

# PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

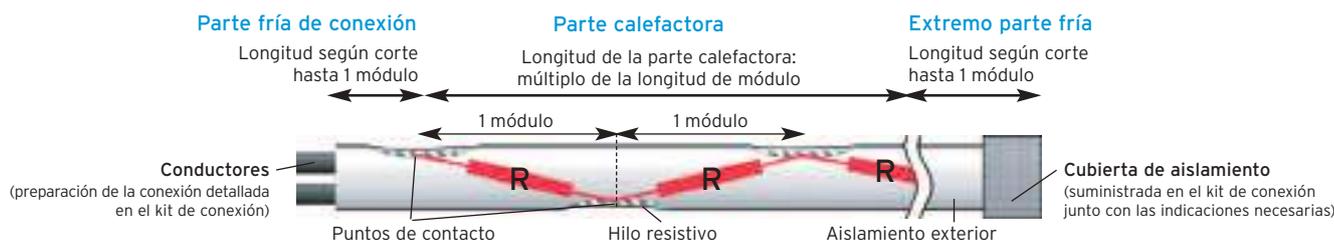


## CABLES DE POTENCIA CONSTANTE

Un cable de potencia constante es una sucesión de resistencias idénticas  $R$  conectadas en paralelo, lo que permite disponer de la misma potencia disipada en cada uno de estos tramos.

Estas resistencias están constituidas por un hilo calefactor bobinado alrededor de los cables conductores aislados, con los cuales entra en contacto en los puntos de contacto. Las secciones comprendidas entre dos puntos de contacto consecutivos se denominan módulos.

Ésta es la causa por la que el cable solamente puede calentar entre 2 puntos de contacto, como se muestra en el siguiente esquema:



## CABLES AUTORREGULANTES

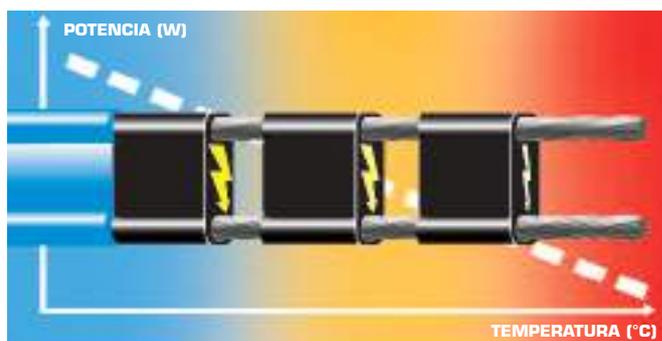
Entre los conductores, el material sombreado que constituye el elemento calefactor de polímero enriquecido con carbono conductor posee una resistividad que varía con la temperatura, como consecuencia de la dilatación de las estructuras internas que disminuyen el espacio disponible para el paso de la corriente.

En consecuencia, cuando la temperatura se eleva, la potencia disipada por el cable disminuye. A este fenómeno lo llamamos **autorregulación**.

Esto evita los sobrecalentamientos que podrían dañar el cable y permite que la parte del cable que esté situada en una zona más fría pueda transmitir más energía a esta zona.

Durante su funcionamiento, el cable alcanzará siempre un equilibrio entre la potencia que disipa y las pérdidas debidas al entorno exterior.

Sin embargo, es imposible prever con gran precisión a qué temperatura superficial se producirá la estabilización del cable, debido a la complejidad y a la variabilidad del entorno. Por lo tanto, con el fin de controlar la instalación y realizar un importante ahorro de energía, recomendamos regular estos cables mediante un termostato.



**NB:** al contrario que para otros elementos resistivos, es imposible comprobar la integridad funcional de un cable autorregulado por la medida de su resistencia mediante un óhmetro. Sin embargo, es posible hacerlo midiendo los valores de tensión y corriente.

## RESISTENCIAS SERIE

Una resistencia en serie es un elemento que, entre sus dos extremos, es recorrido por una corriente eléctrica, y que disipa una potencia determinada por la ley de ohm. (ver formulario técnico). Por lo tanto, cualquier cambio de longitud, tensión o intensidad resulta sumamente peligroso y precisa de un nuevo estudio en profundidad por nuestra parte.

