00
- *Factor de agrupamiento en sistemas trifásicos*
f₃ = 0.86
- *Recubrimiento: en ductos*
f₄ = 0.73

Para una potencia de 565 kVA proyectado en el punto A se obtienen los siguientes valores.

Cálculos:

$$I_{\text{nominal}} = 565 \text{ kVA} / (1.73 \times 13,2 \text{ kV}) = 24,74 \text{ A}$$

$$I_{\text{servicio}} = 24,74 \text{ A} / (0.85 \times 0.71 \times 1 \times 0.86 \times 0.73) = 65.29 \text{ A}$$

Siendo la corriente de servicio igual a 65,29 A, verifica cable tripolar de 3 x 185 mm² de sección apto para 13,2 kV, Categoría II, el cual posee un corriente admisible de 336 A según catálogo del fabricante.

VERIFICACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSION

$$AU = 1.73 \times I \times L \times (R \times \cos \phi_i + X \times \sin \phi_i)$$

$$R = 0.213 \text{ ohm/km} \quad X = 0.080 \text{ ohm/km}$$

$$AU = 1.73 \times 65.29 \times 0.420 \times (0.213 \times \cos \phi_i + 0.080 \times \sin \phi_i)$$

$$AU = 10.58 \text{ V}$$

Si estimamos una caída de tensión en el Punto de Conexión de 2.80 V, por lo tanto

$$AU = AU + AU \text{ punto de conexión} = 10.58 \text{ V} + 2.80 \text{ V} = 13.38 \text{ V}$$

$$AU \% = (1.73 \times AU \times 100) / Un = (1.73 \times 13.38 \text{ V} \times 100) / 13.2 \text{ kV} = 0.17 \%$$

$$AU\% = 0.17\%$$

3.6 SOLICITACIÓN DE CORTOCIRCUITO EN EL CABLE Y MALLA

De acuerdo a la información brindada por el fabricante:

$$I_{CC \text{ admisible}} = k \times \frac{S}{\sqrt{t}}, \text{ donde } k = 93 \text{ para el aluminio y } S = 185 \text{ mm}^2$$

.Corriente admisible del conductor en función del tiempo

Tiempo [Seg]	Corriente [kA]
0,1	54.53
0,2	38.53
0,3	31.48
0,4	27.35
0,5	24.83
0,6	22.36
0,7	20.64
0,8	19.95
0,9	18.23
1	17.70

Los siguientes valores fueron obtenidos de gráfico que determina la corriente máximas de cortocircuito en el blindaje de 3x1x25 mm² de cobre dado que se encuentran en contacto metálico entre sí a tierra.

Duración CC [Ciclos]	Tiempo [Seg.]	Corriente [kA]
0,5	0,01	22
5	0,1	8,8
15	0,3	4,9
25	0,5	4
35	0,7	3,4
45	0,9	3
50	1	2,96

3.7 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO EN EL BLINDAJE

Para Cables de Media Tensión

Durante la ocurrencia de un cortocircuito, la máxima temperatura admisible en la pantalla para cables con vaina de XLPE es de 200°C. La temperatura de operación del blindaje en régimen permanente se considera de 85 °C para este tipo de cable.

La fórmula para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la pantalla es la siguiente:

$$I_{cc} = 340,1 \times S \times \left[\frac{1}{t} \times \log \left(\frac{\theta_1 + 234}{\theta_0 + 234} \right) \right]^{1/2}$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito en el blindaje (15527,22 A)

S = sección nominal de la pantalla (mm²)

t = tiempo de duración del fallo (0,1 seg)

θ₀ = temperatura de operación del blindaje (85 °C)

θ₁ = temperatura del blindaje durante el cortocircuito (200 °C)

<i>Tiempo [Seg.]</i>	<i>Corriente [kA]</i>
<i>0,01</i>	<i>19,845</i>
<i>0,1</i>	<i>6,275</i>
<i>0,3</i>	<i>3,623</i>
<i>0,5</i>	<i>2,806</i>
<i>0,7</i>	<i>2,371</i>
<i>0,9</i>	<i>2,091</i>
<i>1</i>	<i>1,984</i>

3.8 Cálculos de Caída de Tensión de Conductores

3.8.1 *Tablas de Cálculo de Caída de Tensión de Conductores en Anillos A 1, A 2, A 3 y A 4 de la Subestación Transformadora “A” y Anillos B 1, B 2, B 3 y B 4 de la Subestación Transformadora “B”, como así también el análisis de Caída de Tensión de los circuitos de Emergencia de los mencionados Anillos ver en planilla de Excel: PLANILLA CAIDA DE TENSION.*

3.9 Selección y Coordinación de Protecciones

La coordinación de todo el sistema en su conjunto puede analizarse mediante los gráficos de coordinación adjuntos en este proyecto.

3.9.1 Coordinación de Protecciones en Subestación Transformadora “A”:

Ver Archivo: SET A 315 Kva.pdf

3.9.2 Coordinación de Protecciones en Subestación Transformadora “B”:

Ver Archivo: SET B 250 Kva.pdf

COMPUTO DE MATERIALES

RED DE BAJA TENSION

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	FACTOR DE COSTOS
1	GABINETE BT DE DISTRIBUCION COUNTRY 4 (2 entradas, 9 salidas)	PZA	1,00	\$ 91.200,00	\$ 91.200,00	16
2	GABINETE BT DE DISTRIBUCION COUNTRY 4 (2 entradas, 7 salidas)	PZA	1,00	\$ 91.200,00	\$ 91.200,00	16
3	FUSIBLE NH-63A	PZA	16,00	\$ 264,40	\$ 4.230,40	16
4	FUSIBLE NH-80A	PZA	24,00	\$ 264,40	\$ 6.345,60	16
5	FUSIBLE NH-100A	PZA	16,00	\$ 277,20	\$ 4.435,20	16
6	PILAR SIMPLE TIPO COUNTRY CON ARMADO ELECTRICO	PZA	8,00	\$ 14.700,00	\$ 117.600,00	23
7	PILAR DOBLE TIPO COUNTRY CON ARMADO ELECTRICO	PZA	57,00	\$ 22.750,00	\$ 1.296.750,00	23
8	TERMINAL 70 mm ² - 1 INDENT. AI	PZA	390,00	\$ 45,00	\$ 17.550,00	3
9	TERMINAL 35 mm ² - 1 INDENT. AI	PZA	130,00	\$ 26,40	\$ 3.432,00	3
10	JL14-1,5 (BC) JABALINA Ac/Cu 1/2x1,5 m	PZA	65,00	\$ 506,40	\$ 32.916,00	3
11	C.S. XLPE 1,1 kV AI 3x70 +1X35 mm ²	MTS	4500,00	\$ 385,00	\$ 1.732.500,00	45
12	MALLA PVC 15 cm - PELIGRO ALTA TENSION (x100 mts)	MTS	3500,00	\$ 10,80	\$ 37.800,00	23
13	CAÑO PVC diam. 110mm x 4,00 mts	PZA	255,00	\$ 625,80	\$ 159.579,00	11
14	TAPA PARA CAÑO PVC diam. 110mm	PZA	25,00	\$ 48,00	\$ 1.200,00	11
15	CAÑO PVC diam. 160mm x 4,00 mts	PZA	68,00	\$ 1.120,64	\$ 76.203,52	11
16	TAPA PARA CAÑO PVC diam. 160mm	PZA	122,00	\$ 62,00	\$ 7.564,00	11
					\$ 3.680.505,72	

SUBESTACIONES MT/BT

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	FACTOR DE COSTOS
1	SECCIONADOR CUCHILLA 400 A	PZA	12,00	\$ 8.758,80	\$ 105.105,60	16
2	ACC-120/185mm ² TERMINAL 1 INDENT. Cu	PZA	16,00	\$ 162,60	\$ 2.601,60	16
3	ABRAZADERA C/2 ESP. P/H12	PZA	8,00	\$ 448,80	\$ 3.590,40	16
4	MN194 - GRAMPA PARA NEUTRO	PZA	2,00	\$ 180,00	\$ 360,00	16
5	H12 - APOYO ESCALERA H°G°	CTO	6,00	\$ 1.939,20	\$ 11.635,20	16
6	DESC. POLIMERICO 12/5 C/DESLIG. Y ABRAZ. JOSLYN	PZA	6,00	\$ 4.140,00	\$ 24.840,00	3
7	SOPORTE PARA DESCARGADOR / SECCIONADOR	PZA	6,00	\$ 443,40	\$ 2.660,40	3
8	ACC-25mm ² TERMINAL 1 INDENT. Cu	PZA	16,00	\$ 27,60	\$ 441,60	16
9	SECCIONADOR XS 15 kV 100 A LARGO	PZA	6,00	\$ 6.298,80	\$ 37.792,80	3
10	Fusible XS STD 16 A	PZA	6,00	\$ 241,20	\$ 1.447,20	3
11	SECCIONADOR FUSIBLE APR 630 A	PZA	6,00	\$ 1.986,00	\$ 11.916,00	3
12	Fusible NH gTr 200 kVA	PZA	6,00	\$ 2.413,80	\$ 14.482,80	3
13	ABRAZADERA LISA PARA POSTE Y SOPORTE PARA APR	PZA	2,00	\$ 962,40	\$ 1.924,80	16
14	MN3a - AISLADOR 13,2 kV R21 D/CAMP	PZA	12,00	\$ 497,40	\$ 5.968,80	43
15	MN411B - (MN411B EPEC) - PERNO 16x300	PZA	18,00	\$ 211,20	\$ 3.801,60	3
16	MN411B - (MN411B EPEC) - PERNO 16x450 COLA LARGA	PZA	6,00	\$ 342,00	\$ 2.052,00	16
17	ACD - ALAMBRE Cu DESNUDO DE 25 mm ²	MTS	30,00	\$ 244,80	\$ 7.344,00	16
18	1986-3 MORSETO DTES. BCE 16/50 2BUL	PZA	60,00	\$ 204,00	\$ 12.240,00	46
19	TRANSFORMADOR TRIFASICO 13,2 / 0,4 - 0,231 kV 250 kVA	PZA	1,00	\$ 395.240,00	\$ 395.240,00	16
20	TRANSFORMADOR TRIFASICO 13,2 / 0,4 - 0,231 kV 315 kVA	PZA	1,00	\$ 449.520,00	\$ 449.520,00	46
20	1983-1C - TERMINAL MORDAZA RECTO 10/70	PZA	6,00	\$ 383,40	\$ 2.300,40	23
21	MN100 - CABLE AC	MTS	30,00	\$ 31,20	\$ 936,00	43
22	MN17 - AISLADOR ROLDANA 76x76	PZA	4,00	\$ 208,80	\$ 835,20	16
23	MN482 - RACK PARA 1 AISLADOR MN17	PZA	4,00	\$ 181,20	\$ 724,80	16

24	ABRAZADERA LISA P/POSTE	PZA	4,00	\$ 406,20	\$ 1.624,80	16
25	CCF - 120 mm2 - CABLE Cu FLEXIBLE	MTS	28,00	\$ 857,40	\$ 24.007,20	46
26	1983-2C TERMINAL MORDAZA RECTO 70/120	PZA	8,00	\$ 564,00	\$ 4.512,00	16
27	ABRAZADERA POSTE - CAÑO D400mm - D110mm	PZA	8,00	\$ 201,00	\$ 1.608,00	38
28	CAÑO Ho. Go. 4" x 6,40 mts	CTO	6,00	\$ 5.340,00	\$ 32.040,00	9
29	CCD25mm2 - CABLE Cu DESNUDO 7x2,15	MTS	100,00	\$ 166,20	\$ 16.620,00	41
30	CAÑO POLIPROPILENO diam. 3/4" x3 mts	PZA	2,00	\$ 180,00	\$ 360,00	16
31	G303 - GRAMPA 6/35mm2 diam 20mm	PZA	3,00	\$ 33,60	\$ 100,80	16
32	NC3-25mm2 / 14mm - GRAMPA ABR. Ho 53x40x2	PZA	12,00	\$ 33,60	\$ 403,20	16
33	NC3-25mm2 / 17mm - GRAMPA ABR. Ho 53x40x2	PZA	12,00	\$ 33,60	\$ 403,20	16
34	MN1101 (Q320) - BLOQUETE ACERO	PZA	6,00	\$ 36,60	\$ 219,60	16
35	NC3-25mm2 / 14mm - GRAMPA ABR. Ho 53x40x2	PZA	6,00	\$ 36,60	\$ 219,60	16
36	GHS25mm2 - D14mm TERM. BANDERITA SIMPLE	PZA	2,00	\$ 139,80	\$ 279,60	16
37	Q320E - BLOQUETE BRONCE 12x50 2TCAS	PZA	2,00	\$ 127,80	\$ 255,60	16
38	JL14 - 1,5(BC) JABALINA AC/CU 1/2" x 1,5 mts	PZA	4,00	\$ 426,60	\$ 1.706,40	16
39	1986-3 MORSETO DTES.BCE 16/50 2BUL	PZA	6,00	\$ 204,00	\$ 1.224,00	16
40	MN49 - BULON 12x125 N04-R 76mm (abraz)	PZA	6,00	\$ 36,00	\$ 216,00	16
41	MN60 - BULON 12x90 N04-R 70mm (abraz)	PZA	6,00	\$ 39,00	\$ 234,00	16
42	MN50 - BULON 12x175 N04-R 76mm (abraz)	PZA	6,00	\$ 45,00	\$ 270,00	16
43	MN30 - AE - ARANDELA PLANA 30x2 - AGUJ:13	PZA	44,00	\$ 8,40	\$ 369,60	16
44	MN32a - ARANDELA ELASTICA AGUJ:13	PZA	42,00	\$ 8,40	\$ 352,80	16
45	ABC12-ABRAZADERA OMEGA GALV.1/2"	PZA	12,00	\$ 22,30	\$ 267,60	16
46	ABC34-ABRAZADERA OMEGA GALV.3/4"	PZA	12,00	\$ 18,00	\$ 216,00	16
47	CINTA P/ATADURA 1x10mm - 27 gr/mt	KGS	2,00	\$ 11,00	\$ 22,00	16
48	ALAMBRE Al. ATADURA DIAM 2,8 mm-17 gr/mt	KGS	2,00	\$ 566,40	\$ 1.132,80	16
49	1982/2B MORSET.BIMET. Al25/50 Cu16/35	PZA	12,00	\$ 87,60	\$ 1.051,20	16
50	MN84 - CHAPA CUADRADA EPEC DIAM.20	PZA	12,00	\$ 15,00	\$ 180,00	16
51	Po 11 Ro1250	CTO	4,00	\$ 19.730,00	\$ 78.920,00	16
52	MENSULA 2,20 m Rx 2500 C/LOB	PZA	8,00	\$ 6.900,00	\$ 55.200,00	16
53	ACCESORIOS E415 (APOYO PLATAFORMA, PLATAFORMAS, BARRAL	CTO	2,00	\$ 53.700,00	\$ 107.400,00	16
54	CONDUCTOR Cu 50 mm2	m	25,00	\$ 336,00	\$ 8.400,00	9
55	JABALINA 1/2' 3 m	PZA	4,00	\$ 853,20	\$ 3.412,80	16
56	CONECTOR C Cu 50 mm	PZA	12,00	\$ 114,60	\$ 1.375,20	46
57	CONECTOR G - Cu 50 mm	PZA	4,00	\$ 180,00	\$ 720,00	46
					\$ 1.445.085,20	

ALUMBRADO PUBLICO

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	FACTOR DE COSTOS
1	TABLERO A°P° C/GABINETE T-111 ARMADO3 CIRC. DE SALIDA (CED	CTO	2,00	\$ 22.288,00	\$ 44.576,00	16
2	COLUMNA A°P° 8 MTS LIBRES C/1 PESCANTE 1,50 MTS	PZA	58,00	\$ 9.230,00	\$ 535.340,00	16
3	LUMINARIA LED	PZA	58,00	\$ 10.210,00	\$ 592.180,00	16
4	CCF - CABLE AISLADO EN PVC 1x1,5 mm2	MTS	174,00	\$ 10,80	\$ 1.879,20	23
5	CTT-2x1,5 mm2 CABLE Cu T/TALLER-FLEX	MTS	696,00	\$ 27,00	\$ 18.792,00	23
6	RIEL DIN 1000 mm TIPO NS-35	PZA	58,00	\$ 213,00	\$ 12.354,00	23
7	J15R - TABAQUERA 15A. p/RIEL DIN	PZA	58,00	\$ 139,20	\$ 8.073,60	23
8	FUSIBLE 10 A	PZA	58,00	\$ 38,40	\$ 2.227,20	23
9	CCD-10mm2 CABLE Cu DESNUDO 7x2,15	MTS	116,00	\$ 1.930,80	\$ 223.972,80	4
10	JL10-1,0 (BC) JABALINA Ac/Cu 3/8" x 1m	PZA	58,00	\$ 205,20	\$ 11.901,60	16
11	C.S. 1,1 kV SUPERFLEX 4x6 mm2	MTS	2140,00	\$ 198,60	\$ 425.004,00	45
12	MALLA PVC 15 cm - PELIGRO BAJA TENSION (x100 mts)	ROLLO	22,00	\$ 1.077,00	\$ 23.694,00	23
					\$ 1.899.994,40	

