

# NORMA INTERNACIONAL

**CEI  
IEC  
60228**

Tercera edición  
2004-11

**Versión en español**

---

---

## **Conductores de cables aislados**

## **Conductors of insulated cables**

## **Âmes des câbles isolés**

© IEC 2004  
© AENOR 2005

} **Reservados todos los derechos de reproducción**

Ninguna parte de esta publicación se puede reproducir ni utilizar de cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o microfilm, sin el permiso por escrito de los editores.

Secretaría Central de la Comisión Electrotécnica Internacional, 3 rue de Varembé. GINEBRA, Suiza

Sede Central de AENOR, C Génova, 6. 28004 MADRID, España

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

**CÓDIGO DE  
PRECIO**

**M**

Para información sobre el precio de esta norma, véase catálogo en vigor.

Dépósito legal: M 29404:2005



## ÍNDICE

	Página
<b>PRÓLOGO .....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....</b>	<b>7</b>
<b>3 CLASIFICACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4 MATERIALES .....</b>	<b>8</b>
4.1 Introducción .....	8
4.2 Conductores de aluminio de un solo alambre .....	8
4.3 Conductores de aluminio de varios alambres cableados, de sección circular y sectoral.....	8
<b>5 CONDUCTORES DE UN SOLO ALAMBRE Y CONDUCTORES CABLEADOS .....</b>	<b>8</b>
5.1 Conductores de un solo alambre (clase 1).....	8
5.1.1 Construcción .....	8
5.1.2 Resistencia .....	9
5.2 Conductores de varios alambres cableados de sección circular, no compactados (clase 2) .....	9
5.2.1 Construcción .....	9
5.2.2 Resistencia .....	9
5.3 Conductores de varios alambres de sección circular compactados y conductores cableados sectoriales (clase 2) .....	9
5.3.1 Construcción .....	9
5.3.2 Resistencia .....	9
<b>6 CONDUCTORES FLEXIBLES (CLASES 5 Y 6) .....</b>	<b>9</b>
6.1 Construcción .....	9
6.2 Resistencia .....	10
<b>7 VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS CAPÍTULOS 5 Y 6 .....</b>	<b>10</b>
<b>ANEXO A (Normativo) MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA.....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO B (Informativo) FÓRMULAS EXACTAS PARA LOS FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA .....</b>	<b>17</b>
<b>ANEXO C (Informativo) INDICACIONES PARA LOS LÍMITES DIMENSIONALES DE LOS CONDUCTORES CIRCULARES .....</b>	<b>18</b>

## COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

### Conductores de cables aislados

#### PRÓLOGO

- 1) IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de IEC). El objetivo de IEC es promover la cooperación internacional sobre todas las cuestiones relativas a la normalización en los campos eléctrico y electrónico. Para este fin y también para otras actividades, IEC publica Normas Internacionales, Especificaciones Técnicas, Informes Técnicos, Especificaciones Disponibles al Público (PAS) y Guías (de aquí en adelante "Publicaciones IEC"). Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de IEC que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con IEC también participan en la elaboración. IEC colabora estrechamente con la Organización Internacional de Normalización (ISO), de acuerdo con las condiciones determinadas por acuerdo entre ambas.
- 2) Las decisiones formales o acuerdos de IEC sobre materias técnicas, expresan en la medida de lo posible, un consenso internacional de opinión sobre los temas relativos a cada comité técnico en los que existe representación de todos los Comités Nacionales interesados.
- 3) Los documentos producidos tienen la forma de recomendaciones para uso internacional y se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales mientras se hacen todos los esfuerzos razonables para asegurar que el contenido técnico de las publicaciones IEC es preciso, IEC no puede ser responsable de la manera en que se usan o de cualquier mal interpretación por parte del usuario.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de IEC se comprometen a aplicar de forma transparente las Publicaciones IEC, en la medida de lo posible en sus publicaciones nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Publicación IEC y la correspondiente publicación nacional o regional debe indicarse de forma clara en esta última.
- 5) IEC no establece ningún procedimiento de marcado para indicar su aprobación y no se le puede hacer responsable de cualquier equipo declarado conforme con una de sus publicaciones.
- 6) Todos los usuarios deberían asegurarse de que tienen la última edición de esta publicación.
- 7) No se debe adjudicar responsabilidad a IEC o sus directores, empleados, auxiliares o agentes, incluyendo expertos individuales y miembros de sus comités técnicos y comités nacionales de IEC por cualquier daño personal, daño a la propiedad u otro daño de cualquier naturaleza, directo o indirecto, o por costes (incluyendo costes legales) y gastos derivados de la publicación, uso o confianza de esta publicación IEC o cualquier otra publicación IEC.
- 8) Se debe prestar atención a las normas para consulta citadas en esta publicación. La utilización de las publicaciones referenciadas es indispensable para la correcta aplicación de esta publicación.
- 9) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Publicación IEC puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a IEC de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

