

50.53-12B

CABLES CON CONDUCTORES DE
ALUMINIO Y AISLAMIENTO SECO,
CABLEADOS EN HAZ, PARA REDES
DE ALTA TENSION HASTA 30 KV

Fecha: Septiembre 1994
Total Páginas: 25
Anula y sustituye a: 50.53-12A

HOJA INTERPRETATIVA

1 RESUMEN DE CARACTERISTICAS

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DE LOS CONDUCTORES

CARACTERISTICAS	Sección nominal mm ²			
	35	50	95	150
Número mínimo de alambres del conductor	6	6	15	15
Diámetro mínimo del conductor, mm	6,6	7,7	11,0	13,9
Diámetro máximo del conductor, mm	7,5	8,6	12,0	15,0
Resistencia máxima del conductor a 20°C, Ω/km	0,868	0,641	15,0	0,206

CARACTERISTICAS DEL AISLAMIENTO

DESIGNACION ABREVIADA	Temperatura máxima asignada al conductor °C	
	Servicio normal	Cortocircuito ≤ 5s
XLPE	90	250
EPR		

ESPESOR NOMINAL DE AISLAMIENTO

Sección nominal mm ²	Espesor nominal del aislamiento en mm	
	12/20 kV	18/30 kV
35	5,5	---
50	5,5	8,0
95	5,5	8,0
150	5,5	8,0

ESPESOR NOMINAL DE LA CUBIERTA

Sección nominal mm ²	Espesor nominal de la cubierta en mm	
	12/20 kV	18/30 kV
35	2,7	---
50	2,7	2,7
95	2,7	3,0
150	3,0	3,0

CARACTERISTICAS DEL FIADOR DE ACERO

Sección nominal en mm ²	50
Número de alambres	7
Diámetro de cada alambre en mm	3
Diámetro nominal de la cuerda en mm	9
Carga de rotura mínima en daN	6.400
Módulo de elasticidad mínimo en daN/mm ²	15.000
Coefficiente de dilatación lineal, por °C	11.10 ⁻⁶

CARACTERISTICAS DEL HAZ

Sección del conductor mm ²	Paso, m				Diámetro aproximado del haz, mm			
					Con fiador		Sin fiador	
	12/20 kv		18/30 kv		12/20 kv	18/30 kv	12/20 kv	18/30 kv
	Min.	Max.	Min.	Max.				
35	1,10	1,40	---	---	69	--	62	--
50	1,15	1,50	1,40	1,65	72	82	65	76
95	1,25	1,60	1,45	1,70	78	88	72	83
150	1,40	1,70	1,50	1,90	85	95	80	90

PESOS APROXIMADOS kg/km

Sección del conductor mm ²	Con fiador		Sin fiador	
	12/20 kv	18/30 kv	12/20 kv	18/30 kv
35	3.500	-----	3.000	-----
50	3.750	4.600	3.300	4.150
95	4.550	5.500	4.100	5.000
150	5.500	6.500	5.000	6.050

INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLES EN LOS CONDUCTORES

Sección del conductor mm ²	Intensidad en kA			
	0,5 s	1 s	1,5 s	2 s
35	4,6	3,2	2,6	2,3
50	6,6	4,6	3,8	3,3
95	12,5	8,8	7,2	6,2
150	19,8	13,9	11,4	9,9

MARCAS

Sección nominal mm ²	Fabricante	Designación del conductor	Año	Número de fase	Calidad UNESA
35	XXX	R(D)HVS 12/20 kV 1x35 K AL + H16	XXX	X	CU
50	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1x50 K AL + H16	XXX	X	CU
95	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1x95 K AL + H16	XXX	X	CU
150	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1x150 K AL + H16	XXX	X	CU
Flador		R 50 Ac			

2 CODIFICACION

DESIGNACION	CODIFICACION
RS20 3X35 Al/50 Ac	0105053962
RS20 3X50 Al/50 Ac	0105053964
RS20 3X95 Al/50 Ac	0105053966
RS20 3X150 Al/50 Ac	0105053968
RS30 3X50 Al/50 Ac	0105053974
RS30 3X95 Al/50 Ac	0105053976
RS30 3X150 Al/50 Ac	0105053978
DS20 3X35 Al/50 Ac	0105053982
DS20 3X50 Al/50 Ac	0105053984
DS20 3X95 Al/50 Ac	0105053986
DS20 3X150 Al/50 Ac	0105053988
DS30 3X50 Al/50 Ac	0105053994
DS30 3X95 Al/50 Ac	0105053996
DS30 3X150 Al/50 Ac	0105053998

3 NORMAS PARA CONSULTA Y CORRESPONDENCIA CON LA NORMATIVA EUROPEA

ONSE 50.53-01F: Conductores de aluminio aislados unipolares para B.T.

ONSE 50.53-11B: Conductores aislados cableados en haz para líneas aéreas de B.T. con neutro fiador.

ONSE 50.53-23D: Conductores de aluminio aislados unipolares para M.T. hasta 30 kV. Tipos seleccionados, Guía de aplicación.

Las Normas ONSE anteriores hacen mención a las Normas UNE que se detallan a continuación.

UNE 20.435-90/1: Guía para la elección de cables de Alta Tensión.

UNE 20.435-92/1 1ª Modificación: Guía para la elección de cables de Alta Tensión.

UNE 20.435-90/2: Guía para la elección de cables de Alta Tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.

UNE 20.435-90/2 Erratum: Guía para la elección de cables de Alta Tensión. Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 a 30 kV.

UNE 21.022-82: Conductores de cables aislados.

UNE 21.022-85/2: Conductores de cables aislados. Guía sobre los límites dimensionales de los conductores circulares.

UNE 21.030-92: Conductores de aluminio aislados, cableados en haz, para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.

UNE 21.117/90: Métodos de ensayo para aislamientos y cubiertas de cables eléctricos (mezclas elastoméricas y termoplásticas).

UNE 21.123-91/1: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21.123-91/1 1ª Modificación: Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21.132-80: Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.

UNE 21.143-85: Ensayos de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

Las Normas UNE anteriores se corresponden con la normativa europea que a continuación se relaciona.

UNE 20.435-90/1: CEI 183 (1984).

UNE 20.435-92/1 1ª Modificación: CEI 183 AM1 (1990).

UNE 20.435-90/2: HN 33-S22, CEI 20A (sec) 126, VDE 0255/1.68.

UNE 20.435-90/2 Erratum: Idem a la anterior.

