



endesa distribución

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y CALIDAD DE SUMINISTRO

**NORMA GE DND00100
CABLES AISLADOS PARA
REDES SUBTERRÁNEAS DE
ALTA TENSIÓN HASTA 30 kV**

DND00100.DOC

2ª Edición
Marzo 2004

Hoja 1 de 45

INDICE

1	OBJETO	5
2	PRESCRIPCIONES CONSTRUCTIVAS	5
2.1	Conductor	5
2.2	Pantalla sobre el conductor	5
2.3	Aislamiento	6
2.3.1	Material	6
2.3.2	Espesor del aislamiento	8
2.4	Pantalla sobre aislamiento	8
2.5	Colocación del aislamiento y de las pantallas semiconductoras	9
2.6	Cubierta exterior	9
2.6.1	Material	9
2.6.2	Protección ambiental	11
2.6.3	Espesor de la cubierta	11
2.7	Obturación longitudinal del cable	11
3	DESIGNACIÓN	11
3.1	Forma de designación	11
3.1.1	Tipo constructivo	12
3.1.1.1	Aislamiento	12
3.1.1.2	Pantallas	12
3.1.1.3	Cubierta exterior	12
3.1.1.4	Obturación longitudinal	12
3.1.2	Tensión asignada del cable	12
3.1.3	Indicaciones relativas al conductor y a la pantalla metálica	12
3.1.4	Ejemplos de designación	13

REALIZADA POR:

SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y MANTENIMIENTO

APROBADA POR:

DIRECCIÓN EXPLOTACIÓN Y CALIDAD DE SUMINISTRO

EDITADA EN: SETIEMBRE 98

REVISADA EN: MARZO 2004

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

4	MARCAS	13
5	ENSAYOS	13
5.1	Condiciones de realización de los ensayos	13
5.1.1	Temperatura ambiente	13
5.1.2	Frecuencia y forma de la onda de las tensiones de ensayo a frecuencia industrial	13
5.1.3	Forma de la onda de las tensiones de ensayo con impulsos de tipo rayo pleno	13
5.2	Clasificación de los ensayos	14
5.2.1	Ensayos de calificación	14
5.2.1.1	Ensayos de calificación, eléctricos	15
5.2.1.1.1	Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	15
5.2.1.1.2	Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica	16
5.2.1.1.3	Medida de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras	16
5.2.1.1.4	Medida de la resistencia de aislamiento	18
5.2.1.1.5	Ensayo de descargas parciales	18
5.2.1.1.6	Ensayo de arrollamiento seguido de un ensayo de descargas parciales	18
5.2.1.1.7	Medida de la tg δ en función de la tensión	19
5.2.1.1.8	Medida de la tg δ en función de la temperatura	19
5.2.1.1.9	Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de descargas parciales	19
5.2.1.1.10	Ensayo de tensión soportada a impulsos, seguido de un ensayo de tensión alterna	20
5.2.1.1.11	Ensayo de tensión de cuatro horas	20
5.2.1.1.12	Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	21
5.2.1.2	Ensayos de calificación no eléctricos	21
5.2.1.2.1	Medida del espesor del aislamiento	23
5.2.1.2.2	Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento, antes y después del envejecimiento	23
5.2.1.2.3	Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cables completos	23
5.2.1.2.4	Alargamiento en caliente del aislamiento	23
5.2.1.2.5	Valoración con decalina del grado de reticulación del polietileno reticulado	23

REALIZADA POR:

**SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:

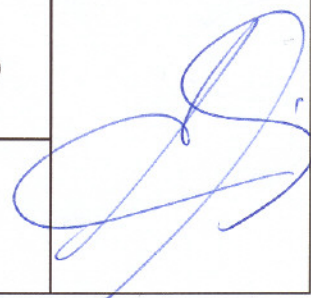
**DIRECCIÓN EXPLOTACIÓN Y CALIDAD
DE SUMINISTRO**

EDITADA EN: SETIEMBRE 98

REVISADA EN: MARZO 2004

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



5.2.1.2.6	Ensayo de absorción de agua de los aislamientos	25
5.2.1.2.7	Medida de la contracción longitudinal del aislamiento de polietileno reticulado	25
5.2.1.2.8	Medida del espesor de las pantallas semiconductoras	25
5.2.1.2.9	Determinación de las propiedades mecánicas de la pantalla sobre el aislamiento	26
5.2.1.2.10	Ensayo de separación de la pantalla semiconductoras sobre el aislamiento	26
5.2.1.2.11	Ensayo de compatibilidad de los constituyentes	27
5.2.1.2.12	Medida del espesor de la cubierta exterior	28
5.2.1.2.13	Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta antes y después del envejecimiento	28
5.2.1.2.14	Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cable completos	28
5.2.1.2.15	Ensayo de pérdida de masa de la cubierta	29
5.2.1.2.16	Ensayo de presión a temperatura elevada para la cubierta	29
5.2.1.2.17	Ensayo de comportamiento a baja temperatura para la cubierta	29
5.2.1.2.18	Ensayo de contracción de la cubierta	29
5.2.1.2.19	Ensayo de resistencia al desgarro de la cubierta	29
5.2.1.2.20	Ensayo de resistencia a la abrasión de la cubierta	30
5.2.1.2.21	Ensayo de absorción de agua de la cubierta	30
5.2.1.2.22	Determinación del contenido de plomo en la cubierta	31
5.2.1.2.23	Determinación de los gases ácidos desprendidos durante la combustión de la cubierta	31
5.2.1.2.24	Ensayo de decoloración y pérdida de características mecánicas de la cubierta	31
5.2.1.2.25	Ensayo de penetración de agua	33
5.2.1.3	Ensayo de calificación de larga duración	34
5.2.2	Ensayos individuales	34
5.2.2.1	Medida de la resistencia eléctrica de los conductores	35
5.2.2.2	Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica	35
5.2.2.3	Ensayo de tensión	35
5.2.2.4	Ensayo de descargas parciales	35
5.2.2.5	Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior	35

REALIZADA POR:

**SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:

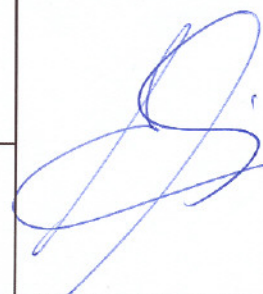
**DIRECCIÓN EXPLOTACIÓN Y CALIDAD
DE SUMINISTRO**

EDITADA EN: **SETIEMBRE 98**

REVISADA EN: **MARZO 2004**

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA





endesa distribución

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y CALIDAD DE SUMINISTRO

**NORMA GE DND00100
CABLES AISLADOS PARA
REDES SUBTERRÁNEAS DE
ALTA TENSIÓN HASTA 30 kV**

DND00100.DOC

2ª Edición
Marzo 2004

Hoja 4 de 45

5.2.3	Ensayos de recepción.....	36
6	DOCUMENTOS PARA CONSULTA	37

ANEXO I - INTENSIDADES MAXIMAS ADMISIBLES

ANEXO II - FIGURAS

ANEXO III - ESPECIFICACIONES TECNICAS CORPORATIVAS ASOCIADAS

REALIZADA POR:

**SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:

**DIRECCIÓN EXPLOTACIÓN Y CALIDAD
DE SUMINISTRO**

EDITADA EN: **SETIEMBRE 98**

REVISADA EN: **MARZO 2004**

ÁMBITO:

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

1 OBJETO

La presente norma, tiene por objeto especificar la construcción, las dimensiones y las prescripciones de ensayo de los cables unipolares de transporte de energía aislados con polietileno reticulado (XLPE) de tensiones asignadas, U_0/U , 12/20 y 18/30 kV.

2 PRESCRIPCIONES CONSTRUCTIVAS

2.1 Conductor

Los conductores serán circulares compactos, de clase 2 según la norma UNE 21 022, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados.

Las secciones nominales seleccionadas son 95, 150, 240, y 400 mm².

En la tabla I se indican las características principales de los conductores

Tabla I: Características de los conductores

Sección nominal mm ²	Número mínimo de alambres del conductor	Diámetro del conductor mm		Resistencia máxima del conductor a 20°C Ohm/km
		Mínimo	Máximo	
95	15	11,0	12,0	0,320
150	15	13,9	15,0	0,206
240	30	17,8	19,2	0,125
400	53	22,9	24,5	0,0778

2.2 Pantalla sobre el conductor

Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, 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.

2.3 Aislamiento

2.3.1 Material

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, indicado en la tabla II.

Tabla II: Tipo de material

Mezcla aislante	Temperatura máxima asignada al conductor °C	
	Servicio normal	Cortocircuito (duración máxima 5s)
Polietileno reticulado XLPE	90	250

Las características del polietileno reticulado se indican en la tabla III.

Tabla III: Características de los aislamientos de polietileno reticulado

Propiedades mecánicas	Unidades	XLPE	Ensayo según apartado
Sin envejecimiento de la muestra en estufa de aire Resistencia mínima a la tracción Alargamiento mínimo en la rotura.	MPa %	12,5 200	5.2.1.2.2
Después de envejecimiento de la muestra en estufa de aire Tratamiento { Temperatura. Duración Resistencia a la tracción. Variación máxima de la resistencia a la tracción. Alargamiento en la rotura. Variación máxima del alargamiento	°C h MPa % % %	135±2 168 - ±25 - ±25	5.2.1.2.2
Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire (ensayo de no contaminación) Tratamiento { Temperatura. Duración. Resistencia a la tracción Variación máxima de la resistencia a la tracción. Alargamiento en la rotura. Variación máxima del alargamiento.	°C h MPa % % %	100±2 168 - ±25 - ±25	5.2.1.2.3
Propiedades fisicoquímicas.			
Alargamiento en caliente. Tratamiento { Temperatura. Duración con carga. Esfuerzo mecánico. Alargamiento máximo con carga. Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento.	°C min MPa % %	200±3 15 0,20 175 15	5.2.1.2.4
Valoración con decalina del grado de reticulación- Tiempo de extracción Cantidad máxima de material extraído.	h %	6 25	5.2.1.2.5
Absorción de agua. Temperatura del agua. Tiempo de inmersión. Variación máxima de masa.	°C h mg/cm ²	85±2 336 1	5.2.1.2.6
Contracción en caliente. Tratamiento { Temperatura. Duración Contracción máxima.	°C h %	130±2 1 4	5.2.1.2.7
Propiedades eléctricas medidas en el cable.			
Resistencia de aislamiento. Valor mínimo de la resistividad volumétrica, ρ , a 90°C. Valor mínimo de la constante de aislamiento, K, a 90°C.	Ω cm M Ω .km	10 ¹² 3,67	5.2.1.1.4
Ángulo de pérdidas en función de la tensión a temperatura ambiente. Tg δ máxima a U ₀ . Variación máxima de tg δ entre 0,5 U ₀ y 2U ₀		40. 10 ⁻⁴ 20. 10 ⁻⁴	5.2.1.1.7
Ángulo de pérdidas en función de la temperatura Tg δ máxima a temperatura ambiente. Tg δ máxima a la temperatura asignada máxima de servicio.		40. 10 ⁻⁴ 80. 10 ⁻⁴	5.2.1.1.8
Descargas parciales. Descargas máximas a 2U ₀	pC	5	5.2.1.1.5

2.3.2 Espesor del aislamiento

En la tabla IV se indica el espesor que debe tener el aislamiento de cada cable, en función de su tensión asignada.