Para las resistencias en serie vendidas por su valor óhmico en Ohm/m, productos semiacabados (pedidos por metro o por kilómetro), será imprescindible realizar un estudio previo con el fin de asegurarse al menos de que la longitud final cortada produzca una potencia máxima acorde con las recomendaciones de nuestras fichas técnicas.

Para los productos acabados vendidos por su potencia en vatios (pedidos por unidad), será necesario respetar estrictamente la tensión de alimentación y nunca modificar su longitud.

## FORMULARIO TÉCNICO

### LEY DE OHM:

Las fórmulas que relacionan las magnitudes eléctricas de un elemento puramente resistivo son las siguientes:

$$U = R \times I = P/I = \sqrt{P \times R}$$

Con:

$$I = U/R = \sqrt{P/R} = P/U$$

$$R = U/I = P/I^2 = U^2/P$$

$$P = U \times I = I^2 \times R = U^2/R$$

U : Tensión en Voltios (V)  
I : Intensidad de corriente en Amperios (A)  
R : Resistencia en Ohmios ( $\Omega$ )  
P : Potencia en Watt (W)

### PASO DE HÉLICE:

El paso de hélice es la distancia entre dos pasos consecutivos de un cable enrollado en un soporte cilíndrico. Este enrollamiento se utiliza cuando la potencia lineal de un trazado recto resulta insuficiente o bien cuando se requiere una elevada uniformidad de calentamiento.

$$P = \frac{\pi \times D \times L}{\sqrt{T^2 - L^2}} \quad T = \frac{(\pi \times D \times L)^2}{P^2} + L^2$$

Con:

P : paso de hélice en mm  
D : diámetro exterior del soporte  
L : longitud total de la tubería  
T : longitud total del cable

## DIÁMETROS DE TUBERÍAS METÁLICAS USUALES

Diámetro nominal DN (pulgadas)	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 <sup>1/4</sup>	1 <sup>1/2</sup>	2	2 <sup>1/2</sup>	3	3 <sup>1/2</sup>	4	5	6	8	10	12
Diámetro exterior D (mm)	13,71	17,14	21,34	26,67	33,4	42,16	48,26	60,32	73,02	88,9	101,6	114,3	141,3	168,27	219,07	273,05	323,85

## PÉRDIDAS POR m DE TUBERÍA: PÉRDIDAS TÉRMICAS A COMPENSAR PARA MANTENER LA TEMPERATURA

$$Q = \frac{\pi \times (T_m - T_a)}{2 \times \lambda \times \ln\left(\frac{D + 2 \times e}{D}\right)}$$

Con:

Temperatura ambiente	T <sub>a</sub>	°C
Temperatura a mantener	T <sub>m</sub>	°C
Diám. ext. de la tubería	D	mm
Grosor del aislante	e	mm
Lambda del aislante	$\lambda$	W/m.K
Pérdidas teóricas	Q	W/m

**IMPORTANTE:** este cálculo es teórico y debe aplicársele un coeficiente de seguridad que dependerá de las condiciones de la instalación. Consúltenos para determinar dicho coeficiente.