UNE 21.022-82: HD 383

UNE 21.022-85/2: CEI 228A

UNE 21.030-92: NF C 33-209 (1988) excepto lo que se indica en su capítulo 17.

UNE 21.117/90: HD 385 S2.

UNE 21.123-91/1: CEI 502 (1983) excepto en lo que se indica en su capítulo 22.

UNE 21.123-91/1 1ª Modificación: CEI 502 AM1 (1984).

UNE 21.132-80: CEI 230 (1966).

UNE 21.143-85: CEI 229 (1982).

4 GESTION Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

El suministrador de los productos objeto de esta Norma, deberá estar organizado para garantizar la calidad y prestaciones requeridas de los mismos. En este sentido deberá tener implantado, en todo el ámbito de su organización, un sistema de la calidad que asegure el control de la calidad en todas sus actividades y procesos que puedan afectar a la calidad del suministro y a los requerimientos específicos de esta Norma y de los Reglamentos vigentes.

Sevillana proporcionará a todos los suministradores, una Guía donde se detallará la forma y manera de obtener una calificación y clasificación de su Empresa y producto, para su relación con Sevillana y posibilidad de ser suministrador.

Los requisitos fundamentales se registrarán:

EMPRESA: Sistema de Aseguramiento de la Calidad, Normas serie UNE 66.900 (o equivalente ISO-9.000 6 EN-29.000).

PRODUCTO: Normas.- Evaluación de su conformidad en cuanto a lo indicado en este Documento.

INDICE

		<u>Pág.</u>
1	Objeto	3
2	Generalidades	3
3	Características	3
3.1	Constitución del haz	3
3.2	Tensión nominal	3
3.3	Conductores de fase	3
3.4	Aislamiento de los conductores de fase	4
3.5	Pantallas de los conductores de fase	4
3.6	Cubierta exterior de los conductores de fase	5
3.7	Fiador de acero	6
3.8	Características del haz	6
3.9	Designación del haz	7
3.10	Intensidades de cortocircuito	7
4	Marcas	8
5	Ensayos de calificación	8
5.1	Ensayos eléctricos	8
5.2	Ensayos no eléctricos	11
6	Ensayos de control de fabricación	14
6.1	Ensayo de tensión de la cubierta exterior	14
6.2	Ensayo de tensión de la cubierta del fiador	15
7	Ensayos de recepción	15
7.1	Ensayos individuales	15
7.2	Ensayos de muestreo	15
8	Normas para consulta	17
	Anexo A: Intensidades máximas permanentes en los cables	18

1 OBJETO

Esta Recomendación tiene por objeto establecer las características de los conductores de aluminio con aislamiento seco extrudido, cableados en haz alrededor de un fiador de acero, para redes de alta tensión hasta 30 kV, e indicar los ensayos que deben cumplir.

2 GENERALIDADES

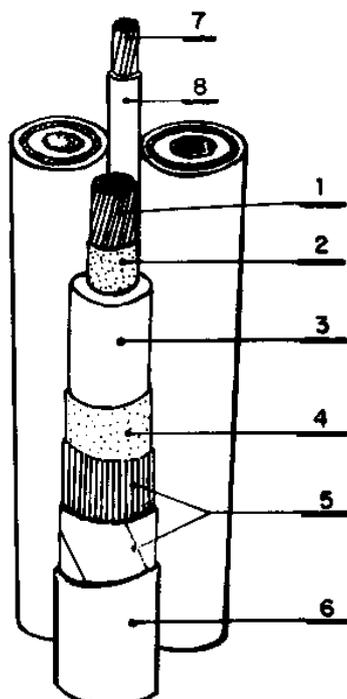
Los cables cumplirán la norma UNE 21 123/1 en todo aquello que no esté especificado en la presente Recomendación.

3 CARACTERISTICAS

3.1 Constitución del haz

El haz estará constituido por 3 cables unipolares de fase, cableados alrededor de un fiador de acero provisto de una cubierta externa aislante.

La constitución del cable será la indicada en la figura 1.



Significado

- 1 = Conductor circular de aluminio
- 2 = Pantalla semiconductora extrudida
- 3 = Aislamiento de XLPE o de EPR
- 4 = Pantalla semiconductora extrudida, de fácil pelado
- 5 = Pantalla metálica de hilos de cobre con contraespira de cobre
- 6 = Cubierta aislante de PVC. Doble capa extrudida
- 7 = Cable de acero galvanizado
- 8 = Cubierta aislante de XLPE

Fig. 1.— Constitución del cable S 20 ó S 30.

3.2 Tensión nominal

Las tensiones nominales, U_0/U (U_m), de los cables serán las siguientes: 12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV.

3.3 Conductores de fase

Los conductores serán de aluminio compacto de sección circular con los alambres cableados, de clase 2 según la norma UNE 21 022, y de 35, 50, 95 y 150 mm² de sección nominal. En la Tabla I se indican las características principales.

Tabla I
Características principales de los conductores

Características	Sección nominal mm ²			
	35	50	95	150
Número mínimo de alambres del conductor	8	8	15	15
Diámetro mínimo del conductor, mm	8,8	7,7	11,8	13,8
Diámetro máximo del conductor, mm	7,5	8,8	12,8	15,0
Resistencia máxima del conductor a 20°C, Ω /km	0,898	0,681	0,380	0,206

3.4 Aislamiento de los conductores de fase

3.4.1 Material

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extrudido, de uno de los tipos indicados en la Tabla II.

Tabla II
Características del aislamiento

Designación abreviada según UNE 21 123/1	Temperatura máxima asignada al conductor °C	
	Servicio normal	Cortocircuito (duración máxima, 5 s)
XLPE	90	250
EPR		

3.4.2 Espesor nominal del aislamiento

Para cada uno de los dos tipos de aislamiento considerados, los espesores del aislamiento correspondientes a las tensiones nominales U_0/U de los cables y secciones seleccionados serán los indicados en la Tabla III.

Tabla III
Espesor nominal del aislamiento

Sección nominal del conductor mm ²	Espesor nominal del aislamiento de los cables de tensión nominal, U_0/U	
	12/20 kV mm	18/30 kV mm
35	5,5	--
50	5,5	8,0
95	5,5	8,0
150	5,5	8,0

3.5 Pantallas de los conductores de fase

3.5.1 Pantalla sobre el conductor

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoes estable extrudida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

3.5.2 Pantalla sobre el aislamiento

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte semiconductor no metálica asociada a una parte metálica.

