

CRITERIOS PARA CÁLCULO DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS PARA ENERGÍA

1. Criterio I: Verificación Mecánica

Cualquier conductor para fuerza motriz debe ser superior a 2,5 mm², preferentemente 4 mm².

2. Criterio II: Tensión nominal

Es el valor que define el aislamiento. Se deberá cumplir en todo momento que su tensión nominal sea superior, o a lo sumo igual a la tensión de servicio existente en la instalación. ($Un \geq Us$).

Los conductores para las instalaciones eléctricas de baja tensión son diseñados para tensiones de servicio de 1,1 KV.

3. Criterio III: Verificación Térmica

Será el que determine en principio la sección del conductor. El valor eficaz de la intensidad de corriente nominal del circuito no tendrá que ocasionar un incremento de temperatura superior a la especificada para cada tipo de cable. Para los conductores aislados y sin envoltura de protección, la norma IRAM 2183 refiere las intensidades máximas admisibles para cables instalados en cañerías, servicio continuo, con temperaturas límites de 40°C para el ambiente, 70°C en el conductor y 160°C en caso de cortocircuito, si la temperatura ambiente es mayor o menor de 40°C se podrá multiplicar por su factor de corrección:

Sección del conductor [mm ²] (IRAM 2183)	Corriente máxima admisible [A]
1	9,6
1,5	13
2,5	18
4	24
6	31
10	43
16	59
25	77
35	96
50	116
70	148
95	180

Temperatura [°C]	Factor de corrección Adimensional
25	1,33
30	1,22
35	1,13
40	1
45	0,86
50	0,72
55	0,5

4. Criterio IV: Verificación de la caída de tensión

Elegido el tipo y la sección Sc de los conductores por la corriente de carga, su modo de instalación y temperatura ambiente, es necesario realizar dos verificaciones. De no

cumplirse alguna de ellas, se optará por la sección inmediata superior y se vuelve a verificar hasta que ambas se cumplan.

La verificación de la caída de tensión considera la diferencia de tensión entre los extremos del conductor, calculada en base a la corriente absorbida por todos los elementos conectados al mismo y susceptibles de funcionar simultáneamente. Se deberá cumplir que no supere la carga máxima admisible por la carga, de acuerdo con:

$$\Delta U \leq \Delta U_{adm}$$

Para su cálculo debe aplicarse la siguiente expresión:

$$\Delta U = K \cdot I_n \cdot L \cdot (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

ΔU = caída de tensión expresada en Voltios

3% para iluminación

5% para fuerza motriz

15% para fuerza motriz en el arranque

K= constante referida al tipo de alimentación (de valor igual a 2 para sistemas monofásicos y $\sqrt{3}$ para trifásicos)

I_n = corriente nominal de la instalación más la sobrecarga o I_{arr}

L=longitud del conductor en [Km]

R = resistencia del conductor en [Ω /Km]

X = reactancia del conductor en [Ω /Km]

φ = ángulo de potencia

$\cos \varphi$ = factor de potencia.

Sección conductor de Cu[mm ²]	Resistencia en C.A. a 70°C[Ω / m x 10 ⁻³]	Reactancia inductiva a 50 Hz [Ω /m x 10 ⁻³]
1	19,5	0,35
1,5	13,3	0,33
2,5	7,98	0,31
4	4,95	0,29
6	3,3	0,28
10	1,91	0,27
16	1,21	0,25
25	0,78	0,24
35	0,554	0,23
50	0,386	0,22
70	0,272	0,21
95	0,20	0,20

5. Criterio V: Verificación al cortocircuito

Se realiza para determinar la máxima sollicitación térmica a que se ve expuesto el conductor durante la evolución de corrientes de breve duración o cortocircuitos. Existirá entonces, una sección mínima S que será función del valor de la potencia de cortocircuito en el punto de alimentación, el tipo de conductor evaluado y su protección automática asociada. En esta verificación se deberá cumplir con:

$$S = S_c$$

Siendo S_c la sección calculada térmicamente y verificada por caída de tensión.

