

INDICE

1	OBJETO .....	4
2	NORMATIVA DE REFERENCIA .....	4
3	DEFINICIONES.....	5
3.1	Tensiones propias del terminal y su cable.....	5
3.1.1	Tensión $U_0$ .....	5
3.1.2	Tensión $U$ .....	6
3.1.3	Tensión $U_m$ .....	6
3.1.4	Tensión $U_p$ .....	6
3.2	Tensiones propias de la Red en la que se van a utilizar los Terminales .....	6
3.2.1	Tensión nominal de la red.....	6
3.2.2	Tensión más elevada de una red trifásica .....	6
3.2.3	Sobretensión de rayo .....	6
3.3	Definiciones concercientes a los Ensayos.....	7
3.3.1	Sistema de ensayo.....	7
3.3.2	Ensayos individuales.....	7
3.3.3	Ensayos sobre muestras.....	7
3.3.4	Ensayos de tipo.....	7
3.3.5	Ensayos de precalificación .....	7
4	CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES .....	8
4.1	Identificación .....	8
4.2	Características .....	8
4.3	Compatibilidad entre Cable y Terminal.....	9
5	TIPOS DE TERMINALES .....	10
5.1	Terminales Premoldeados de Exterior de Composite.....	11
5.1.1	Placa de soporte .....	12
5.1.2	Cono deflector.....	13
5.1.3	Aislador.....	13

REALIZADA POR:  
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

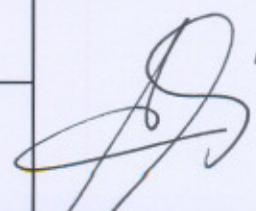
APROBADA POR:  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004

ÁMBITO:

REVISADA EN: FEBRERO 2008

ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA





**endesa distribución**

DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO

**NORMA DE  
TERMINALES PARA CABLES  
SUBTERRÁNEOS DE ALTA TENSIÓN**

KNE 003 02

2ª Edición

Hoja 2 de 31

5.1.4	<i>Pantalla de protección contra descargas</i> .....	14
5.1.5	<i>Conector</i> .....	14
5.1.6	<i>Dispositivos de estanqueidad</i> .....	14
5.1.7	<i>Tomas de tierra</i> .....	14
5.1.8	<i>Color</i> .....	14
5.2	Terminales de Exterior Termo-retráctiles .....	15
5.3	Terminales GIS o SF <sub>6</sub> .....	16
5.3.1	<i>Suministro de las diferentes partes</i> .....	17
5.3.2	<i>Reparto de responsabilidades</i> .....	17
5.4	Terminales inmersos en Aceite .....	18
6	GENERALIDADES DE SUMINISTRO .....	18
6.1	Marcaje e Identificación del Terminal .....	18
6.2	Características del Embalaje de los Terminales .....	19
7	CONDICIONES DE ENSAYO .....	19
7.1	Temperatura ambiente .....	19
7.2	Frecuencia y Forma de Onda de las Tensiones en el Ensayo a Frecuencia Industrial .....	19
7.3	Forma de Onda de la Tensión en el Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo .....	19
7.4	Relación entre las Tensiones de Ensayo y las Tensiones asignadas .....	20
7.5	Determinación de la Temperatura del Conductor del Cable .....	20
7.6	Presión del Gas en Terminales GIS o SF <sub>6</sub> .....	20
8	ENSAYOS INDIVIDUALES .....	20
8.1	Examen visual .....	21
8.2	Ensayo de Descargas Parciales .....	21
8.3	Ensayo de Tensión .....	21
9	ENSAYOS DE MUESTREO .....	22
9.1	Ensayo sobre Componentes .....	22