Tabla IV: Espesor del aislamiento

Sección nominal del conductor mm ²	Espesor del aislamiento de los cables de tensión asignada mm	
	12/20kV	18/30kV
95	5,5	8,0
150		
240		
400		

2.4 Pantalla sobre 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 extruida 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.

La separación máxima entre alambres contiguos será de 4 mm.

Se admite que el 5% de los intersticios entre los alambres, redondeando al número entero inferior, pueda tener una separación comprendida entre 4 y 8 mm.

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

Sobre la mencionada corona de alambres se colocará, en hélice abierta, un fleje de cobre recocido, de una sección de 1mm² como mínimo, aplicado con un paso no superior a cuatro veces el diámetro bajo el fleje.

La continuidad de los alambres debe conseguirse mediante soldadura, al igual que la del fleje.

Se requiere obturación longitudinal (bloqueo a la penetración de agua) entre la semiconductor externa y la cubierta, para ello se colocará por encima de la corona de alambres el elemento obturador.

2.5 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.

2.6 Cubierta exterior

2.6.1 Material

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico de poliolefina.

Las características de la cubierta se indican en la tabla V.

Tabla V: Características de la cubierta de poliolefina

Propiedades mecánicas	Unidades	Polioléfina	Ensayo apartado
Sin envejecimiento de la muestra			
Resistencia mínima a la tracción	MPa	15,0	5.2.1.2.13
Alargamiento mínimo en la rotura	%	500	
Después de envejecimiento de la muestra en estufa de aire	°C	110 ±2	5.2.1.2.13
Tratamiento { Temperatura	h	336	
{ Duración	N/mm ²	-	
Resistencia mínima a la tracción	%	-	
Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	300	
Alargamiento mínimo en la rotura	%	-	
Variación máxima del alargamiento			
Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire (ensayo de no contaminación)	°C	100±2	5.2.1.2.14
Tratamiento { Temperatura	h	168	
{ Duración	N/mm ²	-	
Resistencia mínima a la tracción	%	-	
Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	300	
Alargamiento mínimo en la rotura	%	-	
Propiedades fisicoquímicas			
Pérdida de masa	°C	100±2	5.2.1.2.15
Tratamiento { Temperatura	h	168	
{ Duración	mg/cm ²	0,5	
Presión a temperatura elevada	°C	115±2	5.2.1.2.16
Tratamiento { Temperatura	h	6	
{ Duración		0,7	
Coefficiente K	%	50	
Comportamiento a baja temperatura			5.2.1.2.17
Alargamiento en frío	°C	-30±2	
- Temperatura	%	20	
- Alargamiento mínimo en la rotura			
Contracción	°C	80±2	5.2.1.2.18
Tratamiento { Temperatura	h	5x5	
{ Duración	%	7	
Contracción máxima			
Resistencia al desgarro	°C	20±5	5.2.1.2.19
Temperatura	MPa	24	
Resistencia mínima			
Resistencia a la abrasión	°C	20±5	5.2.1.2.20
Temperatura	kg	36	
Masa aplicada		8	
Número de desplazamientos	m/s	0,3±15%	
Velocidad de aplicación			
Ensayo de absorción de agua (Método gravimétrico)	°C	85±2	5.2.1.2.21
Temperatura del agua	h	336	
Tiempo de inmersión	mg/cm ²	0,5	
Variación máxima de masa			
Contenido de metales pesados	%	<0,5	5.2.1.2.22
Plomo			
Emisión de gases ácidos	MicroS/ mm	4,3 10	5.2.1.2.23
Valor mínimo del pH			
Valor máximo de la conductividad			
Decoloración y pérdidas de características mecánicas		Muy poca	5.2.1.2.24
Decoloración	%	15	
Variación máxima del alargamiento	%	15	
Variación máxima de la resistencia a la tracción			

2.6.2 Protección ambiental

En su composición, la cubierta exterior del cable prácticamente no contendrá ninguno de los elementos indicados a continuación:

- Metales pesados,
- Halógenos,
- Hidrocarburos volátiles.

2.6.3 Espesor de la cubierta

En la tabla VI se indica el espesor que debe tener la cubierta exterior de cada cable, en función de su tensión asignada.

Tabla VI

Sección nominal del conductor mm ²	Espesor <u>mínimo</u> de la cubierta de los cables de tensión asignada mm	
	12/20 kV	18/30 kV
95	2	2
150		
240		
400		

2.7 Obturación longitudinal del cable

Para evitar la propagación longitudinal del agua por el cable, los cables objeto de esta norma estarán provistos de un elemento que asegure la obturación longitudinal o el bloqueo a la penetración de agua entre la pantalla semiconductor externa y la cubierta.

3 DESIGNACIÓN

3.1 Forma de designación

La designación de los cables se efectuará por medio de siglas que indiquen las características siguientes:

- Tipo constructivo
- Tensión asignada del cable, expresada en kV,
- Indicaciones relativas al conductor y a la pantalla metálica.

3.1.1 Tipo constructivo

Se designará por un grupo de letras que caracterizan los elementos principales del cable en el orden siguiente:

3.1.1.1 Aislamiento

R = Polietileno reticulado

3.1.1.2 Pantallas

H = Pantallas semiconductoras sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica de alambres arrollados helicoidalmente.

3.1.1.3 Cubierta exterior

Z1 = Poliolefina

3.1.1.4 Obturación longitudinal

OL= Obturación longitudinal

3.1.2 Tensión asignada del cable

Se expresará en kV y designará los valores de U_0 y de U , en la forma U_0/U .

3.1.3 Indicaciones relativas al conductor y a la pantalla metálica

- La cifra 1, correspondiente a un solo conductor, seguida del signo x,
- La sección nominal del conductor, expresada en mm^2 ,
- La letra K, indicativa de que el conductor es circular y compacto,
- Las letras Al, indicativas de que el conductor es de aluminio,
- El signo +, seguido de la letra H y de la sección de la pantalla metálica, en mm^2
- Trazabilidad. El fabricante incluirá una anotación en la cubierta del cable, por ejemplo el número de lote, que permita su trazabilidad para identificación

3.1.4 Ejemplos de designación

Cable unipolar con obturación longitudinal de 150 mm² de sección circular compacta de aluminio, aislado con polietileno reticulado, apantallado, con una sección metálica de 16 mm² y con cubierta exterior de poliolefina, para U₀ = 12 kV.

RHZ1-OL 12/20 kV 1 x 150 K Al+H16

4 MARCAS

Los cables llevarán unas marcas indelebles y fácilmente legibles que identifiquen claramente al fabricante, la designación completa del cable y las dos últimas cifras del año de fabricación.

Las marcas se realizarán por grabado o relieve sobre la cubierta. La separación entre marcas no será superior a 30 cm.

Ejemplo de marca de identificación de un cable fabricado en 1996.

FABRICANTE RHZ1-OL 12/20 kV 1 x 240 K Al + H16 96 (XXX = número lote)

5 ENSAYOS

5.1 Condiciones de realización de los ensayos

5.1.1 Temperatura ambiente

Los ensayos dieléctricos deben efectuarse a una temperatura ambiente de 20±15 °C y los demás ensayos a 20±5 °C.

5.1.2 Frecuencia y forma de la onda de las tensiones de ensayo a frecuencia industrial

La frecuencia de las tensiones de ensayo con corriente alterna, no debe ser ni inferior a 49 Hz ni superior a 51 Hz. La forma de la onda de estas tensiones debe ser prácticamente senoidal. Los valores indicados son valores eficaces.

5.1.3 Forma de la onda de las tensiones de ensayo con impulsos de tipo rayo pleno

En estos impulsos, la duración del frente es de 1,2 microsegundos y la duración hasta el valor mitad de la cresta es de 50 microsegundos.

La tolerancia en el valor de cresta es del ±3%, la tolerancia en la duración del frente es del ±30% y la tolerancia en la duración hasta el valor mitad es del ±20%.

5.2 Clasificación de los ensayos

Los ensayos se clasifican en:

a) Ensayos de calificación:

- Eléctricos,
- No eléctricos,
- De larga duración.

b) Ensayos individuales

c) Ensayos de recepción:

- Ensayos individuales
- Ensayos sobre muestras

5.2.1 Ensayos de calificación

Como requerimiento previo para calificar una fabricación para Grupo Endesa, el fabricante deberá demostrar que dispone de un sistema de calidad que cumpla lo indicado en las normas UNE ISO 9001:2000.

Los ensayos de calificación deben efectuarse sobre un tipo de cable especificado en esta norma antes de su suministro, para demostrar que sus características son adecuadas para las aplicaciones previstas. Estos ensayos son de tal naturaleza, que, después de haberlos efectuado, no es necesario repetirlos, salvo que se realicen cambios en los materiales utilizados o en el diseño del cable, susceptibles de modificar sus características.

Los ensayos de calificación eléctricos y no eléctricos, para cada tipo de aislamiento, se efectuarán sobre dos secciones elegidas al azar (previo acuerdo con Endesa); una correspondiente al nivel de tensión 12/20 kV y otra al de 18/30 kV.

