

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

NORMA CUBANA

NC

IEC 60317-0-1: 2007
(Publicada por la IEC en 1997)

**ESPECIFICACIONES PARA TIPOS PARTICULARES DE HILOS PARA BOBINAS ELECTROMAGNÉTICAS—PARTE 0: PRESCRIPCIONES GENERALES—SECCIÓN 1: HILO DE COBRE DE SECCIÓN CIRCULAR ESMALTADO.
[IEC 60317-0-1:1997, IDT + A1 (1999-10)]**

Specifications for particular types of winding wires—Part 0: General requirements—Section 1: Enameled round copper wire.

La versión oficial en español de la Norma Internacional IEC 60317-0-1:1997 *Specifications for particular types of winding wires – Part 0: General requirements – Section 1: Enameled round copper wire* es adoptada como Norma Nacional idéntica con la referencia NC-IEC 60317-0-1:2007, la cual incluye la Modificación 1 (1999-10).

ICS: 29.060.10

1. Edición Octubre 2007
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

Oficina Nacional de Normalización (NC) Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana. Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048; Correo electrónico: nc@ncnorma.cu; Sitio Web: www.nc.cubaindustria.cu



Cuban National Bureau of Standards

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba y representa al país ante las organizaciones internacionales y regionales de normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos normativos relacionados se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el Comité Técnico de Normalización NC/CTN 72 de Conductores eléctricos, en el cual están representadas las siguientes entidades:
 - Ministerio de la Industria Básica
 - Ministerio de la Informática y las Comunicaciones
 - Ministerio de la Industria Sideromecánica
 - Ministerio del Turismo
 - Ministerio de Educación
 - Oficina Nacional de Normalización
 - Ministerio de la Construcción
 - Ministerio de la Industria Ligera
 - Ministerio del Azúcar
 - Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
 - Ministerio de Educación Superior
- Es una adopción idéntica de la versión oficial en español de la Norma Internacional IEC 60317-0-1:1997 e incluye la Modificación (enmienda) 1 (1999-10).

© NC, 2007

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba.

NORMA INTERNACIONAL

**CEI
IEC
60317-0-1**

Segunda edición
1997-11

Versión oficial en español

Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas

Parte 0:

Prescripciones generales

Sección 1: Hilo de cobre de sección circular esmaltado

Specifications for particular types of winding wires

Part 0:

General requirements

Section 1: Enamelled round copper wire

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Partie 0:

Prescriptions générales

Section 1: Fil de section circulaire en cuivre émaillé

© CEI 1997

© AENOR 1998

} 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 Varembe. 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

Q

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

ÍNDICE

	Página
ANTECEDENTES.....	4
INTRODUCCIÓN	5
Capítulos	
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	6
2 NORMAS PARA CONSULTA	6
3 DEFINICIONES Y NOTAS GENERALES SOBRE LOS MÉTODOS DE ENSAYO ...	7
4 DIMENSIONES.....	8
5 RESISTENCIA ELÉCTRICA.....	12
6 ALARGAMIENTO	13
7 ÁNGULO DE RETORNO	14
8 FLEXIBILIDAD Y ADHERENCIA.....	15
9 CHOQUE TÉRMICO.....	15
10 TERMOPLASTICIDAD.....	16
11 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN.....	16
12 RESISTENCIA A LOS DISOLVENTES	17
13 TENSIÓN DE PERFORACIÓN	17
14 CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO (diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 1,600 mm)	19
15 ÍNDICE DE TEMPERATURA	19
16 RESISTENCIA A LOS REFRIGERANTES	19
17 SOLDABILIDAD	19
18 ADHERENCIA POR CALOR O POR DISOLVENTE.....	19
19 FACTOR DE DISIPACIÓN DIELECTRICA	20
20 RESISTENCIA AL ACEITE DE TRANSFORMADOR.....	20
21 PÉRDIDA DE MASA.....	20
30 ENVASADO.....	20
ANEXO A (INFORMATIVO) DIMENSIONES PARA LOS DIÁMETROS NOMINALES DEL CONDUCTOR INTERMEDIOS (R 40)	21
ANEXO B (INFORMATIVO) MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL DIÁMETRO EXTERIOR MÍNIMO.....	24
ANEXO C (INFORMATIVO) MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA LINEAL.....	25
ANEXO D (INFORMATIVO) RESISTENCIA.....	27
ANEXO E (INFORMATIVO) ENSAYO DE FALLO A ALTA TEMPERATURA	28

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas

Parte 0: Prescripciones generales

Sección 1: Hilo de cobre de sección circular esmaltado

ANTECEDENTES

- 1) CEI (Comisión Electrotécnica Internacional) es una organización mundial para la normalización, que comprende todos los comités electrotécnicos nacionales (Comités Nacionales de CEI). El objetivo de CEI 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, CEI publica Normas Internacionales. Su elaboración se confía a los comités técnicos; cualquier Comité Nacional de CEI que esté interesado en el tema objeto de la norma puede participar en su elaboración. Organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con CEI también participan en la elaboración. CEI 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 CEI 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 publican en forma de normas, informes técnicos o guías y se aceptan en este sentido por los Comités Nacionales.
- 4) Con el fin de promover la unificación internacional, los Comités Nacionales de CEI se comprometen a aplicar de forma transparente las Normas Internacionales de CEI, en la medida de lo posible en sus normas nacionales y regionales. Cualquier divergencia entre la Norma CEI y la correspondiente norma nacional o regional debe indicarse de forma clara en ésta última.
- 5) CEI 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 normas.
- 6) Se debe prestar atención a la posibilidad de que algunos de los elementos de esta Norma Internacional puedan ser objeto de derechos de patente. No se podrá hacer responsable a CEI de identificar alguno o todos esos derechos de patente.

La Norma Internacional CEI 60317-0-1 ha sido elaborada por el comité técnico 55 de CEI: Hilos esmaltados.

Esta segunda edición anula y sustituye a la primera edición publicada en 1990, a su modificación 1 (1992), a su modificación 2 (1993) y constituye una revisión técnica.

Esta norma también contiene todas las prescripciones generales de los hilos de cobre de sección circular esmaltados contenidos en la serie CEI 60317 publicada en 1988.

El texto de esta norma se basa en la primera edición, en las modificaciones 1 y 2 y en los documentos siguientes:

FDIS	Informe de voto
55/559/FDIS	55/603/RVD
55/610/FDIS	55/630/RVD

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

Los anexos A, B, C, D y E sólo son para información.