La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extrudida y fácilmente separable del aislamiento, que debe quedar, después de la separación, sin trazas de mezcla semiconductor apreciables a simple vista. El espesor medio mínimo será de 0,5 mm

La parte metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, de diámetro comprendido entre 0,5 y 1 mm, dispuestos en hélice abierta de paso no superior a 20 veces el diámetro bajo pantalla, con una separación máxima entre dos alambres contiguos de 4 mm, y por una contraespira de fleje de cobre recocido de 1 mm² como mínimo, aplicada con un paso no superior a cuatro veces el diámetro bajo contraespira. Se aplicará sobre la pantalla metálica un separador, no metálico, sin solución de continuidad, que no tenga acción nociva sobre los demás componentes y que evite la incrustación de los elementos de la pantalla metálica en la cubierta durante el proceso de fabricación.

La continuidad de los alambres y del fleje debe conseguirse mediante soldadura.

La sección geométrica real del conjunto de los alambres de la pantalla será de 16 mm².

3.5.3 Colocación del aislamiento y de las pantallas semiconductoras

En el proceso de fabricación de los cables, la colocación del aislamiento y de las pantallas semiconductoras se realizará por triple extrusión simultánea. La extrusión de las tres capas se debe realizar en la misma operación de fabricación y de tal forma que el cable esté debidamente protegido durante el proceso de fabricación contra la posible contaminación ambiental.

3.6 Cubierta exterior de los conductores de fase

3.6.1 Material y constitución de la cubierta

La cubierta estará constituida por dos capas de PVC aplicadas en extrusión simultánea, consiguiéndose la unión entre las mismas en el propio proceso de fabricación. La extrusión de las dos capas se debe realizar de tal forma que el cable esté debidamente protegido durante el proceso de fabricación contra la posible contaminación ambiental.

La capa interna, de color blanquecino, será una mezcla de policloruro de vinilo del tipo PVC/B, especificado en la norma UNE 21 123/1.

La capa externa, de color negro, será una mezcla de policloruro de vinilo del tipo ST, especificado en la norma UNE 21 123/1 y será resistente a la intemperie. Contendrá negro de humo en la proporción que tenga en la muestra ensayada para comprobar su resistencia a la intemperie, como se indica en el apartado 5.2, con un mínimo del 5 %.

3.6.2 Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento exigido a la cubierta será de 10 kV eficaces durante 1 minuto. Además, la cubierta deberá soportar el nivel de 20 kV, valor de cresta, a los impulsos de tipo rayo, aplicados en las condiciones de ensayo especificadas en la norma UNE 21 308/2.

3.6.3 Espesor nominal de la cubierta

El espesor nominal de la cubierta (dos capas) será el indicado en la Tabla IV y soportará los esfuerzos mecánicos a los que pueda estar sometida en condiciones normales de transporte, montaje e instalación. La capa interna deberá tener un espesor medio superior al 50 % del espesor total.

Tabla IV
Espesores nominales de la cubierta

Sección nominal del conductor mm ²	Espesor nominal mm	
	12/20 kV	18/30 kV
35	2,7	—
50	2,7	2,7
95	2,7	3,0
150	3,0	3,0

3.7 Fiador de acero

3.7.1 Constitución y características del material

Estará constituido por un cable de acero galvanizado con cubierta aislante. Las características del cable de acero serán las indicadas en la Tabla V. Los alambres de acero galvanizado estarán de acuerdo con la norma UNE 21 005. El galvanizado corresponderá a la calidad A de la norma UNE 21 005.

Tabla V
Características del fiador de acero

Sección nominal, en mm ²	60
Número de alambres	7
Diámetro de cada alambre, en mm	3
Diámetro nominal de la cuerda, en mm	9
Carga de rotura mínima, en daN	6 400
Módulo de elasticidad mínimo, en daN/mm ²	15 000
Coefficiente de dilatación lineal, por °C	11.10⁻⁶

El sentido de cableado del fiador de acero será a derecha, Z. (Los alambres se arrollarán según la dirección de la parte central de la letra Z, cuando el cable está en posición vertical).

La cubierta aislante será de polietileno reticulado, XLPE, de color negro. La cubierta será resistente a la intemperie. Contendrá negro de humo en la proporción que tenga en la muestra ensayada para comprobar su resistencia a la intemperie, como se indica en el apartado 5.2, con un mínimo del 5 %.

3.7.2 Nivel de aislamiento

El nivel de aislamiento exigido a la cubierta será de 4 kV eficaces, aplicados durante 1 minuto, en las condiciones de ensayo especificadas en la norma UNE 21 308/2.

3.7.3 Espesor de la cubierta aislante

El valor medio del espesor de la cubierta del fiador, no debe ser inferior al valor nominal de 1,2 mm. El espesor en un punto cualquiera puede ser inferior al valor nominal, con tal que la diferencia no exceda de 0,1 mm + 15 % del valor nominal especificado.

3.8 Características del haz

Los conductores aislados deberán cablearse con un paso a izquierda, S, sobre el fiador de acero. La longitud del paso estará comprendida entre los límites fijados en la Tabla VI.

Tabla VI
Características del haz

Sección del conductor mm ²	Peso m				Diámetro exterior aproximado del haz mm			
	12/20 kV		18/30 kV		Con fiador		Sin fiador	
	Min.	Max.	Min.	Max.	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
	35	1,10	1,40	—	—	60	—	62
50	1,15	1,50	1,40	1,65	72	82	66	76
95	1,25	1,60	1,45	1,70	78	88	72	83
150	1,40	1,70	1,50	1,90	85	95	80	90
Pesos aproximados kg/km								
Sección del conductor mm ²	Con fiador				Sin fiador			
	12/20 kV		18/30 kV		12/20 kV		18/30 kV	
	Pantalla mm ²							
	16		16		16		16	
35	3 600		—		3 000		—	
50	3 750		4 600		3 300		4 150	
95	4 550		5 500		4 100		5 000	
150	5 500		6 500		5 000		6 050	

3.9 Designación del haz

Los conductores aislados y el fiador de acero se designarán como se indica a continuación, según las secciones nominales correspondientes:

- R(D) S20 3 X 35 Al/50 Ac;
- R(D) S20(S30) 3 x 50 Al/50 Ac;
- R(D) S20(S30) 3 x 95 Al/50 Ac;
- R(D) S20(S30) 3 x 150 Al/50 Ac;

3.10 Intensidades de cortocircuito

3.10.1 Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Los cables soportarán las intensidades de cortocircuito admisibles indicadas en la Tabla VII, para diferentes tiempos de duración.