El fabricante deberá disponer en sus propias instalaciones de un laboratorio dotado con los aparatos necesarios para efectuar todos los ensayos mencionados en el párrafo anterior, excepto el espectrofotómetro indicado en el apartado 5.2.1.2.22 y 5.2.1.2.23 y la cámara climática requerida en el apartado 5.2.1.2.24, siempre que el fabricante demuestre que utiliza laboratorios externos de reconocido prestigio y los realiza con una periodicidad máxima de 3 años o siempre que se produzcan cambios en el proceso o los materiales. Endesa comprobará los protocolos y resultados de estos ensayos

El ensayo de larga duración armonizado se realizará sobre la sección de 150 mm² en la tensión de 12/20 kV, no será necesario disponer de laboratorio para esta prueba siempre que el fabricante demuestre que utiliza laboratorios externos de reconocido prestigio. Endesa comprobará los protocolos y resultados de este ensayo.

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

Para obtener la calificación de los cables con obturación longitudinal o bloqueo al agua, además de cumplir los requisitos, verificaciones y ensayos, especificados en la presente norma, el fabricante deberá ensayar según el apartado 5.2.1.2.25 y por tanto deberá disponer en su laboratorio del equipo indicado en ese apartado.

5.2.1.1 Ensayos de calificación, eléctricos

Son los indicados en la tabla VII

Tabla VII: Ensayos de calificación, eléctricos

Ensayo	Muestra a ensayar	Métodos y condiciones	Valores a obtener y condiciones
Resistencia eléctrica del conductor	3m	Apartado 5.2.1.1.1	Apartado 2.1
Resistencia eléctrica de la pantalla metálica		Apartado 5.2.1.1.2	Apartado 5.2.1.1.2
Resistividad de las pantallas semiconductoras		Apartado 5.2.1.1.3	Apartado 5.2.1.1.3
Resistividad volumétrica y constante del aislamiento	5m, como mínimo	Apartado 5.2.1.1.4	Apartado 2.3.1
Descargas parciales	Ensayos secuenciales a efectuar sobre una misma muestra de cable terminado de 10m a 15m de longitud	Apartado 5.2.1.1.5	Apartado 2.3.1
Enrollamiento, seguido de un ensayo de descargas parciales		Apartado 5.2.1.1.6	Apartado 5.2.1.1.6
tg δ en función de la tensión		Apartado 5.2.1.1.7	Apartado 2.3.1
tg δ en función de la temperatura		Apartado 5.2.1.1.8	Apartado 2.3.1
Ciclos de calentamiento, seguido de un ensayo de descargas parciales		Apartado 5.2.1.1.9	Apartado 5.2.1.1.9
Tensión soportada a impulsos, seguido de un ensayo de tensión alterna		Apartado 5.2.1.1.10	Apartado 5.2.1.1.10
Tensión aplicada durante 4 h		Apartado 5.2.1.1.11	Apartado 5.2.1.1.11
Dieléctrico de la cubierta exterior		12m	Apartado 5.2.1.1.12

5.2.1.1.1 Medida de la resistencia eléctrica de los conductores

Se realizará según UNE HD 620, una muestra de longitud superior a 2 m de cable, se introduce en el local de ensayo, mantenido a una temperatura prácticamente constante, por lo menos desde 12 h antes del ensayo. Si se tiene dudas acerca de si la temperatura del conductor es igual a la del local, se medirá la resistencia del conductor, después de que el cable haya permanecido 24 h en el local de ensayo. También puede medirse la resistencia sobre una muestra de conductor, acondicionada durante 1 h en un baño de aceite con temperatura regulada.

La resistencia medida debe referirse a una temperatura de 20° C y a una longitud de 1km de cable mediante las fórmulas y los factores indicados en la norma UNE 21022.

La resistencia del conductor medida con corriente continua a 20° C, no debe ser superior al valor indicado en el apartado 2.1.

5.2.1.1.2 Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica

Se realizará según UNE EN HD 620, se actúa sobre la pantalla de forma similar a la indicada en el apartado anterior para el conductor. La resistencia eléctrica de la pantalla metálica no debe superar el valor de 1,24 ohm/km a 20 °C.

5.2.1.1.3 Medida de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras

5.2.1.1.3.1 Preparación de la muestra

Se retira la cubierta exterior y la pantalla metálica de un trozo de cable y se cortan muestras de unos 50 cm aproximadamente.

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

Para la medida de la resistividad de la pantalla semiconductor externa (sobre el aislamiento) se utiliza otra muestra.

Tal como se indica en la figura 1, sobre cada una de las dos probetas, se realizan cuatro electrodos mediante pintura de plata, aplicada sobre la pantalla semiconductor: dos electrodos de tensión, A, separados 20 cm y dos electrodos de corriente, B, separados aproximadamente 30 cm y dispuestos simétricamente respecto a los anteriores.

En la probeta destinada a la medida de la resistividad de la pantalla semiconductor interna, los electrodos pueden extenderse sobre el aislamiento, para facilitar las conexiones al circuito de ensayo; en tal caso, se debe retirar la pantalla semiconductor externa.

Se recomienda que las probetas así preparadas se mantengan durante 48 horas antes de efectuar las mediciones. Ver Figura 1 en Anexo FIGURAS

5.2.1.1.3.2 Método y condiciones de trabajo

El ensayo se efectúa:

- Primero a 20±2°C de temperatura,
- Después se efectúa de nuevo a 90±2°C, colocando previamente la probeta de una estufa, durante 2 horas como mínimo.

El esquema del circuito de ensayos es el representado en la figura 2. Ver Figura 2 en Anexo FIGURAS.

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 10 Megaohm.

La potencia disipada entre los electrodos A (es decir $\frac{V_1 \cdot V_2}{R}$, no debe ser superior pero si muy cercana a 0,1 W

5.2.1.1.3.3 Resultados

La resistividad eléctrica, en Ohm.cm, de las pantallas semiconductoras, se obtiene de las formulas siguientes:

Pantalla semiconductora interna:

$$\frac{\pi}{8} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{D^2 - d^2}{L} \cdot R$$

Pantalla semiconductora externa:

$$\frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{S}{L} \cdot R$$

en las que:

V1 y V2 = Lectura de los voltímetros en V.

L = Separación entre los electrodos A, en cm.

R = Resistencia del circuito de ensayo, en Ohms.

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 [obtenida por medida de su densidad y por su peso (Véase el apartado 9.1.4 de la norma UNE 60811/1-1).

La resistividad deberá ser inferior a 5000 Ohm.cm a 20°C y a 25000 Ohm.cm a 90°C.

5.2.1.1.4 Medida de la resistividad volumétrica y constante del aislamiento.

Esta medida se realiza según UNE EN HD605, apartado 3.3.1, sobre una muestra de cable de 5 m de longitud como mínimo, antes de cualquier otro ensayo eléctrico.

Se retiran la cubierta y la pantalla metálica y el conductor con su aislamiento se sumerge en agua a 90 °C, como mínimo 1h antes del ensayo. La medida se lleva a cabo entre el conductor y el agua.

La tensión de la corriente continua de ensayo, estará comprendida entre 80 V y 500 V y se aplicará durante un tiempo suficiente para alcanzar una medida estable, aunque este tiempo nunca será inferior a 1 min. ni superior a 5 min.

La resistividad volumétrica se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$\rho = \frac{2\pi IR}{\log_e \frac{D}{d}}$$

en la que:

ρ = Resistividad volumétrica, en Ohmios centímetros.

R = Resistencia de aislamiento medida, en Ohmios.

I = Longitud de conductor aislado, sumergido en agua, en cm.

D = Diámetro exterior del aislamiento, en milímetros.

d = Diámetro interior del aislamiento, en milímetros.

La constante de aislamiento, K, se calcula por la fórmula siguiente:

$$K = \frac{IR \otimes 10^{-11}}{\log_{10} \frac{D}{d}} = 10^{-11} \cdot 0,367\rho \text{ (M} \Omega \text{ms.km)}$$

5.2.1.1.5 Ensayo de descargas parciales.

Se realizará el ensayo de acuerdo con lo indicado en la norma UNE HD620. Las descargas parciales se medirán a una tensión de 2 U₀ y deberán ser menores de 5 pC.

5.2.1.1.6 Ensayo de arrollamiento seguido de un ensayo de descargas parciales.

La muestra se arrolla alrededor de un cilindro de ensayo (por ejemplo, el tambor de una bobina) a la temperatura ambiente. A continuación, se desenrolla la muestra y se repite

el proceso, teniendo en cuenta que la curvatura en la muestra debe ser de sentido contrario.

Este ciclo de operaciones debe efectuarse tres veces.

El diámetro del cilindro de ensayo debe ser: $20(d+D) \pm 5\%$, siendo d y D los diámetros reales del conductor y del cable respectivamente, expresados en milímetros.

Al final de este ensayo, la muestra debe someterse a una medición de las descargas parciales y el resultado debe cumplir lo indicado en el apartado 5.2.1.1.5.

5.2.1.1.7 Medida de la $\text{tg } \delta$ en función de la tensión.

El factor de pérdidas dieléctricas de la muestra, acondicionada mecánicamente como se indica en el apartado 5.2.1.1.6, debe medirse la temperatura ambiente, con tensiones alternas, a la frecuencia industrial, iguales a $0,5 U_0$, U_0 y $2U_0$.

Los valores medidos no deben sobrepasar los valores indicados en el apartado 2.3.1.

5.2.1.1.8 Medida de la $\text{tg } \delta$ en función de la temperatura.

La muestra de cable completo debe calentarse mediante uno de los métodos descritos a continuación. La temperatura del conductor debe conocerse en todos los casos, preferiblemente midiendo su resistencia o previo acuerdo mediante un termómetro situado en el baño, en la estufa o en la superficie de la pantalla.

La muestra deberá colocarse bien en una cuba con líquido o en una estufa, o bien deberá calentarse mediante una corriente que circule por la pantalla metálica situada sobre el aislamiento.

La temperatura se eleva progresivamente hasta que el conductor alcance la temperatura asignada de 90°C , $+5$ a 10°C .

El factor de pérdidas dieléctricas debe medirse con una tensión alterna, a frecuencia industrial, de 2 kV, a la temperatura ambiente y a 90°C .

Los resultados, tanto a la temperatura ambiente como a 90°C , deben cumplir lo indicado en el apartado 2.3.1.