INTRODUCCIÓN

Esta norma internacional constituye uno de los elementos de una serie de normas que tratan sobre los hilos aislados para el bobinado de equipos eléctricos.

La serie comprende tres grupos que describen:

- 1) Métodos de ensayo (CEI 60851);
- 2) Especificaciones (CEI 60317);
- 3) Envasado (CEI 60264).

Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas
Parte 0: Prescripciones generales
Sección 1: Hilo de cobre de sección circular esmaltado

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma internacional especifica las prescripciones generales de los hilos de cobre de sección circular, esmaltados, destinados a bobinas electromagnéticas, con o sin sobrecapa adherente.

La gama de diámetros nominales del conductor cubierta por esta norma se indica en cada norma particular de especificaciones.

2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

CEI 60172:1987 – *Método de ensayo para la determinación del índice de temperatura de los hilos esmaltados para bobinas electromagnéticas.*

CEI 60317-1:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 1: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con acetato de polivinilo, clase 105.*

CEI 60317-2:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 2: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliuretano, soldable, clase 130, con sobrecapa adherente.*

CEI 60317-3:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 3: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliéster, clase 155.*

CEI 60317-4:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 4: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliuretano, soldable, clase 130.*

CEI 60317-7:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 7: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliimida, clase 220.*

CEI 60317-8:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 8: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliésterimida, clase 180.*

CEI 60317-12:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 12: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con acetato de polivinilo, clase 120.*

CEI 60317-13:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 13: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliéster o poliésterimida, con sobrecapa de poliamida-imida, clase 200.*

CEI 60317-19:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 19: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliuretano, soldable, con sobrecapa de poliamida, clase 130.*

CEI 60317-20:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 20: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliuretano, soldable, clase 155.*

CEI 60317-21:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 21: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliuretano, soldable, con sobrecapa de poliamida, clase 155.*

CEI 60317-22:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 22: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliéster o poliésterimida, con sobrecapa de poliamida, clase 180.*

CEI 60317-23:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 23: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliésterimida, soldable, clase 180.*

CEI 60317-26:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 26: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliamida-imida, clase 200.*

CEI 60317-34:1990 – *Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas. Parte 34: Hilo de cobre de sección circular esmaltado con poliéster, clase 130 L.*

CEI 60851 – *Métodos de ensayo de los hilos para bobinas electromagnéticas.*

ISO 3:1973 – *Números normales. Series de números normales.*

3 DEFINICIONES Y NOTAS GENERALES SOBRE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

3.1 Definiciones

sobrecapa adherente: Material que se coloca sobre un hilo esmaltado, que tiene la función específica de pegar los hilos entre sí.

clase: Comportamiento térmico de un hilo para bobinas electromagnéticas expresado por el índice de temperatura y la temperatura del choque térmico.

revestimiento: Material que se coloca por los medios apropiados sobre un conductor o sobre un hilo, y después se seca y/o polimeriza.

conductor: Metal desnudo después de eliminar el aislamiento.

grieta: Fisura en el aislamiento que permite ver el conductor con una ampliación determinada.

doble revestimiento: Aislamiento constituido por dos materiales diferentes, uno como base y el otro como sobrecapa.

hilo esmaltado: Hilo recubierto con un aislamiento constituido por una resina polimerizada.

grado: Gama de espesores del aislamiento de un hilo.

aislamiento: Revestimiento o recubrimiento del conductor que tiene la función específica de resistir la tensión eléctrica.

dimensión nominal del conductor: Designación de la medida del conductor según la Norma CEI 60317.

revestimiento único: Aislamiento constituido por un solo material.

hilo para bobinas electromagnéticas: Hilo utilizado para la construcción de bobinas que generan un campo magnético.

hilo: Conductor revestido o cubierto con un aislante.

3.2 Generalidades sobre los métodos de ensayo

Todos los métodos de ensayo utilizados en esta norma figuran en la Norma CEI 60851.

La numeración de los capítulos de esta norma es idéntica a la de los respectivos ensayos de la Norma CEI 60851.

En caso de divergencia entre la norma de métodos de ensayo y esta norma, prevalecerá la CEI 60317-0-1.

Si no se especifica la gama de diámetros nominales del conductor aplicable para un ensayo, el ensayo se aplica a todos los diámetros nominales del conductor incluidos en la norma particular de especificaciones.

Salvo especificación contraria, todos los ensayos se realizan a una temperatura entre 15 °C y 35 °C, y una humedad relativa del 45% a 75%. Antes de realizar las medidas las probetas deben estar preacondicionadas en estas condiciones atmosféricas durante el tiempo suficiente para asegurar su estabilidad.

El hilo a ensayar debe extraerse de su envase de manera que no se someta a tensiones o plegados innecesarios. Antes de cada ensayo debe descartarse el hilo necesario para asegurar que no se incluye ningún tramo de hilo dañado en las muestras.

4 DIMENSIONES

4.1 Diámetro del conductor

La serie de los diámetros nominales del conductor preferentes debe pertenecer a la serie R 20 de la Norma ISO 3. Los valores reales y sus tolerancias se indican en las tablas 1 y 2.

Cuando se requiera por razones técnicas, el consumidor puede utilizar la serie de diámetros intermedios de la serie R 40 de la ISO 3. Los valores reales y sus tolerancias se indican en el anexo A.

El diámetro del conductor no debe desviarse del diámetro nominal en un valor superior a la tolerancia indicada en las tablas 1 y 2.

NOTA – Para los hilos de diámetro nominal del conductor inferiores o iguales a 0,063 mm, véase la tabla 3.