El cálculo de esta sección mínima está dado por:

$$S \geq \frac{I_{cc}}{k} \cdot \sqrt{t}$$

Siendo:

S = Sección mínima del conductor en mm^2 que soporta el cortocircuito

I_{cc} = Valor eficaz de la corriente de cortocircuito en Amper

t = Tiempo de actuación de la protección en segundos (EJEMPLO 0,040 s)

K = Constante que contempla el tipo de conductor, sus temperaturas máximas de servicio y la alcanzada al finalizar el cortocircuito previstas por la norma:

$K = 114$ para conductores de cobre aislados en PVC

$K = 74$ para conductores de aluminio aislados en PVC

$K = 142$ para conductores de cobre tipo XLP y EPR

$K = \text{ídem}$ para el aluminio

Si la S que verifica el cortocircuito es menor que la S_c , se adopta esta última. En caso contrario, se deberá incrementar la sección del cable y volver a realizar la verificación hasta que se compruebe $S = S_c$.

Sección del conductor en COBRE		Longitud de la línea en m																										
mm ²																												
1,5																												
2,5																												
4																												
6																												
10																												
16																												
25																												
35																												
50																												
70																												
95																												
120																												
150																												
185																												
240																												
300																												
400																												
500																												
625																												
2x95																												
2x120																												
2x150																												
2x185																												
2x240																												
3x95																												
3x120																												
3x150																												
3x185																												
3x240																												

Corriente de cortocircuito al final del cable en kA																												
lcc (kA)																												
100	94	93	92	91	90	83	70	66	62	55	49	33	20	16	14	11	8,8	4,7	2,4	1,9	1,6	1,2	1,0	0,5				
90	85	84	84	83	82	76	65	62	58	52	47	32	19	16	14	11	8,7	4,7	2,4	1,9	1,6	1,2	1,0	0,5				
80	76	76	75	74	74	69	60	57	54	48	44	31	19	16	14	11	8,6	4,7	2,4	1,9	1,6	1,2	1,0	0,5				
70	67	67	66	66	65	61	54	52	49	44	41	29	18	15	13	10	8,5	4,6	2,4	1,9	1,6	1,2	1,0	0,5				
60	58	57	57	57	56	54	48	46	44	40	37	27	18	15	13	10	8,3	4,6	2,4	1,9	1,6	1,2	0,9	0,5				
50	49	48	48	48	47	45	41	40	38	35	33	25	17	14	12	9,8	8,1	4,5	2,4	1,9	1,6	1,2	0,9	0,5				
40	39	39	39	39	38	37	34	33	32	30	28	22	15	13	12	9,3	7,8	4,4	2,3	1,9	1,6	1,2	0,9	0,5				
35	34	34	34	34	34	33	30	30	29	27	26	21	15	13	11	9,0	7,6	4,4	2,3	1,9	1,6	1,2	0,9	0,5				
30	29	29	29	29	29	28	27	26	25	24	23	19	14	12	11	8,6	7,3	4,3	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5				
25	25	25	24	24	24	24	23	22	22	21	20	17	12	11	9,9	8,2	7,0	4,2	2,3	1,8	1,5	1,2	0,9	0,5				
20	20	20	20	20	20	19	18	18	18	17	17	14	11	10	9,0	7,5	6,5	4,0	2,2	1,8	1,5	1,1	0,9	0,5				
15	15	15	15	15	15	15	14	14	14	13	13	12	9,4	9	7,8	6,7	5,9	3,7	2,1	1,7	1,5	1,1	0,9	0,5				
10	9,9	9,9	9,9	9,9	9,9	9,8	9,6	9,5	9,4	9,2	9,1	8,3	7,1	7	6,2	5,5	4,9	3,3	2,0	1,6	1,4	1,1	0,9	0,5				
7	7,0	7,0	7,0	7,0	6,9	6,9	6,8	6,8	6,7	6,6	6,5	6,1	5,5	5	4,9	4,4	4,1	2,9	1,8	1,5	1,3	1,0	0,8	0,5				
5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,5	4,2	4	3,8	3,5	3,3	2,5	1,7	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5				
4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,7	3,4	3	3,2	3,0	2,8	2,2	1,5	1,3	1,2	0,9	0,8	0,4				
3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	3	2,5	2,4	2,3	1,9	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,4				
2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	2	1,8	1,7	1,7	1,4	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,4				
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,3				

Valores por debajo de 0,8m y por encima de 1Km, no se han considerado.
Si la tensión es diferente de 400V, los valores calculados deben de multiplicarse por 0,58 en caso de 230V, o por 1,65 en caso de 660V.
Todos los valores son indicativos.