5.2.1.1.9 Ensayo de ciclos de calentamiento seguido de descargas parciales

La muestra sometida a los cuatro ensayos precedentes, se calienta, haciendo pasar una corriente alterna por el conductor hasta que éste alcance una temperatura constante, superior a 10°C a la temperatura máxima asignada del aislamiento.

Esta corriente de calentamiento debe aplicarse durante 2 h como mínimo; a continuación, se deja que la muestra se enfríe naturalmente en el aire durante un mínimo de 4 h. Este ciclo debe repetirse dos veces más.

Después del tercer ciclo, deben medirse las descargas parciales y el resultado debe cumplir lo indicado en el apartado 5.2.1.1.5.

5.2.1.1.10 Ensayo de tensión soportada a impulsos, seguido de un ensayo de tensión alterna.

Este ensayo debe efectuarse sobre la muestra, cuando el conductor tenga una temperatura de 5° a 10°C superior a la temperatura máxima de servicio asignada al aislamiento.

Los impulsos se aplicarán de acuerdo con el método indicado en la norma UNE HD620.

El cable debe soportar, sin perforación, 10 impulsos positivos y 10 impulsos negativos de tensión, de los valores apropiados que se indican en la tabla VIII.

Tabla VIII: Tensión soportada a los impulsos

Tensión asignada U_0/U kV	12/20	18/30
Tensión de ensayo kV	125	170

Después de la prueba descrita, se somete al cable a un ensayo de tensión alterna de 2,5 U_0 a frecuencia industrial y a temperatura ambiente, durante 15 min.

El ensayo es superado si el aislamiento no se perfora.

5.2.1.1.11 Ensayo de tensión de cuatro horas

A la temperatura ambiente, se aplicará a la muestra, durante 4 h, una tensión a frecuencia industrial entre el conductor y la pantalla.

La tensión de ensayo debe ser igual a 3 U_0 . La tensión debe incrementarse progresivamente hasta el valor especificado.

El aislamiento no debe perforarse.

5.2.1.1.12 Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior

Sobre una muestra de 12 m de cable como mínimo, se realizará el ensayo descrito en el apartado 3.1 (por inmersión en agua) de la norma UNE 21143, sin que se perfore la cubierta del cable.

5.2.1.2 Ensayos de calificación no eléctricos

Son los indicados en la tabla IX.

Tabla IX.- Ensayos de calificación, no eléctricos

Ensayos	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Marcas	2m	Examen visual	Capítulo 4
Número de alambres y diámetro del conductor		Examen visual	Apartado 2.1
Espesor del aislamiento		UNE 60811 1-1	Apartados 2.3.2 y 5.2.1.2.1
Propiedades mecánicas del aislamiento - Sin envejecimiento - Después de envejecimiento en estufa de aire. - Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire - Después de envejecimiento en bomba de aire	2m	UNE 60811 1-1 UNE 60811 1-2 UNE 60811 1-2 UNE 60811 1-2	Apartado 2.3.1 Apartado 2.3.1 Apartado 2.3.1 Apartado 2.3.1
Propiedades fisicoquímicas del aislamiento - Alargamiento en caliente - Valoración con decalina del grado de reticulación - Absorción de agua (Método gravimétrico) - Contracción en caliente	2m	UNE 60811 2-1 Apartado 5.2.1.2.5 UNE 60811 1-3 UNE 60811 1-3	Apartado 2.3.1 Apartado 5.2.1.2.5 Apartado 2.3.1 Apartado 2.3.1
Espesor de las pantallas semiconductoras		UNE 60811 1-1	Apartados 2.2, 2.4 y 5.2.1.2.8
Propiedades mecánicas de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento		UNE 60811 1-1	Apartado 5.2.1.2.9
Separación de la pantalla semiconductor situada sobre el aislamiento	2m	Apartado 5.2.1.2.10	Apartado 5.2.1.2.10
Compatibilidad de los constituyentes		Apartado 5.2.1.2.11	Apartado 5.2.1.2.11
Pantalla metálica - Número, diámetro, sección total y separación de los alambres - Paso de la hélice - Sección y paso del fleje	2m	Medidas	Apartado 2.4
Espesor de la cubierta	1m	UNE 60811 1-1	Apartados 2.6.3 y 5.2.1.2.12
Propiedades mecánicas de la cubierta - Sin envejecimiento - Después de envejecimiento en estufa de aire - Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire		UNE 60811 1-1 UNE 60811 1-2 UNE 60811 1-2	Apartado 2.6.1 Apartado 2.6.1 Apartado 2.6.1
Propiedades fisicoquímicas de la cubierta - Pérdida de masa - Presión a temperatura elevada - Comportamiento a baja temperatura - Alargamiento en frío - Contracción - Resistencia al desgarro - Resistencia a la abrasión - Absorción de agua - Contenido de plomo - Emisiones de gases ácidos - Decoloración y pérdida de las características mecánicas		3m	UNE 60811 3-2 UNE 60811 3-1 UNE 60811 1-4 UNE 60811 1-3 Apartado 5.2.1.2.19 Apartado 5.2.1.2.20 UNE 60811 1-3 Apartado 5.2.1.2.22 UNE EN 50267-2
* Penetración de agua	6m	Apartado 5.2.1.2.25	Apartado 5.2.1.2.25

*Solo en los cables con obturación longitudinal o boquete a la penetración de agua.

5.2.1.2.1 Medida del espesor del aislamiento

Se toma una muestra de conductor aislado.

El procedimiento operativo que se debe seguir, se describe en la norma UNE EN 60811/1-1.

La media de todos los valores medidos, redondeada con una aproximación de 0,1 mm, no debe ser inferior al espesor especificado en el apartado 2.3.2 y el menor valor medido no debe ser inferior al valor especificado en más de 0,1 mm + 10%.

5.2.1.2.2 Determinación de las propiedades mecánicas del aislamiento, antes y después del envejecimiento

La forma de proceder en este ensayo se describe en las normas UNE EN 60811/1-1 y UNE EN 60811/1-2.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.3.1.

5.2.1.2.3 Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cables completos

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-2. Las prescripciones se establecen en el apartado 2.3.1.

5.2.1.2.4 Alargamiento en caliente del aislamiento

La forma de proceder en este ensayo se describen en la norma UNE EN 60811/2-1. las probetas se obtendrán de la parte del aislamiento más próxima al conductor.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.3.1.

5.2.1.2.5 Valoración con decalina del grado de reticulación del polietileno reticulado

5.2.1.2.5.1 Equipo de ensayo

- a) Balanza analítica con una precisión de 0,001 g,
- b) Utensilios adecuados para cortar la muestra en láminas muy finas,
- c) Cestos de malla de acero con luz máxima de 250 micrometros,
- d) Hilo de cobre de 1 mm de diámetro,
- e) Matraz de vidrio de una capacidad mínima de 2 l,

- f) Columna de refrigeración adaptable al matraz, con una altura capaz de condensar los vapores de la decalina,
- g) Placa calefactora, o similar, con termostato capaz de regular la temperatura del matraz, con la decalina en ebullición, con una precisión de ± 2 °C,
- h) Pinzas de laboratorio para sujetar y pesar los cestos de malla de acero,
- i) Campana de gases, para extracción de humos,
- j) Disolvente decahidronaftaleno puro (decalina), de calidad R.A.

5.2.1.2.5.2 Preparación de la muestra

La muestra para ensayo, debe prepararse de forma que se puedan cortar láminas muy finas de aislamiento, sin que se produzca un excesivo calentamiento del mismo a causa del corte.

Se deposita una cantidad de, aproximadamente, 1 g de muestra P_0 (pesada con una precisión mínima de 0,001 g, cortada en láminas muy finas, en el interior de un cesto formado por una malla de acero inoxidable de 250 micrometros de luz máxima.

Dicho cesto tiene que poderse cerrar perfectamente para que la muestra no se caiga durante el proceso de extracción.

5.2.1.2.5.3 Procedimiento operativo

Se parte de un peso de, aproximadamente, 1 g de aislamiento, P_0 , determinado con una precisión mínima de 0,001 g. Se pesa el cesto, P_1 , una vez cerrado con la muestra dentro, y con la misma precisión.

En un matraz, con decalina hasta un 70 % de su volumen, se introduce y se deja colgado, con la ayuda de un hilo de cobre, el cesto cerrado con la muestra dentro, de modo que el cesto quede sumergido en la mitad de la decalina contenida en el matraz.

Se coloca la columna de refrigeración encima del matraz que contiene la decalina, procurando que la unión entre el matraz y la columna quede lo mas hermética posible.

Todo el conjunto debe colocarse dentro de una campana de gases, con extractor de humo.

Se abre el agua refrigerante de la columna, se conecta el calefactor y se espera que la decalina llegue a su temperatura de ebullición, dejando entonces que el termostato vaya regulando dicha temperatura.

Después de 6 horas de extracción con decalina, contadas desde el inicio de la ebullición, se desconecta el termostato y la placa calefactora, dejando que la decalina

llegue a la temperatura ambiente y una vez alcanzada ésta, se cierra el agua de refrigeración.

Se sacan los cestos que han estado sumergidos, se secan con un trapo limpio y se colocan en una estufa de vacío durante un mínimo de 2 horas a 90°C.

5.2.1.2.5.4 Evaluación de los resultados

Nada más sacar los cestos de la estufa de vacío, se pesan, P₂, y por diferencia de peso, respecto al peso del cesto con la muestra original, P₁, se obtiene la cantidad aislamiento que, en estas condiciones, ha extraído la decalina.

$$\text{Porcentaje de aislamiento extraído} = \frac{P_1 - P_2}{P_0} \times 100$$

La reticulación se considera aceptable si este valor es inferior al 25%.

5.2.1.2.6 Ensayo de absorción de agua de los aislamientos

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-3.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.3.1.

5.2.1.2.7 Medida de la contracción longitudinal del aislamiento de polietileno reticulado

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-3, adoptando para L la longitud de 200 mm.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.3.1.

5.2.1.2.8 Medida del espesor de las pantallas semiconductoras

Se toma una sola muestra de cable.

El procedimiento operativo que se debe seguir se describe en la norma UNE 60811/1-1.