La Norma Internacional IEC 60228 ha sido elaborada por el comité técnico 20 de IEC: Cables eléctricos.

Esta tercera edición anula y sustituye a la Norma IEC 60228 (1978) a su Modificación 1(1993) y a su primer suplemento, IEC 60228A (1982).

Los principales cambios con respecto a la edición anterior son los siguientes:

- a) la consolidación de material del suplemento IEC 60228A;
- b) incorporación de la definición de sección nominal;
- c) incremento en el rango de tamaño de conductores en las tablas 1 y 2;
- d) incorporación de una nota indicando que los conductores de un sólo alambre de aleación de aluminio, con las mismas dimensiones que los conductores de aluminio, tendrán una mayor resistencia;
- e) consolidación de las recomendaciones para los límites dimensionales de los conductores de cobre cableados y compactados.

El texto de esta norma se basa en los documentos siguientes:

<b>FDIS</b>	<b>Informe de voto</b>
20/718/FDIS	20/737/RVD

El informe de voto indicado en la tabla anterior ofrece toda la información sobre la votación para la aprobación de esta norma.

Esta norma ha sido elaborada de acuerdo con las Directivas ISO/IEC, Parte 2.

El comité ha decidido que el contenido de la norma base y de sus modificaciones permanezca vigente hasta la fecha de mantenimiento indicada en el sitio web de IEC "<http://webstore.iec.ch>" en los datos relativos a la norma específica. En esa fecha, la norma será

- confirmada;
- anulada;
- reemplazada por una edición revisada; o
- modificada.

Los conductores descritos en la Norma IEC 60228 están especificados en medidas métricas. Canadá en la actualidad utiliza tamaños de conductor y características de acuerdo con el sistema del American Wire Gauge (AWG) y kcmil para tamaños mayores como se muestra abajo. La utilización de estos tamaños está actualmente prescrita uniformemente a lo largo de Canadá para instalaciones por reglamentaciones locales. El comité técnico TC 20 de IEC sobre normas de productos de cable no prescribe cables con conductores AWG/kcmil.

<b>AWG</b>				<b>kcmil</b>			
<b>Tamaño del conductor</b>	<b>Sección nominal mm<sup>2</sup></b>	<b>Tamaño del conductor</b>	<b>Sección nominal mm<sup>2</sup></b>	<b>Tamaño del conductor</b>	<b>Sección nominal mm<sup>2</sup></b>	<b>Tamaño del conductor</b>	<b>Sección nominal mm<sup>2</sup></b>
–	–	–	–	250	127	750	380
–	–	–	–	300	152	800	405
20	0,519	4	21,2	350	177	900	456
18	0,823	3	26,7	400	203	1 000	507
16	1,31	2	33,6	450	228	1 200	608
14	2,08	1	42,4	500	253	1 250	633
12	3,31	1/0	53,5	550	279	1 500	760
10	5,26	2/0	67,4	600	304	1 750	887
8	8,37	3/0	85,0	650	329	2 000	1010
6	13,3	4/0	107	700	355	–	–

## INTRODUCCIÓN

La Norma IEC 60228 está destinada a servir de norma de referencia fundamental para los Comités Técnicos de IEC y los Comités Nacionales para redactar las normas de cables eléctricos, así como para que los Comités Nacionales establezcan las prescripciones a utilizar en su país. Estos Comités deben escoger, en las tablas de esta norma general, los conductores que convienen a los usos particulares previstos e incluir los detalles particulares aplicables a sus especificaciones de cable, o bien hacer referencia a esta norma.