6. Criterio VI: Verificación de Resistencia Mecánica

La Sección Mínima Admisible debe ajustarse a lo especificado en la siguiente tabla N°4 a los efectos que tengan la suficiente resistencia mecánica. -

Anexo TABLAS

TABLA N°4

Conductor Instalado	Sección Mínima en mm ²
En artefactos.....	0,5
Dentro de caños o sobre aisladores distanciados no más de 1m.....	1,0
A la intemperie o sobre aisladores distanciados entre 1m y 10m.....	4,0
A la intemperie o sobre aisladores distanciados más de 10m.....	6,0
En colgantes o cordones flexibles.....	0,75

TABLA N°5

A	B	A	B
1	8	50	105
1,5	11	70	130
2,5	15	95	160
4	20	120	180
6	26	150	200
10	36	185	230
16	50	240	260
25	65	300	300
35	85	400	340

A: Sección de cobre [mm²]

B: Intensidad máxima admisible [A]

TABLA N°6

Temperatura Ambiente hasta[°C]	Factor de Temperatura
25	1,33
30	1,22
35	1,13
40	1,00
45	0,85
50	0,72
55	0,50

La intensidad de corriente máxima admisible para conductores aislados de cobre dentro de cañerías y en servicio permanente. Tabla confeccionada para Temperatura ambiente de 40°C con tres conductores activos por caño cuya aislación permita una temperatura de trabajo de 60°C. Cuando se coloquen de 4 a 7 conductores activos en un caño los valores indicados de la Tabla N°6 deberán reducirse al 80%.-

TABLA N°7

Sección Nominal De los Conductores [mm ²]	COLOCACIÓN EN AIRE LIBRE			COLOCACIÓN DIRECTAMENTE ENTERRADO		
	TEMPERATURA DEL AIRE 40°C			Temperatura del terreno 25°C Profundidad de colocación 0,70m Resistividad Térmica específica del terreno (húmedo) $\frac{10^8 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{cm}}{\text{W}}$		
	Unipolar [A]	Bipolar [A]	Tripolar y Tetrapolar [A]	Unipolar [A]	Bipolar [A]	Tripolar y Tetrapolar [A]
1,5	21	18	15	33	28	23
2,5	30	24	21	47	37	33
4	39	30	27	61	47	42
6	51	39	36	80	61	56
10	66	54	48	103	84	75
16	94	72	66	146	112	103
25	120	94	82	188	145	127
35	150	112	97	235	174	155
50	187	142	120	291	220	188
70	230	168	146	357	260	230
95	275	200	175	430	315	275
120	320	200	200	500	355	320
150	365	260	230	570	410	365
185	410	290	265	640	460	420
240	480	340	310	750	535	485
300	545	380	350	850	600	555
400	650	455	420	1010	715	660
500	740			1150		

TABLA N°8

Temperatura Del Ambiente [°C]	20	25	30	35	40	45	50	55
Factor de Corrección	1,33	1,25	1,17	1,09	1,00	0,89	0,79	0,65

Para conductores de cobre, tipo Proto, armados o no, con aislación de papel y vaina de plomo o con aislación y vaina de material termoplástico o similar se aplicarán las intensidades máximas admisibles de la Tabla N° 7-

Esta tabla es válida para colocación de un solo conductor. Para condiciones de colocación distintas a las indicadas en esta tabla, los valores dados en la misma deben multiplicarse por los valores de corrección establecidos en las Tablas N° 8 a 12-

Para colocación en el aire

Factor de corrección para distintas temperaturas ambiente.

Para conductores expuestos al sol se debe considerar una temperatura de 10 a 15°C superior a la temperatura ambiente.

Factor de corrección para agrupación de cables en un plano horizontal.