RED DE MEDIA TENSION

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	FACTOR DE COSTOS
1	CAÑO H° G° 4"	UNIDAD	2,00	\$ 5.340,00	\$ 10.680,00	38
2	PUNTA TERMINAL INTERIOR P/CABLE 3x1x185 MM2 Al-AL XLPE	UNIDAD	2,00	\$ 8.640,00	\$ 17.280,00	46
3	PUNTA TERMINAL EXTERIOR P/CABLE 3x1x185 MM2 Al-AL XLPE	UNIDAD	6,00	\$ 9.750,00	\$ 58.500,00	46
4	CINTA ADVERTENCIA 'PELIGRO ALTA TENSION' Rollo x 100 m	UNIDAD	14,00	\$ 1.077,00	\$ 15.078,00	23
5	CABLE SUBTERRANEO UNIPOLAR AL 185 mm2	METROS	3090,00	\$ 174,60	\$ 539.514,00	45
6	DESCARGADORES 15 KV - 10 kA	UNIDAD	6,00	\$ 2.739,00	\$ 16.434,00	3
7	SECCIONADOR CUCHILLA 400 A	UNIDAD	6,00	\$ 8.758,00	\$ 52.548,00	3
8	CABLE CU DESNUDO 25 mm2	METROS	70,00	\$ 689,40	\$ 48.258,00	4
9	JABALINA COOPERWELD 3/8 x 1,5 m	UNIDAD	2,00	\$ 333,60	\$ 667,20	16
10	ABRAZADERA POSTE - CAÑO D400mm - D110mm	PZA	2,00	\$ 201,00	\$ 402,00	16
11	SOPORTE PARA DESCARGADOR	PZA	6,00	\$ 443,40	\$ 2.660,40	16
12	SOPORTE PARA SECCIONADOR CUCHILLA	PZA	6,00	\$ 650,00	\$ 3.900,00	16
13	POLIURETANO	PZA	12,00	\$ 250,00	\$ 3.000,00	33
14	CANO PVC 160 x 4 mt	PZA	52	\$ 1.120,64	\$ 58.273,28	11
15	TAPAS PVC 160	PZA	66	\$ 62,00	\$ 4.092,00	11
					\$ 831.286,88	

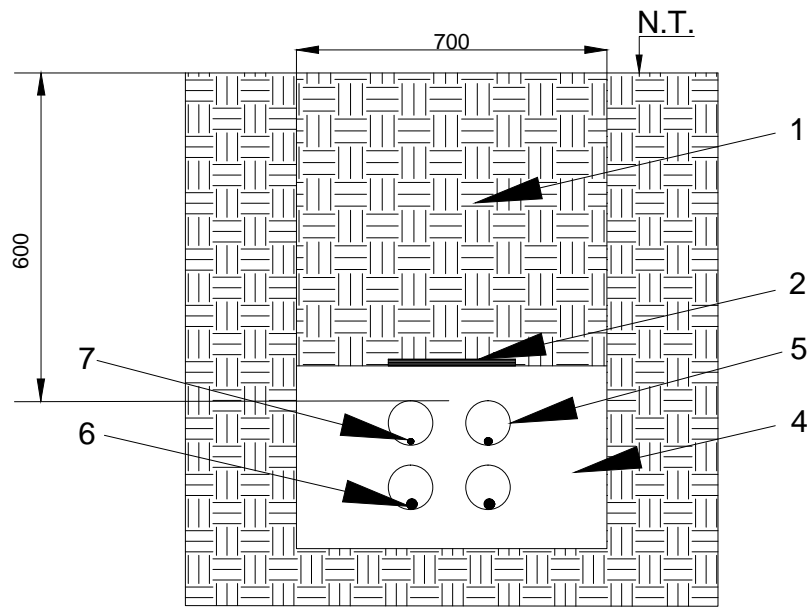
CRUCE DE RUTA LOTE O RANQUELES

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PRECIO TOTAL	FACTOR DE COSTOS
1	Po12 Ro 3.900	PZA	2,00	\$ 64.300,00	\$ 128.600,00	16
2	K 2.20 Rx 2.500	PZA	4,00	\$ 9.688,00	\$ 38.752,00	16
3	Cruceta H° G° longitud 2,5 metros	PZA	2,00	\$ 7.500,00	\$ 15.000,00	16
4	CAÑO PEAD diam. 160 espesor 10 mm	METROS	140,00	\$ 1.898,00	\$ 265.720,00	11
5	PUNTA TERMINAL 185 mm2 13,2 KV	PZA	6,00	\$ 6.800,00	\$ 40.800,00	46
6	CABLE SUBTERRANEO 13,2 KV 1x185 mm2 PANT 25 mm2	METROS	450,00	\$ 260,00	\$ 117.000,00	45
7	CAÑO GALVANIZADO 4" x 6,40 MTS	PZA	2,00	\$ 12.300,00	\$ 24.600,00	9
8	ABRAZADERAS	PZA	6,00	\$ 3.125,00	\$ 18.750,00	9
10	SECCIONADOR CUCHILLA	PZA	6,00	\$ 9.250,00	\$ 55.500,00	3
11	DESCARGADOR	PZA	6,00	\$ 4.800,00	\$ 28.800,00	3
12	AISLADOR RETENCION ORGANICO 13,2 KV	PZA	12,00	\$ 1.481,00	\$ 17.772,00	3
13	MORSA RETENCION 13,2 KV	PZA	12,00	\$ 528,00	\$ 6.336,00	3
14	MALLA ADVERTENCIA	METROS	100,00	\$ 50,00	\$ 5.000,00	23
					\$ 762.630,00	

SUB-TOTAL MATERIALES CON IVA				\$ 8.619.502,20	
HORMIGON PARA BASES	46,00	\$ 3.650,00	\$ 167.900,00		21
LADRILLOS	47000,00	\$ 5,00	\$ 235.000,00		5
ARENA	260,00	\$ 320,00	\$ 83.200,00		6
MONTO TOTAL DE LOS MATERIALES CON IVA	a		\$ 9.105.602,20		
TRANSPORTES	b	3%	\$ 227.640,06		37
SUBTOTAL a) + b)			\$ 9.333.242,26		
MANO DE OBRA Y CARGAS SOCIALES	c	28%	\$ 2.613.307,83		26
SUB-TOTAL a)+b)+c)			\$ 11.946.550,09		

IMPREVISTO	d	1,5%	\$ 179.198,25	19
SUB-TOTAL a)+b)+c)+d)			\$ 12.125.748,34	
COSTOS INDIRECTOS Y GENERALES DE ADMINISTRACION	e	10%	\$ 1.212.574,83	18
SUB-TOTAL a)+b)+c)+d)+e)			\$ 13.338.323,17	
BENEFICIOS	f	11%	\$ 1.467.215,55	18
TOTAL a)+b)+c)+d)+e)+f)			\$ 14.805.538,72	

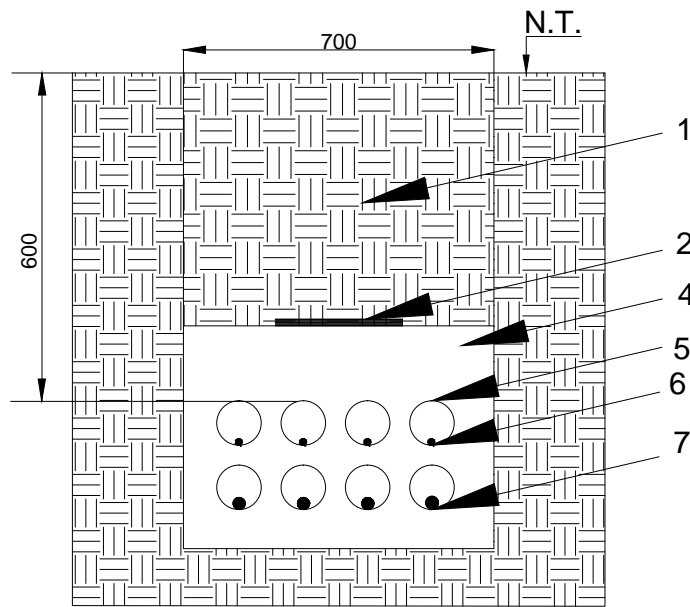
Detalle cañeros



N°	DENOMINACION	N°	DENOMINACION
1	Tierra compactada	5	4 caños 4" x 3,2mm
2	Cinta de advertencia	6	CS (3x70+1x35) mm ² Al-Al - Un=0.4kV
3	Arena	7	Alambre H°G° 4mm
4	Hormigon Simple		

OBS.		FECHA	NOMBRE	Ing. M. Guadagna Mat. N° 12144562/061	COMITENTE:	
	DIBUJO:				Loteo "Ranqueles"	
	REVISO:					
	APROBO:					
ESC.				OBRA:		
Tol.				Cruce N° 5	PLANO N°:	P-CC-LEM
Rug.					REEMP.PLANO N°:	

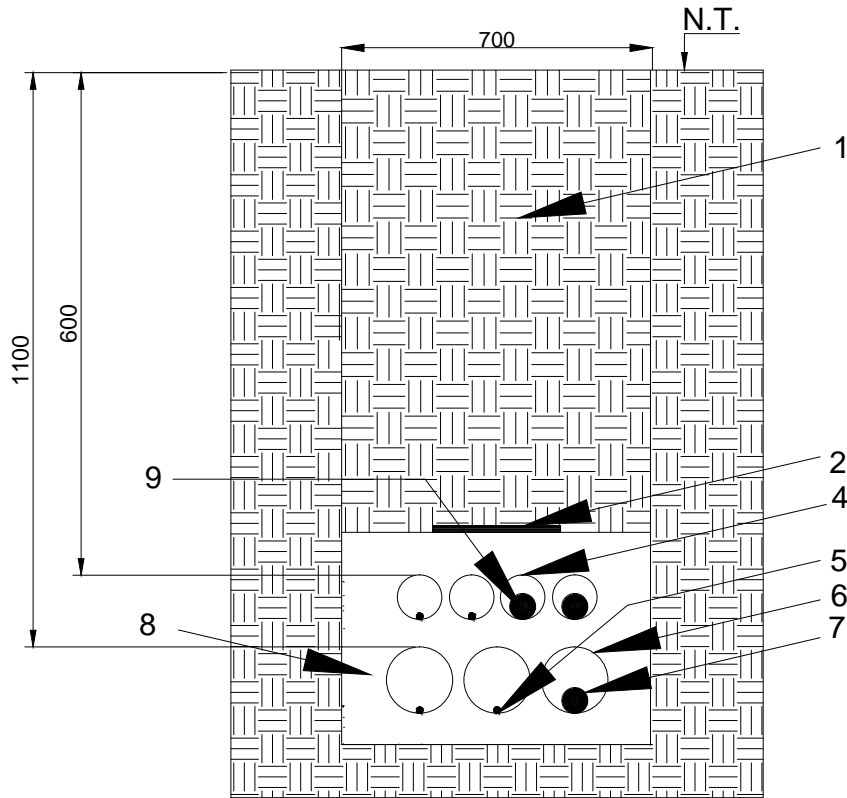
Detalle cañeros



N°	DENOMINACION	N°	DENOMINACION
1	Tierra compactada	5	8 caños 4" x 3,2mm
2	Cinta de advertencia	6	Alambre H°G° 4mm
3	Arena	7	CS (3x70+1x35) mm ² Al-Al - Un=0.4kV
4	Hormigon Simple		

OBS.	DIBUJO:	FECHA	NOMBRE	Ing. M. Guadagna Mat. N° 12144562/061	COMITENTE:
	REVISO:				Loteo "Ranqueles"
	APROBO:				
	ESC.	Cruce N° 3			OBRA:
	PLANO N°:				
Tol.	P-CC-LEM				
Rug.	REEMP.PLANO N°:				

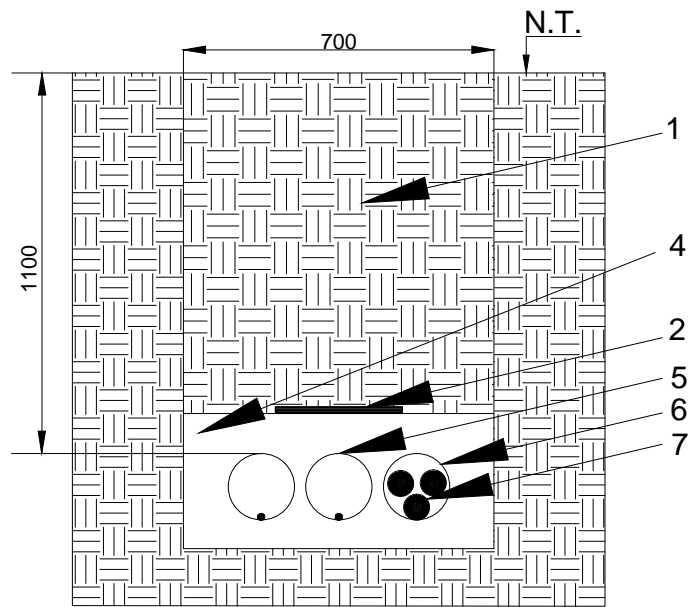
Detalle cañeros



N°	DENOMINACION	N°	DENOMINACION
1	Tierra compactada	6	3 caños 6" x 3,2mm
2	Cinta de advertencia	7	CS (1x95) mm ² Al-Al - Un=13,2kV
3	Arena	8	Hormigon Simple
4	4 caños 4" x 3,2mm	9	CS (3x70 + 1x35) mm ² Al-Al - Un=0.4kV
5	Alambre H°G° 4mm		

OBS.	DIBUJO:	FECHA:	NOMBRE:	COMITENTE:
	REVISO:	24-04-14	Ing. Pagano	
	APROBO:			OBRA:
	ESC. 1/15	Cruce N°2		PLANO N°: P-CC-LEM
	REEMP.PLANO N°:			
Tol.				
Rug.				

Detalle cañeros



N°	DENOMINACION	N°	DENOMINACION
1	Tierra compactada	5	Alambre H°G° 4mm
2	Cinta de advertencia	6	3 caños 6" x 3,2mm
3	Arena	7	CS (1x95) mm ² Al-Al - Un=13,2kV
4	Hormigon Simple		

OBS.	DIBUJO:	FECHA	NOMBRE	Ing. M. Guadagna Mat. N° 12144562/061	COMITENTE:	
	REVISO:				Loteo "Ranqueles"	
	APROBO:					
	ESC.	Cruce N° 1			OBRA:	
						PLANO N:
Tol.						P-CC-LEM
Rug.						REEMP.PLANO N:

Cálculo Mecánico de los Conductores

Condiciones Climáticas

Condicion I	-10 °C	Sin Viento	
Condicion II	+10 °C	Con Viento	Pv= 59 Kg/m ²
Condicion III	+50 °C	Sin Viento	
Condicion IV	+16 °C	Sin Viento	

Datos del Conductor

Material :	Al - Al	Peso Especifico	0,0027 Kg./m.mm ²
Sección Real :	69,85 mm ²	Coefficiente de dilatación	0,000023 1/°C
Sección Nominal :	70 mm ²	Módulo de Elasticidad	6000 Kg/mm ²
Peso :	0,179 Kg/m	Tensión Máxima	8 Kg/mm ²
Diámetro :	0,01075 mm		

Cálculo de Tiro Máximo

T _{máx} =	T _{adm} . S _{real}	donde :	T _{máx} :	Tiro Máximo
T _{máx} =	558,8 Kg.		T _{adm} :	Tiro Máximo Admisible
			S _{real} :	Sección Real

Sobrecarga por Presión del Viento

V ₂ =	P _v . D _c	donde:	
V ₂ =	0,63425 Kg.	V ₂ :	Sobrecarga por Viento
		P _v :	Presión del Viento
		D _c :	Diámetro del Conductor

Peso del Conductor para las Distintas Condiciones Climáticas

a-	sin Viento	donde:	
P ₁ =	0,179 Kg/m	P ₁ :	Peso del Conductor sin Viento
		P ₂ :	Peso del Conductor con Viento
b-	con Viento		
P ₂ =	(P ₁ + V ₂) ^{1/2}		
P ₂ =	0,659025085 Kg/m		

Vano Crítico

A _c =	T _{máx} [24 . C _{dil} . (t ₂ - t ₁) / (P ₂₂ - P ₁₂)] ^{1/2}	donde .	
A _c =	92,57217299 m.	C _{dil} =	0,000023 1/°C
		t ₁ :	-10 °C
			Coefficiente de Dilatación
			Temperatura de la Condición I

t2 :

10 °C

Temperatura de la Condición II

Como los vanos son mayores a 56 mts. la condicion más desfavorable es la de +10 °C con Presión del Viento de 59 Kg/m2.

