



**INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESIGNACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Tensiones asignadas .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>Secciones normalizadas .....</b>	<b>4</b>
<b>3.3</b>	<b>Intensidades admisibles .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b>Constitución .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b>Conductor .....</b>	<b>5</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Conductor de cobre</i> .....</b>	<b>6</b>
<b>4.2.2</b>	<b><i>Conductor de aluminio</i>.....</b>	<b>6</b>
<b>4.3</b>	<b>Pantalla semiconductor sobre el conductor.....</b>	<b>6</b>
<b>4.4</b>	<b>Aislamiento .....</b>	<b>6</b>
<b>4.5</b>	<b>Pantalla semiconductor sobre el aislamiento .....</b>	<b>7</b>
<b>4.6</b>	<b>Colocación del aislamiento y de las pantallas semiconductoras .....</b>	<b>7</b>
<b>4.7</b>	<b>Pantalla metálica .....</b>	<b>7</b>
<b>4.8</b>	<b>Obturación longitudinal del cable .....</b>	<b>8</b>
<b>4.9</b>	<b>Cubierta exterior.....</b>	<b>8</b>
<b>4.10</b>	<b>Marcado .....</b>	<b>8</b>
<b>4.11</b>	<b>Forma de suministro .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ENSAYOS.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1</b>	<b>Ensayos de calificación .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.1</b>	<b><i>Eléctricos</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.2</b>	<b><i>No eléctricos</i>.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1.3</b>	<b><i>De larga duración</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2</b>	<b>Ensayos individuales .....</b>	<b>10</b>

REALIZADA POR:

**SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:

**DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y  
CALIDAD DE SUMINISTRO**

**Vº Bº**

EDITADA EN: **MAYO 99**

REVISADA EN: Febrero 2005

ÁMBITO:

**ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



**endesa distribución**  
DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA  
Dirección de Explotación

**NORMA GE SND013**  
**CABLES UNIPOLARES**  
**AISLADOS DE MT PARA**  
**SUBESTACIONES**

SND01300.DOC

Febrero 2005

Hoja 2 de 13

<b>5.3</b>	<b>Ensayos de recepción.....</b>	<b>10</b>
<b>5.3.1</b>	<b><i>Ensayos sobre muestra</i> .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS .....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>ANEXO .....</b>	<b>11</b>

REALIZADA POR:

**SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO**

APROBADA POR:

**DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y  
CALIDAD DE SUMINISTRO**

**Vº Bº**

EDITADA EN: **MAYO 99**

REVISADA EN: Febrero 2005

ÁMBITO:

**ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA**



## **1 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**

La presente Norma tiene por objeto definir las características funcionales y constructivas, y las exigencias de ensayo que deben reunir los cables unipolares de transporte de energía, aislados con polietileno reticulado (XLPE), de tensiones asignadas (U<sub>o</sub>/U) 12/20 y 18/30 kV, para su utilización en la MT de las Subestaciones de ENDESA.

## **2 DESIGNACIÓN**

La designación de los cables objeto de esta Norma, se efectuará de acuerdo con la Norma UNE por medio de siglas que indiquen las siguientes características.

Aislamiento, polietileno reticulado, se designará por la letra R

Pantalla, se designará por la letra H

Cubierta exterior, poliolefina, se designará por los caracteres Z1-FR

Tensión asignada, U<sub>o</sub>/U en kV

Cable unipolar, se designará por la cifra 1 seguida del signo x

Sección nominal del cable en mm<sup>2</sup>

Forma circular compacta, se designará por la letra K

El símbolo Al, cuando sean conductores de Aluminio

El signo +, seguido de la letra H y de la sección de la pantalla metálica, en mm<sup>2</sup>

Además, la obturación longitudinal entre la cubierta y la pantalla semiconductora externa, se indicará mediante las letras OL.

### Ejemplo:

RHZ1-FR 12/20 kV 1 x 630 K Al + H 16 OL

Designa un cable unipolar de 12/20 kV, de 630 mm<sup>2</sup> de sección de Aluminio, de forma circular compacta, aislado con polietileno reticulado, con pantalla de cobre de 16 mm<sup>2</sup>, con cubierta de poliolefina resistente a la propagación de la llama y con obturación longitudinal entre la cubierta y la pantalla semiconductora externa.