Tabla 1
Dimensiones de los hilos esmaltados (R 20)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo debido al aislante mm			Diámetro exterior máximo mm		
		Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 1	Grado 2	Grado 3
0,018					0,022	0,024	
0,020					0,024	0,027	
0,022					0,027	0,030	
0,025					0,031	0,034	
0,028					0,034	0,038	
0,032					0,039	0,043	
0,036					0,044	0,049	
0,040					0,049	0,054	
0,045					0,055	0,061	
0,050					0,060	0,066	
0,056					0,067	0,074	
0,063					0,076	0,083	
0,071	0,003	0,007	0,012	0,018	0,084	0,091	0,097
0,080	0,003	0,007	0,014	0,020	0,094	0,101	0,108
0,090	0,003	0,008	0,015	0,022	0,105	0,113	0,120
0,100	0,003	0,008	0,016	0,023	0,117	0,125	0,132
0,112	0,003	0,009	0,017	0,026	0,130	0,139	0,147
0,125	0,003	0,010	0,019	0,028	0,144	0,154	0,163
0,140	0,003	0,011	0,021	0,030	0,160	0,171	0,181
0,160	0,003	0,012	0,023	0,033	0,182	0,194	0,205
0,180	0,003	0,013	0,025	0,036	0,204	0,217	0,229
0,200	0,003	0,014	0,027	0,039	0,226	0,239	0,252
0,224	0,003	0,015	0,029	0,043	0,252	0,266	0,280
0,250	0,004	0,017	0,032	0,048	0,281	0,297	0,312
0,280	0,004	0,018	0,033	0,050	0,312	0,329	0,345
0,315	0,004	0,019	0,035	0,053	0,349	0,367	0,384
0,355	0,004	0,020	0,038	0,057	0,392	0,411	0,428
0,400	0,005	0,021	0,040	0,060	0,439	0,459	0,478
0,450	0,005	0,022	0,042	0,064	0,491	0,513	0,533
0,500	0,005	0,024	0,045	0,067	0,544	0,566	0,587
0,560	0,006	0,025	0,047	0,071	0,606	0,630	0,653
0,630	0,006	0,027	0,050	0,075	0,679	0,704	0,728
0,710	0,007	0,028	0,053	0,080	0,762	0,789	0,814
0,800	0,008	0,030	0,056	0,085	0,855	0,884	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,090	0,959	0,989	1,018

(Continúa)

Tabla 1 (Fin)
Dimensiones de los hilos esmaltados (R 20)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo debido al aislante mm			Diámetro exterior máximo mm		
		Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 1	Grado 2	Grado 3
1,000	0,010	0,034	0,063	0,095	1,062	1,094	1,124
1,120	0,011	0,034	0,065	0,098	1,184	1,217	1,248
1,250	0,013	0,035	0,067	0,100	1,316	1,349	1,381
1,400	0,014	0,036	0,069	0,103	0,468	1,502	1,535
1,600	0,016	0,038	0,071	0,107	1,670	1,706	1,740
1,800	0,018	0,039	0,073	0,110	1,872	1,909	1,944
2,000	0,020	0,040	0,075	0,113	2,074	2,112	2,148
2,240	0,022	0,041	0,077	0,116	2,316	2,355	2,392
2,500	0,025	0,042	0,079	0,119	2,578	2,618	2,656
2,800	0,028	0,043	0,081	0,123	2,880	2,922	2,961
3,150	0,032	0,045	0,084	0,127	3,233	3,276	3,316
3,550	0,036	0,046	0,086	0,130	3,635	3,679	3,721
4,000	0,040	0,047	0,089	0,134	4,088	4,133	4,176
4,500	0,045	0,049	0,092	0,138	4,591	4,637	4,681
5,000	0,050	0,050	0,094	0,142	5,093	5,141	5,186

NOTA 1 – Los comités nacionales pueden especificar los diámetros exteriores mínimos siempre que se calculen en base a los incrementos mínimos. Para el cálculo véase el anexo B.

NOTA 2 – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor del incremento mínimo del diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

NOTA 3 – Para las dimensiones de los diámetros nominales del conductor intermedios de la serie R 40, véase el anexo A.

Tabla 2
Dimensiones de los hilos esmaltados con sobrecapa adherente (R 20)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo de la capa de base		Incremento mínimo de la sobrecapa adherente mm	Diámetro exterior máximo	
		mm			mm	
		Grado 1B	Grado 2B		Grado 1B	Grado 2B
0,020					0,026	0,029
0,022					0,030	0,033
0,025					0,034	0,037
0,028					0,038	0,042
0,032					0,044	0,048
0,036					0,050	0,055
0,040					0,055	0,060
0,045					0,062	0,068
0,050					0,068	0,074
0,056					0,075	0,082
0,063					0,085	0,092
0,071	0,003	0,007	0,012	0,006	0,094	0,101
0,080	0,003	0,007	0,014	0,007	0,105	0,112
0,090	0,003	0,008	0,015	0,007	0,117	0,125
0,100	0,003	0,008	0,016	0,007	0,129	0,137
0,112	0,003	0,009	0,017	0,008	0,143	0,152
0,125	0,003	0,010	0,019	0,009	0,158	0,168
0,140	0,003	0,011	0,021	0,010	0,175	0,186
0,160	0,003	0,012	0,023	0,010	0,197	0,209
0,180	0,003	0,013	0,025	0,010	0,220	0,233
0,200	0,003	0,014	0,027	0,011	0,243	0,256
0,224	0,003	0,015	0,029	0,012	0,270	0,284
0,250	0,004	0,017	0,032	0,013	0,300	0,316
0,280	0,004	0,018	0,033	0,013	0,331	0,348
0,315	0,004	0,019	0,035	0,014	0,369	0,387
0,355	0,004	0,020	0,038	0,015	0,413	0,432
0,400	0,005	0,021	0,040	0,016	0,461	0,481
0,450	0,005	0,022	0,042	0,016	0,514	0,536
0,500	0,005	0,024	0,045	0,017	0,568	0,590
0,560	0,006	0,025	0,047	0,017	0,630	0,654
0,630	0,006	0,027	0,050	0,018	0,704	0,729
0,710	0,007	0,028	0,053	0,019	0,788	0,815
0,800	0,008	0,030	0,056	0,020	0,882	0,911
0,900	0,009	0,032	0,060	0,020	0,987	1,017
1,000	0,010	0,034	0,063	0,021	1,091	1,123

(Continúa)

Tabla 2 (Fin)
Dimensiones de los hilos esmaltados con sobrecapa adherente (R 20)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo de la capa de base		Incremento mínimo de la sobrecapa adherente mm	Diámetro exterior máximo	
		mm			mm	
		Grado 1B	Grado 2B		Grado 1B	Grado 2B
1,120	0,011	0,034	0,065	0,022	1,214	1,247
1,250	0,013	0,035	0,067	0,022	1,346	1,379
1,400	0,014	0,036	0,069	0,023	1,499	1,533
1,600	0,016	0,038	0,071	0,023	1,702	1,738
1,800	0,018	0,039	0,073	0,024	1,905	1,942
2,000	0,020	0,040	0,075	0,025	2,108	2,146

NOTA 1 – Los comités nacionales pueden especificar los diámetros exteriores mínimos siempre que se calculen en base a los incrementos mínimos. Para el cálculo véase el anexo B.