Cálculos de los Tiros , Tensiones y Flechas

Para vano de: 50 m

Condicion II +10 '°C' con viento
Cálculo del Tiro

T= Tmadm . Sreal

T= 558,8 Kg.

Cálculo de la Flecha

f max= a2 . P / 8 . T

f max= 0,368549282 m

f max= Flecha máxima

a = Vano de Cálculo

P = P2

Condicion I -10 '°C' sin viento
Cálculo del Tiro

$$T2 [T - Tmáx + B1 . a2 + A (t - t1)] = C . a2$$

donde :

T máx = 558,8 Kg.

B1 = E . W2 . Mo2 . Sreal3
24 . Tmáx2

Mo = [1 + (V2 / P1)2]1/2

Mo = 3,681704385

B1 = 0,026961981

E = Módulo de Elasticidad

W = Peso Específico

A = Coeficiente de la Ecuación del Tiro

B1 = Coeficiente de la Ecuación del Tiro

C = Coeficiente de la Ecuación del Tiro

t = -10 °C Temperatura de Cálculo

t1 = 10 °C Temperatura de la Condición II

A = E . Cdil. Sreal

A = 9,6393

C = E . W2 . m2 . Sreal3 con m = 1

24

C = 621,1074927

B1 . a2 = 67,40495322

A (t - t1) = -192,786

C . a2 = 1552768,73

$$T2 [T - 138,900] = 181916 \quad \text{por Prueba de Valores}$$

$$-Tmáx + B1 . a2 + A (t - t1) = -684,181 \quad -11646816,8 = 1552768,73 \quad 1E+07$$

$$T = 147,285 \text{ kg}$$

Cálculo de la Flecha

$$f_{\max} = a^2 \cdot P / 8 \cdot T$$

$$f_{\max} = 0,379790882 \text{ m}$$

$$f_{\max} = \text{Flecha máxima}$$

$$a = \text{Vano de Cálculo}$$

$$P = P1$$

Cálculo de la Tensión

$$\text{Tensión} = T / S_{\text{real}}$$

$$\text{Tensión} = 2,108589835 \text{ Kg / mm}^2$$

Condición III 50 °C

sin viento

Cálculo del Tiro

$$T2 [T - T_{\max} + B1 \cdot a^2 + A (t - t1)] = C \cdot a^2$$

donde :

$$T_{\max} = 558,8 \text{ kg}$$

$$t = 50 \text{ °C}$$

Temperatura de Cálculo

$$t1 = 10 \text{ °C}$$

Temperatura de la Condición II

$$B1 \cdot a^2 = 67,40495322$$

$$A (t - t1) = 385,572 \text{ C} \cdot a^2 =$$

$$1552768,73$$

$$T2 [T + 71,49] = 181916 \quad \text{por Prueba de Valores}$$

$$-T_{\max} + B1 \cdot a^2 + A (t - t1) = -105,823 \quad -106535,992 = 1552768,73 \quad 2E+06$$

$$T = 40,333 \text{ kg}$$

Cálculo de la Flecha

$$f_{\max} = a^2 \cdot P / 8 \cdot T$$

$$f_{\max} = 1,386891627 \text{ m}$$

$$f_{\max} = \text{Flecha máxima}$$

$$a = \text{Vano de Cálculo}$$

$$P = P1$$

Cálculo de la Tensión

$$\text{Tensión} = T / S_{\text{real}}$$

$$\text{Tensión} = 0,577423049 \text{ Kg / mm}^2$$

Condición IV 16 °C

sin viento

Cálculo del Tiro

$$T2 [T - T_{\max} + B1 \cdot a^2 + A (t - t1)] = C \cdot a^2$$

donde :

$$T_{\max} = 558,8 \text{ kg}$$

$$t = 16 \text{ °C}$$

Temperatura de Cálculo

$$t1 = 10 \text{ °C}$$

Temperatura de la Condición II

$$B1 \cdot a^2 = 67,40495322$$

$$A (t - t1) = 57,8358 \text{ C} \cdot a^2 =$$

$$1552768,73$$

$$T2 [T - 47,73] = 181916 \quad \text{por Prueba de Valores}$$

$$-T_{\max} + B1 \cdot a2 + A (t - t1) = -433,5592 \quad -2152890,37 = 1552768,73 \quad 4E+06$$

$$T = 77,7906 \text{ kg}$$

Cálculo de la Flecha

$$f_{\max} = a2 \cdot P / 8 \cdot T \quad f_{\max} = \text{Flecha máxima}$$

$$f_{\max} = 0,719077883 \text{ m} \quad a = \text{Vano de Cálculo}$$

$$P = P1$$

Cálculo de la Tensión

$$\text{Tensión} = T / S_{\text{real}}$$

$$\text{Tensión} = 1,113680744 \text{ Kg / mm}^2$$

Condición	Temperatur Viento		T (Kg)	fmax (m)	Tensión (kg / m2)
Condicion I	-10 °C	s/v	147,29	0,38	2,11
Condicion II	+10 °C	c/v	558,80	0,37	8,00
Condicion III	+50 °C	s/v	40,33	1,39	0,58
Condicion IV	+16 °C	s/v	77,79	0,72	1,11

Angulo de Inclinación del Conductor

$$\text{Angulo } \phi_i = \text{arc tg } V2 / p1$$

$$\text{Angulo } \phi_i = 79,56^\circ$$

Distancia entre Conductores

$$dc = k (fm + ha)^{1/2} + U / 150 \quad dc = \text{Distancia entre los conductores}$$

$$dc = 0,93 \text{ m} \quad k = 0,7$$

$$U = 13,2$$

$$ha = 0$$

Longitud de la Cruceta

a) Teniendo en cuenta la distancia entre los Conductores :

$$Lc = 2 \cdot dc$$

$$Lc = 1,86 \text{ m}$$

b) Teniendo en cuenta las oscilaciones opuesta de los Conductores :

$$Lc = 2 [2 \cdot fm \cdot \text{sen} (\phi_i / 5) + U / 150]$$

$$Lc = 1,623571473 \text{ m}$$

Se adopta una Cruceta de Retención de Hº Aº de 2,00 m según ET 4 de EPEC **Z 2,0 Ro 1500 ET4**

b) Teniendo en cuenta las oscilaciones opuesta de los Conductores :

$$Lc = 2 [2 \cdot fm \cdot \text{sen} (fi / 5) + U / 150]$$

$$Lc = 1,623571473 \text{ m}$$

Se adopta una Cruceta de Retención de Hº Aº de 2,00 m según ET 4 de EPEC **Z 2,0 Ro 1500 ET4**

Altura total del Poste de Arranque

htotal =	hutil + hemp + htapada	htapada:	0,2 m
		hlibre:	9,5 m
hutil =	hlibre + fmax + hacc	hacc:	0,3 m
		fmax :	0,74 m
hutil =	10,54 m	hemp :	1,1 m
htotal =	11,84 m		

Seleccionamos un poste de HºAº de : 11 m

henterrado : hposte - hutil =	0,46 m	hemp1 =	0,26 m
-------------------------------	--------	---------	--------

Cálculo de la Resistencia del Poste de Arranque

Hipótesis I :

	donde :		
T=	Nºc . T+10ºC . Sreal	T+10ºC =	Tiro de los conductores en la Condición II
T=	1676,4 kg	Sreal =	Sección real de los Conductores
		SV =	35 m Semivano de Cálculo
Fvc =	Nºc . Pv . d . (SV1 + SV2)	d1=	0,26 m Diámetro del Poste en la cima
Fvc =	66,59625 kg	d2=	0,402 m Diámetro del Poste en la base
		T =	Tiro de los conductores
Fvp =	Pv . hutil . (2 . d1 + d2) / 6		
Fvp =	95,55915333 kg		
Fvt =	Fvp + Fvc		
Fvt =	162,1554033 kg		
R1 =	(T2 + Fvt2) ^{1/2}		
R1 =	1684,224253 kg		

Hipótesis II :

	donde :		
T=	Nºc . T+10ºC . Sreal	Scruc =	0,2 m
T=	1676,4 kg	Pvn =	118 Kg / m ² Presión del viento Normal
		Fvcruc =	Fuerza del viento sobre la Cruceta

$$F_{vcruc} = P_{vn} \cdot S_{cruc}$$

$$F_{vcruc} = 23,6 \text{ kg}$$

$$F_{vp} = P_v \cdot h_{util} \cdot (2 \cdot d_1 + d_2) / 6$$

$$F_{vp} = 95,55915333 \text{ kg}$$

$$F_{vt} = F_{vp} + F_{vcruc}$$

$$F_{vt} = 119,1591533 \text{ kg}$$

$$R_1 = F_{vt} + T$$

$$R_1 = 1795,559153 \text{ kg}$$

Hipótesis III :

donde :

$$T_{max} = N^{\circ}c \cdot T_{max} \cdot S_{real} \quad T_{max} = \text{Tiro Máximo de los Conductores}$$

$$T_{max} = 1676,4 \text{ kg}$$

$$R_1 = T_{max}$$

$$R_1 = 1676,4 \text{ kg}$$

La más desfavorable es la hipotesis II , por lo tanto

$$R_1 = 1795,559153 \text{ kg}$$

$$R_o = 2,1 \cdot R_1 = 3770,67422 \text{ kg}$$

Adoptamos un poste de Hº Aº de 3900 Kg

Po 12 Ro 3900 ET4

Cálculo de la Fundación del Poste de Arranque

$$R = 1795,559153 \text{ Kg.} \quad \text{donde :}$$

$h_{emp1} = 0,26 \text{ m}$	$a = 1,2 \text{ m}$	Ancho de la Fundación
$h_{util} = 10,54 \text{ m}$	$t = 1,6 \text{ m}$	Profundidad de la Fundación
$C_t = C_b = 6000000 \text{ Kg / m}^3$	$C_b =$	Coficiente de Resistencia lateral del Suelo
$tg \alpha = 0,01$	$C_t =$	Coficiente de Resistencia vertical del Suelo
	$M_v =$	Momento al Vuelco
$M_v = R \{ h_{util} + [(2 \cdot h_{emp1}) / 3] \}$	$M_s =$	Momento de Resistencia Lateral
$M_v = 20840,45657 \text{ kgm}$	$M_b =$	Momento de Resistencia Vertical

$$M_s = 1,414 \cdot a \cdot t^3 \cdot C_t \cdot Tg \alpha / 36$$

$$M_s = 11583,488 \text{ kgm}$$

donde :

$$V_{horm} = a \cdot t^2 - \{ [\pi \cdot d^2 \cdot h_{emp1}] / 4 \} \quad \pi = 3,1416$$

Vhorm =	2,252949 m ³	dm =	0,5 m	Diámetro del Molde
Phorm =	2.200 x Vhorm	Vhorm =	Volumen de Hormigón de la Fundación	
Phorm =	4956,4878 kg	Phorm =	Peso del Hormigón de la Fundación	
Ppo+cruc =	1500 Kg	Ppo+cruc =	Peso del Poste y la cruceta	
Ptotal =	Phorm + Ppo+cruc	Ptotal =	Peso total de la Estructura	
Ptotal =	6456,4878 kg			
Mb' =	Raiz 3 (3 . Ptotal / Cb . Tg alfa)			
Mb raiz 3=	0,32282439	Raiz cúbica=	0,57869	
Mb =	Ptotal [0,707 . a - 0,50 . Mb']			
Mb =	5477,394905 kgm			
Memp =	Mb + Ms			
Memp =	17060,8829 kgm			
K =	Memp / Mv			
K =	0,818642473 >	1,5 VERIFICA LA FUNDACION ADOPTADA		

Adoptamos una Fundación de **1.20x1.20x1,60 m** ,
con sus diagonales orientadas hacia la linea

Altura total del Poste Terminal y Subestación

htotal =	hutil + hemp + htapada	htapada:	0,3 m
		hlibre:	7,5 m
hutil =	hlibre + fmax		
		fmax :	1,64 m
hutil =	9,14 m	hemp :	1,1 m
htotal =	10,54 m		
Seleccionamos un poste de H ⁹ A ⁹ de : 11 m			
henterrado hposte - hutil	1,86 m	hemp1 =	1,56 m

Cálculo de la Resistencia del Poste de la Subestación

Hipótesis I :

T=	N ⁹ c . T+10°C . Sreal		
T=	837,84 kg		
Fvc =	N ⁹ c . Pv . d . (SV1 + SV2)		
Fvc =	56,20104 kg	SV =	42 m
		d1=	0,26 m
Fvp =	Pv . hutil . (2 . d1 + d2) / 6	d2=	0,417 m
Fvp =	84,2144367 kg	Fvtr =	Fuerza del viento sobre el transformador
		Fvestr =	Fuerza del viento sobre la estructura de la subestación
Fvseta =	Fvtr + Fvestr + Fvacc	Fvacc =	Fuerza del viento sobre los accesorios de la subestación
		Str =	0,55 m ² Superficie del Transformador
Fvtr =	Str . Fvn	Scr =	0,1 m ² Superficie de la Cruceta
Fvtr =	64,9 kg	Sacc =	0,13 m ² Superficie de los accesorios
		Spla=	0,18 m ² Superficie de la Plataforma de la Subestación
Fvestr =	(Scr+Spla+vinc)*Fv		
Fvestr =	16,52 kg	Fvseta =	Fuerza del viento sobre la Subestación
Facc =	Sacc . Fv		
Facc =	7,67 kg		
Fvseta =	Fvtr + Fvestr + Fvacc		
Fvseta =	89,09 kg		
Fvt =	Fvseta + Fvp		
Fvt =	173,304437 kg		
R1 =	(T2 + Fvt2) ^{1/2}		

$$R1 = 855,576001 \text{ kg}$$

Hipótesis II :

$$T = N^{\circ}c \cdot T + 10^{\circ}C \cdot S_{real}$$

$$T = 837,84 \text{ kg}$$

$$F_{vcruc} = P_{vn} \cdot S_{cruc}$$

$$F_{vcruc} = 11,8 \text{ kg}$$

$$S_{cruc} = 0,1 \text{ m}$$

$F_{vseta \text{ lat}}$ = Fuerza del viento sobre el lateral de la Subestación

$$F_{vp} = P_v \cdot h_{util} \cdot (2 \cdot d_1 + d_2) / 6$$

$$F_{vp} = 84,2144367 \text{ kg}$$

$$F_{vseta} = 89,09 \text{ kg}$$

$$F_{vseta \text{ lat}} = F_{vseta} / 2$$

Sobre el lateral de la subestación actúa la mitad de la fuerza

$$F_{vseta \text{ lat}} = 44,545 \text{ kg}$$

$$F_{vt} = F_{vp} + F_{vcruc} + F_{vseta}$$

$$F_{vt} = 185,104437 \text{ kg}$$

$$R1 = F_{vt}$$

$$R1 = 185,104437 \text{ kg}$$

Hipótesis III :

$$T_{max} = N^{\circ}c \cdot T + 10^{\circ}C \cdot S_{real}$$

$$T_{max} = 837,84 \text{ kg}$$

$$R1 = T_{max}$$

$$R1 = 837,84 \text{ kg}$$

La más desfavorable es la hipótesis II , por lo tanto

$$R1 = 185,104437 \text{ kg}$$

$$R_o = 2,5 \cdot R1 = 462,761092 \text{ kg}$$

Adoptamos un poste de Hº Aº de 1800 Kg **Po 11 Ro 1800 ET4**

Cálculo de la Fundación del Poste de la Subestación

$$R = 185,104437 \text{ Kg.}$$

$$h_{emp \ 1} = 1,56 \text{ m}$$

$$a = 0,9 \text{ m}$$

Ancho de la Fundación

$$h_{utim} = 9,14 \text{ m}$$

$$t = 1,4 \text{ m}$$

Profundidad de la Fundación

$$C_t = C_b = 6000000 \text{ Kg / m}^3$$

$$C_b = \text{Coeficiente de Resistencia lateral del Suelo}$$

$$tg \ \alpha = 0,01$$

$$C_t = \text{Coeficiente de Resistencia vertical del Suelo}$$

$$Mv = R \{ h_{util} + [(2 \cdot h_{emp} \cdot 1) / 3] \}$$

$$Mv = 1864,61869 \text{ kgm}$$

$$Ms = 1,414 \cdot a \cdot t^3 \cdot Ct \cdot Tg \text{ alfa} / 36$$

$$Ms = 5820,024 \text{ kgm}$$

$$V_{horm} = a \cdot t^2 - \{ [\pi \cdot dm^2 \cdot h_{emp}] / 4 \}$$

$$V_{horm} = 0,827694 \text{ m}^3$$

$$Phorm = 2.200 \cdot V_{horm}$$

$$Phorm = 1820,9268 \text{ kg}$$

$$P_{po+cruc} = 1500 \text{ kg}$$

$$P_{plat} = 1000 \text{ kg}$$

$$P_{total} = Phorm + P_{po+cruc} + P_{plat}$$

$$P_{total} = 4320,9268$$

$$Mb' = \text{Raiz } 3 (3 \cdot P_{total} / Cb \cdot Tg \text{ alfa})$$

$$Mb \text{ raiz } 3 = 0,21604634 \quad \text{Raiz cúbica} = 0,63693$$

$$Mb = 1373,34177 \text{ kgm}$$

$$M_{emp} = Mb + Ms$$

$$M_{emp} = 7193,36577 \text{ kgm}$$

$$K = M_{emp} / Mv$$

$$K = 3,85782133 >$$

Mv = Momento al Vuelco
 Ms = Momento de Resistencia Lateral
 Mb = Momento de Resistencia Vertical

pi = 3,1416
 dm = 0,5 m Diámetro del Molde
 V_{horm} = Volumen de Hormigón de la Fundación
 Phorm = Peso del Hormigón de la Fundación
 P_{po+cruc} = Peso del Poste y la cruceta
 P_{total} = Peso total de la Estructura
 P_{plat} = Peso de la Plataforma

1,5 VERIFICA LA FUNDACION ADOPTADA

Adoptamos una Fundación de 0,90x0,90x1,40 m



Cables para Baja Tensión Catálogo General

Edición 2008

Cables para todas las Aplicaciones

Introducción

DESCRIPCION

- > El grupo Prysmian, desde siempre a la vanguardia en el sector civil e industrial, gracias a su elevado know-how, tanto a nivel tecnológico como en el desarrollo continuo de nuevos materiales, ha desarrollado una serie de productos incluidos en este catalogo.
- > El continuo mejoramiento de los productos, estudiando con el Cliente las soluciones más idóneas a sus necesidades, permite proyectar y realizar, cables adaptados a las necesidades de cada ambiente, con la máxima confiabilidad.