Los objetivos principales en la preparación de esta edición han sido integrar la Norma IEC 60228A y conservar una norma simple, pero instructiva, en la medida en que esto es compatible con las consideraciones técnicas y económicas.

## Conductores de cables aislados

### 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional especifica la sección nominal, de 0,5 mm<sup>2</sup> a 2 500 mm<sup>2</sup>, para los conductores de los cables eléctricos de energía de un amplio rango de tipos. También se incluyen los requisitos para el número y tamaño de los alambres y los valores de resistencia. Estos conductores incluyen conductores con cobre sólido y cableado, aluminio y aleación de aluminio para cables para instalaciones fijas y conductores de cobre para conductores flexibles.

Esta norma no se aplica a los conductores destinados a telecomunicaciones.

La aplicación de esta norma a un tipo particular de cable se indica en la norma aplicable a ese tipo de cable.

Salvo indicación en contra en el capítulo correspondiente, esta norma se aplica a los conductores en los cables acabados y no en un conductor fabricado o previsto para inclusión en un cable.

Se incluyen anexos informativos dando información suplementaria relativa a los factores de corrección de temperatura para la medida de la resistencia (anexo B) y los límites dimensionales para los conductores circulares (anexo C).

### 2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES

A los efectos de esta norma se aplican las siguientes definiciones.

**2.1 recubrimiento metálico:** Recubrimiento de una fina capa de un metal apropiado, por ejemplo estaño o aleación de estaño.

**2.2 sección nominal:** Valor que identifica una medida particular del conductor pero que no está sujeto a medida directa.

NOTA – A cada medida particular de conductor de esta norma, corresponde una exigencia de valor máximo de la resistencia.

### 3 CLASIFICACIÓN

Los conductores se han dividido en cuatro clases, 1, 2, 5 y 6. Los conductores de las clases 1 y 2 se destinan a la construcción de cables aislados para instalaciones fijas. Las clases 5 y 6 se utilizan en cables flexibles, pero también pueden utilizarse en instalaciones fijas.

- Clase 1: conductores de un solo alambre.
- Clase 2: conductores de varios alambres cableados.
- Clase 5: conductores flexibles.
- Clase 6: conductores flexibles que son más flexibles que la clase 5.

## 4 MATERIALES

### 4.1 Introducción

Los conductores deben ser de:

- cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica, o bien;
- de aluminio o de aleación de aluminio.

### 4.2 Conductores de aluminio de un solo alambre

Los conductores de aluminio circulares y sectoriales de un solo alambre deben estar hechos de aluminio de modo que la resistencia a la tracción del conductor acabado se encuentre entre los siguientes límites:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>
10 y 16	110 a 165
25 y 35	60 a 130
50	60 a 110
70 y superior	60 a 90

NOTA – Los valores de esta tabla no son aplicables a los conductores de aleación de aluminio.

### 4.3 Conductores de aluminio de varios alambres cableados, de sección circular y sectorial

Los conductores de aluminio cableados deben estar hechos de aluminio de modo que la resistencia a la tracción del conductor acabado se encuentre entre los siguientes límites:

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/ mm <sup>2</sup>
10	Inferior a 200
16 y superior	125 a 205

NOTA 1 – Los valores de esta tabla no son aplicables a los conductores de aleación de aluminio.

NOTA 2 – Estos valores sólo pueden ser comprobados en alambres tomados antes del cableado y no en alambres tomados del conductor cableado.

## 5 CONDUCTORES DE UN SOLO ALAMBRE Y CONDUCTORES CABLEADOS

### 5.1 Conductores de un solo alambre (clase 1)

#### 5.1.1 Construcción

- a) Los conductores de un solo alambre (clase 1) deben ser de uno de los materiales especificados en el capítulo 4.
- b) Los conductores de cobre de un solo alambre deben ser de sección circular.

NOTA – Los conductores de cobre de un solo alambre de sección nominal 25 mm<sup>2</sup> o superior son para tipos particulares de cable, por ejemplo los cables con aislamiento mineral, y no se utilizan para fines generales.