Tabla VII
Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Sección del conductor mm ²	Intensidad kA			
	0,5 s	1 s	1,5 s	2 s
35	4,6	3,2	2,6	2,3
50	6,6	4,6	3,8	3,3
95	12,5	8,8	7,2	6,2
150	19,8	13,9	11,4	9,9

3.10.2 Intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla

El cable resistirá el paso de una corriente de 1 000 A, durante 1s, por su pantalla en las condiciones de ensayo indicadas en el apartado 5.1.3.

4 MARCAS

Cada fase llevará una marca indeleble que constará de la identificación del fabricante, de la designación del conductor de fase, del año de fabricación (por medio de sus dos últimas cifras) y de los números 1, 2 ó 3, según la fase. Asimismo, también figurarán las siglas CU, indicativas de que el cable posee la Calidad UNESA, seguidas del número de registro.

La marca podrá realizarse por grabado o relieve sobre la cubierta.

La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

En la Tabla VIII se exponen los ejemplos de marcado de las fases:

Tabla VIII
Marcas

Sección nominal mm ²	Marcas				
	Fabricante	Designación del conductor	Año	Número de fase	Calidad UNESA
35	XXX	R(D)HVS 12/20 kV 1 X 35 K Al + H16	XX	X	CU
50	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1 X 50 K Al + H16	XX	X	CU
95	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1 X 95 K Al + H16	XX	X	CU
150	XXX	R(D)HVS 12/20 (18/30) kV 1 X 150 K Al + H16	XX	X	CU

El fiador de acero se identificará de la forma siguiente: R 50 Ac.

5 ENSAYOS DE CALIFICACION

Estos ensayos son de tipo.

Son los ensayos a efectuar sobre una sola muestra o sobre algunas muestras de un tipo de cable para comprobar que cumple las especificaciones técnicas exigidas.

Los ensayos de calificación se clasifican en ensayos eléctricos y ensayos no eléctricos. Las condiciones generales de ensayo serán:

Temperatura ambiente $\left\{ \begin{array}{l} 20 \pm 10^\circ \text{ C, para los ensayos dieléctricos} \\ 20 \pm 5^\circ \text{ C, para los demás ensayos} \end{array} \right.$

Tensión de ensayo a frecuencia industrial $\left\{ \begin{array}{l} 49 \text{ Hz} \leq \text{frecuencia} \leq 51 \text{ Hz} \\ \text{Onda prácticamente senoidal} \end{array} \right.$

Tensión de ensayo con impulsos $\left\{ \begin{array}{l} \text{Frente de la onda entre } 1 \mu\text{s y } 5 \mu\text{s} \\ \text{Tiempo hasta el valor mitad de la cresta entre } 40 \mu\text{s y } 60 \mu\text{s} \\ \text{Otros detalles según la norma UNE 21 308/2} \end{array} \right.$

Los ensayos de calificación, para cada tipo de aislamiento, se efectuarán sobre dos secciones elegidas al azar, una correspondiente al nivel de tensión 12/20 kV, y otra al de 18/30 kV.

Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se considerará que el tipo de cable no cumple las especificaciones técnicas exigidas.

5.1 Ensayos eléctricos

Los ensayos a efectuar serán los indicados en la Tabla IX.

Tabla IX
Ensayos eléctricos

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1 Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	Muestra de longitud superior a un metro	Apartado 14.2 de UNE 21 123/1. Capítulo 6 de UNE 21022	No superiores a los de la Tabla I
2 Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica		Similares a los indicados en el apartado 14.2 de UNE 21 123/1	No superiores a 1, 24 Ω /km, a 20°C
3 Ensayo de descargas parciales	Ensayos secuenciales a efectuar sobre una misma muestra de cable terminado, de 10 a 15 metros de longitud	Capítulo 3 de UNE 21 117/1	No superiores a los del apartado 16.1.4 de UNE 21 123/1
4 Ensayo de doblado seguido de un ensayo de descargas parciales		Apartado 16.1.5 de UNE 21 123/1	No superiores a los del apartado 16.1.4 de UNE 21 123/1
5 Medida de tg δ en función de la tensión		Apartado 16.1.6 de UNE 21 123/1	No superiores a los de la Tabla VI de UNE 21 123/1
6 Medida de tg δ en función de la temperatura		Apartado 16.1.7 de UNE 21 123/1	
7 Ensayo de ciclos de calentamiento seguidos de un ensayo de descargas parciales		Apartado 16.1.9 de UNE 21 123/1	No superiores a los del apartado 16.1.4 de UNE 21 123/1
8 Ensayo de tensión soportada a los impulsos seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial		UNE 21 132 y apartados 16.1.10 y 14.3 d) de UNE 21 123/1	No debe perforarse el aislamiento
9 Ensayo de tensión de cuatro horas		Apartado 16.1.11 de UNE 21 123/1	
10 Ensayos dieléctricos de las cubiertas exteriores	Una pieza de cable	Apartados 3.6.2 y 3.7.2 (1)	No debe perforarse la cubierta
11 Medida de la resistividad de las pantallas semiconductoras	Cable de 1 m de longitud	Apartado 5.1.1	Inferior a: 5 000 Ω cm, a 20°C 25 000 Ω cm, a 90°C
12 Ensayo de cortocircuito en los conductores	Apartado 5.1.2		
13 Ensayo de cortocircuito de la pantalla	Apartado 5.1.3		

(1) La tensión se aplicará entre la pantalla metálica o el fiador, en su caso, y el agua en que estará la pieza de cable.

Los ensayos 5 y 6 podrán efectuarse sobre muestras diferentes de la utilizada en la secuencia de ensayos indicada.

Puede tomarse una nueva muestra para el ensayo 9 siempre que se someta previamente a los ensayos 4 y 7.

5.1.1 Medida de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras

5.1.1.1 Muestra a ensayar

Se retira la cubierta exterior y la pantalla metálica de un trozo de cable de 1 m de longitud y se corta en dos mitades de 50 cm cada una.

Para la medida de la resistividad de la pantalla semiconductor interna (sobre el conductor), se corta longitudinalmente en dos partes iguales una de las dos mitades anteriores y se retira el conductor.

La segunda mitad se utiliza para la medida de la resistividad de la pantalla semiconductor externa (sobre el aislamiento).