En el caso de la pantalla semiconductor situada sobre el conductor, la media de todos los valores medidos (6 mediciones), redondeada con una aproximación de 0,1 mm, no debe ser inferior al espesor especificado de 0,5 mm y el mínimo valor medido no debe ser inferior al espesor especificado menos 0,2 mm + 20% del valor especificado.

En el caso de la pantalla semiconductor externa situada sobre el aislamiento, la media de todos los valores medidos, redondeada con una aproximación de 0,1 mm, no debe ser inferior al espesor especificado de 0,5 mm y el mínimo valor medido no debe ser inferior al espesor especificado menos 0,1 mm + 15% del valor especificado.

5.2.1.2.9 Determinación de las propiedades mecánicas de la pantalla sobre el aislamiento

Se preparan probetas de tipo halterio a partir de las tiras de pantalla semiconductor, obtenidas en el ensayo de separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento.

El procedimiento operativo que se debe seguir se describe en la norma UNE EN60811/1-1.

La carga de rotura debe ser igual o superior a 7 N/mm².

El alargamiento debe ser igual o superior al 150%.

5.2.1.2.10 Ensayo de separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento

Si previo acuerdo con Endesa se acepta que la pantalla semiconductor este adherida al aislamiento, no será aplicable este ensayo.

5.2.1.2.10.1 Fundamento del ensayo

El ensayo, según UNE EN HD 605 apartado 2.2.8.2, consiste en medir la fuerza necesaria para separar del aislamiento una tira de la pantalla semiconductor, adherida al mismo en una longitud de 50 mm, tirando de ella en la dirección del eje del cable, a 180° de su posición inicial.

5.2.1.2.10.2 Preparación de la muestra

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

Se retira del cable una tira 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 semiconductor externa. Esta tira se obtiene aplicando el cuchillo a lo largo de dos generatrices con la profundidad suficiente para cortar la pantalla semiconductor interna.

En esta tira, se separa a mano una longitud de pantalla semiconductor externa tal, que quede una longitud de 50 mm de pantalla adherida al aislamiento, como se indica en la figura 3, ver Anexo Figuras.

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

5.2.1.2.10.3 Método y condiciones de ensayo

Las temperaturas de ensayo son 0°C, 20°C y 40°C, con una tolerancia de $\pm 2^\circ\text{C}$.

Una de las mordazas de la máquina de tracción sujeta el aislamiento del cable y, la otra, la pantalla semiconductor externa plegada 180° sobre sí misma, ver figura 4, Anexo Figuras.

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

La velocidad de separación de la máquina de tracción debe ser de 50 ± 5 mm/min.

5.2.1.2.10.4 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 en el arranque del ensayo (valor máximo) y del valor obtenido en régimen estabilizado.

Se considera como esfuerzo de separación de una probeta, la semisuma de los esfuerzos máximos y mínimos registrados durante su ensayo, excluyendo el esfuerzo de arranque en el caso de que este sea superior a todos los demás.

El esfuerzo de separación de cada una de las tres probetas que se deben ensayar a cada una de las tres temperaturas debe estar comprendido entre 0,5 daN y 2,5 daN.

5.2.1.2.11 Ensayo de compatibilidad de los constituyentes

Se realiza según UNE EN HD605 apartado 2.4.12.4, tres muestras de cable completo, de 400 mm de longitud y con los extremos cubiertos, se someten a un envejecimiento a 100°C, en una estufa de aire caliente, según se indica en la norma UNE 60811/1-2.

La primera muestra se envejece durante 14 días, la segunda y la tercera durante 42 días.

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

- a) $\pm 30\%$ entre los valores iniciales y los correspondientes a 42 días de envejecimiento.
- b) $\pm 20\%$ entre los valores correspondientes a 14 días y a 42 días de envejecimiento.

Las variaciones máximas del alargamiento en la rotura de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento deben ser inferiores al:

- c) $\pm 40\%$ entre el valor inicial y el correspondiente a 42 días de envejecimiento.
- d) $\pm 25\%$ entre el valor correspondiente a 14 días y el correspondiente a 42 días de envejecimiento.

Sobre la segunda muestra (de 42 días) se efectúa, además, el ensayo de separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento, tal como se indica en el apartado 5.2.1.2.12.

El ensayo se efectúa a temperatura ambiente.

Sobre la tercera muestra (de 42 días) se efectúa el ensayo de medida de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras sobre el conductor y sobre el aislamiento, tal como se indica en el apartado 5.2.1.1.3. Los valores resultantes no deben ser superiores a los especificados.

5.2.1.2.12 Medida del espesor de la cubierta exterior

El procedimiento operativo que se debe seguir se describe en la norma UNE EN 60811/1-1.

La media de todos los valores medidos, redondeada con una aproximación de 0,1 mm, no debe ser inferior al valor especificado, y el menor valor medido no debe ser inferior al valor especificado en más de 0,2 mm + 20% del valor especificado.

El valor mínimo en cualquier punto no debe ser inferior a 2 mm según se especifica en el apartado 2.6.3 de esta norma.

5.2.1.2.13 Determinación de las propiedades mecánicas de la cubierta antes y después del envejecimiento

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-1 y UNE EN 60811/1-2.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1

5.2.1.2.14 Ensayo adicional de envejecimiento sobre trozos de cable completos

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-1 y UNE EN 60811/1-2.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.15 Ensayo de pérdida de masa de la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/3-2.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.16 Ensayo de presión a temperatura elevada para la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/3-1.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.17 Ensayo de comportamiento a baja temperatura para la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-4.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.18 Ensayo de contracción de la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE EN 60811/1-3, adoptando para L la longitud de 200 mm.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1

5.2.1.2.19 Ensayo de resistencia al desgarro de la cubierta

Este ensayo se realiza según UNE HD 605, se toman tres muestras de cable de 150 mm de longitud cada una de dos zonas distintas del cable, separadas entre si de 1 m como mínimo.

Se cortan las cubiertas de las muestras paralelamente al eje del cable y se retiran los conductores aislados y las pantallas.

Se procede a conseguir dos superficies lisas, planas y paralelas, procurando no provocar un excesivo calentamiento. El espesor debe quedar entre 1 mm y 2 mm.

Mediante un troquel u otro dispositivo apropiado se obtienen las probetas con las dimensiones indicadas en la figura 5, ver Anexo FIGURAS.

A continuación, se seccionan las probetas longitudinalmente con una cuchilla, dejando únicamente sin seccionar una longitud de 4 mm próxima al extremo más ancho de la probeta.

Las probetas se colocan en una maquina de tracción, fijando a las mordazas los extremos de las dos ramas en que se ha dividido la probeta. La velocidad de separación de las mordazas debe ser de 500 ± 5 mm/min, aproximadamente.

Se mide el esfuerzo necesario para que se realice el desgarró completo de la probeta.

La resistencia al desgarró se determina por la relación entre el esfuerzo, expresado en Newtons, y el espesor medio de la parte correspondiente de la probeta, expresado en milímetros.

La media de los resultados obtenidos deberá cumplir el valor especificado en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.20 Ensayo de resistencia a la abrasión de la cubierta

Este ensayo se realiza sobre cables provistos de una cubierta de 2,0 mm de espesor, según esta norma. En el caso de que la cubierta de la muestra de cable ensayado tenga mas espesor se extrapolará el resultado a 2 mm.

5.2.1.2.20.1 Muestra

La muestra de cable se sujeta firmemente sobre una base metálica rígida.

En la generatriz superior del cable se aplica un dispositivo metálico cónico, de un radio de curvatura en su punta de 1 mm, con un ángulo de 90° y una masa de 36 kg. La superficie cónica no debe tener asperezas.

El citado dispositivo se somete a un movimiento de vaivén, a velocidad constante, entre las marcas A y B, ver figura 6, Anexo Figuras.

Las características del ensayo son las siguientes:

- Distancia entre A y B: 50 ± 10 cm;
- Velocidad de desplazamiento entre A y B: 0,3 m/s, con una tolerancia del $\pm 15\%$;
- Ocho desplazamientos del dispositivo sobre el cable (4 idas y 4 vueltas).

Al final del ensayo no debe ser visible a simple vista, normal o corregida sin amplificación, la pantalla metálica comprendida entre A y B.

5.2.1.2.21 Ensayo de absorción de agua de la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describe en la norma UNE 60811/1-3.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1

5.2.1.2.22 Determinación del contenido de plomo en la cubierta

La determinación del contenido de plomo se efectuará con un espectrofotómetro adecuado.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1 y en la UNE HD 620-1

5.2.1.2.23 Determinación de los gases ácidos desprendidos durante la combustión de la cubierta

La forma de proceder en este ensayo se describen en la norma UNE EN 50267-2-2.

Las prescripciones se establecen en el apartado 2.6.1.

5.2.1.2.24 Ensayo de decoloración y pérdida de características mecánicas de la cubierta

Este ensayo consiste fundamentalmente en una exposición prolongada de las probetas a los rayos ultravioleta.

La fuente luminosa utilizada debe ser tal, que en una atmósfera seca (humedad relativa inferior al 30%), la superficie expuesta de las dos superficies planas de la probeta, es decir, la cara correspondiente a la parte externa del cable de las probetas, reciba una radiación cuya distribución energética en función de la longitud de onda esté conforme con los valores indicados en la figura 7, ver Anexo FIGURAS.

Esta radiación puede obtenerse con una lámpara de xenón provista de filtros de cuarzo.

Para tener en cuenta la dispersión de las lámparas y su envejecimiento, se admiten las tolerancias siguientes:

- a) $\pm 20\%$ en la zona de radiación ultravioleta (longitudes de onda inferiores a 400 nm).
- b) $\pm 50\%$ en la zona de radiación visible (longitudes de onda superiores a 400 nm).

5.2.1.2.24.1 Procedimiento operativo

Las probetas se someterán a un ciclo de cinco días de duración, que consta de los ensayos siguientes:

Exposición durante un día a la radiación luminosa en atmósfera húmeda (humedad relativa igual o superior al 85%) a la temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ con aspersiones.

Nota: La aspersión de agua desmineralizada dura tres minutos por período de veinte minutos; se realizará con ayuda de inyectores en los que la salida de agua debe ser suficiente para asegurar el lavado de todas las probetas.

