

FORMULARIO

Tema 11. Cálculo de secciones.

Tabla 11.6. Resistividad y conductividad patrón del cobre y del aluminio.

RESISTIVIDAD, CONDUCTIVIDAD (A TEMPERATURAS DE 20 °C, 70 °C Y 90 °C) Y COEFICIENTE DE TEMPERATURA DEL COBRE Y DEL ALUMINIO							
Material	Resistividad (Ω ·mm²/m)			Conductividad (S·m/mm²)			Coeficiente de temperatura (°C ⁻¹)
	ρ ₂₀	ρ ₇₀	ρ ₉₀	γ ₂₀	γ ₇₀	γ ₉₀	
Cobre	0,0172	0,0206	0,0220	58	48	45	0,00393
Aluminio	0,0283	0,0340	0,0362	35	29	28	0,00403

Nota: los valores de esta tabla están calculados a partir del valor de la resistividad patrón del cobre a 20 °C: 0,017241 Ω·mm²/m, de la resistividad patrón del aluminio a 20 °C: 0,028264 Ω·mm²/m y de los coeficientes de temperatura indicados por la norma UNE-EN 60228.

↑ Tabla 11.6. Resistividad y conductividad patrón del cobre y del aluminio.

TEMPERATURAS MÁXIMAS DE FUNCIONAMIENTO (EN EL CONDUCTOR) SEGÚN EL TIPO DE AISLAMIENTO	
Tipo de aislamiento	Límite de temperatura (°C)
Policloruro de vinilo (PVC).	70
Polietileno reticulado (XLPE) y goma o caucho de etileno-propileno (EPR).	90

↑ Tabla 11.12. Temperatura máxima de funcionamiento de un conductor.

Tabla 11.8. Fórmulas para el cálculo de sección en función de la caída de tensión.

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot l \cdot I \cdot \cos \phi}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot l \cdot I \cdot \cos \phi}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

U-----AU
100---- e%

Tabla 11.10 Fórmulas para el cálculo de sección uniforme con cargas repartidas irregularmente a lo largo de la línea.

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cdot I_i \cdot \cos \phi_i}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^n l_i \cdot I_i \cdot \cos \phi_i}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

S = sección del conductor (mm²)
γθ = conductividad del conductor a la temperatura de servicio θ prevista (S·m/mm²)
l = longitud de la línea (m)
ΔU = caída de tensión máxima permitida en la línea (V)
I = intensidad prevista en la línea (A)
cos φ = factor de potencia de la carga al final de la línea

Tabla 11.11 Sección uniforme con cargas iguales repartidas uniformemente a lo largo de la línea.

Monofásica:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \phi \cdot n \cdot \frac{l_T + l_1}{2}}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

Trifásica:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \phi \cdot n \cdot \frac{l_T + l_1}{2}}{\Delta U \cdot \gamma_{\theta}}$$

l_T = longitud total de la línea (m)
l₁ = longitud desde el origen de la línea a la primera derivación (m)
n = número de cargas repartidas en la línea

5. Intensidad de cortocircuito.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$
$$R = \frac{l}{\gamma \cdot S}$$

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$
$$I_{CC} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

I_{CC} = intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A)
U = tensión de alimentación fase-neutro (V)
R = resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y alimentación (Ω)
l = longitud del conductor (m)

k= constante dependiente de la naturaleza del conductor y el tipo de aislamiento
S = sección del conductor (mm²)
t = duración del cortocircuito (s)

Tabla 11.26 Constante k para el cálculo de I_{CC}.