Tal como se indica en la figura 2, sobre cada una de las dos muestras se realizan cuatro electrodos mediante pintura de plata aplicada sobre la pantalla semiconductor: dos electrodos de tensión, A, separados 20 cm, y dos electrodos, B, separados aproximadamente 30 cm y dispuestos simétricamente respecto a los anteriores. En la muestra destinada a la medida de la resistividad de la pantalla semiconductor interna, los electrodos pueden desbordar sobre el aislamiento para facilitar las conexiones al circuito de ensayo; en tal caso, se debe retirar la pantalla semiconductor externa.

Se recomienda dejar las muestras así preparadas en reposo durante 48 horas antes de efectuar las mediciones.

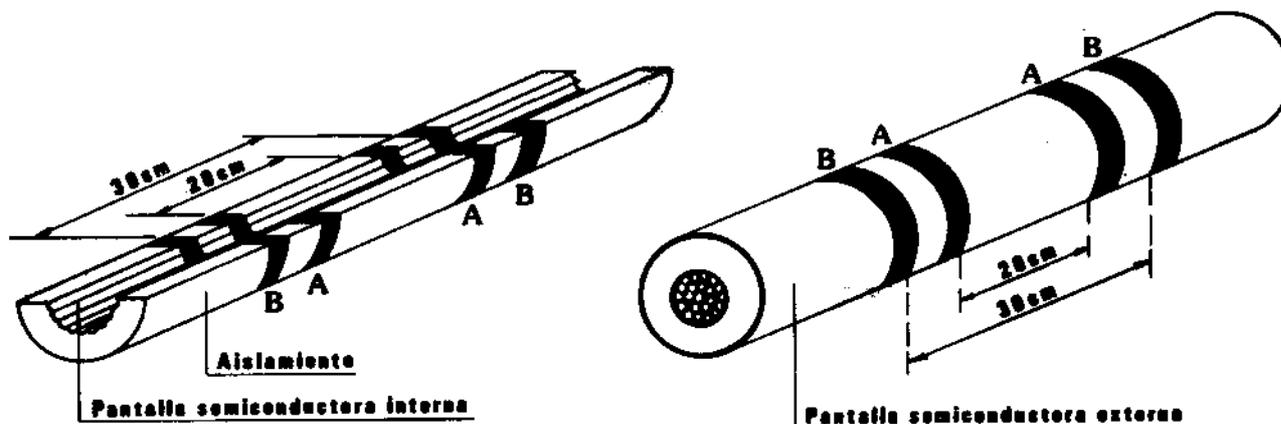


Fig. 2

5.1.1.2 Método y condiciones de ensayo

El ensayo se efectúa:

- a 20° C de temperatura;
- después se efectúa de nuevo a 90° C, colocando previamente la muestra en una estufa, durante 2 horas como mínimo.

En los dos casos, la temperatura debe mantenerse con una variación de $\pm 2^\circ$ C durante las mediciones.

El esquema del circuito de ensayo es el representado en la figura 3.

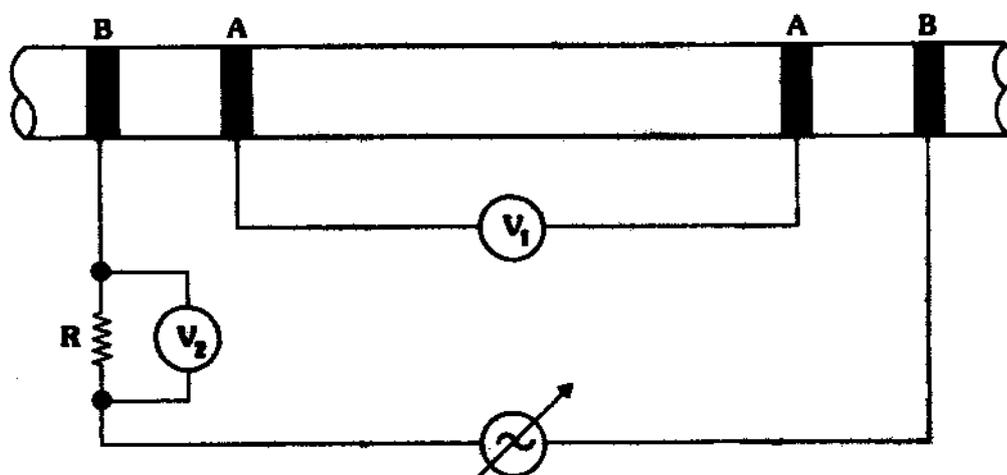


Fig. 3

Se inyecta entre los electrodos B una corriente alterna de 50 Hz, y se mide la tensión entre los electrodos A por medio de un voltímetro V₁, de impedancia interna por lo menos igual a cien veces la resistencia estimada de la pantalla semiconductora.

La potencia disipada entre los electrodos A, es decir: $\frac{V_1 \cdot V_2}{R}$, no debe ser superior a 0,1 W.

5.1.1.3 Resultados

La resistividad, en Ω cm, de las pantallas semiconductoras viene dada por las expresiones siguientes:

$$\text{Pantalla semiconductora interna: } \frac{\pi}{8} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{D^2 - d^2}{L} \cdot R$$

$$\text{Pantalla semiconductora externa: } \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{S}{L} \cdot R$$

en las que:

V₁, V₂ = lectura de los voltímetros, en V.

L = separación entre los electrodos A, en cm.

R = resistencia del circuito de ensayo, en Ω .

D = diámetro exterior de la pantalla semiconductora interna, en cm.

d = diámetro exterior del conductor, en cm.

S = sección de la pantalla semiconductora externa, en cm² (medida por pesada, después de determinar la densidad por el método indicado en el apartado 11.1 de la norma UNE 21 117/1).

5.1.2 Ensayo de cortocircuito en los conductores

Sobre una muestra de cable de 4 m de longitud, como mínimo, llevada previamente a la temperatura de 90° C por paso de corriente, se aplica la intensidad indicada en la Tabla VII, durante 1 s. Esta operación se repetirá dos veces, si bien en cada una de ellas el cable se enfriará a temperatura ambiente.

Se podrá acelerar el proceso de calentamiento o enfriamiento.

Finalizado el ensayo, se verificará el estado del cable con un ensayo dieléctrico a frecuencia industrial, de 3 U, durante 4 horas a temperatura ambiente, que ha de soportar.

5.1.3 Ensayo de cortocircuito de la pantalla

El ensayo consistirá en aplicar a la pantalla una intensidad de un valor eficaz de 1 000 A, durante 1 s, sobre una muestra de unos 4 m de longitud.