- c) Los conductores de aluminio o aleación de aluminio de un solo alambre de 10 mm<sup>2</sup> a 35 mm<sup>2</sup> deben ser de sección circular. Las dimensiones superiores deben ser de sección circular para cables unipolares y pueden ser de sección circular o sectoral para cables multiconductores.

**5.1.2 Resistencia.** La resistencia a 20 °C de cada conductor, determinada según el capítulo 7, no debe sobrepasar el valor máximo especificado en la tabla 1.

NOTA – Para los conductores de aleación de aluminio de un solo alambre de igual sección nominal que un conductor de aluminio, la resistencia dada en la tabla 1 debe ser multiplicada por un factor 1,162, a menos que exista otro acuerdo entre fabricante y comprador.

## **5.2 Conductores de varios alambres cableados de sección circular, no compactados (clase 2)**

### **5.2.1 Construcción**

- a) Los conductores cableados circulares y no compactados (clase 2) deben ser de uno de los materiales especificados en el capítulo 4.
- b) Los conductores cableados de aluminio o aleación de aluminio deben tener una sección no inferior a 10 mm<sup>2</sup>.
- c) Los alambres de cada conductor deben tener el mismo diámetro nominal.
- d) El número de alambres en cada conductor no debe ser inferior al número mínimo apropiado dado en la tabla 2.

**5.2.2 Resistencia.** La resistencia a 20 °C de cada conductor, determinada según el capítulo 7, no debe sobrepasar el valor máximo especificado en la tabla 2.

## **5.3 Conductores de varios alambres de sección circular compactados y conductores cableados sectorales (clase 2)**

### **5.3.1 Construcción**

- a) Los conductores cableados circulares compactados y los conductores cableados sectorales (clase 2) deben ser de uno de los materiales especificados en el capítulo 4. Los conductores de aluminio o aleación de aluminio cableados, deben tener una sección no inferior a 10 mm<sup>2</sup>. Los conductores de cobre, aluminio o aleación de aluminio sectorales compactados, deben tener una sección no inferior a 25 mm<sup>2</sup>.
- b) La relación de los diámetros de dos alambres diferentes en el mismo conductor no debe ser superior a 2.
- c) El número de alambres en cada conductor no debe ser inferior al número mínimo apropiado dado en la tabla 2.

NOTA – Este requisito se aplica a los conductores hechos con alambres de sección circular antes del compactado y no a los conductores hechos con alambres preconformados.

**5.3.2 Resistencia.** La resistencia a 20 °C de cada conductor, determinada según el capítulo 7, no debe sobrepasar el valor máximo especificado en la tabla 2.

## **6 CONDUCTORES FLEXIBLES (CLASES 5 Y 6)**

### **6.1 Construcción**

- a) Los conductores flexibles (clases 5 y 6) deben ser de cobre recocido, desnudo o recubierto de una capa metálica.
- b) Los alambres de cada conductor deben tener el mismo diámetro nominal.
- c) El número de alambres en cada conductor no debe ser superior al número mínimo apropiado dado en la tablas 3 ó 4.

## **6.2 Resistencia**

La resistencia a 20 °C de cada conductor, determinada según el capítulo 7, no debe sobrepasar el valor máximo especificado en la tablas 3 ó 4.

## **7 VERIFICACIÓN DE LA CONFORMIDAD CON LOS CAPÍTULO 5 Y 6**

La conformidad con los requisitos de los apartados 5.1.1, 5.2.1, 5.3.1 y 6.1 debe verificarse sobre el cable completo, por inspección y cuando sea posible por medición.