Índice General

GENERALIDADES SOBRE LOS CABLES ELÉCTRICOS Y SUS MATERIALES

Clasificación de los cables eléctricos	Pag. 4
Conductores	Pag. 4
Aislantes	Pag. 6
Protecciones	Pag. 7
Radios de curvatura	Pag. 8
Clasificación de los cables eléctricos	Pag. 8
Tensiones máximas durante el tendido	Pag. 8
Instalación	Pag. 8

COMPORTAMIENTO DE LOS CABLES FRENTE AL FUEGO

Impacto ambiental	Pag. 18
Protección Frente a Incendios	Pag. 19
Ensayos de los cables respecto del fuego	Pag. 20
La normativa Argentina	Pag. 22

MODOS DE INSTALACIÓN Y CORRIENTES ADMISIBLES

Los cables eléctricos en las Instalaciones en Inmuebles	Pag. 24
Cables según normas IRANM NM 247-3 Y 66267	Pag. 25
Cables según normas IRANM 2178 Y 66266	Pag. 27
Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores	Pag. 34

MODOS DE INSTALACIÓN Y CORRIENTES ADMISIBLES

Cargas No Lineales	Pag. 36
Efectos de las Armónicas sobre las cargas	Pag. 38
Sobrecalentamiento del Neutro en las instalaciones trifásicas	Pag. 38
Efecto pelicular (skin)	Pag. 39
Sobrecalentamiento del Neutro en las instalaciones trifásicas	Pag. 38
Método Aproximado de Dimensionamiento	Pag. 40

Índice General

GAMA PRYSMIAN DE CONDUCTORES PARA LÍNEAS AÉREAS DESNUDAS

Cables Superastic Flex	Pag. 42
Cables TPR Ecoplus	Pag. 44
Cables PVN Ecoplus	Pag. 46
Cables VN 202 Ecoplus	Pag. 48
Cables Afumex 750	Pag. 50
Cables Sintenax Valio	Pag. 52
Cables Sintenax Comado	Pag. 66
Cables Retenax Valio	Pag. 70
Cables Retenax Valio Antillama	Pag. 82
Cables Retenax BT Utilities	Pag. 90
Afumex 1000	Pag. 92

Anexos

Responsabilidad Legal	Pag. 99
Conversión de unidades	Pag. 100

Catálogo General de BT

Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

En su aspecto más general, un cable es un elemento destinado al transporte de energía eléctrica en las condiciones más favorables. Esto es, con las menores pérdidas de potencia posibles en el caso de los cables de energía, o con las menores alteraciones en la codificación de la señal enviada en los cables de transmisión de datos o comunicaciones.

CLASIFICACION DE LOS CABLES ELECTRICOS AISLADOS

En una primera aproximación, los cables eléctricos podrían clasificarse en:

a) Por su función:

- Cables para el transporte de energía
- Cables de control y para transmisión de señales codificadas

b) Por su tensión de servicio:

- De muy baja tensión (menos de 50 V.)
- Baja tensión (más de 50 V y hasta 1,1 kV.)
- Media tensión (más de 1,1 kV. y hasta 35 kV.)
- Alta tensión (más de 35 kV y hasta 150 kV.)
- Muy alta tensión (por encima de 150 kV.)

c) Por la naturaleza de sus componentes:

- Con conductores de cobre o aluminio.
- Aislados con plástico, goma o papel impregnado
- Armados, apantallados, etc.

d) Por sus aplicaciones específicas:

- Para instalaciones interiores en edificios
- Para redes de distribución de energía, urbanas o rurales
- De señalización, telefonía, radiofrecuencia, etc.
- Para minas, construcción naval, ferrocarriles, etc.

CONDUCTORES:

Son los elementos metálicos, generalmente cobre o aluminio, permeables al paso de la corriente eléctrica y que, por lo tanto, cumplen la función de transportar la "presión electrónica" de un extremo a otro del cable. Los metales mencionados se han elegido por su alta conductividad, característica necesaria para optimizar la transmisión de energía.

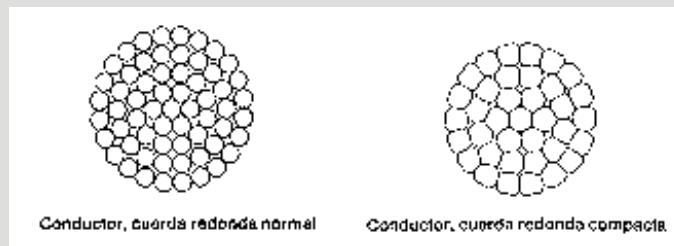
PRYSMIAN utiliza en la elaboración de los conductores para sus cables, cobre electrolítico, obtenido por un proceso de colada continua partiendo de cátodo, según la Norma IRAM 2002 y aluminio de grado eléctrico. También se emplea aleación de aluminio-magnesio-silicio según Norma IRAM 681.

Los alambres y cuerdas se conforman a partir de estas materias primas y se construyen de acuerdo con las respectivas normas nacionales e internacionales, tales como las IRAM 2176, 2177, NM-280, 2004 y la norma de la Comisión Electro-técnica Internacional IEC 60228.

Además de su naturaleza material, que como ya se mencionó suele ser cobre o aluminio, los cables deben ser capaces de ajustarse a las características de la instalación donde van destinados. En ocasiones el recorrido de la línea es más o menos sinuoso, o inclusive puede ser necesario que acompañe al equipo que alimenta en su desplazamiento durante el servicio.

Por esta razón, los conductores de la misma sección pueden estar constituidos por haces de alambres metálicos de distinto diámetro, según la mayor o menor flexibilidad exigida al cable. La mayoría de las normas clasifica a los conductores desde el más rígido (Clase 1), constituido por un sólo alambre, al más flexible (Clase 6), formado por haces de alambres extremadamente finos.

Para las secciones iguales o superiores a 10 mm² suele utilizarse cuerdas compactas que permiten obtener cables de inferiores dimensiones.



AISLANTES

Un material aislante es aquel que, debido a que los electrones de sus átomos están fuertemente unidos a sus núcleos, prácticamente no permite sus desplazamientos y, por ende, impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aplica una diferencia de potencial entre dos puntos del mismo. En estos materiales para conseguir una determinada corriente sería necesario aplicar una tensión muchísimo más elevada que en el conductor; ello no ocurre dado que se produce antes la perforación de la aislación que el paso de una corriente eléctrica detectable. Se dice entonces que su resistividad es prácticamente infinita.

Siendo los aislantes los que definen las características básicas de los cables en relación con sus prestaciones, es donde el ingenio humano se ha desarrollado y lo sigue haciendo día a día.

La primera clasificación que podemos hacer entre los aislantes es la siguiente:

a) Por su forma de aplicación:

- Estratificados (fajados)
- Sólidos (extruidos)

Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

Los aislantes estratificados, básicamente el papel, requieren, en los cables de potencia, la impregnación con un aceite fluido o masa aislante migrante o no migrante para lograr una alta rigidez dieléctrica.

Este aislante, que cronológicamente fue el primero en aparecer, continúa en vigencia, especialmente en transmisión en altísima tensión (132, 220, 500 ó 750 kV) por su gran confiabilidad, derivada precisamente de su estratificación.

Los aislantes sólidos son normalmente compuestos del tipo termoplástico o termoestable (reticulados) con distintas características, que fueron evolucionando a través del tiempo hasta nuestros días.

Los principales aislantes utilizados por PRYSMIAN para distribución de energía son:

- Policloruro de vinilo (PVC): Material termoplástico utilizado masivamente para la mayoría de los cables de uso domiciliario e industrial en baja tensión. Con el agregado de aditivos especiales en su formulación se logran variedades con resistencia a la propagación del incendio; reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos.

La temperatura de funcionamiento normal de este aislante es de 70° C y de 160° C en cortocircuito y durante no mas de 5 segundos. Los cables en PVC responden a las normas IRAM 2178, 2268 y NM 247-3, a la norma IEC 60502, etc.

Poliétileno reticulado (XLPE): Material termoestable (una vez reticulado no se ablanda con el calor) presenta mejores características eléctricas y térmicas que el PVC por lo que se lo utiliza en la construcción de cables de baja, media y alta tensión.

La ausencia de halógenos en su composición hace que los gases, producto de su eventual combustión no sean corrosivos. Su termoestabilidad hace que puedan funcionar en forma permanente con temperaturas de 90° C en los conductores y 250° C durante 5 segundos en caso de cortocircuito.

Los cables aislados en XLPE responden a las Normas IRAM 2178, IRAM 62266, IEC 60502 o ICEA, para baja y media tensión según corresponda e IRAM 2381, IEC 60 840 para alta tensión o IEC 62067 para muy alta tensión.

- Goma etilén-propilénica: Material termoestable con características comparables al XLPE pero más flexible. Su temperatura de funcionamiento es también de 90° C y 250° C durante 5 segundos para el caso de cortocircuitos. Los cables en EPR responden a las Normas IRAM 2178 e IEC 60502 para baja y media tensión.

- Mezclas Afumex: Materiales con excelentes características eléctricas que, debido a su composición, en caso de combustión emiten muy pocos humos y cero gases halogenados (tóxicos y corrosivos); por ello se denomina a estos materiales como LOW SMOKE ZERO HALOGEN (LSOH). Los cables aislados con mezclas LSOH responden a la Norma IRAM 62267.

PROTECCIONES:

Las protecciones en los cables pueden cumplir funciones eléctricas y/o mecánicas y se dividen en cuatro tipos diferentes:.

- Protecciones eléctricas: Se trata de delgadas capas de material sintético conductor que se coloca en los cables de aislación seca de XLPE de tensión superior o igual a 3,3 kV. y en los de EPR a partir de 6,6 kV.

La capa inferior, colocada entre el conductor y el aislante, tiene por objeto hacer perfectamente cilíndrico el campo eléctrico en contacto con el conductor, rellenando los huecos dejados por los alambres que constituyen las cuerdas.

La capa externa cumple análoga función en la parte exterior de aislamiento y se mantiene al potencial de tierra.

- Pantallas o blindajes: Son los elementos metálicos generalmente de cobre, materializados en forma de cintas o alambres aplicados en forma helicoidal o cintas corrugadas, que tienen como objeto proteger al cable contra interferencias exteriores, darle forma cilíndrica al campo eléctrico, derivar a tierra una corriente de falla, etc.

En el caso de los cables aislados con papel impregnado o de altísima tensión para uso enterrado, esta protección está formada por una envoltura (vainas) continua y estanca de plomo o aluminio. Asimismo puede utilizarse en AT y conjuntamente con los alambres de Cu una cinta longitudinal de aluminio monoplacado.

- Protecciones mecánicas: Son las armaduras metálicas formadas por alambres o flejes de acero o aluminio (para cables unipolares).

- Envolturas exteriores: La mayoría de los cables poseen envolturas exteriores que forman una barrera contra la humedad y las agresiones mecánicas externas.

Según la propiedad que se quiera resaltar las envolturas pueden ser de diferentes materiales. Así pueden ser de Policloruro de vinilo (PVC) para cables de uso general y que con el agregado de aditivos especiales adquiere características de resistencia a la propagación del incendio, al frío, a los hidrocarburos o de reducida emisión de gases tóxicos - corrosivos (RETOX). También pueden ser de Polietileno para cables de uso enterrado que requieran una buena resistencia contra la humedad o de Polietileno Cloro-sulfonado (Hypalon) cuando se requiera flexibilidad y resistencia a los aceites.

Una buena resistencia mecánica se logra mediante el uso de Polietileno reticulado o poliuretano y cuando se requiera a la vez flexibilidad y gran resistencia a las agresiones mecánicas se usa el policloropreno (Neoprene)

Existen además las cubiertas Afumex, que emiten muy poco humo y cero gases halogenados (tóxico - corrosivos) en caso de combustión, las que se suelen designar como LS0H por sus siglas en inglés (Low Smoke - Zero Halogen).

Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

PARAMETROS CARACTERISTICOS:

Resistividad de un conductor:

Es la pérdida de potencia que sufre una corriente eléctrica continua de un amper de intensidad al atravesar un conductor de longitud y sección unitaria. Como un alambre de cobre recocido a 20° C, de un km de longitud y un mm² de sección, disipa en forma de calor, al ser atravesado por una corriente de un amper, una potencia de 17,241 watt, se dice que este material presenta una resistividad de 17,241 y se mide en $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$.

Es una característica intrínseca del material, como podría ser la densidad, y depende de su pureza, estructura molecular y cristalina, así como de la temperatura. Al concepto inverso, esto es, la facilidad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica se le denomina conductividad.

La resistividad nominal, ρ , a la temperatura de 20° C es:

- > para el cobre recocido de $17,241 \cdot \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$ y
- > para el aluminio de $28,264 \cdot \Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{km}$.

Resistencia del conductor:

Lo mismo que ocurre con el agua que atraviesa una tubería, al aumentar la longitud aumenta el rozamiento y se pierde presión, y al aumentar su sección pasa el líquido con mayor facilidad, las pérdidas que se producen cuando un conductor es atravesado por una corriente eléctrica son directamente proporcionales a su longitud e inversamente proporcionales a la sección, por lo que se calcula multiplicando la resistividad nominal, ρ , antes citada, por la longitud en km y se divide el producto por la sección en mm². El resultado se expresa en Ω y, como antes, es la potencia disipada en forma de calor en el cable de que se trata al ser recorrido por una corriente de un amper.

En la práctica, se especifican siempre a la temperatura de 20° C y en corriente continua. Por consiguiente, es preciso referir a la citada temperatura de 20° C y a la longitud de un km, la resistencia de las muestras, a través de las fórmulas:

$$\text{Cobre:} \quad R_{20} = R \cdot \frac{254,5}{234,5 + t} \cdot \frac{1000}{L(\text{metros})}$$

$$\text{Aluminio:} \quad R_{20} = R \cdot \frac{248}{228 + t} \cdot \frac{1000}{L(\text{metros})}$$

Equivalencia eléctrica entre conductores de Cu y Al:

Se entiende por secciones equivalentes las que admiten la misma intensidad de corriente ocasionando las mismas pérdidas. Consecuentemente existe una proporcionalidad directa entre las resistividades y las secciones, ya que es preciso compensar con una mayor sección una mayor resistividad.

Como la relación entre las resistividades del cobre y del aluminio es de 1,64, un conductor de aluminio será equivalente a otro de cobre si tiene una sección 1,64 veces superior.

Resistencia de aislación:

Es la resistencia que ofrece la aislación al paso de una corriente eléctrica, y se mide en $M \Omega \cdot km$.