El conductor se lleva previamente a la temperatura de 90° C por paso de corriente, y se aplica la intensidad de ensayo a la pantalla. Esta operación se repetirá dos veces, si bien en cada una de ellas el conductor se enfriará a temperatura ambiente.

Se podrá acelerar el proceso de calentamiento o enfriamiento.

Finalizado el ensayo, se verificará que el valor de la resistencia eléctrica de la pantalla se encuentra dentro del valor admisible y que la cubierta aguanta un ensayo eléctrico de 10 impulsos positivos y 10 impulsos negativos, de tipo rayo, de un valor de cresta de 20 kV y otro ensayo de 10 kV, a frecuencia industrial, aplicado entre la pantalla y el agua en la que esté sumergido el cable.

5.2 Ensayos no eléctricos

Los ensayos no eléctricos a efectuar serán los indicados en la Tabla X, previo examen de las marcas de identificación del cable.

**Tabla X
Ensayos no eléctricos**

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1 Examen del conductor	Los extremos de una pieza	Apartado 4.3 de UNE 21 022	Apartado 4.3 y Tabla II de UNE 21 022
2 Examen de la pantalla metálica		Similares a los indicados en el apartado 4.2 de UNE 21 022	
3 Medida del espesor del aislamiento	Apartado 17.1 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.1 de UNE 21 117/1	Apartado 17.1 c) de UNE 21 123/1
4 Medida del espesor de la cubierta no metálica	Apartado 17.2 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.2 de UNE 21 117/1	Apartado 17.2 c) de UNE 21 123/1
5 Alargamiento en caliente del aislamiento	Apartado 14.1 de UNE 21 117/1	Apartados 14.2 y 14.3 de UNE 21 117/1	Apartado 14.4 de UNE 21 117/1, Tabla XII de UNE 21 123/1
6 Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento, antes y después del envejecimiento	Apartado 5.1 y capítulo 6 de UNE 21 117/1		Tabla VIII de UNE 21 123/1
7 Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta, antes y después del envejecimiento	Apartado 5.2 y capítulo 6 de UNE 21 117/1		Tabla IX de UNE 21 123/1
8 Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cables completos	Apartado 6.1.4 de UNE 21 117/1 Apartado 17.5 de UNE 21 123/1		Apartado 17.5 e) y Tablas VIII y IX de UNE 21 123/1
9 Ensayo de pérdida de masa de la cubierta de PVC	Apartado 7.2 de UNE 21 117/1		Tabla X de UNE 21 123/1
10 Ensayo de presión a temperatura elevada de la cubierta de PVC	Apartado 8.2 de UNE 21 117/1 Tabla X de UNE 21 123/1		Apartado 8.2.8 de UNE 21 117/1 Tabla X de UNE 21 123/1
11 Ensayo de la resistencia a la fisuración de la cubierta de PVC	Apartado 10.2 de UNE 21 117/1 Tabla X de UNE 21 123/1		Apartado 10.2.4 de UNE 21 117/1
12 Ensayo de la resistencia al ozono del aislamiento de EPR	Capítulo 13 de UNE 21 117/1 Tabla XII de UNE 21 123/1		Apartado 13.1.7 de UNE 21 117/1
13 Ensayo de absorción de agua de los aislamientos	Apartado 19.2.1 b) de UNE 21 117/1	Apartado 19.2.2 de UNE 21 117/1 (1)	Apartado 19.2.3 de UNE 21 117/1 (2)
14 Medida de la contracción longitudinal del aislamiento de XLPE	Apartado 20.1 de UNE 21 117/1	Apartados 20.2 y 20.3 de UNE 21 117/1 (3)	Apartado 20.3 de UNE 21 117/1 (4)
15 Ensayo de alargamiento a baja temperatura de la cubierta de PVC	Apartado 9.4 de UNE 21 117/1 Tabla X de UNE 21 123/1		Apartado 9.4.6 de UNE 21 117/1
16 Medida del espesor de las pantallas semiconductoras	Apartado 17.2 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.2 de UNE 21 117/1	Apartado 17.2 c) de UNE 21 123/1. Valores indicados en los apartados 3.5.1 y 3.5.2
17 Ensayo de separación de la pantalla semiconductoras situada sobre el aislamiento	Apartado 5.2.1		Fuerza para separar comprendida entre 0,5 daN y 2,5 daN
18 Determinación de las propiedades mecánicas de la pantalla situada sobre el aislamiento	Apartado 5.1 de UNE 21 117/1		Carga de rotura $\geq 7 \text{ N/mm}^2$ Alargamiento a la rotura $\geq 150\%$
19 Ensayo de compatibilidad de los constituyentes	Apartado 5.2.2		
20 Ensayo de resistencia de las cubiertas exteriores a la intemperia	Capítulo 8 de UNE 21 030. Verificar el contenido de negro de humo (en estudio)		
21 Verificación del cableado del cable completo	Apartado 5.2.3		
22 Ensayo de destrenzamiento	En estudio		

(1) Temperatura del agua desionizada y destilada: $85 \pm 2^\circ \text{C}$. Duración de la inmersión de las probetas: 14 días.

(2) Variación de masa máxima admitida: 5 mg/cm^3 (EPR) y 1 mg/cm^3 (XLPE).

(3) Temperatura: $130 \pm 2^\circ \text{C}$. Duración: 1 hora.

(4) Contracción máxima admitida: 4 %.

Nota — En los ensayos eléctricos y no eléctricos, la referencia que se hace a la cubierta abarca tanto a la cubierta del conductor de fase como a la cubierta del cable fiador.

En el fiador de acero, los ensayos a efectuar serán los que se indican en la norma UNE 21 005, donde se describen la muestra a ensayar, el método y condiciones de ensayo y los valores que deben obtener los alambres de acero galvanizado.

5.2.1 Ensayo de separación de la pantalla semiconductora situada sobre el aislamiento

5.2.1.1 Fundamento del ensayo

El ensayo consiste en medir la fuerza necesaria para separar del aislamiento una banda de la pantalla semiconductora, adherida en 50 mm, tirando de ella en la dirección del eje del cable, a 180° de su posición inicial.

5.2.1.2 Preparación de la muestra

La muestra de ensayo, de 150 mm de longitud aproximada, se prepara así:

Se retira del cable una banda del conjunto formado por el aislamiento y las pantallas semiconductoras interna y externa de 150 mm de longitud y de 10 mm de anchura, medidos sobre la pantalla semiconductora externa. Esta banda se obtiene cortando con el cuchillo dos generatrices longitudinales con la profundidad suficiente para cortar la pantalla semiconductora interna.