La conformidad con los requisitos de resistencia dados en los apartados 5.1.2, 5.2.2, 5.3.2 y 6.2 debe verificarse por medición de acuerdo con el anexo A y corregidas según temperatura por los factores dados en la tabla A.1

**Tabla 1**  
**Conductores de un solo alambre (clase 1), para cables unipolares y multiconductores**

1	2	3	4
Sección nominal  mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima del conductor a 20 °C		
	Conductor de cobre recocido, circular		Conductor de aluminio y aleación de aluminio, circular o sectoral <sup>c</sup>
	desnudo	recubierto	
	Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	36,0	36,7	—
0,75	24,5	24,8	—
1,0	18,1	18,2	—
1,5	12,1	12,2	—
2,5	7,41	7,56	—
4	4,61	4,70	—
6	3,08	3,11	—
10	1,83	1,84	3,08 <sup>a</sup>
16	1,15	1,16	1,91 <sup>a</sup>
25	0,727 <sup>b</sup>	—	1,20 <sup>a</sup>
35	0,524 <sup>b</sup>	—	0,868 <sup>a</sup>
50	0,387 <sup>b</sup>	—	0,641
70	0,268 <sup>b</sup>	—	0,443
95	0,193 <sup>b</sup>	—	0,320 <sup>d</sup>
120	0,153 <sup>b</sup>	—	0,253 <sup>d</sup>
150	0,124 <sup>b</sup>	—	0,206 <sup>d</sup>
185	0,101 <sup>b</sup>	—	0,164 <sup>d</sup>
240	0,0775 <sup>b</sup>	—	0,125 <sup>d</sup>
300	0,0620 <sup>b</sup>	—	0,100 <sup>d</sup>
400	0,0465 <sup>b</sup>	—	0,0778
500	—	—	0,0605
630	—	—	0,0469
800	—	—	0,0367
1 000	—	—	0,0291
1 200	—	—	0,0247

<sup>a</sup> Solamente conductores circulares de aluminio de 10 mm<sup>2</sup> a 35 mm<sup>2</sup> (véase el apartado 5.1.1c).

<sup>b</sup> Véase nota del apartado 5.1.1 b).

<sup>c</sup> Véase nota del apartado 5.1.2.

<sup>d</sup> Para cables unipolares, pueden ensamblarse cuatro conductores sectoriales en un único conductor circular. La resistencia máxima del conductor ensamblado debe ser del 25% de los componentes individual del conductor.

**Tabla 2**  
**Conductores de varios alambres cableados de clase 2 para cables unipolares y multiconductores**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sección nominal	Número mínimo de alambres en el conductor						Resistencia máxima del conductor a 20 °C		
	Circular		Circular compactado		Sectoral		Conductor cobre recocido		Conductores de aluminio o aleación de aluminio <sup>c</sup>
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	alambres desnudos	alambres recubiertos de una capa metálica	
mm²							Ω/km	Ω/km	Ω/km
0,5	7	—	—	—	—	—	36,0	36,7	—
0,75	7	—	—	—	—	—	24,5	24,8	—
1,0	7	—	—	—	—	—	18,1	18,2	—
1,5	7	—	6	—	—	—	12,1	12,2	—
2,5	7	—	6	—	—	—	7,41	7,56	—
4	7	—	6	—	—	—	4,61	4,70	—
6	7	—	6	—	—	—	3,08	3,11	—
10	7	7	6	6	—	—	1,83	1,84	3,08
16	7	7	6	6	—	—	1,15	1,16	1,91
25	7	7	6	6	6	6	0,727	0,734	1,20
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,529	0,868
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,391	0,641
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,270	0,443
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,195	0,320
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,154	0,253
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,126	0,206
185	37	37	30	30	30	30	0,0991	0,100	0,164
240	37	37	34	30	34	30	0,0754	0,0762	0,125
300	61	61	34	30	34	30	0,0601	0,0607	0,100
400	61	61	53	53	53	53	0,0470	0,0475	0,0778
500	61	61	53	53	53	53	0,0366	0,0369	0,0605
630	91	91	53	53	53	53	0,0283	0,0286	0,0469
800	91	91	53	53	—	—	0,0221	0,0224	0,0367
1 000	91	91	53	53	—	—	0,0176	0,0177	0,0291
1 200	b						0,0151	0,0151	0,0247
1 400 <sup>a</sup>	b						0,0129	0,0129	0,0212
1 600	b						0,0113	0,0113	0,0186
1 800 <sup>a</sup>	b						0,0101	0,0101	0,0165
2 000	b						0,0090	0,0090	0,0149
2 500	b						0,0072	0,0072	0,0127
<sup>a</sup> Estas medidas no son preferentes. Esta norma no contempla otras medidas no preferentes y utilizadas en alguna aplicación especializada.									
<sup>b</sup> Para estas medidas el número mínimo de alambres no está especificado. Estas medidas pueden construirse a partir de 4, 5 ó 6 segmentos idénticos (Milliken).									
<sup>c</sup> Para conductores de aleación de aluminio cableados de la misma sección nominal que un conductor de aluminio, el valor de la resistencia debe acordarse entre fabricante y comprador.									