Naturaleza del conductor	VALORES PARA LA CONSTANTE k DE LA FÓRMULA [42]		
	Tipo de aislamiento		
	Termoplástico (PVC, Poliolefinas Z1) S ≤ 300 mm² Temperatura inicial 70 °C Temperatura final 160 °C	Termoplástico (PVC, Poliolefinas Z1) S > 300 mm² Temperatura inicial 70 °C Temperatura final 160 °C	Termoestable (XLPE, EPR, Silicona, Poliolefinas Z2) Temperatura inicial 90 °C Temperatura final 250 °C
Cobre	115	103	143
Aluminio	76	68	94

Tabla 11.19. Factor de corrección al aire y temperatura distinta de 40°C.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DIFERENTE DE 40 °C A APLICAR A LOS VALORES DE LAS INTENSIDADES ADMISIBLES PARA CABLES AL AIRE																
Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
PVC (Termoplástico)	1,41	1,35	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	-	-	-	-	
XLPE, EPR (Termoestable)	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55	0,45	

↑ Tabla 11.19. Factor de corrección al aire y temperatura distinta de 40° C.

Tabla 11.20. Factores de corrección enterrado y temperatura distinta de 25°C.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DIFERENTE DE 25 °C A APLICAR A LOS VALORES DE LAS INTENSIDADES ADMISIBLES PARA CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS																
Aislamiento	Temperatura ambiente (°C)															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
PVC (Termoplástico)	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,58	0,47	-	-	-	-	
XLPE, EPR (Termoestable)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39	

↑ Tabla 11.20. Factores de corrección enterrado y temperatura distinta de 25 °C.

Tabla 11.21. Factor de corrección en función de la resistividad.

FACTORES DE CORRECCIÓN PARA CABLES EN CONDUCTOS ENTERRADOS EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m/W					
Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

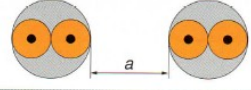
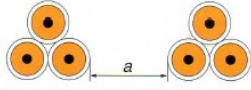
↑ Tabla 11.21. Factor de corrección en función de la resistividad.

Tabla 11.22. Factor de corrección por agrupamiento de conductores.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS O DE VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES A APLICAR A LOS VALORES DE LAS INTENSIDADES ADMISIBLES DE LA TABLA 11.18											
Punto	Disposición de los cables	Número de circuitos o de cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Agrupados sobre una superficie al aire, empotrados o embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto)	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre pared, suelo o bandejas sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-	
3	Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-	
4	Capa única sobre bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-	
5	Capa única sobre escaleras de cable, abrazaderas, etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-	
NOTAS:											
1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.											
2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes, es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de corrección alguno.											
3. Los mismos factores se aplican a:											
– Grupos de dos o tres cables unipolares.											
– Cables multiconductores.											
4. Si un agrupamiento se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor de corrección a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.											
5. Si un agrupamiento se compone de n conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como n/2 circuitos de dos conductores cargados o n/3 circuitos de tres conductores cargados.											

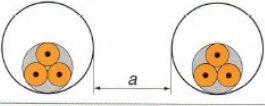
↑ Tabla 11.22. Factor de corrección por agrupamiento de conductores.

Tabla 11.23. Factor de corrección por agrupamiento directamente enterrados.

FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS						
Número de circuitos	Distancia entre cables (a)*					
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m	
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90	
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80	
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80	
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	
* Cables multiconductores:						
						
* Cables unipolares:						
						
NOTA : los valores indicados se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W.						


↑ Tabla 11.23. Factor de corrección por agrupamiento directamente enterrados.

Tabla 11.24. Factor de corrección por agrupamiento bajo tubos enterrados.

FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES INSTALADOS EN CONDUCTOS ENTERRADOS				
A. Cables multiconductores en conductos, un cable por conducto.				
Número de cables ⁽¹⁾	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos 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
* Cables multiconductores:				
				
(1) También se puede utilizar esta tabla para grupos de 2 o 3 cables unipolares (un circuito por conducto)				

↑ Tabla 11.24. Factor de corrección por agrupamiento bajo tubos enterrados.

Tabla 11.24. Factor de corrección por agrupamiento bajo tubos enterrados.

B. Cables unipolares, un cable por conducto.				
Número de circuitos unipolares de dos o tres cables	Distancia entre conductos (a)*			
	Nula (conductos 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
* Cables multiconductores:				
				
NOTA : los valores indicados se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W.				