En la práctica, se determina multiplicando una constante característica de cada material aislante, denominada **Constante de Aislación**, K_i , por una función de los diámetros sobre la aislación (d_e) y sobre el conductor (d_i):

$$R_a = K_i \cdot \log(d_e / d_i) \quad (\text{en } M \Omega \cdot km)$$

Constante dieléctrica:

Es la relación de la densidad de flujo eléctrico que, en presencia de un campo eléctrico, atraviesa un aislante determinado y la que se obtendría si el dieléctrico fuera el vacío.

Es un factor determinante de la capacidad electrostática de un capacitor, cuyas armaduras son el propio conductor y el medio conductor que rodea el aislamiento: pantallas, armaduras, ó incluso el propio suelo, por lo que presenta una capacidad que, en ocasiones, es determinante.

La capacidad electrostática de un cable se obtiene por la fórmula:

$$C = 0,024 \cdot \epsilon_r / \log(d_e / d_i) \quad (\text{en } \mu F / km)$$

donde ϵ_r es la constante dieléctrica, que vale 2,5 para el XLPE, 3 para el EPR y entre 5 y 8 para el PVC

Rigidez dieléctrica - Gradiente eléctrico:

Rigidez dieléctrica es la máxima tensión que soporta un aislante de espesor unidad sin perforarse; es un gradiente eléctrico que se mide en V/m.

Cada material aislante presenta un gradiente de potencial límite, en base al cual se determina el gradiente máximo de servicio al que puede trabajar el cable sin daño.

Se define el gradiente eléctrico como el cociente de dividir la diferencia de potencial aplicada entre las dos caras de un material aislante por su espesor. En el caso de un cable, la aislación está limitada por dos superficies cilíndricas concéntricas, por lo que el gradiente eléctrico no tiene un valor constante, sino que es inversamente proporcional al radio de curvatura del campo eléctrico, y responde a la expresión:

$$G = \frac{0,434 \cdot E_o}{r \cdot \log(d_e / d_i)} \quad (kV / mm)$$

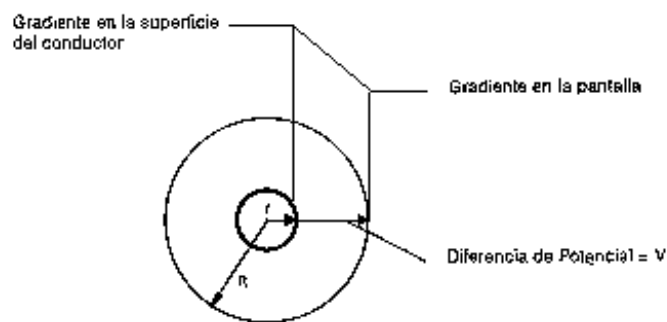
Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

Donde: G es el gradiente en kV/mm

E_0 es el potencial respecto a tierra del cable (kV)

r es el radio de curvatura del campo eléctrico, en mm, (que generalmente coincide con la distancia desde el centro del conductor al punto considerado), y

de d_e y d_i son, como antes, los diámetros exterior e interior de la aislación (mm).



Gradiente electrostático en un cable unipolar apantallado

El valor máximo del gradiente se presentará en el punto en el que r sea mínimo, esto es en la parte interior de la aislación, donde $r = d_i / 2$.

En ocasiones existen consideraciones de tipo mecánico o físico que obligan a adoptar espesores mayores de los que podrían aceptarse por razones eléctricas.

Descargas parciales:

La eventual presencia de burbujas ocluidas en el seno de la aislación de un cable, generalmente de aire o vapor de agua, al ser sometidas a un gradiente de tensión superior al requerido para su ionización, provoca la formación de iones a partir de los átomos de dicho gas. Estos iones, acelerados por el campo eléctrico presente, adquieren velocidad y, en consecuencia, energía cinética que, si el diámetro de la burbuja o, la intensidad del campo es de la magnitud adecuada, puede ser suficiente para arrancar nuevos átomos de las paredes de la burbuja que, a su vez, se ionizarán, provocando una avalancha de partículas cargadas, que se conoce con el nombre de descargas parciales.

Las mismas pueden producirse entre conductor y aislación (efecto corona), en el interior de la aislación (descargas parciales interiores) o en el exterior de la aislación (descargas superficiales).

En caso de producirse, esta ionización ataca el aislante, en mayor o menor grado, según las características de cada material, e irá progresando con el tiempo formando diminutos canales hasta producir la perforación de la aislación. A estos defectos se los conoce como "arborescencias de origen eléctrico", para diferenciarlas de otras de origen químico o electroquímico ocasionadas por la presencia de contaminantes y humedad.

En baja tensión el problema no es relevante pues no se suele alcanzar el potencial de ionización del aire, pero es especialmente grave en los cables de media y alta tensión con aislación seca, pues su estructura molecular sólida hace que, si se presenta un punto de ionización, se mantenga siempre en el mismo lugar hasta provocar la perforación del aislante. Para resolver este problema se actúa sobre distintos aspectos:

- Mejorando la formulación de los materiales aislantes.
- Mejorando el proceso de confección de los compuestos aislantes, evitando la presencia de impurezas procedentes de otras elaboraciones.
- Eliminando la presencia de burbujas en la aislación con un control adecuado del proceso de extrusión y reticulación

La capa semiconductor bajo la aislación permite rellenar los espacios vacíos entre la corona exterior del conductor y evitar la presencia de aire ocluido entre conductor y aislante. Por la misma razón se coloca otra capa semiconductor entre la aislación y el blindaje metálico.

Para eliminar la posible presencia de estratos de aire entre las dos capas semiconductoras y la aislación, se colocan las tres en una misma operación, denominada "triple extrusión".

Pérdidas en el dieléctrico:

Por el sólo hecho de darle tensión a un cable, aún cuando no se alimente ninguna otra carga, se producen tres fenómenos:

- > una corriente de fuga, en fase con la tensión aplicada, que provoca pérdidas reales que se disipan en forma de calor.
- > el campo alterno aplicado al cable hace oscilar las cargas de los átomos del aislante, produciendo un rozamiento que también calienta al cable produciendo pérdidas reales.
- > una corriente capacitiva de carga del cable como capacitor cilíndrico. Esta corriente no se convierte en calor, ya que es una corriente reactiva, y está desfasada 90° con respecto a la tensión.

La corriente activa (I_w) que alimenta las pérdidas a) y b) está en fase con la tensión aplicada (U_0), mientras que la corriente reactiva (I_c) que alimenta al condensador está en cuadratura. A la relación entre ambas corrientes (I_w / I_c) se la denomina $\text{tg } \delta$, y a δ "ángulo de pérdidas".

El factor de pérdidas ($\text{tg } \delta$) es una característica de cada material. Cuanto mayor sea la $\text{tg } \delta$ mayores serán las pérdidas en la aislación y el calentamiento del cable no ocasionado por el paso de la corriente útil o pérdidas por efecto Joule.

Las pérdidas en el dieléctrico valdrán: $P_w = I_w * U_0$ (en W), mientras que la corriente de carga del cable considerado como un capacitor cilíndrico es $I_c = \omega * C * U_0$ (A). Como por otro lado es:

$$I_w = I_c * \text{tg } \delta \quad \text{y}$$

$$\omega = 2 * \pi * f$$

$$P_w = 2 * \pi * f * C * U_0^2 * \text{tg } \delta \quad (\text{W / km})$$

Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

Si ahora en vez de considerar un solo conductor , hablamos de un sistema de distribución con tres conductores , las pérdidas serán tres veces mayores, pero como

$$U = U_0 * \sqrt{3}$$

$$P_w = 2 * \pi * f * C * U^2 * \text{tg } \delta \quad (\text{W / km})$$

Los valores aproximados de $\text{tg } \delta$ son:

MATERIAL	$\text{tg } \delta$
PVC	0,100
EPR	0,020
XLPE	0,004

Como se puede observar las pérdidas dieléctricas del PVC son 5 veces mayores que el EPR y 25 veces más que el XLPE, por lo que el PVC debe ser desestimado como aislante en los cables de media y alta tensión.

RADIOS DE CURVATURA

Los radios de curvatura indicados en la siguiente tabla, son los radios mínimos que el cable puede adoptar en su posición definitiva de servicio y son aplicables a todos los cables de la norma IRAM 2178.

Cables sin Armadura ni blindaje	Cables sin Armadura ni blindaje	Cables sin Armadura ni blindaje	Cables Armados y/o con blindaje cualquiera sea el tipo
Diámetro exterior del cable (mm)	Diámetro exterior del cable (mm)	Diámetro exterior del cable (mm)	
Menos de 25	De 25 a 50	Más de 50	
Radio mínimo de curvatura expresado en múltiplos del diámetro del cable (cuerdas flexibles)			
4 D	5 D	6 D	10 D
Radio mínimo de curvatura expresado en múltiplos del diámetro del cable (cuerdas rígidas)			
6 D	8 D	10 D	10 D

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.

TENSIONES MAXIMAS DE TRACCIÓN DURANTE EL TENDIDO 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

- > Sintenax Valio
- > Sintenax Comando
- > Afumex 1000
- > Retenax Valio
- > Retenax Valio Antillama

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 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

- > Superastic Flex
- > Afumex Plus

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

50 N/mm^2 durante la instalación y 15 N/mm^2 para cables rígidos en servicio en circuitos fijos.

Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres de acero; en este caso se aplicara el esfuerzo a la armadura, sin superar el 30% de la carga de rotura teórica de la misma.

Durante las operaciones de tendido, la temperatura del cable no debe ser inferior a 0° Celsius . Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a bajas temperaturas durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a los 0° C manteniéndose en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

INSTALACION

Cuando los cables se conectan en paralelo, y a efectos de reducir la reactancia, se utiliza una disposición de tipo RST - TSR - RST - TSR, siempre que el tendido sea en un solo plano.

Cuando los cables están tendidos en trébol las disposiciones son:

Generalidades sobre los Cables Eléctricos y sus Materiales

Número de ternas en el mismo estrato								
2			3			4		
T	T	T	T	T	T	T	T	T
RS	SR	RS	SR	RS	RS	SR	RS	SR

Cuando los cables están espaciados en horizontal o en vertical se aplica:

Número de ternas en el mismo estrato (*)					
2		4			
RST	TSR	RST	TSR	RST	TSR

(*) Cuando los cables son tendidos en varias capas las disposiciones indicadas se repiten en cada estrato.

Es decir que NUNCA se deben agrupar una al lado de la otra las fases de una misma letra.

Cables Prysmian para Baja Tensión

Cable	Tensión Nominal	Norma Básica	Designación	Aplicaciones
Superastic Flex	450 / 750	IRAM NM 247-3	H07V-K	Iluminación y distribución de energía en interior de edificios
Afumex 750	450 / 750	IRAM 62267	N07M-K	Iluminación y distribución de energía en interior de edificios en instalaciones de alta seguridad
TPR Ecoplus	500 V	IRAM NM 247-5	H05VV-F	Servicio móvil
PVN Ecoplus	500 V	IRAM NM 247-5	H03VV-F H05VV-F	Servicio móvil
VN 202	300 V	IRAM NM 247-5		Veladores y pequeños equipos portátiles
Sintenax Valio	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	VV-K VV-R	Alimentación de potencia
Sintenax Comando	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2268	VV-K	Transporte de señales de control o
Retenax Valio	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	RV-K RV-R	Redes de distribución
Retenax Valio Antillama	0,6 / 1,1 kV	IRAM 2178	RV-K RV-R	Redes de distribución y alimentación de potencia
Afumex 1000	0,6 / 1 kV	IRAM 62266	RZ1-R	Alimentación de potencia en instalaciones de alta seguridad

U₀: 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 corriente alterna puede exceder permanentemente el 10 %.

Comportamiento de los Cables Frente al Fuego

INTRODUCCION

Un incendio es un fuego que se desarrolla sin control en el tiempo y en el espacio. Debido a los riesgos que lo acompañan deben adoptarse métodos para protegerse de sus efectos accidentales, estableciéndose un nivel adecuado de seguridad para las personas y los bienes.

Las estadísticas demuestran que un elevado porcentaje de los incendios que se producen se deben a causas eléctricas y, aproximadamente la mitad de estos, se inician en las canalizaciones eléctricas. Por ello, una instalación eléctrica bien diseñada y realizada con los materiales adecuados puede disminuir de una manera importante el riesgo de incendio, y en caso de producirse por causas ajenas a la instalación, reduce sus efectos colaterales que suelen producir más daño que el propio fuego en sí.

De acuerdo a la Agencia Sueca de Servicios de intervención (SRSA), en 1950 el tiempo medio de desarrollo pleno de un incendio era de 15 minutos; 25 años después se había reducido a 5 minutos y hoy ya se pueden verificar condiciones letales luego de 3 minutos. Este cambio solo se explica por la alta concentración de materiales plásticos en los ambientes

Los incendios tienen también un alto impacto en la economía, y su costo representa, en los países más avanzados, cerca del 1% de su Producto Bruto. En base a estas consideraciones se puede concluir:

- > La reducción del humo y los gases irritantes emitidos es relevante para salvar vidas humanas y facilitar la labor de los grupos de rescate.
- > La electricidad tiene un impacto relevante en el origen de los incendios
- > El tiempo de puesta a salvo se redujo dramáticamente en los últimos 50 años (de 15 a 3 minutos)

Importancia de los cables en la propagación de los incendios.

Los cables suelen tener una mayor incidencia en la propagación de los incendios, en relación a otros materiales, debido principalmente a:

- > Cruzan instalaciones de unas zonas a otras ya sea individualmente o en grupos de bandejas, y pueden considerarse como potenciales propagadores verticales y horizontales del incendio.
- > Algunos compuestos de naturaleza orgánica pueden ser buenos combustibles o generar gases inflamables que colaboran al incendio
- > Su integridad eléctrica puede quedar dañada en el incendio, provocando cortocircuitos, y estos ser focos secundarios de incendios en otros puntos.
- > Si son dañados y se anula su función pueden sufrirse riesgos muy grandes durante el incendio por falta de energía para servicios auxiliares.

No propagación de los incendios

La no propagación de los incendios se consigue por la aplicación de 3 conceptos:

- > La elección de materiales adecuados: Una vez producido el incendio, los materiales de la instalación eléctrica no deben contribuir de manera significativa a propagarlo (cables no propagadores del incendio y LSOH).
- > La compartimentación: contribuye a que el fuego no encuentre facilidades para extenderse. Se consigue con cierres estancos resistentes al fuego.
- > El corte de energía: Una vez producido un incendio, se debe cortar la energía eléctrica para evitar que ésta genere nuevos focos de ignición. Las instalaciones se deben poder desconectar bajo carga en una sola maniobra

Es decir que la seguridad frente al fuego se logra con una combinación de la obra civil y la instalación eléctrica.

Protección frente a Incendios

1) Reducción de la propagación del incendio y la emisión de calor.

Los cables eléctricos están compuestos por un conductor metálico y materiales orgánicos que componen el aislamiento y la cubierta. Estos últimos presentan diversos grados de combustibilidad.

Los cables eléctricos pueden ser el medio de propagación del incendio desde su punto de origen hacia otros locales adyacentes; el control de la propagación del incendio a través de los cables eléctricos se exige, desde hace muchos años, por casi todos los Reglamentos de Instalación (como el RIEI de la AEA), a fin de limitar este peligro.

En términos de diseño del cable, ello significa el agregado a las mezclas de aditivos "retardantes de la llama".

2) Reducción del humo y de las emisiones peligrosas

La mayor parte de las muertes en los incendios son debidas a la inhalación de gases nocivos como el monóxido de carbono (CO), el ácido clorhídrico (HCl), el Formaldehído (CH₂O), la Acroleína (C₃H₄O), el ácido Cianhídrico (HCN) y el ácido Fluorhídrico (HF). Es vital reducir la exposición a estos gases para reducir la tasa de individuos con discapacidades producidas por los efectos del fuego.

Asimismo, es esencial que la producción de humos opacos sea la menor posible durante el incendio.

La Densidad de los Humos y la emisión de gases tóxico – corrosivos son criterios fundamentales para la selección de materiales que, en caso de incendio, harán que se reduzca la presencia de gases peligrosos y se facilite la velocidad de evacuación.

Más recientemente, algunos países Europeos han reemplazado los diversos ensayos de medición de los gases generados por otro parámetro: la "Acidez de los gases", que tiene la ventaja de reunir toda la información en un único ensayo.

Comportamiento de los Cables Frente al Fuego

ENSAYOS DE LOS CABLES RESPECTO DEL FUEGO

El mayor nivel de exigencia ha permitido el desarrollo de ensayos y métodos, que de alguna manera permitan valorar, en condiciones determinadas y reproducibles, el comportamiento de los cables frente al fuego. Estos métodos, aún simulando un fuego real, no pueden sintetizar las infinitas posibilidades con las que un fuego puede manifestarse, dado que en la realidad se conjugan una gran cantidad de parámetros variables. Ante esta realidad, se fijan niveles de seguridad en base a la severidad del ensayo y a la capacidad de soportar el cable la prueba o simulacro de incendio.