En esta banda se separa a mano la pantalla semiconductora externa en la longitud suficiente para que quede una longitud de 50 mm de pantalla adherida al aislamiento, según se indica en la figura 4.

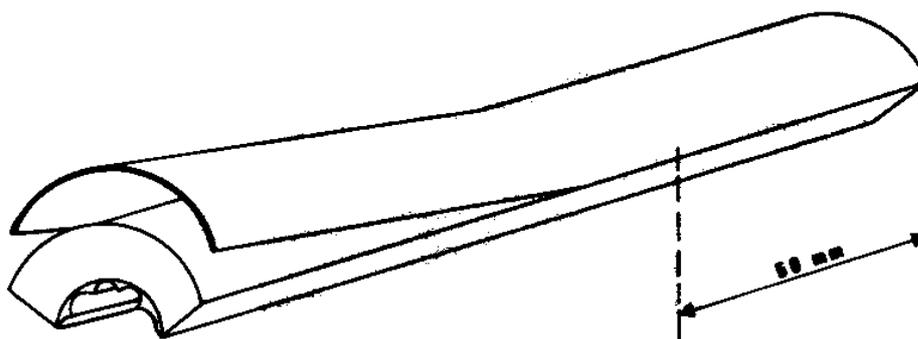


Fig. 4

En la parte separada, el aislamiento del cable puede ser cortado para facilitar el enganche a la mordaza de la máquina de tracción.

5.2.1.3 Método y condiciones de ensayo

Las temperaturas de ensayo son: 0° C, 20° C y 40° C.

Una de las mordazas de la máquina de tracción coge el aislamiento del cable y la otra la pantalla semiconductora externa plegada 180° sobre sí misma, como se representa en la figura 5.



Fig. 5

El conjunto se coloca en un recinto frío o en una estufa hasta que la temperatura de la muestra se estabiliza al valor especificado para el ensayo, con una tolerancia de $\pm 2^\circ \text{C}$.

La velocidad de separación de la máquina de tracción será de 50 mm/min.

5.2.1.4 Mediciones

Se registra, de forma continua, el esfuerzo de separación en función de la separación de las mordazas de la máquina de tracción. Se toma nota del valor de cresta obtenido al arranque del ensayo (valor máximo) y del valor obtenido en régimen estabilizado.

5.2.2 Ensayo de compatibilidad de los constituyentes

Dos muestras de cable completo de 400 mm de longitud con sus extremos cerrados se someten al ensayo de envejecimiento a 100°C , en una estufa de aire caliente, según el método operatorio indicado en el apartado 6.1.4 de la norma UNE 21 117/1.

La primera muestra durante 14 días y la segunda durante 42 días.

Las variaciones máximas de las características mecánicas del aislamiento y de la cubierta de protección deben ser inferiores al:

$\pm 30 \%$ entre el valor inicial y el correspondiente a 42 días de envejecimiento.

$\pm 20 \%$ entre los valores correspondientes a 14 días y 42 días de envejecimiento.

Las variaciones máximas del alargamiento a la rotura de la pantalla semiconductora situada sobre el aislamiento deben ser inferiores al:

$\pm 40 \%$ entre el valor inicial y el correspondiente a 42 días de envejecimiento.

$\pm 25 \%$ entre los valores correspondientes a 14 días y 42 días de envejecimiento.

Sobre la muestra envejecida durante 42 días se efectúa el ensayo de separación de la pantalla semiconductora sobre el aislamiento, según el método indicado en el apartado 5.2.1. El ensayo se efectúa a la temperatura ambiente.

También, sobre la muestra envejecida durante 42 días, se efectúa el ensayo de medida de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras situadas sobre el conductor y sobre el aislamiento, según el método indicado en el apartado 5.1.1. Los valores resultantes no deben superar los exigidos.

5.2.3 Verificación del cableado de los conductores

A partir del extremo exterior de una longitud de fabricación y una vez atadas las fases y el fiador mediante una brida, se extenderá sobre una superficie plana una longitud de cable de, aproximadamente 6 m, despreciando los 3 m primeros. Visualmente se comprobará que el fiador ocupa el centro en posición recta, estando las fases cableadas formando hélice alrededor del mismo. Nunca pueden estar las fases y el fiador cableados con un paso conjunto.

6 ENSAYOS DE CONTROL DE FABRICACION

Son los ensayos que el fabricante debe realizar durante el proceso de fabricación.

Serán, como mínimo, los siguientes:

6.1 Ensayo de tensión de la cubierta exterior

La cubierta exterior deberá someterse a un ensayo de detección de defectos en seco, a las tensiones de 15 kV en corriente alterna o de 25 kV en corriente continua, durante 0,1 s, en el propio proceso de fabricación y a lo largo de toda la longitud del cable. Una vez acabado el cable, deberá someterse, por muestreo, una pieza del mismo al ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta, aplicando a la cubierta una tensión de 24 kV en corriente continua, durante 1 minuto, entre la pantalla metálica y el agua en que estará sumergida la bobina.

6.2 Ensayo de tensión de la cubierta del fiador

El ensayo de tensión de la cubierta del fiador se hará por el método de detección de defectos en seco a la tensión de 7 kV en corriente alterna o de 11 kV en corriente continua, durante 0,1 s, en el propio proceso de fabricación y a lo largo de toda la longitud del fiador recubierto.

7 ENSAYOS DE RECEPCION

Salvo acuerdo en contrario, la recepción se realizará de acuerdo con lo indicado a continuación:

Los ensayos de recepción se clasifican en ensayos individuales y en ensayos de muestreo.

Los ensayos individuales se efectuarán sobre todas las piezas de cable. Los ensayos de muestreo se efectuarán sobre muestras de cable terminado o sobre componentes de un cable terminado.

El comprador se reserva el derecho de asistir a los ensayos de recepción.

Por cada partida de cable ensayada, el fabricante extenderá, y remitirá al comprador, un Acta de Pruebas en la que figuraran los valores obtenidos y, además, los establecidos en esta Recomendación.

El fiador de acero se recepcionará de acuerdo con la norma UNE 21 005.

7.1 Ensayos individuales

Los ensayos a efectuar son los indicados en la Tabla XI.