NOTA 2 – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor del incremento mínimo del diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

NOTA 3 – Para las dimensiones de los diámetros nominales del conductor intermedios de la serie R 40, véase el anexo A.

4.2 Ovalado del conductor (diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm)

En cada uno de los puntos de medida, la diferencia entre los diámetros mínimo y máximo no debe sobrepasar el valor indicado en la segunda columna de las tablas 1 ó 2.

4.3 Incremento mínimo del diámetro debido al aislamiento y a la sobrecapa adherente (diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm)

4.3.1 Hilos esmaltados sin sobrecapa adherente. El incremento mínimo de diámetro debido al aislamiento no debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 1.

4.3.2 Hilos esmaltados con sobrecapa adherente. El incremento mínimo de diámetro debido al aislamiento, incluyendo la sobrecapa adherente, no debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 2.

4.4 Diámetro exterior máximo

4.4.1 Hilos esmaltados sin sobrecapa adherente. El diámetro exterior no debe sobrepasar los valores indicados en la tabla 1.

4.4.2 Hilos esmaltados con sobrecapa adherente. El diámetro exterior no debe sobrepasar los valores indicados en la tabla 2.

5 RESISTENCIA ELÉCTRICA

Para los diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 0,063 mm, la resistencia eléctrica a 20 °C debe estar comprendida entre los límites indicados en la tabla 3.

Para los diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm no se especifica ningún valor de resistencia eléctrica.

De acuerdo entre fabricante y consumidor, pueden realizarse medidas de resistencia eléctrica para los diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm e inferiores o iguales a 1,000 mm. En caso de acuerdo, la resistencia eléctrica a 20 °C debe estar comprendida entre los límites indicados en el anexo D.

Tabla 3
Resistencias eléctricas

Diámetro nominal del conductor mm	Resistencia Ω/m		Diámetro nominal del conductor mm	Resistencia Ω/m	
	Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo
0,018	60,46	73,89	0,036	15,16	18,42
0,020	48,97	59,85	0,040	12,28	14,92
0,022	40,47	49,47	0,045	9,705	11,79
0,025	31,34	38,31	0,050	7,922	9,489
0,028	24,99	30,54	0,056	6,316	7,565
0,032	19,13	23,38	0,063	5,045	5,922

NOTA 1 – Los límites indicados se han calculado de acuerdo al anexo C.
NOTA 2 – Para la resistencia eléctrica nominal, véase el anexo D

6 ALARGAMIENTO

El alargamiento a rotura no debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 4.

Tabla 4
Alargamiento

Diámetro nominal del conductor mm	Alargamiento mínimo %	Diámetro nominal del conductor mm	Alargamiento mínimo %	Diámetro nominal del conductor mm	Alargamiento mínimo %
0,018	5	0,180	20	1,800	32
0,020	6	0,200	21	2,000	33
0,022	6	0,224	21	2,240	33
0,025	7	0,250	22	2,500	33
0,028	7	0,280	22	2,800	34
0,032	8	0,315	23	3,150	34
0,036	8	0,355	23	3,550	35
0,040	9	0,400	24	4,000	35
0,045	9	0,450	25	4,500	36
0,050	10	0,500	25	5,000	36
0,056	10	0,560	26		
0,063	12	0,630	27		
0,071	13	0,710	28		
0,080	14	0,800	28		
0,090	15	0,900	29		
0,100	16	1,000	30		
0,112	17	1,120	30		
0,125	17	1,250	31		
0,140	18	1,400	32		
0,160	19	1,600	32		

NOTA – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor de alargamiento indicado para el diámetro nominal inmediatamente superior.

7 ÁNGULO DE RETORNO

7.1 Diámetros nominales del conductor entre 0,080 mm y 1,600 mm ambos inclusive

Cuando el hilo se ha ensayado con el mandril y la fuerza especificados en la tabla 5, el valor del ángulo de retorno no debe sobrepasar los valores indicados en esta tabla.

Tabla 5
Ángulo de retorno

Diámetro nominal del conductor mm	Diámetro del mandril mm	Fuerza N	Ángulo de retorno máximo		
			grados		
			Grado 1	Grado 2 y Grado 1B	Grado 3 y Grado 2B
0,080	5	0,25	70	80	100
0,090			67	77	94
0,100			64	73	90
0,112	7	0,50	64	73	88
0,125			62	70	84
0,140			59	67	79
0,160	10	1,0	59	67	78
0,180			57	65	75
0,200			54	62	72
0,024	12,5	2,0	51	59	68
0,250			49	56	65
0,280			47	53	61
0,315	19	4,0	50	55	62
0,355			48	53	59
0,400			45	50	55
0,450	25	8,0	44	48	53
0,500			43	47	51
0,560			41	44	48
0,630	37,5	12,0	46	50	53
0,710			44	47	50
0,800			41	43	46
0,900	50	15,0	45	48	51
1,000			42	45	47
1,120			39	41	34
1,250			35	37	39
1,400			32	34	36
1,600			28	30	32

NOTA – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor de ángulo de retorno indicado para el diámetro nominal inmediatamente superior.

7.2 Diámetros nominales del conductor superiores a 1,600 mm

El hilo no debe dar un valor de ángulo de retorno superior a 5 grados.

8 FLEXIBILIDAD Y ADHERENCIA

8.1 Ensayo de arrollamiento sobre mandril (diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 1,600 mm)

No deben aparecer grietas en el revestimiento después de alargar el hilo el valor especificado en la tabla 6 y de arrollarlo sobre el mandril apropiado.

Tabla 6
Diámetros del mandril

Diámetro nominal del conductor mm		Alargamiento antes de arrollar sobre el mandril %	Diámetro del mandril mm
Superior a	Inferior o igual a		
—	0,050	20 *	0,150
0,050	0,063	15 *	0,150
0,063	0,080	10	0,150
0,080	0,112	5	0,150
0,112	0,140	0	0,150
0,140	1,600	0	<i>d</i> **

* O hasta la rotura del cobre, si es inferior.
** *d* = diámetro nominal del conductor.

8.2 Ensayo de alargamiento (diámetros nominales del conductor superiores a 1,600 mm)

No deben aparecer grietas en el revestimiento después de un alargamiento del 32%.