Existen diferentes métodos de ensayo que corresponden a normas de distinta procedencia, las cuales reúnen cierta afinidad conceptual y una aproximación en las pruebas; ellos nos permiten valorar el comportamiento "Ignífugo" de los cables en condiciones simuladas de incendio, los más comunes son:

- > **No propagación de la llama:** Fue el primer nivel de seguridad frente al fuego, y se consideraba adecuado para instalaciones con un reducido número de cables en las canalizaciones. Hoy en día, se considera insuficiente para instalaciones fijas.

El ensayo consiste en incitar a arder a un cable colocado en forma vertical con una llama (o dos según el diámetro del cable) durante un período de tiempo determinado. Se debe verificar que el cable se autoextinga al apagar la llama.

Se trata de un ensayo de laboratorio poco exigente debido a que los materiales que lo componen, son polímeros cuya molécula contiene halógenos (PVC, PE clorado, policloropreno, etc.) que al desprenderse por efecto del calor sofocan la llama.

Esta característica nos asegura que cualquier accidente de escasa consideración se extinguirá antes de provocar un incendio; no obstante, la potencia requerida actualmente, incluso para las instalaciones domésticas, supone una mayor cantidad de cables en las canalizaciones, por lo que esta característica resulta insuficiente. Los cables tipo taller (como el TPR) o para uso subterráneo (como el Retenax) cumplen con la No Propagación de la Llama.

La norma reguladora de este ensayo es la IRAM NM IEC 60332-1.

- > **No propagación del incendio:** este ensayo define a todos aquellos cables que, sometidos a condiciones simuladas de un incendio mediante un foco de calor externo, no desprenden productos volátiles inflamables en cantidades suficientes como para provocar un foco de incendio secundario. Se podría definir como la "Capacidad de agrupamiento de cables colocados en posición vertical para no propagar un incendio".

El ensayo que define a este tipo de cables es mucho más representativo de las condiciones reales de una instalación eléctrica actual, permite determinar si un conjunto de cables es o no capaz de servir de cauce a la propagación de un incendio. El ensayo consiste en comprobar que un cierto número de cables, dispuestos verticalmente, no propaga un incendio más allá de la altura especificada en la norma. La Norma IRAM NM IEC 60332-3 es la que cubre este tipo de ensayos.

Conjunto de cables de 3,5 m de longitud situados verticalmente separados, sobre escalera. Aplicación de un mechero (18.000 Kcal/h). Todo dentro de una cabina cerrada con ventilación forzada de aire, aportando oxígeno (300 m³/h).

En función de la instalación, se dividen en tres categorías (Nivel de Severidad):

Categoría "C": Cables de secciones pequeñas (Cables de control, energía, instrumentación, etc.). Muestras de 3,5 m. cuyo volumen de material combustible (Aislantes, cubiertas, rellenos, etc.) será igual a 1.5 dm³/m longitud. El tiempo de exposición a las llamas es de 20 minutos.

Categoría "B": Idem anterior, para instalaciones de tipo medio y secciones mayores a 35 mm². Volumen de combustible: 3,5 dm³/m longitud. El tiempo de exposición a las llamas es de 40 minutos.

Categoría "A": Idem anterior. Grandes instalaciones y concentración de mazos de cables. Volumen combustible: 7 dm³/m longitud. El tiempo de exposición a las llamas es de 40 minutos.

El RIEI de la AEA solo exige valorar la carga de fuego que aportan los cables en el caso de las columnas montantes (orificios en vertical), pudiendo limitarse la misma a través de los tipos de cables (Cat. A, B o C), mediante la obra civil (por ejemplo colocándolos en cañerías) o mediante una combinación de ambas cosas. No obstante, se recomienda que esta valoración se realice en todas aquellas instalaciones que, a criterio de los especificadores, puedan presentar riesgos de fuego relevantes.

- > **Reducida emisión de gases tóxicos y corrosivos:** Los usuarios de cables han expresado su preocupación sobre la cantidad de ácidos halogenados, principalmente el ácido clorhídrico, que se desprenden cuando arden mezclas corrientes para cables de cloruro de polivinilo (PVC), policloropreno (PCP) o polietileno clorosulfonado (CSP), por su peligrosidad para las personas. Además, dicho ácido puede originar daños importantes a los equipos eléctricos aunque no hayan sido alcanzados por el propio fuego e, incluso, puede afectar la estructura de hormigón del propio edificio.

Los cables que cumplen estas dos propiedades son libres de halógenos y cuando arden, por razones exógenas emiten gases con índices de toxicidad muy reducidos debido a su prácticamente nula toxicidad.

- > **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. Los cables que cumplen esta propiedad cuando arden emiten gases transparentes, manteniendo un alto nivel de transmitancia. Esta característica es fundamental dado que permite conservar un alto grado de visibilidad y evitar, en lugares de pública concurrencia, el pánico entre las personas, y poder encontrar las salidas de evacuación, así como una rápida intervención de los servicios de extinción.

Para el ensayo de baja opacidad de humos (IEC 61034) se utiliza una cabina de 3 x 3 x 3 m³ en la que se queman muestras de 1 m de cable (el número de muestras depende del diámetro exterior). 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.

Los cables que cumplen con las normas IRAM 62266 Y 62267, como los Afumex de Prysmian, cumplen este tipo de ensayos.

- > **Resistencia al incendio:** Los cables que cumplen esta característica continúan su funcionamiento normal durante y después de un fuego prolongado, suponiendo que la magnitud del mismo sea suficiente para destruir los materiales orgánicos del cable en la zona donde se inicien las llamas. 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, alarmas, ventilación, servicios indispensables...).

Los conductores que cumplen con este requisito, cumplen con los ensayos de la norma IEC 60331, que simula las condiciones de distintos tipos de fuego (ej. con una temperatura de 842° C durante 90 minutos, soportando entre fases y tierra una tensión para la cual está garantizado); el test se considera superado si no tiene lugar ni rotura de conductores ni contacto entre los mismos. Existen también otras normas con requisitos equivalentes, en general derivadas de la IEC.

Comportamiento de los Cables Frente al Fuego

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). 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.

Los cables resistentes al incendio también deben ser no propagadores del incendio.

- > **Emisión de Gotas Encendidas:** si bien la normativa Argentina no exige verificar la emisión de gotas encendidas en caso de incendio, hay casos en los que los proyectistas deben evaluarlo; un ejemplo de ello es cuando hay cables tendidos en varias alturas y la emisión de gotas encendidas pueden generar cortocircuitos o fuegos secundarios en los circuitos que están más abajo. En estos casos se deben solicitar cables elaborados especialmente con mezclas que minimicen este riesgo.

LA NORMATIVA ARGENTINA:

El desarrollo sustentable se ha convertido en los últimos años en una de las mayores preocupaciones de la sociedad. En lo atinente a edificios y obras civiles, el desarrollo sustentable se manifiesta en la obtención de ambientes habitables, seguros y sanos que previenen degradaciones del ambiente a lo largo de su vida útil; edificios que la pérdida de recursos energéticos y materias primas.

Los cables con baja emisión de gases y humos ácidos y corrosivos se ajustan plenamente a esta filosofía, dado que suministran una gran contribución a un ambiente sano y seguro, así como a la salvaguarda de las cosas y equipamientos en caso de incendio.

El empleo de las distintas tipologías de cables respecto del fuego está establecido en el Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA, partiendo de la clasificación de la norma IEC 60364. En base a la misma, se exige de manera obligatoria el empleo de cables tipo LSOH en las construcciones con:

- > riesgo elevado de incendio: locales que por diversos motivos la evacuación es crítica (largo tiempo de evacuación y/o vías difíciles de escape) y
- > riesgo medio de incendio: locales donde la evacuación es rápida, pero el número de personas es relevante.

Ello significa que los principales ambientes donde se deben emplear los cables con baja emisión de gases y humos tóxicos y corrosivos son: Hospitales, Subterráneos y túneles, Escuelas y áreas recreativas, Centros comerciales, Discotecas, Museos y Edificios históricos, Cines, Teatros, Hoteles y Oficinas.

Los cables resistentes al incendio están previstos, para los circuitos de seguridad con alimentación independiente, en el capítulo del Reglamento dedicado a Locales de Pública Concurrencia.

CABLES PARA AMBIENTES CON PELIGRO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN:

En las instalaciones con riesgo de incendio o explosión se debe evitar que los gases calientes provenientes de un accidente eléctrico tomen contacto con los gases o vapores inflamables o explosivos.

Para ello se puede recurrir a cañerías antiexplosivas dentro de las cuales se instalan cables comunes (como nuestro tipo Sintenax Valio) o a cables con armaduras especiales aptas para instalaciones clasificadas, que se instalan a la intemperie con terminales roscados directamente sobre la armadura. Sugerimos contactar a Prysmian para definir la mejor solución para cada caso. Los cables con armaduras tradicionales de flejes helicoidales no son aptos para este tipo de instalaciones.

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

LOS CABLES ELÉCTRICOS EN LAS INSTALACIONES DE INMUEBLES

Considerando la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, a los efectos del presente Catálogo se ha considerado los adoptados en el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de la AEA, que a su vez se corresponden con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 60364-5-523. Asimismo, para ciertos puntos específicos dichas informaciones se han complementado con lo establecido por la norma UNE 20460 - "Instalaciones Eléctricas en Edificios", basada en el Documento de Armonización del CE-NELEC HD-384.

La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en esta Publicación se ajustará a lo prescrito en el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión de la AEA y a los métodos tradicionales de cálculo de corrientes, basados en procedimientos de la IEC.

MODOS DE INSTALACIÓN

En el capítulo 52 de la norma IEC 60364, así como en otras derivadas de la misma, se indican "modos de instalación" adecuados a las distintas situaciones previstas en la obra. Los mismos se resumen en una serie de "instalaciones tipo", cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar a aquellos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla de cargas común para todos los modos que se adaptan a la misma instalación tipo.

En el Reglamento de la AEA se resumen en seis instalaciones "tipo" que responden a la siguiente descripción genérica:

Modo A	– Conductores aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
Modo B1 y B2	– Cables multiconductores en tubos embutidos en una pared térmicamente aislante o caños colocados a la vista.
Modo C	– Un cable multiconductor o cables unipolares en contacto, sobre una bandeja no perforada o de fondo sólido.
Modo E	– Cables multiconductores instalados al aire libre, sobre una bandeja perforada o bandeja tipo escalera, separados de la pared una distancia superior a 0,3 veces su
Modo F	– Cables unipolares instalados al aire libre en contacto mutuo, sobre una bandeja perforada o bandeja tipo escalera, separados de la pared una distancia superior al diámetro del cable.
Modo G	– Cables unipolares instalados al aire libre, sin contacto mutuo, sobre una bandeja perforada o bandeja tipo escalera, separados de ésta y entre si una distancia supe-

Se denominan "conductores aislados" a los conductores aislados sin envoltura, como ser los cables SUPERASTIC FLEX ó AFUMEX 750. Se trata de cables termoplásticos que, en el mejor de los casos presentan un nivel de aislamiento de 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".

Por otro lado, cuando se alude a los cables, se refiere siempre a conductores aislados con una envoltura adicional como, por ejemplo, los cables SINTENAX VALIO, RETENAX VALIO o AFUMEX 1000, tanto unipolares como multipolares. Se trata de cables para una tensión nominal de 1000 V.

La posibilidad de empleo de uno u otro tipo de cable lo determinará el Reglamento de Instalaciones de Baja Tensión vigente, de acuerdo con las características de la obra

CABLES AISLADOS SEGÚN NORMAS IRAM NM 247-3 y 62267

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para conductores dispuestos en cañerías embutidas en mampostería, en cañerías dispuestas dentro de vacíos de la mampostería, en sistemas de cable-canales a la vista y en cañerías a la vista sobre paredes, las intensidades máximas en A, para una temperatura ambiente de 40° C, serán las establecidas en la Tabla correspondiente del RIEI de la AEA, basada en la tabla 52-B1 de la norma IEC 60364-5-523.

FACTORES DE CORRECCIÓN

Cuando las condiciones de la instalación sean distintas a las utilizadas como referencia para la confección de la tabla 52-C20: temperatura ambiente de 40° C, o hay más de un circuito en la misma canalización, se tomarán los factores de corrección que siguen, que también se indican en la citada norma

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Como se ha indicado anteriormente, cuando la temperatura ambiente es distinta a los 40° C, las intensidades de la tabla básica mencionada anteriormente se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el salto térmico. Este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico (TP):

$$K = \sqrt{[(70 - \Theta_a) / 30]}$$

Sobre la base de esta expresión se han obtenido los factores de corrección que se indican:

Material aislante	Temperatura ambiente (ΘA) (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	

En síntesis, cuando la temperatura ambiente es 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

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

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.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización (o un solo circuito tenga mas de una terna en paralelo), 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, deben utilizarse factores para modificar las intensidades indicadas en la tabla del punto 2.2.1, según el siguiente detalle:

Circuitos en un mismo caño	ó N° de conductores cargados	Factor
2 monofásicos	Hasta 4	0,80
3 monofásicos	Hasta 6	0,70
2 trifásicos	Hasta 6	0,80
3 trifásicos	Hasta 9	0,70

TIPOS DE CABLES PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN INMUEBLES

A continuación se relacionan algunos de los tipos de cables adecuados para instalaciones fijas en edificios (con las limitaciones fijadas por el Reglamento de Instalaciones de BT), tanto de viviendas como comerciales o industriales:

- > SUPERASTIC FLEX
- > AFUMEX 750
- > SINTENAX VALIO
- > SINTENAX VALIO COMANDO
- > RETENAX VALIO
- > AFUMEX 1000

Para alimentar equipos móviles se puede utilizar, en viviendas y oficinas los cables tipo:

- > TPR ECOPLUS
- > PVN ECOPLUS

Para aplicaciones industriales específicas, de acuerdo con las características de la instalación, se podrán emplear alguno de los tipos de cables mencionados, con las variantes requeridas por el entorno o la prestación (resistentes a los hidrocarburos, armados, blindados, etc.). Las características particulares de estos tipos de cable, se pueden encontrar en las correspondientes páginas de este Catálogo.

CABLES CON AISLACIÓN Y ENVOLTURA DE PROTECCIÓN SEGÚN NORMAS IRAM 2178 y 62266

GENERALIDADES

Este tipo de redes puede adoptar las modalidades de:

- a) En aire
- b) Directamente enterrados.
- b) Enterrados en el interior de conductos.
- c) En galerías, transitables o no,

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 termoplásticos o termoestables (XLPE, EPR o similar), de acuerdo con lo especificado en las normas IRAM 2178 o 62266.

Podrán ser de uno o más conductores y su sección será la adecuada a las intensidades a transportar, de acuerdo con el Reglamento de BT de la AEA, y para no exceder las caídas de tensión máximas previstas en dicha normativa. En cualquier caso no serán inferiores a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² 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. Por otro lado, dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del neutro deberá ser:

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

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 un punto posterior se desarrolla el caso de las instalaciones con presencia de Armónicas.

Conductores de fase(mm ²)	Sección del neutro(mm ²)	Conductores de fase(mm ²)	Sección del neutro(mm ²)	Conductores de fase(mm ²)	Sección del neutro(mm ²)
6 (Cu)	6	35	16	150	70
10 (Cu)	10	50	25	185	95
16 (Cu)	10	70	35	240	120
16 (Al)	16	95	50	300	150
25	16	120	70	400	185

En cuanto a la intensidad máxima permanente admisible en los conductores, de acuerdo con lo especificado en las reglamentaciones vigentes, dependerá de la:

- Profundidad de la instalación.

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

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

Los cables instalados en Galerías Subterráneas (no mencionados explícitamente en el Reglamento de BT de la AEA) no constituyen exactamente una instalación subterránea, pues tanto en las galerías transitables 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 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. Las características de estos cables se describen en las normas IRAM 2178 y 62266.

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES PARA CABLES EN AIRE

Las tablas de capacidad de carga incluidas en nuestros catálogos de cables **SINTENAX VALIO** (aislamiento termoplástico) y **AFUMEX 1000** y **RETENAX VALIO** (aislamiento termoestable), fabricados según normas IRAM 2178 o 62266, se han previsto para las condiciones "tipo" de la instalación; es decir un circuito de cables unipolares o un cable multipolar, trabajando con corriente alterna, dispuestos en cañería o sobre bandeja al aire libre, a una temperatura ambiente de 40° C, y están basadas en las Tablas respectivas del Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA.

Para los cables con aislación termoplástica (PVC) fabricados según normas IRAM 2178, instalados con métodos B1, B2, C o E se ha aplicado la Tabla 771.16.III (a).