Tabla XI
Ensayos individuales

Ensayo	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1 Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	Apartado 14.2 de UNE 21 123/1 Capítulo 6 de UNE 21 022	No superiores a los de la Tabla I
2 Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica	Similares a los indicados en el apartado 14.2 de UNE 21 123/1	No superiores a 1,24 Ω /km, a 20° C
3 Ensayo de tensión	Apartado 14.3 de UNE 21 123/1	No debe perforarse el aislamiento
4 Ensayo de descargas parciales	Capítulo 3 de UNE 21 117/1	No superiores a los del apartado 14.4 c) de UNE 21 123/1
5 Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	Apartado 3.1 (por detección de defectos en seco) de UNE 21 143 (1)	No debe perforarse la cubierta

(1) Tensión de ensayo 15 kV en corriente alterna o 25 kV en corriente continua. (Valores provisionales hasta que sean definidos en la norma UNE correspondiente).

Permanencia mínima del cable en la zona de ensayo: 0,1 s.

Dado que este ensayo individual se efectúa simultáneamente con la aplicación de la cubierta, la asistencia al mismo por parte del comprador deberá efectuarse durante el proceso de fabricación, previo aviso del fabricante.

7.2 Ensayos de muestreo

Además de los ensayos individuales anteriores, y como condición complementaria para la recepción de las piezas de cable correspondientes al pedido, se efectuarán unos ensayos de muestreo.

Si uno cualquiera de estos ensayos no es satisfactorio, se someterán a ensayo dos nuevas muestras del mismo lote de cables. Si los dos contraensayos resultan satisfactorios, se considerará que el conjunto de los cables del lote cumple las prescripciones exigidas. En caso contrario, no se aceptará el conjunto de los cables del lote.

a) En una pieza de cada serie de fabricación del mismo tipo y de la misma sección de cable, limitándose, sin embargo, el número de piezas al 10 % del total de piezas del pedido, se efectuarán los ensayos siguientes:

Tabla XII
Ensayos de muestreo

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1 Examen del conductor	Piezas de cable elegidas	Apartado 4.3 de UNE 21 022	Apartado 4.3 y Tabla II de UNE 21 022
2 Examen de la pantalla metálica		Similares a los indicados en el apartado 4.2 de UNE 21 022	
3 Medida del espesor del aislamiento	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 15.4 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.1 de UNE 21 117/1	Apartados 15.4 a) y c) de UNE 21 123/1
4 Medida del espesor de la cubierta	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 15.5 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.2 de UNE 21 117/1	Apartados 15.5 a) y c) de UNE 21 123/1
5 Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	Piezas de cable elegidas	Apartado 3.1 (por inmersión en agua) de UNE 21 143	No debe perforarse la cubierta
6 Medida del espesor de las pantallas semiconductoras	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 17.2 a) de UNE 21 123/1	Apartado 4.2 de UNE 21 117/1	Apartado 17.2 c) de UNE 21 123/1. Valores indicados en los apartados 3.5.1 y 3.5.2
7 Medida del peso del cableado	Piezas elegidas	Medida	Apartado 3.8
8 Verificación del porcentaje de negro de humo en las cubiertas		En estudio	

b) Sobre el número de muestras indicado en el cuadro siguiente:

Longitud del cable	Número de muestras
De más de 2 a 10 km	1
De más de 10 a 20 km	2
De más de 20 a 30 km	3

tomadas de los cables fabricados para el suministro, y siempre que la longitud total del suministro sea superior a 2 km, se realizarán los ensayos siguientes:

Tabla XIII

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1 Ensayo de tensión de cuatro horas	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 15.9 a) de UNE 21 123/1	Apartados 15.9 b) y c) de UNE 21 123/1	No debe perforarse el aislamiento
2 Alargamiento en caliente del aislamiento	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 14.1 de UNE 21 117/1	Apartados 14.2 y 14.3 de UNE 21 117/1	Apartado 14.4 de UNE 21 117/1, Tabla XI de UNE 21 123/1
3 Ensayo de separación de la pantalla semiconductoras sobre el aislamiento	De las piezas de cable elegidas y según el apartado 5.2.1		Fuerza para separar comprendida entre 0,5 daN y 2,5 daN

8 NORMAS PARA CONSULTA

UNE 20-435-82 Guía para la elección de cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21-005-77 Alambres de acero galvanizado para cables de aluminio y aleación de aluminio, con alma de acero, destinados a líneas eléctricas aéreas.

UNE 21-022-82 Conductores de cables aislados.

UNE 21-030-85 Conductores de aluminio aislados, cableados en haz, para líneas aéreas de 0,6/1 kV de tensión nominal.

UNE 21-117-81/1 Métodos de ensayo para aislamientos y cubiertas de cables eléctricos. (Mezclas elastoméricas y termoplásticas).

UNE 21-123-81/1 Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV.

UNE 21-132-80 Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.

UNE 21-143-85 Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

UNE 21-308-76/2 Ensayos en alta tensión. Modalidades de ensayo.

ANEXO A

INTENSIDADES MAXIMAS PERMANENTES EN LOS CABLES

De acuerdo con la temperatura máxima asignada al conductor y con las condiciones tipo de instalación especificadas en la norma UNE 20 435, los cables pueden transportar permanentemente las intensidades indicadas en la Tabla XIV.

Tabla XIV

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	
	Cable aislado con	
	EPR	XLPE
35	425	135
50	150	160
95	235	245
150	305	320
Temperatura máxima en el conductor: 90° C		
<ul style="list-style-type: none"> — Temperatura del aire: 40° C — Un terno de cables unipolares en contacto mútuo — Disposición que permita una eficaz renovación del aire 		

Cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las tipo, la intensidad máxima admisible se determinará aplicando los factores de corrección indicados en la citada norma UNE 20 435.

Para su aplicación a las redes en que se utilizan los cables objeto de esta Recomendación, en la Tabla XV se indican las condiciones más usuales de instalación y las intensidades máximas permanentes, una vez aplicados los coeficientes de corrección correspondientes.

Tabla XV

Sección nominal de los conductores mm ²	Instalación al aire	
	Cable aislado con	
	EPR	XLPE
35	90	95
50	105	115
95	165	175
150	215	230
Temperatura máxima en el conductor: 90° C		
<ul style="list-style-type: none"> — Temperatura del aire: 40° C — El haz, conjuntamente con el fiador de acero — Cable fijado sobre una pared; coeficiente de corrección: 0,95 — Cable expuesto directamente al sol; coeficiente de corrección: 0,75 		