8.3 Ensayo de tracción brusca (diámetros nominales del conductor superiores a 1,000 mm)

El revestimiento no debe presentar grietas ni pérdida de adherencia.

8.4 Ensayo de pelado (diámetros nominales del conductor superiores a 1,000 mm)

El revestimiento no debe presentar ninguna pérdida de adherencia después de someter la probeta al número de vueltas *R* exigido en función de su diámetro nominal *d_{nom}*:

$$R = \frac{K}{d_{\text{nom}}} \text{ redondeado al número entero inmediatamente inferior.}$$

El número *K* utilizado para el cálculo se indica en la norma particular de especificaciones.

9 CHOQUE TÉRMICO

9.1 Diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 1,600 mm

El revestimiento no debe presentar ninguna grieta. El diámetro del mandril se especifica en la tabla 7. La temperatura mínima de choque térmico está indicada en la norma particular de especificaciones.

Tabla 7
Diámetros del mandril

Diámetro nominal del conductor mm	Diámetro del mandril mm
0,160	0,250
0,180	0,280
0,200	0,315
0,224	0,355
0,250	0,400
0,280	0,630
0,315	0,710
0,355	0,800
0,400	0,900
0,450	1,000
0,500	1,120
0,560	1,250
0,630	1,400
0,710	1,600
0,800	1,800
0,900	2,000
1,000	2,240
1,120	3,550
1,250	4,000
1,400	4,500
1,600	5,000

NOTA 1 – Para los diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 0,140 mm, se aplica la tabla 6.

NOTA 2 – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se utiliza el diámetro del mandril correspondiente al diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

9.2 Diámetros nominales del conductor superiores a 1,600 mm

El revestimiento no debe presentar ninguna grieta después de un alargamiento del 25%. La temperatura mínima del choque término se indica en la norma particular de especificaciones.

10 TERMOPLASTICIDAD

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

11 RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

12 RESISTENCIA A LOS DISOLVENTES

Disolvente normalizado

El revestimiento no debe levantarse con un lápiz de dureza "H".

13 TENSIÓN DE PERFORACIÓN

El hilo debe cumplir las prescripciones indicadas en los apartados 13.1, 13.2 y 13.3 respectivamente, cuando se ensaya a temperatura ambiente, y a temperatura elevada cuando lo solicita el consumidor.

La temperatura elevada se indica en la norma particular de especificaciones.

13.1 Diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 0,100 mm

Como mínimo cuatro de las cinco probetas no deben perforar a una tensión inferior o igual a la indicada en la tabla 8.

Tabla 8
Tensión de perforación

Diámetro nominal del conductor mm	Tensión de perforación mínima (valor eficaz)		
	V		
	Grado 1 y Grado 1B	Grado 2 y Grado 2B	Grado 3
A temperatura ambiente			
0,018	110	225	—
0,020	120	250	—
0,022	130	275	—
0,025	150	300	—
0,028	170	325	—
0,032	190	375	—
0,036	225	425	—
0,040	250	475	—
0,045	275	550	—
0,050	300	600	—
0,056	325	650	—
0,063	375	700	—
0,071	425	700	1 100
0,080	425	850	1 200
0,090	500	900	1 300
0,100	500	950	1 400

NOTA – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor indicado para el diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

13.2 Diámetros nominales del conductor superiores a 0,100 mm e inferiores o iguales a 2,500 mm

Como mínimo cuatro de las cinco probetas no deben perforar a una tensión inferior o igual a la indicada en la tabla 9.

Tabla 9
Tensión de perforación

Diámetro nominal del conductor mm	Tensión de perforación mínima (valor eficaz)					
	V					
	Grado 1 y Grado 1B		Grado 2 y Grado 2B		Grado 3	
	A temperatura ambiente	A temperatura elevada	A temperatura ambiente	A temperatura elevada	A temperatura ambiente	A temperatura elevada
0,112	1 300	1 000	2 700	2 000	3 900	2 900
0,125	1 500	1 100	2 800	2 100	4 100	3 100
0,140	1 600	1 200	3 000	2 300	4 200	3 200
0,160	1 700	1 300	3 200	2 400	4 400	3 300
0,180	1 700	1 300	3 300	2 500	4 700	3 500
0,200	1 800	1 400	3 500	2 600	5 100	3 800
0,224	1 900	1 400	3 700	2 800	5 200	3 900
0,250	2 100	1 600	3 900	2 900	5 500	4 100
0,280	2 200	1 700	4 000	3 000	5 800	4 400
0,315	2 200	1 700	4 100	3 100	6 100	4 600
0,355	2 300	1 700	4 300	3 200	6 400	4 800
0,400	2 300	1 700	4 400	3 300	6 600	5 000
0,450	2 300	1 700	4 400	3 300	6 800	5 100
0,500	2 400	1 800	4 600	3 500	7 000	5 300
0,560	2 500	1 900	4 600	3 500	7 100	5 300
0,630	2 600	2 000	4 800	3 600	7 100	5 300
0,710	2 600	2 000	4 800	3 600	7 200	5 400
0,800	2 600	2 000	4 900	3 700	7 400	5 600
0,900	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700
1,000 hasta 2,500 incluido	2 700	2 000	5 000	3 800	7 600	5 700

NOTA – Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor indicado para el diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

13.3 Diámetros nominales del conductor superiores a 2,500 mm

Como mínimo cuatro de las cinco probetas no deben perforar a una tensión inferior o igual a la indicada en la tabla 10.

Tabla 10
Tensión de perforación

Diámetro nominal del conductor mm	Tensión de perforación mínima (valor eficaz)					
	V					
	Grado 1 y Grado 1B		Grado 2 y Grado 2B		Grado 3	
	A temperatura ambiente	A temperatura elevada	A temperatura ambiente	A temperatura elevada	A temperatura ambiente	A temperatura elevada
superior a 2,500	1 300	1 000	2 500	1 900	3 800	2 900

14 CONTINUIDAD DEL AISLAMIENTO (diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 1,600 mm)

El número de fallos por 30 m de hilo no debe sobrepasar los valores de la tabla 11.