REALIZADA POR:  
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

EDITADA EN: JUNIO 2004  
REVISADA EN: FEBRERO 2008

APROBADA POR:  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO

ÁMBITO:  
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

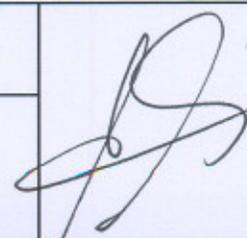
9.2	Ensayo sobre Terminales completos.....	22
10	ENSAYOS DE TIPO .....	22
10.1	Generalidades .....	22
10.2	Extensión de la Aprobación de Tipo .....	23
10.3	Resumen de los Ensayos de Tipo .....	23
10.4	Secuencia de Ensayos de Tipo eléctricos .....	24
10.4.1	<i>Ensayo de descargas parciales.....</i>	<i>24</i>
10.4.2	<i>Ensayo de ciclos de calentamiento en tensión.....</i>	<i>25</i>
10.4.3	<i>Ensayo de impulso de tensión tipo rayo seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial .....</i>	<i>26</i>
10.4.4	<i>Ensayo de contaminación artificial.....</i>	<i>27</i>
10.4.5	<i>Verificación.....</i>	<i>27</i>
10.5	Ensayos de Tipo no eléctricos .....	27
10.5.1	<i>Ensayo de resistencia a la flexión.....</i>	<i>27</i>
11	RECEPCIÓN.....	28
12	INFORMACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR.....	28
12.1	Presentación de Ofertas.....	28
12.2	Ensayos .....	29
13	GARANTÍAS.....	29
14	INSPECCIÓN.....	29
15	PROPIEDAD INTELECTUAL.....	30
	LÍNEAS DE FUGA EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN.....	31

REALIZADA POR:  
SUBDIRECCIÓN DE LINEAS AT

APROBADA POR:  
DIRECCIÓN DE DESARROLLO Y  
MANTENIMIENTO

EDITADA EN: JUNIO 2004  
REVISADA EN: FEBRERO 2008

ÁMBITO:  
ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



## 1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir el diseño, la fabricación, los ensayos, el suministro y la entrega de terminales para cables subterráneos de tensión asignada igual o superior a 45 kV.

Esta especificación no cubre la obra civil, los ensayos de puesta en servicio, los cables, los empalmes, el montaje de los accesorios ni el tendido de los cables que vienen definidos en otras normas y procedimientos.

## 2 NORMATIVA DE REFERENCIA

### UNE 211004:2003 (IEC 62067:2006)

Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m=170\text{kV}$ ) hasta 500 kV ( $U_m=550\text{ kV}$ ). Requisitos y métodos de ensayo.

### UNE-HD 632 (IEC 60840:2004)

Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ( $U_m=42\text{ kV}$ ) hasta 150 kV ( $U_m=170\text{ kV}$ ).

### UNE 21308-1:1994

Ensayos en alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

### UNE-EN 60071-1:2006 (IEC 60071-1:2006)

Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

### UNE-EN 60230:2002

Ensayos de impulsos en cables y sus accesorios.

### UNE-EN 60507:1995 (IEC 60507:1991)

Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

### UNE-EN 60885-3:2004 (IEC 60885-3:1988)

Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cables de potencia extruidos.

### IEC 60060-1:1989

High-voltage test techniques. Part 1: General definitions and test requirements.

### IEC 62271-209:2007

High-voltage switchgear and controlgear - Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV - Fluid-filled and extruded insulation cables - Fluid-filled and dry-type cable-terminations.

IEC/TR 60815:1986

Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.

WG 21.03 Electra 151

Recommendations for electrical tests and development on extruded cables and accessories at voltages > 150 (170) kV and < 400 (420) kV.

Nota: En el caso de existencia de normas equivalentes UNE ó UNE-EN e IEC, se adoptará como válida la que tenga fecha de edición posterior. Las fechas indicadas son las vigentes en el momento de redacción de esta norma.

Toda la Normativa de Endesa Distribución aplicable; en particular:

KNE 001 – Norma de cables subterráneos de alta tensión

KNE 002 – Norma de empalmes para cables subterráneos de alta tensión

### 3 DEFINICIONES

Se han adoptado las definiciones siguientes para su utilización en esta Norma:

#### 3.1 Tensiones propias del terminal y su cable

Los terminales de esta Norma se designarán mediante las tensiones  $U_0/U$  ( $U_m$ ) definidas en los apartados siguientes, para proporcionar información sobre la compatibilidad con los cables, la aparamenta y los transformadores (ver Tabla 1).