**Tabla 3**  
**Conductores flexibles de cobre de clase 5 para cables unipolares y multiconductores**

1	2	3	4
Sección nominal  mm <sup>2</sup>	Diámetro máximo de los alambres en el conductor  mm	Resistencia máxima del conductor a 20 °C	
		Alambres desnudos  Ω/km	Alambres recubiertos de una capa metálica  Ω/km
0,5	0,21	39,0	40,1
0,75	0,21	26,0	26,7
1,0	0,21	19,5	20,0
1,5	0,26	13,3	13,7
2,5	0,26	7,98	8,21
4	0,31	4,95	5,09
6	0,31	3,30	3,39
10	0,41	1,91	1,95
16	0,41	1,21	1,24
25	0,41	0,780	0,795
35	0,41	0,554	0,565
50	0,41	0,386	0,393
70	0,51	0,272	0,277
95	0,51	0,206	0,210
120	0,51	0,161	0,164
150	0,51	0,129	0,132
185	0,51	0,106	0,108
240	0,51	0,0801	0,0817
300	0,51	0,0641	0,0654
400	0,51	0,0486	0,0495
500	0,61	0,0384	0,0391
630	0,61	0,0287	0,0292

**Tabla 4**  
**Conductores flexibles de cobre de clase 6 para cables unipolares y multiconductores**

1	2	3	4
Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres en el conductor	Resistencia máxima del conductor a 20 °C	
		Alambres desnudos	Alambres recubiertos de una capa metálica
mm <sup>2</sup>	mm	Ω/km	Ω/km
0,5	0,16	39,0	40,1
0,75	0,16	26,0	26,7
1,0	0,16	19,5	20,0
1,5	0,16	13,3	13,7
2,5	0,16	7,98	8,21
4	0,16	4,95	5,09
6	0,21	3,30	3,39
10	0,21	1,91	1,95
16	0,21	1,21	1,24
25	0,21	0,780	0,795
35	0,21	0,554	0,565
50	0,31	0,386	0,393
70	0,31	0,272	0,277
95	0,31	0,206	0,210
120	0,31	0,161	0,164
150	0,31	0,129	0,132
185	0,41	0,106	0,108
240	0,41	0,0801	0,0817
300	0,41	0,0641	0,0654

**ANEXO A (Normativo)**

**MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA**

El cable debe ser mantenido en el área de ensayo el tiempo suficiente para asegurar que la temperatura del conductor ha alcanzado un nivel que permita una determinación precisa de la resistencia utilizando los factores de corrección dados.

Se debe medir la resistencia en corriente continua del/los conductor/es, sobre una longitud completa de cable, o bien una longitud suficiente para que la muestra bajo ensayo sea de 1 m, a la temperatura ambiente y anotar la temperatura a la que se ha hecho la medición. Ajustar la resistencia medida utilizando los factores de corrección dados en la tabla A.1.

Se debe calcular la resistencia por kilómetro de longitud del cable a partir de la longitud de la muestra de cable completo y no del trozo de la muestra de un conductor.

Si es necesario, la corrección que se debe efectuar para expresar la medida de la resistencia a 20 °C y a 1 km de longitud, se realiza aplicando la fórmula siguiente:

$$R_{20} = R_t \times k_t \times \frac{1\,000}{L}$$

en la que:

$k_t$  es el factor de corrección de la temperatura de la tabla A.1;

$R_{20}$  es la resistencia 20 °C, en  $\Omega/\text{km}$ ;

$R_t$  es la resistencia del conductor medida, en  $\Omega$ ;

$L$  es la longitud del cable, en m.