↑ Tabla 11.24. Factor de corrección por agrupamiento bajo tubos enterrados.

Tabla 11.25. Factor de corrección en función del tipo de receptor.

FACTORES DE CORRECCIÓN A APLICAR SEGÚN EL TIPO DE RECEPTOR	
Instrucción complementaria del REBT	Factor de corrección
ITC BT 06. Redes aéreas para distribución en baja tensión.	Apartado 4.2.2.1. Instalación expuesta directamente al sol. «En zonas en las que la radiación solar es muy fuerte, se deberá tener en cuenta el calentamiento de la superficie de los cables con relación a la temperatura ambiente, por lo que en estos casos se aplica un factor de corrección 0,9 o inferior, tal como recomiendan las normas de la serie UNE20435».
ITC BT 09. Instalaciones de alumbrado exterior.	Apartado 3. Dimensionamiento de las instalaciones. «Las líneas de alimentación a puntos de luz con lámparas o tubos de descarga estarán previstas para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados, a sus corrientes armónicas, de arranque y desequilibrio de fases. Como consecuencia, la potencia aparente mínima en VA, se considerará 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga».
ITC BT 29. Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.	Apartado 9. Sistemas de cableado. 9.1. Generalidades. «La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional».
ITC BT 40. Instalaciones generadoras de baja tensión.	Apartado 5. Cables de conexión. «Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador».

↑ Tabla 11.25. Factor de corrección en función del tipo de receptor. (continúa)

Instrucción complementaria del REBT	Factor de corrección
ITC BT 44. Instalación de receptores. Receptores para alumbrado.	Apartado 3. Condiciones de instalación de los receptores para alumbrado. 3.1. Condiciones generales. «Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllas puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte».
ITC BT 47. Instalación de receptores. Motores.	Apartado 3. Conductores de conexión. 3.1. Un solo motor. «Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.» «En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque -conductores secundarios- deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el motor es para servicio intermitente, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga en el rotor.» 3.2. Varios motores. «Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.» Apartado 6. Sobreintensidad de arranque. «En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computará como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas en los cuadros anteriores, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3».

↑ Tabla 11.25. Factor de corrección en función del tipo de receptor.

Intensidades admisibles en conductores de instalaciones al aire libre y enterradas.

INTENSIDADES ADMISIBLES EN CONDUCTORES DE INSTALACIONES AL AIRE Y ENTERRADAS													
UNE 20460-5-523:2004. Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire													
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
Ver tabla 11.17	A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
	A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
	B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
	B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
	C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
	E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
	F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
Columna 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección (mm²)													
Cobre	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	-	-	-	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	-	-	-	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590

UNE 20460-5-523:2004. Intensidades admisibles en amperios. Temperatura ambiente 25 °C en el terreno										
Método de instalación	Sección (mm²)	Número de conductores de cobre cargados y tipo de aislamiento				Número de conductores de aluminio cargados y tipo de aislamiento				
		PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3	PVC2	PVC3	XLPE2	XLPE3	
D	1,5	20,5	17	24,5	21					
	2,5	27,5	22,5	32,5	27,5	20,5	17	24,5	21	
	4	36	29	42	35	27,5	22,5	32,5	27,5	
	6	44	37	53	44	34	28	40	34	
	10	59	49	70	58	45	38	53	45	
	16	76	63	91	75	58	49	70	58	
	25	98	81	116	96	76	62	89	74	
	35	118	97	140	117	91	76	107	90	
	50	140	115	166	138	107	89	126	107	
	70	173	143	204	170	133	111	156	132	
	95	205	170	241	202	157	131	185	157	
	120	233	192	275	230	179	149	211	178	
	150	264	218	311	260	202	169	239	201	
	185	296	245	348	291	228	190	267	226	
	240	342	282	402	336	263	218	309	261	
	300	387	319	455	380	297	247	349	295	