Tabla 11
Continuidad del aislamiento

Diámetro nominal del conductor mm		Número máximo de fallos por 30 m		
Superior a	Inferior o igual a	Grado 1 y Grado 1B	Grado 2 y Grado 2B	Grado 3
–	0,050	60	24	–
0,050	0,080	60	24	3
0,080	0,125	40	15	3
0,125	1,600	25	5	3

15 ÍNDICE DE TEMPERATURA

Se realiza el ensayo de acuerdo con la Norma CEI 60172 con probetas no impregnadas y con un hilo de diámetro nominal del conductor de 1,000 mm y en grado 2.

El índice de temperatura no debe ser inferior al indicado en la norma particular de especificaciones y el tiempo de vida medido a la temperatura de ensayo más baja no debe ser inferior a 5 000 h.

16 RESISTENCIA A LOS REFRIGERANTES

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

17 SOLDABILIDAD

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

18 ADHERENCIA POR CALOR O POR DISOLVENTE

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

19 FACTOR DE DISIPACIÓN DIELECTRICA

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

20 RESISTENCIA AL ACEITE DE TRANSFORMADOR

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

21 PÉRDIDA DE MASA

Para las prescripciones véase la norma particular de especificaciones.

30 ENVASADO

El envasado puede influir en determinadas propiedades del hilo, por ejemplo en el ángulo de retorno. Por lo tanto el envasado, por ejemplo el tipo de carrete de suministro, debe ser objeto de acuerdo entre fabricante y consumidor.

El hilo debe ir enrollado de forma regular y compacta sobre los carretes o colocado en los contenedores. Ningún carrete o contenedor debe contener más de un tramo de hilo, salvo acuerdo entre fabricante y consumidor. Cuando exista más de un tramo de hilo, la identificación sobre la etiqueta y el marcado de los tramos debe ser objeto de acuerdo entre fabricante y consumidor.

Cuando el hilo se suministra en rollos, las dimensiones y el peso máximo de los rollos, así como las medidas adoptadas para protegerlos, deben ser objeto de acuerdo entre fabricante y consumidor.

Las etiquetas deben estar colocadas en cada unidad de embalaje de acuerdo entre fabricante y consumidor y deben contener la información siguiente:

- a) El nombre del fabricante y/o nombre comercial del producto.
- b) El tipo de hilo y de aislamiento; por ejemplo el nombre comercial y/o el número de la especificación CEI.
- c) La masa neta de hilo.
- d) La dimensión o dimensiones del hilo y el grado de aislamiento.
- e) La fecha de fabricación.

ANEXO A (Informativo)

DIMENSIONES PARA LOS DIÁMETROS NOMINALES DEL CONDUCTOR INTERMEDIOS (R 40)

Diámetros nominales del conductor intermedios que el utilizador puede escoger por razones técnicas.

A.1 Hilos esmaltados sin sobrecapa adherente

Tabla A.1
Dimensiones de los hilos esmaltados (R 40)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo debido al aislamiento mm			Diámetro exterior máximo mm		
		Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 1	Grado 2	Grado 3
0,019					0,023	0,026	
0,021					0,026	0,028	
0,024					0,029	0,032	
0,027					0,033	0,036	
0,030					0,037	0,041	
0,034					0,041	0,046	
0,038					0,046	0,051	
0,043					0,052	0,058	
0,048					0,059	0,065	
0,053					0,064	0,070	
0,060					0,072	0,079	
0,067	0,003	0,007	0,012	0,018	0,080	0,088	
0,075	0,003	0,007	0,014	0,020	0,089	0,095	0,102
0,085	0,003	0,008	0,015	0,022	0,100	0,107	0,114
0,095	0,003	0,008	0,016	0,023	0,111	0,119	0,126
0,106	0,003	0,009	0,017	0,026	0,123	0,132	0,140
0,118	0,003	0,010	0,019	0,028	0,136	0,145	0,154
0,132	0,003	0,011	0,021	0,030	0,152	0,162	0,171
0,150	0,003	0,012	0,023	0,033	0,171	0,082	0,193
0,170	0,003	0,013	0,025	0,036	0,194	0,205	0,217
0,190	0,003	0,014	0,027	0,039	0,216	0,228	0,240
0,212	0,003	0,015	0,029	0,043	0,240	0,254	0,268
0,236	0,004	0,017	0,032	0,048	0,267	0,283	0,298
0,265	0,004	0,018	0,033	0,050	0,297	0,314	0,330
0,300	0,004	0,019	0,035	0,053	0,334	0,352	0,360
0,335	0,004	0,020	0,038	0,057	0,372	0,391	0,408
0,375	0,005	0,021	0,040	0,060	0,414	0,434	0,453
0,425	0,005	0,022	0,042	0,064	0,466	0,488	0,508
0,475	0,005	0,024	0,045	0,067	0,519	0,541	0,562
0,530	0,006	0,025	0,047	0,071	0,576	0,600	0,623

(Continúa)

Tabla A.1 (Fin)
Dimensiones de los hilos esmaltados (R 40)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo debido al aislamiento mm			Diámetro exterior máximo mm		
		Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 1	Grado 2	Grado 3
0,600	0,006	0,027	0,050	0,075	0,649	0,674	0,698
0,670	0,007	0,028	0,053	0,080	0,722	0,749	0,774
0,750	0,008	0,030	0,056	0,085	0,805	0,834	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,090	0,909	0,939	0,968
0,950	0,010	0,034	0,063	0,095	1,012	1,044	1,074
1,060	0,011	0,034	0,065	0,098	1,124	1,157	1,188
1,180	0,012	0,035	0,067	0,100	1,246	1,279	1,311
1,320	0,013	0,036	0,069	0,103	1,388	1,422	1,455
1,500	0,015	0,038	0,071	0,107	1,570	1,606	1,640
1,700	0,017	0,039	0,073	0,110	1,772	1,809	1,844
1,900	0,019	0,040	0,075	0,113	1,974	2,012	2,048
2,120	0,021	0,041	0,077	0,116	2,196	2,235	2,272
2,360	0,024	0,042	0,079	0,119	2,438	2,478	2,516
2,650	0,027	0,043	0,081	0,123	2,730	2,772	2,811
3,000	0,030	0,045	0,084	0,127	3,083	3,126	3,166
3,350	0,034	0,046	0,086	0,130	3,435	3,479	3,521
3,750	0,038	0,047	0,089	0,134	3,838	3,883	3,926
4,250	0,043	0,049	0,092	0,138	4,341	4,387	4,431
4,750	0,048	0,050	0,094	0,142	4,843	4,891	4,936

NOTA – Los comités nacionales pueden especificar los diámetros exteriores mínimos siempre que se calculen en base a los incrementos mínimos. Para el cálculo véase el anexo B.