Exposición durante un día en una atmósfera húmeda a la temperatura de $50\pm 2^{\circ}\text{C}$, con choques térmicos obtenidos por tres permanencias de una hora en un recinto mantenido a $-25 \pm 2^{\circ}\text{C}$. La duración del traslado de las probetas del calor al frío o del frío al calor, debe ser lo más corta posible.

El tiempo de permanencia en la atmósfera húmeda entre dos choques térmicos debe ser siempre igual o superior a una hora.

Exposición durante 2 días a la radiación luminosa en una atmósfera seca en la que la temperatura se mantiene a $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ y la humedad relativa es inferior al 30%.

En el quinto día, exposición durante 8 horas en un recinto saturado de humedad a la temperatura de $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ y con un 0'067% en volumen de dióxido de azufre. Durante las últimas 16 horas, la puerta del recinto se deja abierta al ambiente del laboratorio.

Durante las exposiciones, las probetas se colocan en soportes, sujetas por sus palas, teniendo cuidado de que no se encuentren sometidas a ningún esfuerzo de tracción.

Una vez terminado el ensayo, se retiran las probetas y se mantienen al abrigo de la luz, en el ambiente del laboratorio, durante 24 horas como mínimo; posteriormente, se comprobará visualmente que no se aprecia una decoloración sensible de las probetas envejecidas con relación a las de estado inicial.

5.2.1.2.24.2 Sanción del ensayo

La realización de este ensayo requiere la preparación de dos lotes de seis probetas, de los cuales uno será el de referencia. Las probetas, que serán de tipo halterio, se dividen en dos lotes.

- El lote de referencia se conserva a la temperatura ambiente y al abrigo de la luz durante todo el ensayo climático;
- El otro lote se somete a la secuencia de cinco días especificada y seguidamente se acondiciona como el lote de referencia durante 24 horas como mínimo.

Una vez verificada la no decoloración sensible, en cada uno de los lotes se miden, de acuerdo con las indicaciones de la norma UNE 60811/1-1, de los alargamientos y a la tracción de las probetas, siendo, respectivamente:

- en el lote de referencia: A_0 y R_0 ;
- en el segundo lote: A_1 y R_1 .

Los valores medios obtenidos deben cumplir las condiciones siguientes:

$$a) \quad \left| \frac{A1 - A0}{A0} \right| \times 100 \leq 15$$

$$b) \quad \left| \frac{R1 - R0}{R0} \right| \times 100 \leq 15$$

5.2.1.2.25 Ensayo de penetración de agua

Este ensayo se realiza sobre los cables provistos de una obturación longitudinal destinada a dificultar la penetración de agua, a través del intersticio existente entre la pantalla semiconductora externa y la cubierta.

Debe utilizarse agua de la red de distribución pública con fluoresceína o otro colorante aceptado.

5.2.1.2.25.1 Preparación de la muestra

Un trozo de cable completo, de 6 m de longitud como mínimo y que no haya sufrido ningún otro ensayo, se somete al ensayo de arrollamiento indicado en el apartado 5.2.1.1.6.

Del trozo de cable se toman dos muestras de 3 m. Cada muestra se coloca horizontalmente y de su parte central se corta un anillo, de 50 mm de anchura aproximadamente, que contenga todos los componentes del cable comprendidos entre el conductor y la cubierta.

El anillo debe cortarse de forma tal que los intersticios existentes entre los distintos componentes, queden expuestos a la acción del agua.

Cada muestra se introduce en una cuba, de las dimensiones indicadas en la figura 8, a través de la dos juntas de estanqueidad apropiada, evitando cualquier esfuerzo sobre la cubierta exterior, ver Anexo FIGURAS.

5.2.1.2.25.2 Penetración de agua.

Sobre el lugar del que se ha sacado el anillo, se coloca verticalmente un tubo de 10 mm de diámetro interior como mínimo, que se acopla como se indica en la figura 8, ver Anexo FIGURAS.

El tubo se llena, en un período de tiempo que no exceda de 5 min, con agua a una temperatura de $20 \pm 10^\circ\text{C}$, hasta que la altura sobre el centro del cable sea de 1000 ± 5 mm.

Se deja reposar la muestra durante 24 h, manteniendo la altura del agua indicada en el párrafo anterior.

A continuación, la muestra se somete a 10 ciclos, consistentes en calentar el conductor a una temperatura comprendida entre 95°C y 100°C (evitando que el agua hierva) durante 4 horas, seguidas de 8 horas de enfriamiento natural.

Durante el período de calentamiento, el conductor debe mantenerse a la temperatura indicada durante 2 horas como mínimo.

Para la medida de la temperatura se recomienda poner en serie con las muestras en ensayo un trozo de igual longitud y características del mismo cable instalado al aire, es decir, no sometido a la presión del agua. Así, la temperatura se puede medir sobre esta muestra (imagen térmica) mediante termopares colocados sobre el conductor cerca del centro del trozo de cable.

5.2.1.2.25.3 Examen de las muestras de cable ensayadas.

Durante el período de ensayo, no debe salir agua por los extremos de la muestra.

Después del período de enfriamiento del décimo ciclo, las dos muestras se despojan de los componentes correspondientes, con el fin de medir, a título informativo, la distancia que ha recorrido el agua, tanto en el conductor como en la pantalla metálica. Se considera como resultado positivo que el agua no haya penetrado más de 1 m en cada sentido.

5.2.1.3 Ensayo de calificación de larga duración

El resultado satisfactorio de este ensayo supone la calificación del sistema de aislamiento formado por la pantalla sobre el conductor, el dieléctrico y la pantalla sobre el aislamiento, para toda la gama de tensiones y secciones de conductor especificadas en esta norma.

El fabricante a obtener calificación entregará los resultados del ensayo armonizado de larga duración descrito en la UNE EN HD 605 apartado 5.4.15 o bien su adhesión al mismo si esta en proceso de ejecución.

5.2.2 Ensayos individuales

Ensayos que se efectúan sobre todas las longitudes de cable completo fabricadas o, si se considera apropiado, durante la fabricación, con el fin de comprobar que cumplen las prescripciones.

Los ensayos que se deben efectuar son:

5.2.2.1 Medida de la resistencia eléctrica de los conductores

Una bobina de cable completo, o una muestra de ella, se introduce en el local de ensayo, mantenido a una temperatura prácticamente constante, por lo menos desde 12 horas antes del ensayo. Si se tienen dudas acerca de si la temperatura del conductor es igual a la del local, se medirá la resistencia, después de que el cable haya permanecido 24 horas en el local de ensayo.

La resistencia medida debe referirse a una temperatura de 20°C y a una longitud de 1 km mediante las fórmulas y los factores indicados en la norma UNE 21022.

La resistencia del conductor con corriente continua a 20°C, no debe ser superior al valor indicado en el apartado 2.1.

5.2.2.2 Medida de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica

El método de ensayo es idéntico al indicado en el apartado anterior.

La resistencia medida no debe ser superior a 1,24 Ohm/km.

5.2.2.3 Ensayo de tensión

El ensayo de tensión se efectúa a temperatura ambiente, aplicando una tensión alterna a frecuencia industrial.

Los cables deben someterse a una tensión de ensayo de 2,5 U_0 , durante 5 min, aplicada entre el conductor y la pantalla metálica sin que se perfora el aislamiento.

5.2.2.4 Ensayo de descargas parciales

Este ensayo debe realizarse de acuerdo con lo indicado en la norma UNE EN 60885-2.

Las descargas parciales deben medirse a una tensión de 1,7 U_0 y deben ser menores de 10 pC.

5.2.2.5 Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior

Este ensayo, como se prevé en el apartado 3.1 de la norma UNE 21143, sirve para detectar en seco los eventuales defectos que pueda tener la cubierta.

Se aplica una tensión de 15 kV si se trata de corriente alterna o de 20 kV si se lleva a cabo el ensayo con corriente continua.

La permanencia mínima del cable en la zona de ensayo, debe ser de 0,1 s.

5.2.3 Ensayos de recepción

Son los ensayos individuales y los ensayos sobre muestras que realizan los representantes de ENDESA en el laboratorio del fabricante sobre muestras de cable completo o sobre sus componentes, cuando adquieren una partida de cables, para comprobar que el cable terminado cumple las especificaciones de esta Norma.

Los ensayos sobre muestras son los indicados en la tabla XI.

Tabla XI: Ensayos sobre muestras

Ensayo	Muestra a ensayar	Método y condiciones	Valores a obtener y prescripciones
Marcas	Una bobina como mínimo de cada serie de fabricación de la misma sección del cable, con un máximo del 10% del número de bobinas del pedido.	Examen visual	Capítulo 4
Características geométricas del aislamiento - Espesor		UNE 60811 1-1	Apartados 2.3.2 y 5.2.1.2.1
Propiedades mecánicas del aislamiento sin envejecer - Resistencia a la tracción - Alargamiento en la rotura		UNE 60811 1-1 UNE 60811 1-1	Apartado 2.3.1 Apartado 2.3.1
Propiedades fisicoquímicas del aislamiento - Alargamiento en caliente		UNE 60811 2-1	Apartado 2.3.1
Propiedades eléctricas del aislamiento - Ensayo de tensión de 4 h - Pérdidas dieléctricas en función de la tensión		Apartado 5.2.1.1.11 Apartado 5.2.1.1.7	Apartado 5.2.1.1.11 Apartado 2.3.1
Separación de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento		Apartado 5.2.1.2.12	Apartado 5.2.1.2.12
Pantalla metálica - Número, diámetro, sección total y separación de los alambres - paso y sentido de la hélice - Sección y paso del fleje		Medidas	Apartado 2.4
Características geométricas de la cubierta - Espesor		UNE 60811 1-1	Apartados 2.6.2 y 5.2.1.2.14
Propiedades mecánicas de la cubierta sin envejecer - Resistencia a la tracción - Alargamiento en la rotura		UNE 60811 1-1 UNE 60811 1-1	Apartado 2.6.1 Apartado 2.6.1
Propiedades fisicoquímicas de la cubierta - Presión a temperatura elevada - Choque térmico - Resistencia al desgarro de la cubierta		UNE 60811 3-1 UNE 60811 3-1 Apartado 5.2.1.2.21	Apartado 2.6.1 Apartado 2.6.1 Apartado 2.6.1

Endesa podrá exigir los resultados de la totalidad, o de una parte, de los ensayos indicados en la tabla XI y las actas de prueba de los ensayos individuales efectuados sobre la partida adquirida.