### ■ PÉRDIDAS en W/m PARA UNA TUBERÍA AISLADA

Grosor de aislante (mm)	dT en °C	Dimensión de la tubería																			
		DN (mm)	8	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
		D.Ext (mm)	14	21	27	34	42	48	60	76	89	114	168	219	273	324	356	406	457	508	610
10	20		6,2	7,2	8,5	10	12	14	16	19	23	28,8	41,1	52,6	64,7	76,1	83,3	94,6	106	117	140
	30		9,4	11	13	15	19	21	25	29	35	43,8	62,5	80	98,5	116	127	144	161	178	213
	40		13	15	18	21	25	28	34	40	47,3	59,2	84,5	108	133	157	171	195	218	241	287
20	20		4	4,6	5,3	6,2	7,3	8	9,5	11	13	16	22,5	28,5	34,9	40,9	44,7	50,7	56,7	62,6	74,6
	30		6,2	7	8,1	9,4	11	12	15	17	19,8	24,4	34,2	43,4	53,2	62,3	68	77,1	86,2	95,3	113
	40		8,3	9,5	11	13	15	17	20	23	26,7	33	46,3	58,7	71,9	84,2	92	104	117	129	153
	60		13	15	17	20	23	26	30	35	41,2	50,9	71,4	90,5	111	130	142	161	180	199	237
25	20		3,6	4,1	4,6	5,3	6,2	6,9	8,1	9,3	10,9	13,4	18,6	23,5	28,7	33,5	36,5	41,4	46,2	51,1	60,7
	30		5,4	6,2	7,1	8,1	9,5	10	12	14	16,6	20,3	28,3	35,7	43,6	51	55,6	63	70,3	77,7	92,4
	40		7,4	8,4	9,5	11	13	14	17	19	22,4	27,5	38,2	48,3	59	69	75,2	85,2	95,1	105	125
	60		11	13	15	17	20	22	26	30	34,5	42,4	59	74,5	90,9	106	116	131	147	162	193
	80		16	18	20	23	27	30	35	41	47,4	58,2	81	102	125	146	159	180	201	222	265
	100		20	23	26	32	39	45	53	61,2	75,2	105	132	161	189	206	233	260	287	342	
30	20		3,3	3,7	4,2	4,8	5,5	6,1	7,1	8,1	9,5	11,6	15,9	20,1	24,4	28,5	31	35,1	39,2	43,2	51,3
	30		5	5,6	6,3	7,3	8,4	9,2	11	12	14,4	17,6	24,3	30,5	37,1	43,3	47,2	53,4	59,6	65,8	78,1
	40		6,7	7,6	8,6	9,8	11	13	15	17	19,5	23,8	32,8	41,3	50,2	58,6	63,8	72,2	80,6	88,9	106
	60		10	12	13	15	18	19	23	26	30	36,6	50,6	63,6	77,4	90,4	98,4	111	124	137	163
	80		14	16	18	21	24	26	31	36	41,2	50,3	69,4	87,3	106	124	135	153	171	188	224
	100		18	21	23	27	31	34	40	46	53,2	65	89,7	113	137	160	175	197	220	243	289
	120		23	26	29	33	39	42	49	57	65,9	80,4	111	140	170	198	216	244	273	301	358
	140		27	31	35	40	46	51	59	68	79,3	96,8	134	168	204	239	260	294	328	362	430
	160		32	36	41	47	55	60	70	80	93,3	114	157	198	241	281	306	346	386	426	506
180		37	42	48	55	63	69	81	93	108	132	182	229	279	325	354	401	447	494	586	
40	20		2,8	3,2	3,6	4	4,6	5	5,8	6,6	7,6	9,2	12,6	15,7	19	22,1	24	27,1	30,2	33,3	39,4
	30		4,3	4,8	5,4	6,1	7	7,7	8,9	10	11,6	14,1	19,1	23,9	28,9	33,6	36,6	41,3	45,9	50,6	60
	40		5,8	6,5	7,3	8,3	9,5	10	12	14	15,7	19	25,9	32,3	39,1	45,5	49,4	55,8	62,1	68,5	81,1
	60		9	10	11	13	15	16	19	21	24,3	29,3	39,9	49,8	60,3	70,1	76,2	86	95,8	106	125
	80		12	14	16	18	20	22	25	29	33,3	40,2	54,8	68,4	82,7	96,2	105	118	132	145	172
	100		16	18	20	23	26	28	33	37	43	52	70,8	88,3	107	124	135	152	170	187	222
	120		20	22	25	28	32	35	41	46	53,3	64,4	87,6	109	132	154	167	189	210	232	275