**Tabla A.1**  
**Factores de corrección  $k_t$  de la temperatura para referir a 20 °C la resistencia medida a  $t$  °C**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Temperatura del conductor en el instante de la medida</b> $t$ °C	<b>Factor de corrección, <math>k_t</math></b> <b>Todos los conductores</b>	<b>Temperatura del conductor en el instante de la medida</b> $t$ °C	<b>Factor de corrección, <math>k_t</math></b> <b>Todos los conductores</b>
0	1,087	21	0,996
1	1,082	22	0,992
2	1,078	23	0,988
3	1,073	24	0,984
4	1,068	25	0,980
5	1,064	26	0,977
6	1,059	27	0,973
7	1,055	28	0,969
8	1,050	29	0,965
9	1,046	30	0,962
10	1,042	31	0,958
11	1,037	32	0,954
12	1,033	33	0,951
13	1,029	34	0,947
14	1,025	35	0,943
15	1,020	36	0,940
16	1,016	37	0,936
17	1,012	38	0,933
18	1,008	39	0,929
19	1,004	40	0,926
20	1,000		

NOTA – Los valores de los factores de corrección  $k_t$  suponen un coeficiente de variación de la resistencia de 0,004 por K a 20 °C.

Los valores de los factores de corrección indicados en la columna 2 son aproximados pero dan valores prácticos en los que la precisión está de acuerdo con aquella que normalmente se puede obtener en las mediciones de temperatura y longitud de los cables.

Para valores más precisos de los factores de corrección de temperatura para cobre y aluminio se debe hacer referencia al anexo B. De todos modos, no deben tomarse estos valores como requisito en los ensayos para verificar las resistencias realizados conforme a esta norma.



**ANEXO B** (Informativo)

**FÓRMULAS EXACTAS PARA LOS FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA TEMPERATURA**

**a) Conductores de cobre: desnudos o recubiertos de una capa metálica**

$$k_{t, Cu} = \frac{254,5}{234,5 + t} = \frac{1}{1 + 0,00393(t - 20)}$$

**b) Conductores de aluminio**

$$k_{t, Al} = \frac{248}{228 + t} = \frac{1}{1 + 0,00403(t - 20)}$$

NOTA – Para las aleaciones de aluminio, conviene hacer referencia al fabricante.

En todos los casos anteriores,  $t$  es la temperatura del conductor, en el momento de la medida, expresada en grados Celsius.

**ANEXO C (Informativo)****INDICACIONES PARA LOS LÍMITES DIMENSIONALES  
DE LOS CONDUCTORES CIRCULARES****C.1 Objeto**

Este anexo tiene por objeto ser una guía para los fabricantes de cable y de conexiones de cable para asegurar que los conductores y los conectores son dimensionalmente compatibles. Da indicaciones de los límites dimensionales de los siguientes tipos de conductor incluidos en esta norma.

- a) conductores circulares de un solo alambre (clase 1) de cobre, aluminio y aleación de aluminio;
- b) conductores cableados circulares y circulares compactados (clase 2), de cobre, aluminio y aleación de aluminio;
- c) conductores flexibles (clase 5 y 6), de cobre;

**C.2 Límites dimensionales para los conductores circulares de cobre**

Los diámetros de los conductores circulares de cobre no deben sobrepasar los valores dados en la tabla C.1.

Si se necesita el diámetro mínimo para los conductores circulares de cobre de clase 1, puede hacerse referencia a los diámetros mínimos indicados en la tabla C.3 para los conductores circulares de un solo alambre de aluminio o de aleación de aluminio.

**C.3 Límites dimensionales para los conductores de cobre cableados circulares compactados, y de los conductores de aluminio y aleación de aluminio**

Los diámetros de los conductores de cobre cableados circulares compactados, y de los conductores de aluminio y aleación de aluminio no deben sobrepasar los valores dados en la tabla C.2.

En el caso excepcional de conductores de aluminio o aleación de aluminio, cableados circulares y no compactados, los diámetros máximos no deben sobrepasar los valores dados en la columna 3 de la tabla C.1.

**C.4 Límites dimensionales para los conductores de aluminio de un solo alambre**

Los diámetros de los conductores de conductores de aluminio de un solo alambre no deben sobrepasar los valores dados en la tabla C.3.