Endesa se reserva el derecho de asistir, o no, a la realización de los ensayos indicados en la tabla XI, así como de que se repitan en su presencia los ensayos individuales sobre un 10%, como máximo, de las bobinas que componen la partida.

6 DOCUMENTOS PARA CONSULTA

UNE EN ISO 9001:2000	Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
UNE EN HD605	Métodos de ensayos adicionales para cables eléctricos
UNE EN HD620	Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido
UNE 21022-82	Conductores de cables aislados.
UNE 60230:2002	Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.
UNE 21143-85	Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección, y que se aplican por extrusión.
UNE EN 50267	Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales de cables eléctricos. Parte 2: Determinación del gas ácido halógeno desprendido en la combustión de los cables.
UNE EN 60885-2	Métodos de ensayo eléctricos para cables eléctricos. Ensayo de descargas parciales.
UNE EN 60811/1-1	Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos.
UNE EN 60811/2-1	Parte 2: Métodos específicos para materiales elastoméricos. Sección 1: Ensayos de resistencia al ozono. Ensayo de alargamiento en caliente. Ensayo de resistencia al aceite mineral.
UNE EN 60811/3-1	Parte 3: Métodos específicos para mezclas de PVC. Sección 1: Ensayo de presión a alta temperatura. Ensayo de resistencia a la fisuración.
UNE EN 60811/3-2	Parte 3: Métodos específicos para mezclas de PVC. Sección 2: Ensayo de pérdida de masa. Ensayo de estabilidad térmica.

ANEXO I

INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

1 Intensidades máximas permanentes admisibles en los conductores

Son las indicadas en la tabla B1. Se han tomado de la norma UNE 20 435, para la temperatura máxima admisible de los conductores y condiciones del tipo de instalación allí establecidas.

Tabla B1

Intensidad máxima admisible , en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables seleccionados en este documento

Sección nominal de los conductores mm ²	INSTALACIÓN AL AIRE	INSTALACIÓN ENTERRADA
	Cable aislado con XLPE	Cable aislado con XLPE
150	320	315
240	435	415
400	580	530
Temperatura máxima en el conductor: 90°C	- Temperatura del aire: 40°C - Un terno de cables unipolares en contacto mutuo - Disposición que permita una eficaz renovación del aire	- Temperatura del terreno: 25°C - Un terno de cables unipolares en contacto mutuo - Profundidad de la instalación: 100 cm - Resistividad térmica del terreno: 100.°C.cm/W

Cuando las condiciones reales de instalación sean distintas de las tipo, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores relacionados en la citada norma UNE, de entre los que, por su mayor significación para redes de distribución, señalamos los siguientes:

a) Cables instalados al aire en ambientes de temperatura distinta de 40°C. Se aplicarán los coeficientes indicados en la tabla B2

Tabla B2

Temperatura ambiente	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
Coefficiente de corrección	1,18	1,10	1,00	0,90	0,77

b) Cables expuestos directamente al sol. Se utilizará un coeficiente corrector de 0,9, excepto para los cables trenzados en haz alrededor de un fiador, que se consideran en condiciones óptimas de disipación.

c) Varias ternas de cables enterrados directamente en una misma zanja. Se aplicarán los coeficientes indicados en la tabla B3.

Tabla B3

Ternas situadas en un mismo plano horizontal	NÚMERO DE TERNAS							
	2	3	4	5	6	8	10	12
Con una separación aproximadamente de 7 cm (espesor de un ladrillo)	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47

d) Ternas de cable enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares.

Se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8, en el caso de una terna de cables unipolares instalada en el interior de un mismo tubo, y de 0,9 si los cables de la terna están en tubos diferentes. Es obligatorio en el primer caso que la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna no sea inferior a 2.

No obstante lo anterior, cuando se trate de instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamientos de caminos, carreteras, etc), no será necesario aplicar coeficiente corrector.

e) Cables directamente enterrados o en conducciones enterradas en terrenos de resistividad térmica distinta de 100°C.cm/W. Se aplicarán los coeficientes indicados en la tabla B4.

Tabla B4

Resistividad térmica del terreno °C cm/W	80	100	120	150	200	250
Coefficiente de corrección	1,09	1	0,93	0,85	0,75	0,68

2 Intensidades máximas de cortocircuito admisibles en los conductores

En la tabla B5 se indican las intensidades de corriente de cortocircuito admisibles para diferentes tiempos de duración del cortocircuito.

De acuerdo con la norma UNE 20 435, estas intensidades corresponden a una temperatura de 250°C alcanzada por el conductor, supuesto que todo el calor desprendido durante el proceso de cortocircuito es absorbido por el propio conductor.

Tabla B5
Intensidad de cortocircuito admisible en los conductores en kA

Sección del conductor mm ²	Duración del cortocircuito (Seg.)								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
150	44,1	30,4	25,5	19,8	13,9	11,4	9,9	8,8	8,1
240	70,5	48,7	40,8	31,6	22,3	18,2	15,8	14,1	12,9
400	117,6	81,2	68,0	52,8	37,2	30,4	26,4	23,6	21,6

3 Intensidades de cortocircuito admisibles en la pantalla

En la tabla B6 se indican las intensidades admisibles (en kA), en la pantalla de cobre especificada en este Documento, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han tomado para una temperatura máxima en la pantalla de 160°C, según la norma UNE 20 435

Tabla B6

Sección de la pantalla mm ²	Duración del cortocircuito (Seg.)							
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0
16	6,4	5,8	5,1	4,2	3,5	2,9	2,5	2,2