	140		24	27	30	34	39	42	49	56	64,1	77,4	105	132	159	185	201	227	253	279	330
	160		28	31	35	40	46	50	57	66	75,4	91,1	124	155	187	218	237	267	298	328	339
180		32	36	41	46	53	58	67	76	87,3	106	144	179	217	252	274	310	345	380	450	
50	20		2,6	2,8	3,2	3,6	4,1	4,4	5	5,7	6,5	7,8	10,5	13,1	15,7	18,2	19,8	22,3	24,7	27,2	32,2
	30		3,9	4,3	4,8	5,4	6,2	6,7	7,7	8,7	9,9	11,9	16	19,9	23,9	27,7	30,1	33,9	37,6	41,4	48,9
	40		5,3	5,9	6,5	7,3	8,4	9,1	10	12	13,4	16,1	21,7	26,9	32,3	37,5	40,7	45,8	50,9	56	66,2
	60		8,1	9	10	11	13	14	16	18	20,7	24,8	33,4	41,4	49,9	57,8	62,7	70,6	78,5	86,3	102
	80		11	12	14	16	18	19	22	25	28,5	34,1	45,9	56,8	68,4	79,3	86,1	96,9	108	119	140
	100		14	16	18	20	23	25	28	32	36,7	44	59,2	73,4	88,3	102	111	125	139	153	181
	120		18	20	22	25	28	31	35	40	45,5	54,5	73,3	90,9	109	127	138	155	172	190	224
	140		22	24	27	30	34	37	42	48	54,7	65,6	88,2	109	132	153	166	186	207	228	269
	160		25	28	31	35	40	43	50	56	64,4	77,2	104	129	155	180	195	220	244	268	317
180		29	33	36	41	46	50	58	65	74,6	89,4	120	149	179	208	226	254	282	311	367	
80	20		2,1	2,3	2,6	2,8	3,2	3,4	3,8	4,3	4,8	5,7	7,4	9	10,7	12,3	13,3	14,9	16,4	18	21,1
	30		3,2	3,5	3,9	4,3	4,8	5,2	5,8	6,5	7,3	8,6	11,3	13,7	16,3	18,7	20,2	22,6	25	27,4	32,1
	40		4,4	4,8	5,2	5,8	6,5	7	7,9	8,8	9,9	11,6	15,2	18,5	22	25,3	27,3	30,6	33,8	37	43,5
	60		6,7	7,4	8,1	9	10	11	12	14	15,3	17,9	23,5	28,6	34	39	42,1	47,1	52,1	57,1	67
	80		9,2	10	11	12	14	15	17	19	20,9	24,6	32,2	39,2	46,6	53,5	57,8	64,7	71,5	78,3	92
	100		12	13	14	16	18	19	22	24	27	31,8	41,6	50,6	60,2	69,1	74,6	83,5	92,3	101	119
	120		15	16	18	20	22	24	27	30	33,5	39,3	51,5	62,7	74,5	85,5	92,4	103	114	125	147
	140		18	19	21	24	27	28	32	36	40,3	47,3	61,9	75,4	89,6	103	111	124	138	151	177
	160		21	23	25	28	31	33	38	42	47,4	55,7	72,9	88,8	106	121	131	146	162	177	208
180		24	27	29	32	36	39	44	49	54,9	64,5	84,4	103	122	140	152	170	188	205	241	

### ■ FACTORES DE CONVERSIÓN SISTEMA MÉTRICO / SISTEMA ANGLO-SAJÓN

Multiplique	por	para obtener	Multiplique	por	para obtener
Unidad	x	Coefficiente =	Unidad	x	Coefficiente =
milímetros	x	0,03937 =	pulgadas	x	0,3048 =
milímetros	x	39,37 =	mils	x	3,281 =
metros	x	39,37 =	pulgadas	x	1,488 =
metros	x	3,28 =	pies	x	645,2 =
pulgadas	x	25,4 =	milímetros	x	1,273 =
pies	x	0,3048 =	metros	x	1973,5 =
mils	x	0,0254 =	milímetros	x	1,273 =
kilogramos	x	2,205 =	libras	x	1550 =
libras	x	0,4536 =	kilogramos	x	0,7854 =
			Ω / km		Ω / 1000 pies
			libras / 1000 pies		Ω / km
			pulgadas cuadradas		milímetros cuadrados
			milímetros cuadrados		mm circulares
			milímetros cuadrados		mils circulares
			mils cuadradas		mils circulares
			mm circulares		mils circulares
			mils circulares		milímetros cuadrados