### 3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

#### 3.1 Tensiones asignadas

Las tensiones asignadas de los cables en función de la tensión nominal de la red en la que irán instalados, serán las indicadas en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la red (kV)	Tensiones asignadas del cable Uo/U (kV)
10	12/20
11	
12	
13.2	
15	
20	
25	18/30
30	

#### 3.2 Secciones normalizadas

Los cables objeto de esta Norma tendrán los conductores, de la naturaleza y secciones siguientes:

Cobre (mm <sup>2</sup> )	Aluminio (mm <sup>2</sup> )
500	500
630	630
800	800
1000	1000

Cuando en la instalación se requiera cables de secciones inferiores, se escogerán de los seleccionados en la Norma GE DND001 "Cables aislados para redes subterráneas de Alta Tensión hasta 30 kV".

#### 3.3 Intensidades admisibles

A continuación se dan las intensidades admisibles en régimen permanente, según la Norma UNE 20 435, para los cables objeto de esta Norma, en las siguientes condiciones de servicio e instalación.

##### Instalación enterrada

Temperatura del terreno	25° C
Resistividad térmica del terreno	100 $\frac{^{\circ}\text{C}\cdot\text{cm}}{\text{W}}$
Profundidad de instalación	1 m

Una terna de cables unipolares en contacto mutuo

Instalación al aire

Temperatura del aire 40° C

Disposición que permita una renovación eficaz del aire

Una terna de cables unipolares en contacto mutuo.

Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidades admisibles en Amperios			
	Instalación enterrada		Instalación al aire	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
500	760	590	845	660
630	850	660	975	760
800	950	780	1125	920
1000	1040	870	1260	1050

Cuando las condiciones reales de la instalación sean distintas de las mencionadas, la intensidad admisible se deberá corregir aplicando los factores que se indican en la anteriormente citada Norma UNE 20 435.

#### 4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

##### 4.1 Constitución

El cable estará constituido por:

- Conductor
- Pantalla semiconductor sobre el conductor
- Aislamiento
- Pantalla semiconductor sobre el aislamiento
- Pantalla metálica
- Obturación longitudinal
- Cubierta exterior

##### 4.2 Conductor

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

Los conductores serán de cobre o de aluminio, y en los apartados que siguen se indican sus principales características.

#### 4.2.1 Conductor de cobre

Sección (mm <sup>2</sup> )	Número mínimo de alambres	Diámetro máximo (mm)	Resistencia máxima a 20° C (Ohm/km)
500	53	29.2	0.0366
630	53	33.2	0.0283
800	53	37.6	0.0221
1000	53	42.2	0.0176

Las características mecánicas y eléctricas, deberán satisfacer las prescripciones de la Norma UNE 21 011.

#### 4.2.2 Conductor de aluminio

Sección (mm <sup>2</sup> )	Número mínimo de alambres	Diámetro (mm)		Resistencia máxima a 20° C (Ohm/km)
		Mínimo	Máximo	
500	53	25.7	27.6	0.0605
630	53	29.3	32.5	0.0469
800	53	-	-	0.0367
1000	53	-	-	0.0291

Las características mecánicas y eléctricas, deberán satisfacer las prescripciones de la Norma UNE 21 014.

#### 4.3 Pantalla semiconductor sobre el conductor

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

#### 4.4 Aislamiento

El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco, colocado por extrusión, que será polietileno reticulado (XLPE).

Las características del polietileno reticulado serán las indicadas en el Anexo 1 de esta Norma.

El espesor del aislamiento en función de la sección y de la tensión será el indicado en la siguiente tabla



Sección nominal del conductor (mm <sup>2</sup> )	Espesor del aislamiento de los cables de tensión asignada U <sub>o</sub> /U (mm)	
	12/20 kV	18/30 kV
500	5.5	8.0
630		
800		
1000		

#### 4.5 Pantalla semiconductor sobre el aislamiento

Estará constituida por una capa extruida de mezcla semiconductor termoestable, después de la separación el aislamiento debe quedar sin trazas de mezcla semiconductor apreciables a simple vista. El espesor medio mínimo será de 0.5 mm y sin acción nociva sobre el aislamiento y la pantalla metálica.