TABLA N°9

DISTANCIA ENTRE LOS CABLES	FACTOR DE CORRECCIÓN	
	3 CABLES	6 CABLES
Distancia entre los cables igual al diámetro del cable.....	0,95	0,90
Sin distancia entre los cables (los cables se tocan).....	0,80	0,75

Para colocación enterrada:

La **Tabla N°10** indica el factor de corrección por temperatura del terreno.

TABLA N°10

A	5	10	15	20	25	30	35
B	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,93	0,87

A: Temperatura del terreno (°C)

B: Factor de corrección

Factor de corrección para agrupación de cables distanciados unos 7cm entre sí (espesor de un ladrillo)-

TABLA N°11

Cantidad de cables en la zanja	2	3	4	5	6	8	10
Factor de corrección	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,62	0,60

Si los cables se colocan en cañerías, las intensidades admisibles de la Tabla N°10 indicadas para cables directamente enterrados, deben ser reducidas multiplicando por el coeficiente 0,80.

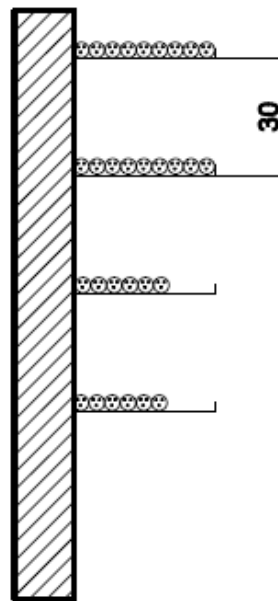
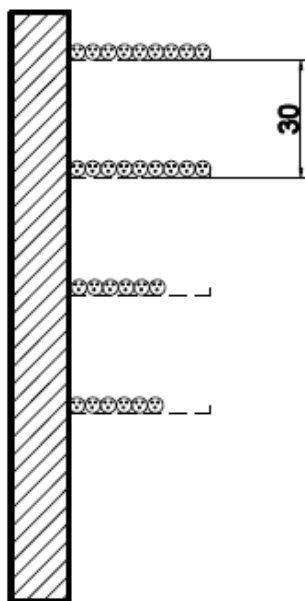
Factor de corrección para la colocación de cables en terreno de una resistividad térmica específica distinta de $\frac{70^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}}{w}$ TABLA N°12

TABLA N°12

Tipo de Terreno	Resistividad $\frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}}{w}$	Factor de Corrección
Arena Seca	300	0,60
Terreno normal seco	100	0,90
Terreno húmedo	70	1
Terreno o arena mojados	50	1,10

AGRUPACIÓN DE CABLES MULTIPOLARES EN BANDEJAS CONTINUAS PERFORADAS

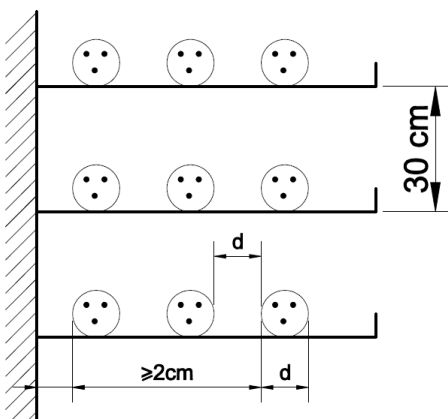
Disposición de los conductores en las bandejas



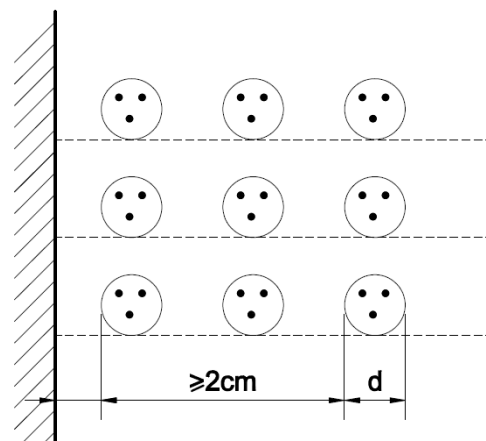
a) Disposición sobre bandeja perforada b) Disposición sobre bandeja continua