A.2 Hilos esmaltados con sobrecapa adherente

Tabla A.2
Dimensiones de los hilos esmaltados con sobrecapa adherente (R 40)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo de la capa de base mm		Incremento mínimo de la sobrecapa adherente mm	Diámetro exterior máximo mm	
		Grado 1B	Grado 2B		Grado 1B	Grado 2B
0,021					0,029	0,031
0,024					0,032	0,035
0,027					0,037	0,040
0,030					0,042	0,046
0,034					0,047	0,052

(Continúa)

Diámetro nominal del conductor mm	Tolerancia del conductor ± mm	Incremento mínimo de la capa de base mm		Incremento mínimo de la sobrecapa adherente mm	Diámetro exterior máximo mm	
		Grado 1B	Grado 2B		Grado 1B	Grado 2B
0,038					0,052	0,057
0,043					0,059	0,065
0,048					0,067	0,073
0,053					0,072	0,078
0,060					0,081	0,088
0,067	0,003	0,007	0,012	0,006	0,090	0,098
0,075	0,003	0,007	0,014	0,007	0,100	0,106
0,085	0,003	0,008	0,015	0,007	0,112	0,119
0,095	0,003	0,008	0,016	0,007	0,123	0,131
0,106	0,003	0,008	0,017	0,008	0,136	0,145
0,118	0,003	0,010	0,019	0,009	0,150	0,159
0,132	0,003	0,011	0,021	0,010	0,167	0,177
0,150	0,003	0,012	0,023	0,010	0,186	0,197
0,170	0,003	0,013	0,025	0,010	0,210	0,221
0,190	0,003	0,014	0,027	0,011	0,233	0,245
0,212	0,003	0,015	0,029	0,012	0,258	0,272
0,236	0,004	0,017	0,032	0,013	0,286	0,302
0,265	0,004	0,018	0,033	0,013	0,316	0,333
0,300	0,004	0,019	0,035	0,014	0,354	0,372
0,335	0,004	0,020	0,038	0,015	0,393	0,412
0,375	0,005	0,021	0,040	0,016	0,436	0,456
0,425	0,005	0,022	0,042	0,016	0,489	0,511
0,475	0,005	0,024	0,045	0,017	0,543	0,565
0,530	0,006	0,025	0,047	0,017	0,600	0,624
0,600	0,006	0,027	0,050	0,018	0,674	0,699
0,670	0,007	0,028	0,053	0,019	0,748	0,775
0,750	0,008	0,030	0,056	0,020	0,832	0,861
0,850	0,009	0,032	0,060	0,020	0,937	0,967
0,950	0,010	0,034	0,063	0,021	1,041	1,073
1,060	0,011	0,034	0,065	0,022	1,154	1,187
1,180	0,012	0,035	0,067	0,022	1,276	1,309
1,320	0,013	0,036	0,069	0,023	1,419	1,453
1,500	0,015	0,038	0,071	0,023	1,602	1,638
1,700	0,017	0,039	0,073	0,024	1,805	1,842
1,900	0,019	0,040	0,075	0,025	2,008	2,046

NOTA – Los comités nacionales pueden especificar los diámetros exteriores mínimos siempre que se calculen en base a los incrementos mínimos. Para el cálculo véase el anexo B.

ANEXO B (Informativo)**MÉTODO PARA EL CÁLCULO DEL DIÁMETRO EXTERIOR MÍNIMO****B.1 Hilos esmaltados sin sobrecapa adherente**

Los diámetros exteriores mínimos se calculan de la manera siguiente:

Grado 1: Diámetro nominal del conductor + incremento mínimo del grado 1*;

Grado 2: Diámetro exterior máximo del grado 1 + 0,001 mm;

Grado 3: Diámetro exterior máximo del grado 2 + 0,001 mm.

* Para los diámetros nominales del conductor inferiores a 0,071 mm, el valor del incremento mínimo para el grado 1 es 0,1 veces el diámetro nominal del conductor.

B.2 Hilos esmaltados con sobrecapa adherente

Los diámetros exteriores mínimos se calculan de la manera siguiente:

Grado 1B: Diámetro nominal del conductor + incremento mínimo de la capa de base del grado 1B* + incremento mínimo de la sobrecapa adherente.

Grado 2B: Diámetro nominal del conductor + incremento mínimo de la capa de base del grado 2B* + incremento mínimo de la sobrecapa adherente.

* Para los diámetros nominales del conductor inferiores a 0,071 mm, el valor del incremento mínimo de la capa de base es:

Para el grado 1B: 0,1 veces el diámetro nominal del conductor;

Para el grado 2B: 0,2 veces el diámetro nominal del conductor.

Para el incremento mínimo de la sobrecapa adherente, debe tenerse en cuenta la tabla siguiente:

Diámetro nominal del conductor	Incremento mínimo de la sobrecapa adherente
mm	mm
0,020	0,001
0,022	0,002
0,025	0,002
0,028	0,003
0,032	0,003
0,036	0,004
0,040	0,004
0,045	0,004
0,050	0,005
0,056	0,005
0,063	0,005

Para los diámetros nominales del conductor intermedios, se debe utilizar el valor del incremento mínimo correspondiente al del diámetro nominal del conductor inmediatamente superior.

ANEXO C (Informativo)

MÉTODO PARA EL CÁLCULO DE LA RESISTENCIA LINEAL

Los límites de la resistencia eléctrica se calculan de la manera siguiente:

C.1 Diámetros nominales del conductor inferiores o iguales a 0,063 mm

Los valores de las relaciones:

$K_{\text{mín.}}$ de la resistencia mínima respecto a la resistencia nominal, y

$K_{\text{máx.}}$ de la resistencia máxima respecto a la resistencia nominal,

están especificados para cada diámetro nominal del conductor.