#### 4.6 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.

#### 4.7 Pantalla metálica

La pantalla metálica, situada encima de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento, 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 alambres, redondeado 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, como mínimo, de 16 mm<sup>2</sup>.

Sobre la mencionada corona de alambres se colocará en hélice abierta y en sentido contrario al de los alambres, un fleje de cobre recocido, de una sección de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo, aplicado con un paso no superior a 4 veces el diámetro bajo el fleje.

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

La resistencia eléctrica de la pantalla metálica, medida a 20° C no será superior a: 1.24 Ohm / km.



#### **4.8 Obturación longitudinal del cable**

Para evitar la propagación del agua por el cable, los cables estarán provistos de un elemento que asegure la obturación longitudinal entre la pantalla semiconductora externa y la cubierta.

Este elemento se colocará por encima de la corona de alambres.

#### **4.9 Cubierta exterior**

La cubierta exterior estará constituida por una capa extrusionada de un compuesto termoplástico a base de poliolefina ignifugada, de color rojo.

Las características de la poliolefina serán las indicadas en el Anexo 1 de esta Norma.

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

- Metales pesados
- Halógenos
- Hidrocarburos volátiles

El espesor mínimo de la cubierta será de 2 mm, para toda la gama de tensiones y secciones.

La determinación del grado de acidez y la cantidad de los gases desprendidos durante la combustión se efectuará y estará de acuerdo con la Norma UNE – EN 50 267.

#### **4.10 Marcado**

Los cables objeto de esta Norma llevarán, unas marcas indelebles y fácilmente legibles que identifiquen claramente el 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.

#### **4.11 Forma de suministro**

El cable se entregará en bobinas de construcción sólida con un agujero central de diámetro no inferior a 80 mm.

El radio del tambor sobre el cual se arrolle el cable no será inferior al radio de curvatura mínimo de éste.

Las puntas de los cables estarán debidamente protegidas contra la entrada de agua.



En cada bobina figurará el nombre del fabricante, el tipo y sección del cable y la longitud de la pieza en metros.

Se aceptará una tolerancia del 3 % sobre la longitud del cable solicitada para cada pieza.

## **5 ENSAYOS**

Los ensayos se clasifican en:

- Ensayos de calificación
  - Eléctricos
  - No eléctricos
  - De larga duración
- Ensayos individuales
- Ensayos de recepción
  - Ensayos individuales
  - Ensayos sobre muestra

### **5.1 Ensayos de calificación**

#### **5.1.1 Eléctricos**

- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores
- Medición de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica
- Medición de la resistividad eléctrica de las pantallas semiconductoras
- Medición de la resistencia de aislamiento
- Ensayo de descargas parciales
- Ensayo de enrollamiento seguido de un ensayo de descargas parciales
- Medición de la tangente delta en función de la tensión
- Medición de la tangente delta en función de la temperatura
- Ensayo de ciclos de calentamiento
- Ensayo de tensión soportada a impulsos, seguido de un ensayo a frecuencia industrial
- Ensayo de tensión soportada durante 4 horas
- Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior

#### **5.1.2 No eléctricos**

- Marcado
- Número de alambres y diámetro del conductor
- Espesor del aislamiento



- Propiedades mecánicas del aislamiento
- Propiedades fisicoquímicas del aislamiento
- Espesor de las pantallas semiconductoras
- Propiedades mecánicas de la pantalla semiconductor sobre el aislamiento
- Compatibilidad de los constituyentes
- Pantalla metálica
- Espesor de la cubierta
- Propiedades mecánicas de la cubierta
- Propiedades fisicoquímicas de la cubierta
- Propiedades de no propagación de la llama
- Penetración de agua