Numero de bandejas	Número de cables			
	2	3	6	9
1	0,84	0,80	0,75	0,73
2	0,80	0,76	0,71	0,68
3	0,78	0,74	0,70	0,67
6	0,76	0,72	0,68	0,66

Disposición de cables trifásicos o de ternas de cables tendidos sobre bandejas con separación de cables igual un diámetro



a) Disposición sobre bandeja continua



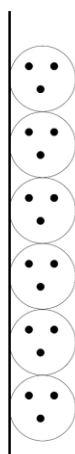
b) Disposición sobre bandeja perforada

Factor de corrección para cables agrupados sin contacto

Número de bandejas	Número de cables			
	2	3	6	9
1	0,9	0,88	0,85	0,84
2	0,85	0,83	0,81	0,8
3	0,83	0,81	0,79	0,78
6	0,81	0,79	0,77	0,76

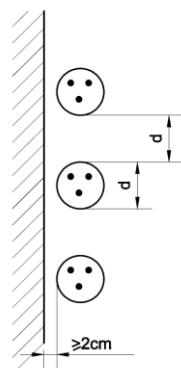
Número de bandejas	Número de cables			
	2	3	6	9
1	0,98	0,96	0,93	0,92
2	0,95	0,93	0,9	0,89
3	0,94	0,92	0,89	0,88
6	0,93	0,9	0,87	0,86

17.3 Cables trifásicos o ternas de cables tendidos sobre estructuras o sobre pared



Número de cables				
1	2	3	6	9
0,85	0,78	0,73	0,68	0,65

b) Sobre pared sin separación



Nota: cuando la separación entre los cables sea $\geq 2d$, no se precisa corrección

Número de cables				
1	2	3	6	9
1	0,93	0,90	0,87	0,86

a) Sobre pared con separación

Factor de corrección en función de la temperatura ambiente					
Temperatura ambiente	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
Factor de corrección	1,33	1,23	1,12	1	0,86

17.4. Instalación de cables expuestos al sol

El coeficiente de corrección dependerá de la temperatura en esa zona concreta.

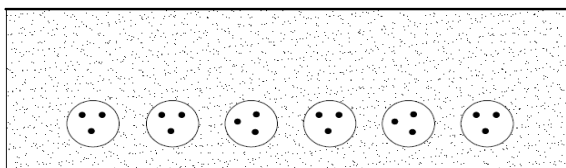
Se estima una temperatura máxima al sol de 50 a 60°C y un coeficiente de corrección variable entre 0,86 y 0,90.

17.5. Cables directamente enterrados

- Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares de corta longitud, que no superen los 15m. En este caso, no es necesario aplicar el coeficiente corrector.

- Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares de gran longitud.
Se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de línea tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo.
Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,9.
- Cables trifásicos enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta de 100°C.m/W

Resistividad térmica del terreno, en °C . Cm/W	80	100	120	150	200	250
Coeficiente de Corrección	1,09	1	0,93	0,85	0,75	0,68
	1,07	1	0,94	0,87	0,78	0,71



- Cables trifásicos o ternas de cables agrupados bajo tierra, uno al lado del otro y separados 7cm (espesor de un ladrillo)

Numero de cables o de ternas en la zanja	2	3	4	5	6
Factor de corrección	0,85	0,75	0,70	0,64	0,6

17.6. Intensidades máximas admisibles en amperios (A)

Para servicio permanente (CA).

$$\text{Tensión nominal } \frac{U_o}{U} = \frac{0,6}{1} kV$$

Sección nominal de los conductores (1) mm ²	Instalación al aire		Instalación enterrada	
	3 cables unipolares (A)	1 cable trifásico	3 cables unipolares (A)	1 cable trifásico
1,5	16	15	28	25
2,5	22	21	38	34
4	30	28	50	45
6	36	36	63	56
10	53	50	85	75
16	71	65	110	97
25	96	87	140	125
35	115	105	170	150
50	145	130	200	180
70	185	165	245	220
90	235	205	290	265
120	275	240	335	305
150	315	275	370	340
185	365	315	420	385
240	435	370	485	445
300	500	425	550	505

(1) Tensión máxima en el conductor

ooOOooooOOoo