Para los cables con aislación termoestable (xlpe) fabricados según normas IRAM 2178 o 61266, instalados con métodos B1, B2, C o E, se ha aplicado la Tabla 771.16.III (b).

Para los cables con aislación termoplástica (PVC) fabricados según normas IRAM 2178, instalados con métodos F o G, se ha aplicado la Tabla 771.16.III (c).

Para los cables con aislación termoestable (xlpe) fabricados según normas IRAM 2178 o 61266, instalados con métodos F o G, se ha aplicado la Tabla 771.16.III (d).

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 de catálogos deberán modificarse para que, en ningún caso, las temperaturas alcanzadas por los conductores excedan las establecidas para estos tipos de cables en servicio permanente (70° o 90° C).

FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

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

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

Temperatura de servicio Θ_s (en °C)	Temperatura ambiente (Θ_t) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Aislación PVC	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1	0,91	0,82	0,70	0,57
Aislación XLPE	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1	0,96	0,90	0,83	0,78

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

$$F = \sqrt{\frac{90 - \Theta_a}{50}}$$

En la tabla siguiente se indican 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.

Cantidad de circuitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	Métodos de Instalación
Agrupados en aire, sobre una superficie, embutidos o encerrados	1	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	A1, A2, B1, B2, D1 y D2
Una sola capa, sobre pared, piso o bandeja no perforada	1	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70	C
Una sola capa fijada debajo de cielorraso	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,61	0,61	0,61	C
Una sola capa sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	E y F
Una sola capa sobre bandeja tipo escalera o engrampada	1	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	E y F

Notas:

- Estos factores son aplicables a grupos uniformes de cables, igualmente cargados, dispuestos en una sola capa (las disposiciones en tresbolillo o cuadrado se consideran una sola capa).

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

- Cuando la separación entre cables adyacentes excede de dos veces su diámetro exterior no es necesario aplicar ningún factor de reducción.
- Los mismos factores son aplicables a grupos de dos (dos + PE), tres (tres + neutro y tres más neutro + PE) cables unipolares y a cables multipolares.
- Si un agrupamiento está formado por cables de dos y tres conductores, el número total de cables es tomado como número de circuitos, y el factor de corrección se aplicará a la tabla para dos conductores cargados para aquellos cables de dos conductores y a la tabla de tres conductores cargados para aquellos de tres conductores, respectivamente.
- Si el agrupamiento está constituido por n cables en paralelo, se podrá considerar como n/2 circuitos de dos conductores cargados o como n/3 circuitos de tres conductores cargados.
- Los valores indicados son valores medios en el rango de dimensiones de conductores y de métodos de instalación comprendidos en las tablas de valores de referencia, y corresponden a un espaciamiento vertical de las bandejas de 300 mm y una separación mínima entre la bandeja y la pared de 225 mm. Para espaciamientos entre bandejas inferiores a los indicados los factores deberían ser reducidos.
- Para instalaciones o métodos de instalación no previstos en estas tablas puede ser necesario utilizar los valores calculados para casos específicos (ver ejemplos en el Cap. 52 del RIEI de la AEA)
- Los conductores de Protección PE no se consideran como conductores cargados
- Para cables a instalar en locales con riesgo de explosión considerar un factor de corrección adicional de 0,85

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES PARA CABLES ENTERRADOS

Intensidad máxima admisible, en amperes, para cables con conductores de aluminio de los tipos **SINTENAX VALIO** (aislamiento termoplástico) y **AFUMEX 1000** y **RETENAX VALIO** (aislamiento termoestable), fabricados según normas IRAM 2178 o 62266.

Las tablas de carga que siguen se han previsto para las siguientes condiciones "tipo" de la instalación; es decir: un cable trifásico, o monofásico, trabajando con corriente alterna, directamente enterrado en toda su longitud en una zanja de 70 cm de profundidad, en un terreno de resistividad media $1 \text{ K } \times \text{ m } / \text{ W}$ y temperatura ambiente de 25° C o una terna, o un par, de cables unipolares.

Para los cables dispuestos en conductos enterrados se aplica la Tabla 771.16.V (a) del Reglamento de la AEA, mientras que para los cables directamente enterrados se aplica la Tabla 771.16.V (b) del citado Reglamento.

Nota: en el caso de los cables unipolares las intensidades de corriente de nuestros catálogos no coinciden con las del RIEI de la AEA por cuanto estas no se corresponden a dicha tipología de instalación.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA CABLES ENTERRADOS

FACTOR DE CORRECCIÓN, F, PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DISTINTAS DE 25° C.

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

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno (Θ_t) (en °C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
70	1,16	1,10	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66
90	1,11	1,07	1,04	1	0,97	0,93	0,89	0,83	0,79

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será:

$$F = \sqrt{\frac{90 - \Theta_t}{65}}$$

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

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K·m/W.

En el Reglamento de Instalaciones en Inmuebles de la AEA se mencionan los siguientes coeficientes de corrección:

Tipo de terreno	Tierra muy Húmeda	Tierra Húmeda	Tierra Normal Seca	Tierra muy Seca	70% tierra 30% Arena, ambas	70% Arena 30% Tierra, ambas	Arena muy Seca
Resistividad térmica del terreno (k·m/W)	0,5	0,8	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección, cables dentro de caños o conductos enterrados	1,08	1,02	1,00	0,93	0,89	0,85	0,81
Factor de corrección, cables directamente enterrados	1,25	1,08	1,00	0,85	0,75	0,67	0,60

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

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

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA MAS DE UN CIRCUITO, cables directamente enterrados

Número de circuitos	En contacto	1 diámetro	Separación (a) entre bordes internos		
			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

FACTORES DE REDUCCIÓN PARA AGRUPAMIENTOS EN CAÑERÍAS Y CONDUCTOS ENTERRADOS

> un cable multipolar por caño

Número de caños	Separación (a) entre bordes internos			
	En contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90

> Un cable unipolar en caño no metálico

Número de circuitos de dos o tres cables	Separación (a) entre bordes internos			
	En contacto	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90

FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO

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

En el caso de cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares, siempre que sea posible se instalará un circuito por tubo, cuyo diámetro interior sea el doble del diámetro exterior del cable. Este modo de instalación supone un incremento de la resistencia térmica respecto al enterrado directamente, por lo que se aplicarán los factores de corrección que se indican a continuación:

CANALIZACIONES ENTUBADAS

a) 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.

b) Otras canalizaciones entubadas

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

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. La agrupación de varios tubos se considerará como agrupación de circuitos.

Modos de Instalación y Corrientes Admisibles

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

En las tablas que siguen se indican las densidades de corriente de cortocircuito, en A/mm², admisibles en los conductores de aluminio y de cobre de los cables aislados con materiales termoestables, en función de los tiempos de duración del cortocircuito y algunas intensidades de cortocircuito en A, para algunas secciones usuales.

DENSIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO, EN A/mm², PARA CONDUCTORES DE ALUMINIO

DENSIDAD DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO, EN A/mm², PARA CONDUCTORES DE COBRE

En base a las densidades de corriente de cortocircuito citadas anteriormente, en A/mm², a continuación se indican las intensidades máximas de cortocircuito admisibles, en kA, en función de los diferentes tiempos de duración del cortocircuito para algunas secciones típicas.

Tipo de aislamiento	Tcc (°C)	Duración del cortocircuito, en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	250	294	203	170	132	93	76	66	59	54

Tipo de aislamiento	Tcc (°C)	Duración del cortocircuito (en s)								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE y EPR	250	449	318	259	201	142	116	100	90	82

CONDUCTORES DE COBRE

Sección del conductor (mm ²)	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	7,2	5,0	4,1	3,2	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3
25	11,2	7,9	6,4	5,0	3,5	2,9	2,5	2,2	2,0
50	22,4	15,9	12,9	10,0	7,1	5,8	5,0	4,5	4,1
95	42,6	30,2	24,6	19,0	13,4	11,0	9,5	8,5	7,8
150	67,3	47,7	38,8	30,1	21,3	17,4	15,0	13,5	12,3
240	108	76,3	62,1	48,2	34,0	27,8	24,0	21,6	19,6

CONDUCTORES DE ALUMINIO

Sección del conductor (mm ²)	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
16	4,7	3,2	2,7	2,1	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
25	7,3	5,0	4,2	3,3	2,3	1,9	1,6	1,4	1,3
50	14,7	10,1	8,5	6,6	4,6	3,8	3,3	2,9	2,7
95	27,9	19,2	16,1	12,5	8,8	7,2	6,2	5,6	5,1
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240	70,6	48,7	40,8	31,7	22,3	18,2	15,8	14,2	13,0

Para otros tipos de cable o sistemas de instalación, deberá consultarse con las normas o Reglamentos vigentes en la zona de instalación.

TIPOS DE CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

A continuación se relacionan algunos de los tipos de cables adecuados para instalaciones en redes subterráneas para distribución en Baja Tensión:

- > **SINTENAX VALIO**
- > **RETENAX VALIO**
- > **RETENAX FLEX** (donde los Reglamentos de Instalación permitan su empleo)
- > **AFUMEX 1000**

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

Nuevos Criterios para el Dimensionamiento de Conductores Eléctricos

Cargas No Lineales

Los métodos tradicionales para la selección y dimensionamiento de conductores son válidos para cargas lineales, pero en instalaciones con presencia de Armónicas pueden ocasionar errores importantes.

La presencia de **Armónicas** constituye una de las problemáticas más frecuentes de la Calidad de la Energía, lo que justifica una comprensión integral del problema.

Las **Armónicas** son tensiones o corrientes sinusoidales con frecuencias que son múltiplos enteros de la frecuencia a la que está diseñada para operar el sistema de alimentación (llamada frecuencia *fundamental*), que en Argentina es de 50 hertz (ciclos por segundo). Es decir que en un sistema de 50 hertz, la segunda Armónica será de 100 hertz, la tercera de 150 hertz, y así sucesivamente.

Los motores, las luces incandescentes y las cargas emisoras de calor son **lineales** por naturaleza. Ello significa que la impedancia es esencialmente constante, y permanece indiferente a las tensiones aplicadas.

Una carga **no lineal** es aquella en la que las corrientes no son proporcionales a las tensiones instantáneas, por lo que no describen una línea recta con respecto a la tensión sino una curva.

Cuando se energizan los sistemas que presentan características no lineales se generan **Armónicas**, que pueden distorsionar severamente la potencia de suministro y causar problemas a otros equipos conectados a la misma fuente. En la Figura 1 se puede observar la forma de onda de la corriente fundamental (senoidal) con terceras y quintas Armónicas.

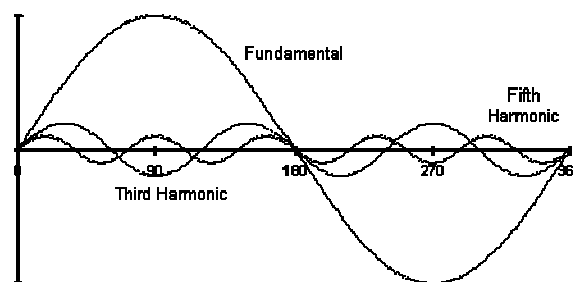


Figura 1

En la Figura 2 se muestra la onda resultante, distorsionada por el agregado de un 20% de terceras Armónicas y un 10% de quintas Armónicas. En la práctica, la forma de onda de corriente resulta ser mucho más distorsionada que la del ejemplo.

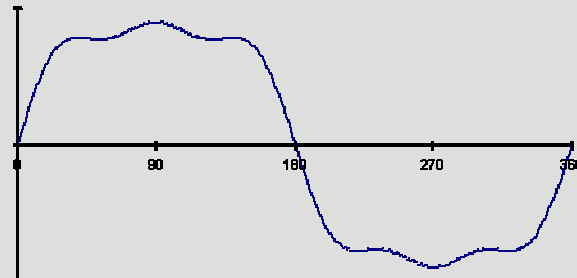


Figura 2

La secuencia de las Armónicas puede ser positiva (insertan corrientes en sentido de las agujas del reloj), negativa (insertan corrientes en sentido contrario a las agujas del reloj) o las llamadas de secuencia cero (no tienen sentido de rotación), tal como se indica en la Tabla 1.

Armónico	Funda-mental	2da.	3ra.	4ta.	5ta.	6ta.	7ma.	8va.	9na.
Frecuencia	50	100	150	200	250	300	350	400	450
Secuencia	+	-	0	+	-	0	+	-	0

Tabla 1

Entre los principales efectos ocasionados por las Armónicas podemos mencionar:

- > De secuencia positiva: calentamiento de conductores, apertura de interruptores, etc.
- > De secuencia negativa: calentamiento de conductores, problemas en los motores (se frenan), etc.
- > De secuencia cero: calentamiento de conductores, se suman las corrientes en el neutro (en sistemas trifásicos con neutro).

Por otra parte, si la forma de onda es simétrica (como es el caso de los sistemas de potencia) las armónicas pares desaparecen (se cancelan entre sí).

Las normas indican los valores de referencia, pero muy a menudo estos límites son superados, menospreciando la funcionalidad de la instalación eléctrica. La importancia del problema radica en que cerca del 50% de los equipamientos actuales pueden generar distorsiones Armónicas.

Entre los dispositivos que pueden generar una respuesta no lineal y ocasionan deformaciones en las formas de ondas encontramos: equipos de control de procesos, equipos de conversión de estado sólido, computadoras, variadores de velocidad, variadores de intensidad de iluminación (dimmers), balastos de tubos fluorescentes, alimentación rectificadas de 6 o de 12 pulsos, etc.

Nuevos Criterios para el Dimensionamiento de Conductores Eléctricos

Probablemente quienes contribuyen en mayor medida al problema de las Armónicas son las computadoras personales (PC), los equipos de oficina y otros dispositivos electrónicos que emplean una alimentación de potencia de tipo switch para generar la tensión continua de trabajo. Estos tipos de equipos generan importantes corrientes de terceras Armónicas (150 Hz.).

Efectos de las Armónicas sobre las Cargas:

La presencia de corrientes Armónicas no afecta de la misma forma a los diferentes tipos de cargas, pudiendo mencionarse en forma genérica que los inconvenientes más severos se observan cuando estas cargas se conectan a líneas monofásicas correspondientes a sistemas trifásicos que tienen un neutro en común. En el presente trabajo nos restringiremos a los efectos sobre los conductores eléctricos, siendo los de mayor importancia los siguientes:

- > Sobrecalentamiento del conductor neutro de la instalación y de sus conexiones, pudiendo producir sobretensiones que dañen computadoras y equipos electrónicos.
- > Sobrecalentamiento de las fases por efecto pelicular (skin).

Sobrecalentamiento del neutro en instalaciones trifásicas de BT:

En sistemas trifásicos de 3 conductores más neutro las corrientes de cargas fase a neutro fluyen por cada fase del conductor y retornan por el neutro común. Las corrientes de las tres fases están separadas 120° y, si las cargas trifásicas son lineales y están balanceadas (las tres cargas son iguales), la corriente en el neutro es igual a cero; asimismo, cuando las cargas no están balanceadas por el neutro circula una corriente equivalente al desbalance de las fases.

Históricamente, se ha tomado ventaja de esta situación utilizando conductores cuyo neutro tiene la mitad de sección que las fases. No obstante, aunque las corrientes fundamentales se cancelen en el neutro las corrientes Armónicas no lo hacen (las de secuencia cero como la tercera y la novena se suman en el neutro). Un reciente caso de estudio encontró corrientes de neutro de 150 A mientras las corrientes de fase eran de solo 100 A. La corriente de neutro puede llegar fácilmente a ser el doble de las de fase mientras que, como ya se dijo, la sección del conductor suele ser la mitad.

Debido al efecto mencionado los conductores de neutro debieran tener el doble de sección que las fases, lo que se puede obtener más fácilmente utilizando cables de cinco conductores; uno para cada fase y dos para repartir el neutro, todos de igual sección. Cables de estas características ya son comunes en algunos países europeos y, por el momento, en nuestro país solo se fabrican bajo pedido.

Si no fuera posible utilizar cables de cinco conductores, se puede recurrir a cables unipolares, empleando para el neutro el doble de sección que para las fases; aunque ello tiene otras desventajas como una mayor caída de tensión.

La alternativa de agregar para el neutro un cable separado en paralelo a una instalación existente de cuatro conductores debe considerarse como poco satisfactoria, debido a que al estar físicamente separados la inductancia mutua entre ellos o con las fases es menor que entre un neutro íntegro y las fases. Ello tiene el efecto de incrementar la impedancia aparente del conductor externo, con la consecuente disminución de la corriente transportada por el neutro.