### **5.1.3 De larga duración**

- Envejecimiento
- Ensayo con tensión escalonada

### **5.2 Ensayos individuales**

- Medición de la resistencia eléctrica de los conductores
- Medición de la resistencia eléctrica de la pantalla metálica
- Ensayo de tensión soportada a frecuencia industrial
- Ensayo de descargas parciales
- Ensayo dieléctrico de la cubierta exterior

### **5.3 Ensayos de recepción**

Son los ensayos individuales y los ensayos sobre muestras que realiza el representante de ENDESA, en el laboratorio del fabricante sobre muestras de cable completo o sobre sus componentes, para comprobar que el cable terminado cumple las especificaciones de esta Norma.

ENDESA podrá exigir los resultados de la totalidad, o de una parte, de los ensayos sobre muestras, que se indican en el apartado 5.3.1 y las actas de prueba de los ensayos individuales, efectuados sobre la partida adquirida, indicados en el apartado 5.2.

ENDESA se reserva el derecho de asistir, a la realización de los ensayos sobre muestras, así como de que se repitan en su presencia los ensayos individuales sobre un 10 %, como máximo, de las bobinas que componen la partida.

#### **5.3.1 Ensayos sobre muestra**

- Marcado
- Características geométricas del aislamiento



- Propiedades mecánicas del aislamiento sin envejecer
- Propiedades fisicoquímicas del aislamiento
- Propiedades eléctricas del aislamiento
- Pantalla metálica
- Características geométricas de la cubierta
- Propiedades mecánicas de la cubierta sin envejecer
- Propiedades fisicoquímicas de la cubierta
- Propiedades de no propagación de la llama

## **6 CORRESPONDENCIA CON OTRAS NORMAS**

UNE 20 427 Métodos de ensayo adicionales para cables eléctricos.  
Ensayo de propagación de la llama

GE DND001 Cables aislados para redes subterráneas de Alta Tensión hasta 30 kV.

UNE 20 435 Guía para la elección de cables de alta tensión

UNE 21 022 Conductores de cables aislados

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

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

UNE 21 175 Métodos de ensayos eléctricos para cables eléctricos.

UNE – EN 50 265 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayos de resistencia a la propagación de la llama para un conductor individual aislado o cable.

UNE – EN 50 267 Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.

UNE 60 811 Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos.

ETU 3305 C Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión de hasta 36 kV.

## **7 ANEXO**

En las tablas siguientes se recogen las características del polietileno reticulado y de la poliolefina.



**Características de los aislamientos de polietileno reticulado**

Propiedades mecánicas	Unidad	Valor
<b>Sin envejecimiento de la muestra en estufa de aire</b>		
Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12,5
Alargamiento mínimo en la rotura.	%	200
<b>Después de envejecimiento de la muestra en estufa de aire</b>		
Tratamiento { Temperatura.	°C	135±2
{ Duración	h	168
Resistencia a la tracción.	N/mm <sup>2</sup>	-
Variación máxima de la resistencia a la tracción.	%	±25
Alargamiento en la rotura.	%	-
Variación máxima del alargamiento	%	±25
<b>Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire (ensayo de no contaminación)</b>		
Tratamiento { Temperatura.	°C	100±2
{ Duración.	h	168
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-
Variación máxima de la resistencia a la tracción.	%	±25
Alargamiento en la rotura.	%	-
Variación máxima del alargamiento.	%	±25
<b>Después de envejecimiento en bomba de aire a 0,55 N/mm<sup>2</sup></b>		
Tratamiento { Temperatura.	°C	
{ Duración.	h	
Resistencia a la tracción.	N/mm <sup>2</sup>	
Variación máxima de la resistencia a la tracción.	%	
Alargamiento en la rotura.	%	
Variación máxima del alargamiento.	%	
Propiedades fisicoquímicas.		
<b>Alargamiento en caliente.</b>		
Tratamiento { Temperatura.	°C	200±3
{ Duración con carga.	min	15
{ Esfuerzo mecánico.	N/mm <sup>2</sup>	0,20
Alargamiento máximo con carga.	%	175
Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento.	%	15
<b>Valoración con decalina del grado de reticulación</b>		
Tiempo de extracción	h	6
Cantidad máxima de material extraído.	%	25
<b>Absorción de agua.</b>		
Temperatura del agua.	°C	85±2
Tiempo de inmersión.	h	336
Variación máxima de masa.	mg/cm <sup>2</sup>	1
<b>Contracción en caliente.</b>		
Tratamiento { Temperatura.	°C	130±2
{ Duración	h	1
Contracción máxima.	%	4
<b>Resistencia al ozono.</b>		
Concentración de ozono.	p.p.m.	
Duración sin formación de grietas.	h	
Propiedades eléctricas medidas en el cable.		
<b>Resistencia de aislamiento.</b>		
Valor mínimo de la resistividad volumétrica, a 90°C.	Ωcm	10 <sup>12</sup>
Valor mínimo de la constante de aislamiento, K, a 90°C.	MΩ.km	3,67
<b>Ángulo de pérdidas en función de la tensión a temperatura ambiente.</b>		
Tg δ <sub>max</sub> a U <sub>0</sub> .		40 10(4)
Variación máxima de tg δ entre 0,5 U <sub>0</sub> y 2U <sub>0</sub>		20 10(4)
<b>Ángulo de pérdidas en función de la temperatura a 2kV.</b>		
Tg δ máxima a temperatura ambiente.		40 10(4)
Tg δ máxima a la temperatura asignada máxima de servicio.		80 10(4)
<b>Descargas parciales.</b>		
Descargas máximas a 2U <sub>0</sub>	pC	5