ANEXO II

FIGURAS

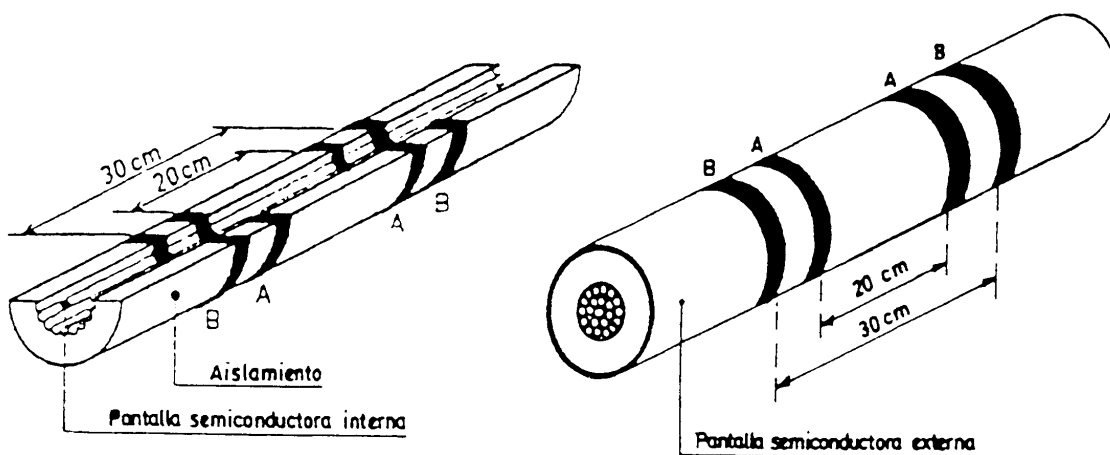


Fig. 1

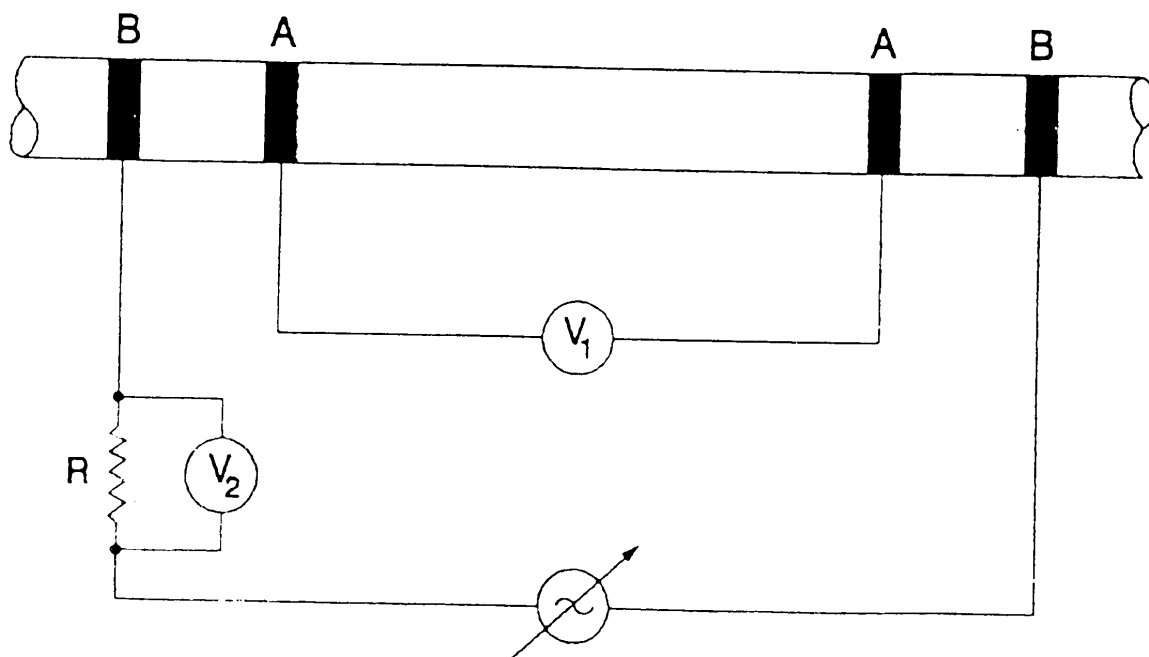


Fig. 2

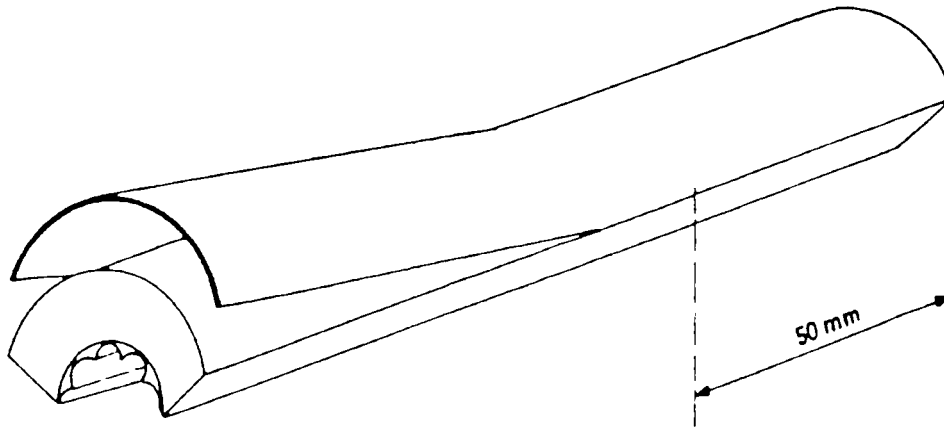


Fig. 3

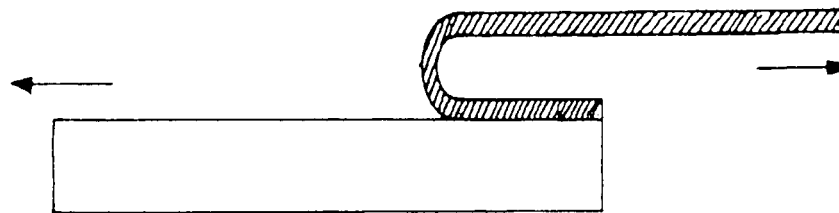


Fig. 4

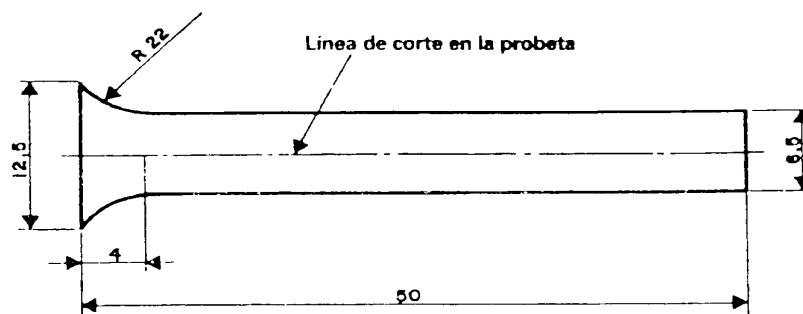


Fig. 5

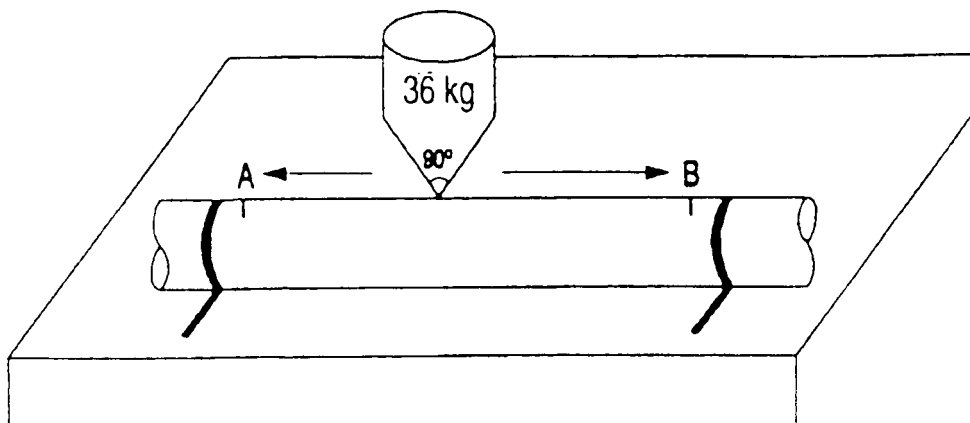


Fig. 6

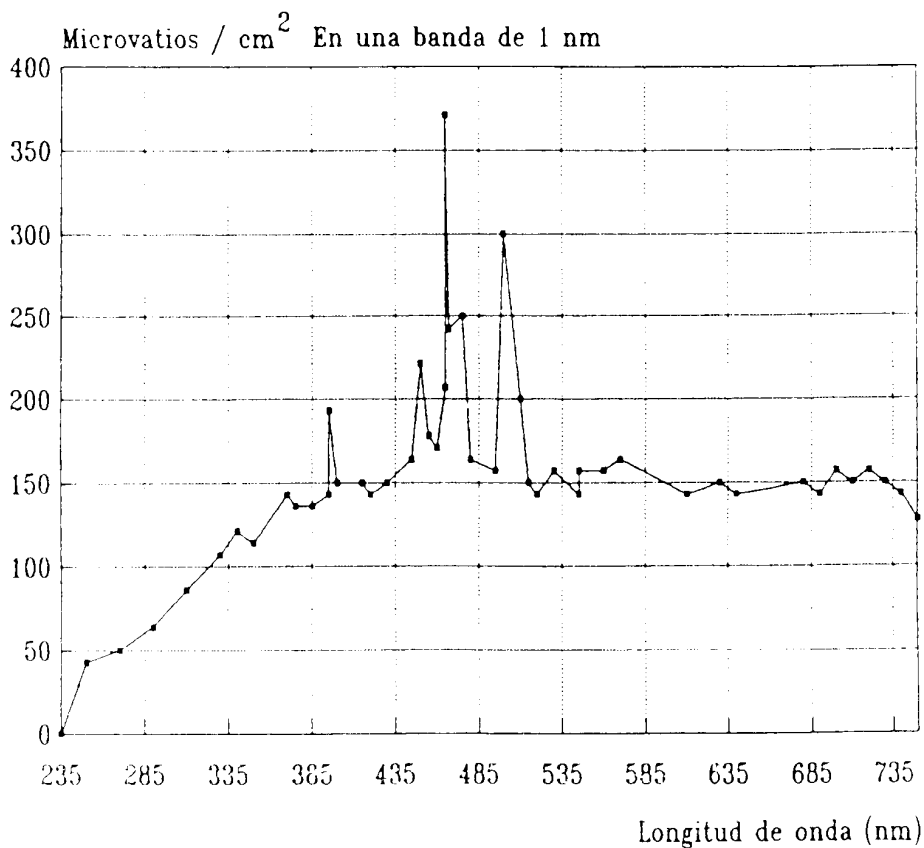


Fig. 7.- Energía recibida en función de la longitud de onda

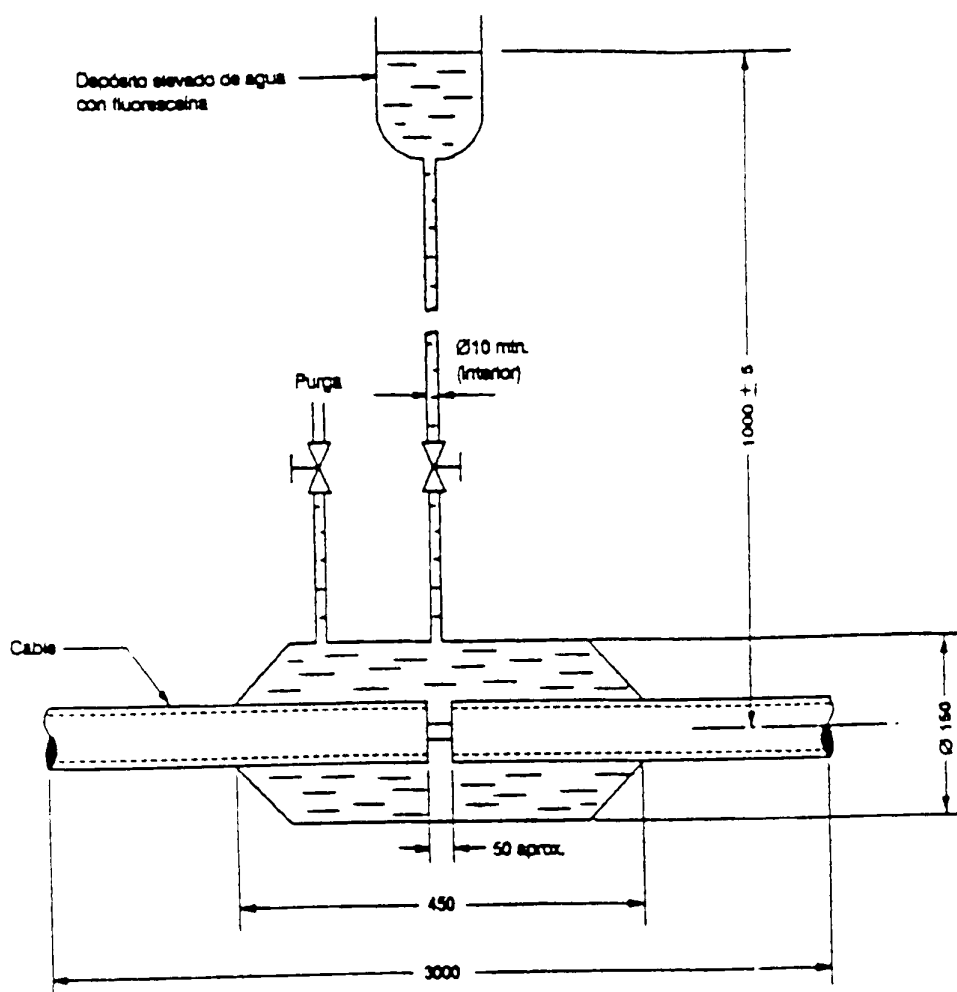


Fig. 8.-Equipo para el ensayo de penetración de agua

ANEXO III – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CORPORATIVAS ASOCIADAS

CODIGO	DESCRIPCIÓN
6700689	Cable aislamiento seco 12/20 kV 1x95 mm ²
6700019	Cable aislamiento seco 12/20 kV 1x150 mm ²
6700020	Cable aislamiento seco 12/20 kV 1x240 mm ²
6700021	Cable aislamiento seco 12/20 kV 1x400 mm ²
6700022	Cable aislamiento seco 18/30 kV 1x150 mm ²
6700023	Cable aislamiento seco 18/30 kV 1x240 mm ²
6700024	Cable aislamiento seco 18/30 kV 1x400 mm ²