El principal problema que se presenta para aplicar estos modelos radica en el hecho de que cuando se está diseñando una instalación en general no se conoce el contenido Armónico de las cargas; para ello la recomendación es consultar los manuales de los equipos que se piensa instalar. A título de referencia incluimos algunos valores comunes:

Tipo de carga	Contenido Armónico (% de la fundamental)							
	1	2	5	7	9	11	13	15
Rectificadores de 6 pulsos	100	-	17	11	-	5	3	-
Rectificadores de 12 pulsos	100	-	3	2	-	5	3	-
Rectificadores de 18 pulsos	100	-	3	2	-	1	0.5	-
Rectificadores de 24 pulsos	100	-	3	2	-	1	0.5	-
Computadoras	100	56	33	11	5	4	2	1
Equipos electrónicos en general	100	18	15	8	3	2	1	0.5
Oficina con PC's	100	51	28	9	6	4	2	2
Variadores de Veloc. (rango)	100	1 a 9	40 a 65	17 a 41	1 a 9	4 a 8	3 a 8	0 a 2

“Efecto Pelicular” (Skin)

La corriente alterna tiende a circular por la superficie exterior de un conductor, lo que se conoce como efecto “piel” (o skin por su nombre en inglés). El efecto “piel” se produce debido a que cuando una corriente alterna pasa a través de un conductor se crea a su alrededor un campo magnético variable que induce una diferencia de potencial en su seno o en los conductores situados en su proximidad; ello provoca corrientes que se oponen parcialmente a las que recorren los conductores y ocasionan el aumento en su resistencia óhmica y pérdidas por efecto Joule.

El efecto Skin es normalmente ignorado debido a que tiene un pequeño efecto a las frecuencias de la corriente de alimentación, pero por encima de los 300 Hz, (7ma. Armónica y superiores), el efecto “piel” se vuelve significativo, causando pérdidas adicionales por calentamiento. Ello se debe a que el incremento de resistencia es proporcional al cuadrado de la frecuencia que, como dijimos, en el caso de Armónicas suelen ser muy elevadas.

Soluciones para los problemas ocasionados por las Armónicas:

En el momento del proyecto debe preverse la presencia de niveles de Armónicas elevados así como los factores correctivos, de modo de evitar fenómenos de mal funcionamiento en la instalación y en algunos de los aparatos conectados.

Las perturbaciones Armónicas dentro de una instalación eléctrica, resultan variables en el tiempo, tanto en su intensidad como en el número de cargas perturbadoras en un momento dado y en el perfil de la perturbación misma, que cambia según las condiciones de funcionamiento.

Nuevos Criterios para el Dimensionamiento de Conductores Eléctricos

Además, las tensiones Armónicas son más elevadas en proximidad a la fuente contaminante y por lo tanto estas cargas primordialmente se perturban entre sí; después, tratándose de perturbaciones conducidas, influyen también en el funcionamiento de otros aparatos alimentados por la misma red.

La elección de la solución apropiada depende de la naturaleza precisa de las causas. Las posibles soluciones incluyen dos técnicas básicas:

- Sobredimensionamiento de las Instalaciones.
- Técnicas de Acondicionamiento de Redes.

El **Sobredimensionamiento de las instalaciones** es una técnica muy importante en instalaciones con presencia de Armónicos. Con fuentes de mayor potencia y pletinas y cables de mayor sección se consigue que el efecto de los armónicos tenga menor incidencia. Al tener mayor potencia la fuente la distorsión será menor, ya que la relación de la potencia armónica respecto de la potencia de la fuente será menor.

Si los Armónicos tienen una sección mayor de cable o de pletina por donde circular, el efecto piel o pelicular tendrá menor incidencia provocando un menor calentamiento de los conductores y de las protecciones.

Es decir que al sobredimensionar la instalación disminuye su impedancia total, evitando que aumenten las pérdidas por efecto Joule ocasionadas por los armónicos.

Las **Técnicas de Acondicionamiento de Redes** incluyen equipos como Filtros de Armónicas, Transformadores de Aislación y Acondicionadores Activos de Armónicas.

Cuando el perfil de Armónicas es impredecible o donde la tercera Armónica es la más significativa el empleo de filtros suele no resultar práctico. Típicamente estas situaciones se presentan en UPS's monofásicas, centros de cómputos y dispositivos convertidores / inversores.

Aún con el agregado de equipos que corrijan parcialmente la forma de onda, existen casos en que los mismos pueden salir de servicio por fallas o mantenimiento, por lo que es aconsejable que el sistema de cableado sea capaz de transportar las corrientes Armónicas, por lo que el neutro debe tener la sección adecuada (en casos extremos hasta el doble de las fases).

Método aproximado de Dimensionamiento

En caso de no contar con software o métodos de cálculo específicos que contemplen el problema de la Armónicas se puede recurrir a un método aproximado consistente en aplicar coeficientes de reducción de la capacidad de corriente (Tabla 2). Este método se basa en las siguientes hipótesis:

- Se trata de un sistema trifásico equilibrado;
- La única armónica significativa que no se cancela en el neutro es la tercera;
- El cable está constituido por 4 o 5 conductores y el neutro es del mismo material y de la misma sección del conductor de fase.

Sobre la base de estas hipótesis, el método simplificado de dimensionamiento consiste en:

- > Si I_N no es elevada con relación a I_F , es necesario reducir la portada para los tres conductores cargados como se indica en la Tabla siguiente.
- > Si $I_N > I_F$ las dimensiones del cable deben obtenerse sobre la base de la corriente de neutro (es decir que a las fases se le asigna la misma sección que al neutro).
- > Si $I_N > 135\%$ de I_F , en las mismas hipótesis, no resulta necesario aplicar factores de corrección desde el momento que los tres conductores de fase no estarán completamente cargados y el mayor calor generado por el neutro se compensa con la disminución del calor generado en los primeros.

Corriente de 3ra. Armónica en la fase (%)	Valor seleccionado basándose en la corriente de fase	Valor seleccionado basándose en la corriente de fase
0 – 15	1	-
15 – 33	0.86	-
33 – 45	-	0.86
> 45	-	1

Tabla 2

Para comprobar la aplicación del método supongamos un circuito trifásico (4 conductores) instalado sobre pared con una carga nominal de 39 A.

Si aplicamos el criterio tradicional seleccionaríamos **un cable de 6 mm²**, cuya capacidad de carga es de 41 Ampere.

Si el circuito tuviera un 20% de 3ras. Armónicas la selección del conductor se realizaría por la corriente de fase. En este caso habría que aplicar un coeficiente de reducción de 0,86 para la carga, es decir = $39 / 0,86 = 45$ A; que requiere **un cable de 10 mm²**

Si el circuito tuviera un 50% de 3ras. Armónicas la selección del conductor se realizaría por la corriente de neutro, que en este caso sería = $39 * 0,5 * 3 = 58,5$ Ampere; por lo que se requiere un **cable de 16 mm²**.

Baja Tensión

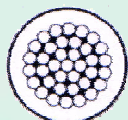
450 / 750 V

H07V-K



NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION



CARACTERISTICAS

Instalaciones Fijas

SUPERASTIC FLEX

IRAM NM 247-3

> CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

> AISLANTE

PVC ecológico, en colores marrón, blanco, negro, rojo, celeste, y verde/amarillo.

Marcaación:

PRYSMIAN SUPERASTIC FLEX - Industria Argentina — 450/750V — Sección (mm²) - IRAM NM 247 02-05 BWF-B - Sello IRAM - RIN 288391/8.

> Normativas

IRAM NM 247-3 (ex 2183), NBR NM 247-3 (ex6148); IEC 60227-3 u otras bajo pedido.

Ensayos de fuego:

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.

No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23; NBR 6812 Cat. BWF; IEEE 383.

Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

Cables para instalaciones de iluminación y distribución de energía en el interior de edificios civiles e industriales, en circuitos primarios, secundarios y derivaciones, instalados en tableros, en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos.



Norma de



Tensión nominal



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



No propagación del incendio



Extradeslizante



PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Cañería embutida



Cañería a la vista



Cableado de tableros

Características técnicas

Sección nominal mm ²	Diámetro máx. de alambres del conductor mm	Espesor de aislación nominal mm	Diámetro exterior aprox. mm	Masa aprox. kg/km	Intensidad de corriente admisible en cañerías (3)		Caída de tensión (4) V/A km	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c.c. ohm/km
					(1) A	(2) A		
0,75	0,21	0,6	2,3	11	9	8	50	26
1,0	0,21	0,6	2,5	15	11,5	10,5	37	19,5
1,5	0,26	0,7	3,0	20	15	13	26	13,3
2,5	0,26	0,8	3,6	31	21	18	15	7,98
4	0,31	0,8	4,1	45	28	25	10	4,95
6	0,31	0,8	4,7	63	36	32	6,5	3,30
10	0,41	1,0	6,0	107	50	44	3,8	1,91
16	0,41	1,0	7,0	167	66	59	2,4	1,21
25	0,41	1,2	9,6	268	88	77	1,54	0,78
35	0,41	1,2	10,8	361	109	96	1,20	0,554
50	0,41	1,4	12,8	511	131	117	0,83	0,386
70	0,51	1,4	14,6	698	167	149	0,61	0,272
95	0,51	1,6	16,8	899	202	180	0,48	0,206
120	0,51	1,6	19,7	1175	234	208	0,39	0,161

(1) 2 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(2) 3 conductores cargados + PE en cañerías embutidas en mampostería, temperatura ambiente 40° C.

(3) Para Instalaciones en aire (no contempladas en el Regl. de Instalaciones en Inmuebles de la AEA) considerar los valores (1) y (2)

(4) Cables en contacto en corriente alterna monofásica 50 Hz., cos φ = 0,8.

Coefficientes de corrección de la corriente admisible:

- Para dos circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,80
- Para tres circuitos en una misma cañería multiplicar por 0,70
- Para temperatura ambiente de 30 ° C multiplicar por 1.15
- Para temperatura ambiente de 20 ° C multiplicar por 1.29

Acondicionamientos

Sección nominal mm ²	Cajas 100 metros	Cajas 30 metros	Rollos 100 metros	Bobinas (longitud fija)	Bobinas (por metro)
0,75	x				
1,0	x			900 m	
1,5	x	x		800 m	
2,5	x	x		500 m	
4	x	x		400 m	
6	x			300 m	
10			x		
16			x		
25			x		

35 - 120

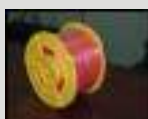
x



Cajas de 100 metros



Rollos de 100 metros



Bobinas con longitud fija



Bobinas con longitud variable

Baja Tensión

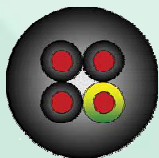
300 ó 500 V

H03VV-F / H05VV-F



NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION



CARACTERÍSTICAS



Norma de



Tensión nominal hasta 1mm²



Tensión nominal > 1mm²



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica



Sello de Seguridad Eléctrica

Instalaciones Móviles

TPR ECOPLUS

IRAM NM 247-5

> CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

> AISLANTE

PVC ecológico tipo D.

Colores de aislamiento: Bipolares: Ma/Ce; Tripolares: Ma/Ce/Ve-Am; Tetrapolares; Ne/Ma/Ce/Ve-Am y Multipolares: identificación por números pintados.

> ENVOLTURA

PVC ecológico tipo ST5, de color negro o amarillo.

Marcación:

PRYSMIAN TPR - IND. ARG. - 300/500V - Nro. * Sección IRAM NM 247-53 C5 - RIN 288391/8.

> Normativas

IRAM NM 247-5 u otras bajo pedido.

Tensión nominal de servicio 300V (hasta 1 mm²) y 500 V para secciones superiores

Ensayos

Ensayos eléctricos:

De tensión en c.a. durante 5 minutos: 1500V en los cables de hasta 0,6mm de espesor de aislamiento y de 2000V en los cables de más de 0,6mm.

Ensayos de fuego:

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.

Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

Cables flexibles para uso en instalaciones móviles y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción.

CONDICIONES DE EMPLEO



Servicio Móvil Doméstico



Servicio Móvil Industrial

Cables flexibles para uso en instalaciones móviles y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción. Tipo H03VV-F y H05VV-F.

300 ó 500 V

IRAM NM 247-5

Características técnicas

Formación	Diámetro máx. de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Diámetro exterior aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible (1)	Resist. eléctrica máxima a 20°C y c. c.
Nº x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x1	0,21	0,6	0,8	6,7	62	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,8	7,7	83	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	1,0	9,4	127	16	7,98
2x4	0,31	0,8	1,1	10,6	173	22	4,95
2x6	0,31	0,8	1,3	12,4	245	30	3,30
2x10	0,41	1,0	1,5	15,5	396	45	1,91
3x1	0,21	0,6	0,8	7,1	74	7	19,5
3x1,5	0,26	0,7	0,9	8,4	103	10	13,3
3x2,5	0,26	0,8	1,1	10,2	159	16	7,98
3x4	0,31	0,8	1,2	11,5	218	22	4,95
3x6	0,31	0,8	1,4	13,7	328	30	3,30
3x10	0,41	1,0	1,5	16,8	520	40	1,91
4x1	0,21	0,6	0,9	8,0	93	7	19,5
4x1,5	0,26	0,7	1,0	9,3	130	10	13,3
4x2,5	0,26	0,8	1,1	11,1	194	16	7,98
4x4	0,31	0,8	1,3	12,7	274	22	4,95
4x6	0,31	0,8	1,4	14,8	399	30	3,30
4x10	0,41	1,0	1,6	18,5	647	40	1,91
5x1,5	0,26	0,7	1,1	10,4	159	10	13,3
5x2,5	0,26	0,8	1,2	12,5	240	16	7,98

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

Acondicionamientos:



Rollos de 100 metros



Bobinas de madera

Baja Tensión

300 / 300 V

H03VV-F



NORMAS DE REFERENCIA

DESCRIPCION

CARACTERÍSTICAS

Instalaciones Móviles

PVN ECOPLUS

IRAM NM 247-5

> CONDUCTOR

Metal: Cobre electrolítico recocido.

Flexibilidad: clase 5; según IRAM NM-280 e IEC 60228.

Temperatura máxima en el conductor: 70° C en servicio continuo, 160° C en cortocircuito.

> AISLANTE

PVC ecológico tipo D.

Colores de aislamiento: Ma/Ce Ma/Ce/Ve-Am

> ENVOLTURA

PVC ecológico tipo ST5, de forma chata y color marfil.

Marcaación:

PRYSMIAN PVN - IND. ARG. - 300/300V - Nro. * Sección IRAM NM 247-5 RIN 288391/8.

> Normativas

IRAM NM 247-5, IEC 60227-5 u otras bajo pedido.

Tensión nominal de servicio 300V

> Ensayos

Ensayos eléctricos.

De tensión en c.a. durante 5 minutos: 1500V

en los cables de hasta 0,6mm de espesor de aislamiento y de 2000V en los cables de más de 0,6mm.

Ensayos de fuego:

No propagación de la llama: IRAM NM IEC 60332-1.

No propagación del incendio: IRAM NM IEC 60332-3-23.

> Certificaciones

Todos los cables de Prysmian están elaborados con Sistema de Garantía de Calidad bajo normas ISO 9001 - 2000 certificadas por la UCIEE

> Cables flexibles diseñados para uso en instalaciones móviles industriales y domésticas y aparatos portátiles en general, excluyendo los aparatos de calefacción.



Norma de Fabricación



Tensión nominal hasta 1mm²



Tensión nominal > 1mm²



Temperatura de servicio



Cuerdas flexibles



No propagación de la llama



PVC ecológico



Sello IRAM



Sello de Seguridad Eléctrica

CONDICIONES DE EMPLEO



Servicio Móvil Doméstico



Servicio Móvil Industrial

▶ Cables flexibles diseñados para uso en instalaciones móviles industriales y domésticas y aparatos portátiles en general, tipo HO3VV-F

▶ 300 / 300 V

▶ IRAM NM 247-5

Características técnicas

Formación	Diámetro máximo de alambres del conductor	Espesor nominal de aislación	Espesor nominal de la envoltura	Dimensiones exteriores aprox.	Masa aprox.	Intensidad de corriente admisible en servicio continuo (1)	Resistencia Eléctrica máxima a 20°C y c. c.
N° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	A	ohm/km
2x0,50	0,21	0,5	0,6	3,5 x 5,5	28	3	39
2x0,75	0,21	0,5	0,6	3,7 x 5,9	34	5	26
2x1	0,21	0,6	0,6	4,1 x 6,6	44	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,6	4,5 x 7,5	58	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	0,6	5,1 x 8,8	85	16	7,98
2x1	0,21	0,6	0,6	4,1 x 9,2	64	7	19,5
2x1,5	0,26	0,7	0,6	4,5 x 10,6	86	10	13,3
2x2,5	0,26	0,8	0,6	5,1 x 12,5	126	16	7,98

(1) Válida para temperatura ambiente de 40° C.

Acondicionamientos:



Rollos de 100 metros