**Características de la cubierta de poliolefina ignifugada**

Propiedades mecánicas	Unidad	Valor
<b>Sin envejecimiento de la muestra</b>		
Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	15,0
Alargamiento mínimo en la rotura	%	300
<b>Después de envejecimiento de la muestra en estufa de aire</b>		
Tratamiento { Temperatura	°C	110 ±2
Tratamiento { Duración	h	336
Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-
Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	-
Alargamiento mínimo en la rotura	%	200
Variación máxima del alargamiento	%	-
<b>Después de envejecimiento del cable completo en estufa de aire (ensayo de no contaminación)</b>		
Tratamiento { Temperatura	°C	100±2
Tratamiento { Duración	h	168
Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-
Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	-
Alargamiento mínimo en la rotura	%	200
Variación máxima del alargamiento	%	-
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>		
<b>Pérdida de masa</b>		
Tratamiento { Temperatura	°C	100±2
Tratamiento { Duración	h	168
Pérdida máxima de masa	mg/cm <sup>2</sup>	0,5
<b>Presión a temperatura elevada</b>		
Tratamiento { Temperatura	°C	115±2
Tratamiento { Duración	h	6
Coefficiente K		0,7
Profundidad máxima de la huella	%	50
<b>Comportamiento a baja temperatura</b>		
Alargamiento en frío		
- Temperatura	°C	15±2
- Alargamiento mínimo en la rotura	%	20
<b>Contracción</b>		
Tratamiento { Temperatura	°C	80±2
Tratamiento { Duración	h	5,5
Contracción máxima	%	7
<b>Resistencia al desgarro</b>		
Temperatura	°C	20±5
Resistencia mínima	N/mm	18
<b>Resistencia a la abrasión</b>		
Temperatura	°C	20±5
Masa aplicada	kg	18
Número de desplazamientos		8
Velocidad de aplicación	m/s	0,3±15%
<b>Ensayo de absorción de agua (Método gravimétrico)</b>		
Temperatura del agua	°C	85±2
Tiempo de inmersión	h	336
Variación máxima de masa	mg/cm <sup>2</sup>	1
<b>Contenido de metales pesados</b>		
Plomo	%	<0,5
<b>Emisión de gases ácidos</b>		
Valor mínimo del pH	MicroS/m	4,3
Valor máximo de la conductividad	m	10
<b>Decoloración y pérdidas de características mecánicas</b>		
Decoloración		Muy poca
Variación máxima del alargamiento	%	15
Variación máxima de la resistencia a la tracción	%	15