La resistencia lineal se calcula:

$$R_{\text{mín.}} = K_{\text{mín.}} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

$$R_{\text{máx.}} = K_{\text{máx.}} \times \rho_{\text{nom}} \times (\Omega \text{ m}^{-1})$$

donde

$K_{\text{mín.}}$ y $K_{\text{máx.}}$ tienen los valores indicados en la tabla siguiente;

ρ_{nom} es igual a $1/58,5 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$;

q_{nom} es la sección recta en milímetros cuadrados, calculada a partir de d_{nom} según la relación

$$q_{\text{nom}} = \frac{\pi}{4} \times d_{\text{nom}}^2$$

Tabla C.1
Relaciones

d_{nom} mm	$K_{\text{mín.}}$	$K_{\text{máx.}}$
0,018	0,900	1,100
0,020	0,900	1,100
0,022	0,900	1,100
0,025	0,900	1,100
0,028	0,900	1,100
0,032	0,900	1,100
0,036	0,903	1,097
0,040	0,903	1,097
0,045	0,903	1,097
0,050	0,910	1,090
0,056	0,910	1,090
0,063	0,920	1,080

C.2 Diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm e inferiores o iguales a 1,000 mm

Los valores mínimo y máximo de la resistencia se calculan a partir de los valores mínimo y máximo de la resistividad, teniendo en cuenta la tolerancia dimensional de cada diámetro del conductor.

La resistencia lineal se calcula de la siguiente manera:

$$R_{\text{mín.}} = \rho_{\text{mín.}} \times q_{\text{máx.}}^{-1} \left(\Omega \text{ m}^{-1} \right)$$

$$R_{\text{máx.}} = \rho_{\text{máx.}} \times q_{\text{mín.}}^{-1} \left(\Omega \text{ m}^{-1} \right)$$

donde

$$\rho_{\text{mín.}} = 1/59 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1};$$

$$\rho_{\text{máx.}} = 1/58 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1};$$

q es la sección recta en milímetros cuadrados.

ANEXO D (Informativo)

RESISTENCIA

Los valores de la resistencia nominal indicados en la tabla siguiente se dan solamente a título informativo y se han calculado en base al diámetro nominal del conductor con una resistividad nominal de $1/58,5 \Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$.

Los valores mínimo y máximo de la resistencia para los diámetros nominales del conductor superiores a 0,063 mm e inferiores o iguales a 1,000 mm se han calculado tal como se indica en el anexo C.

Tabla D.1
Resistencias eléctricas

Diámetro nominal del conductor mm	Resistencia			Diámetro nominal del conductor mm	Resistencia nominal Ω/mm
	Mínima	Nominal	Máxima		
0,018	–	67,18	–	1,120	0,01735
0,020	–	54,41	–	1,250	0,01393
0,022	–	44,97	–	1,400	0,01110
0,025	–	34,82	–	1,600	0,008502
0,028	–	27,76	–	1,800	0,006718
0,032	–	21,25	–	2,000	0,005441
0,036	–	16,79	–	2,240	0,004338
0,040	–	13,60	–	2,500	0,003482
0,045	–	10,75	–	2,800	0,002776
0,050	–	8,706	–	3,150	0,002193
0,056	–	6,940	–	3,550	0,001727
0,063	–	5,484	–	4,000	0,001360
0,071	3,941	4,318	4,747	4,500	0,001075
0,080	3,133	3,401	3,703	5,000	0,0008706
0,090	2,495	2,687	2,900		
0,100	2,034	2,176	2,333		
0,112	1,632	1,735	1,848		
0,125	1,317	1,393	1,475		
0,140	1,055	1,110	1,170		
0,160	0,8122	0,8502	0,8906		
0,180	0,6444	0,6718	0,7007		
0,200	0,5237	0,5441	0,5657		
0,224	0,4188	0,4338	0,4495		
0,250	0,3345	0,3482	0,3628		
0,280	0,2676	0,2776	0,2882		
0,315	0,2121	0,2193	0,2270		
0,355	0,1674	0,1727	0,1782		
0,400	0,1316	0,1360	0,1407		
0,450	0,1042	0,1075	0,1109		
0,500	0,08462	0,08706	0,08959		
0,560	0,06736	0,06940	0,07153		
0,630	0,05335	0,05484	0,05638		
0,710	0,04198	0,04318	0,04442		
0,800	0,03305	0,03401	0,03500		
0,900	0,02612	0,02687	0,02765		
1,000	0,02116	0,02176	0,02240		

ANEXO E (Informativo)

ENSAYO DE FALLO A ALTA TEMPERATURA

Ensayo sin requisitos especificados.

Para el método de ensayo véase el anexo A de la Norma CEI 60851-6.

ICS 29.060.10

© CEI 1997
© AENOR Diciembre 1998
Depósito legal: M 46204:1998

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Sede central

C Génova, 6
28004 MADRID, España
Teléfono: 91 432 60 00
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
Case postale 131
CH-1211 GENEVE 20 Suisse
Telf. Int. +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
e-mail: info@iec.ch
<http://www.iec.ch>

NORMA INTERNACIONAL

**CEI
IEC
60317-0-1**

1997

MODIFICACIÓN 1

1999-10

Versión oficial en español

Modificación 1

Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas

Parte 0-1:

Prescripciones generales

Hilo de cobre de sección circular esmaltado

Amendment 1

Specifications for particular types of winding wires

Part 0-1:

General requirements

Enamelled round copper wire

Amendement 1

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

Partie 0-1:

Prescriptions générales

Fil de section circulaire en cuivre émaillé

© CEI 1999

© AENOR 2000

} 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 Varembe. 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

D

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

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL

Especificaciones para tipos particulares de hilos para bobinas electromagnéticas

**Parte 0-1: Prescripciones generales
Hilo de cobre de sección circular esmaltado**

MODIFICACIÓN 1

ANTECEDENTES

Esta modificación ha sido elaborada por el comité técnico 55 de CEI: Hilos esmaltados.

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

FDIS	Informe de voto
55/688/FDIS	55/715/RVD

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

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Añadir, al final del capítulo, el siguiente párrafo:

Cuando se haga referencia a un hilo para bobinas electromagnéticas de la serie CEI 60317, indicado en el capítulo 2, debe darse la siguiente información en su descripción:

- la referencia de la norma CEI,
- el diámetro nominal del conductor en milímetros,
- el grado.

EJEMPLO: CEI 60317-1 – 0,500 Grado 2

ICS 29.060.10

- © CEI 1999
 - © AENOR Noviembre 2000
- Depósito legal: M 45120:2000

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

Sede central

C Génova, 6
28004 MADRID, España

e-mail: norm.clciec@aenor.es
<http://www.aenor.es>

Teléfono: 91 432 60 00
Fax: 91 310 40 32



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Oficina Central

3, rue de Varembe
Case postale 131

e-mail: info@iec.ch

Tel. Int. +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

CH-1211 GENEVE 20 Suisse

<http://www.iec.ch>