**Tabla C.1**  
**Diámetro máximo de los conductores circulares de cobre, de**  
**un solo alambre, cableados no compactados y flexibles**

1	2	3	4
Sección nominal  mm <sup>2</sup>	Conductores para cables de instalaciones fijas		Conductores flexibles (Clases 5 y 6)
	Un solo alambre (Clase 1)	Cableado (Clase 2)	
	mm	mm	mm
0,5	0,9	1,1	1,1
0,75	1,0	1,2	1,3
1,0	1,2	1,4	1,5
1,5	1,5	1,7	1,8
2,5	1,9	2,2	2,4
4	2,4	2,7	3,0
6	2,9	3,3	3,9
10	3,7	4,2	5,1
16	4,6	5,3	6,3
25 <sup>a</sup>	5,7	6,6	7,8
35 <sup>a</sup>	6,7	7,9	9,2
50 <sup>a</sup>	7,8	9,1	11,0
70 <sup>a</sup>	9,4	11,0	13,1
95 <sup>a</sup>	11,0	12,9	15,1
120 <sup>a</sup>	12,4	14,5	17,0
150 <sup>a</sup>	13,8	16,2	19,0
185	15,4	18,0	21,0
240	17,6	20,6	24,0
300	19,8	23,1	27,0
400	22,2	26,1	31,0
500	—	29,2	35,0
630	—	33,2	39,0
800	—	37,6	—
1 000	—	42,2	—
NOTA — Los valores dados para los conductores flexibles están determinados para aplicarse a los conductores de clases 5 y 6.			
<sup>a</sup> Véase el apartado 5.1.1 b).			

**Tabla C.2**  
**Diámetros mínimo y máximo de los conductores de cobre, circulares compactados, y de los conductores de aluminio y aleación de aluminio**

1	2	3
Sección nominal mm <sup>2</sup>	Conductores circulares, cableados y compactados (Clase 2)	
	Diámetro mínimo mm	Diámetro máximo mm
10	3,6	4,0
16	4,6	5,2
25	5,6	6,5
35	6,6	7,5
50	7,7	8,6
70	9,3	10,2
95	11,0	12,0
120	12,3	13,5
150	13,7	15,0
185	15,3	16,8
240	17,6	19,2
300	19,7	21,6
400	22,3	24,6
500	25,3	27,6
630	28,7	32,5
NOTA 1 – No se dan los límites dimensionales de los conductores de aluminio con sección nominal superior a 630 mm <sup>2</sup> ya que generalmente no se utiliza la tecnología de compactación. NOTA 2 – No se dan valores para los conductores de cobre compactados en el rango de secciones 1,5 mm <sup>2</sup> a 6 mm <sup>2</sup> .		

**Tabla C.3**  
**Diámetros mínimo y máximo de los conductores de aluminio, circulares de un solo alambre**

1	2	3
Sección nominal  mm <sup>2</sup>	Conductores de un solo alambre (Clase 1)	
	Diámetro mínimo  mm	Diámetro máximo  mm
10	3,4	3,7
16	4,1	4,6
25	5,2	5,7
35	6,1	6,7
50	7,2	7,8
70	8,7	9,4
95	10,3	11,0
120	11,6	12,4
150	12,9	13,8
185	14,5	15,4
240	16,7	17,6
300	18,8	19,8
400	21,2	22,2
500	24,0	25,1
630	27,3	28,4
800	30,9	32,1
1 000	34,8	36,0
1 200	37,8	39,0

---

**ICS 29.060.20**

---

© IEC 2004  
© AENOR Junio 2005  
Depósito legal: M 29404:2005

**AENOR**

Asociación Española de  
Normalización y Certificación

**Sede central**

C Génova, 6                                      Teléfono: 91 432 60 00  
28004 MADRID, España                      Fax: 91 310 40 32  
e-mail: norm.clciec@aenor.es  
<http://www.aenor.es>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

**Oficina Central**

3, rue de Varembe                                      Telf. Int. +41 22 919 02 11  
Case postale 131                                      Fax: +41 22 919 03 00  
CH-1211 GENEVE 20 Suisse  
e-mail: [info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)                                      <http://www.iec.ch>