**Tabla 1: Valores de U,  $U_0$ ,  $U_m$  y  $U_P$  normalizados**

Tensión asignada U	Tensión más elevada para el material $U_m$	Valor de $U_0$ para determinar la tensión de ensayo $U_0$	Tensión soportada a impulsos $U_P$
kV	kV	kV	kV
45	52	26	250
66	72,5	36	325
132	145	76	650
220	245	127	1050

##### 3.1.1 Tensión $U_0$

Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial, entre cada conductor y la pantalla o la cubierta, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios (empalmes y terminales).

### 3.1.2 Tensión $U$

Tensión nominal eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualesquiera, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios (empalmes y terminales).

### 3.1.3 Tensión $U_m$

Tensión máxima eficaz a frecuencia industrial, entre dos conductores cualesquiera, para la que se han diseñado el cable y sus terminales. Es el valor eficaz más elevado de la tensión que puede ser soportado en condiciones normales de explotación, en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye las variaciones temporales de tensión debidas a condiciones de defecto o a la supresión brusca de cargas importantes.

### 3.1.4 Tensión $U_p$

Valor de cresta de la tensión soportada a los impulsos de tipo rayo, aplicada entre cada conductor y la pantalla o cubierta, para el que se han diseñado el cable y sus accesorios (empalmes y terminales).

## **3.2 Tensiones propias de la Red en la que se van a utilizar los Terminales**

### 3.2.1 Tensión nominal de la red

Valor eficaz de la tensión entre fases por el que se designa la red y con el que están relacionadas ciertas condiciones de servicio.

### 3.2.2 Tensión más elevada de una red trifásica

Valor eficaz más elevado de la tensión entre fases que puede aparecer en las condiciones de funcionamiento normales en cualquier instante y en cualquier punto de la red. Excluye los regímenes transitorios de tensión (tales como los ocasionados por maniobras) y las variaciones temporales debidas a condiciones de explotación anormales (tales como las ocasionadas por defectos o por la supresión brusca de cargas importantes).

### 3.2.3 Sobretensión de rayo

Sobretensión fase-tierra o fase-fase en un lugar determinado de una red, debida a una descarga de rayo (o a otra causa), cuya forma de onda puede considerarse, para la coordinación del aislamiento, como idéntica a la del impulso normalizado (UNE-EN 60071-1) utilizado para los ensayos de tensión soportada a los impulsos de tipo rayo. Generalmente, tales sobretensiones son unidireccionales y de muy corta duración.

### **3.3 Definiciones concercientes a los Ensayos**

#### **3.3.1 Sistema de ensayo**

En esta norma se entiende por sistema de ensayo a un cable con sus terminales instalados.

#### **3.3.2 Ensayos individuales**

Son ensayos realizados por el fabricante sobre cada terminal para comprobar que éste cumple las características especificadas; y vienen descritos en el apartado 8.

El no cumplimiento de los resultados prefijados para cada ensayo implicará el rechazo de la pieza ensayada.

#### **3.3.3 Ensayos sobre muestras**

Son ensayos realizados por el fabricante sobre terminales completos o componentes obtenidos de los terminales completos con una frecuencia especificada, para verificar que el producto terminado cumple los requisitos especificados. Las características de estos ensayos vienen descritas en el apartado 9.

#### **3.3.4 Ensayos de tipo**

Los ensayos de tipo son ensayos realizados antes del suministro, para una exigencia comercial normal, de un terminal cubierto por esta norma, para demostrar unas características de funcionamiento satisfactorias en las aplicaciones proyectadas. Una vez completados con éxito, estos ensayos no necesitan repetirse a menos que se realicen cambios en los materiales de los terminales, en el diseño o en el proceso de fabricación que puedan modificar las características de funcionamiento. Las características de estos ensayos vienen descritas en el apartado 10.

#### **3.3.5 Ensayos de precalificación**

Para los terminales descritos en el alcance de la presente Norma se considera que para tener alguna indicación de su fiabilidad a largo plazo es necesario llevar a cabo ensayos acelerados de larga duración. Estos ensayos se deberían realizar sobre el sistema de ensayo (cable + terminales) para demostrar las prestaciones del sistema

Son ensayos realizados antes del suministro, para una exigencia comercial normal, de un tipo de terminales cubierto por esta norma, para demostrar que el comportamiento a largo plazo del sistema completo es satisfactorio. El ensayo de precalificación sólo necesita llevarse a cabo una vez, a menos que haya cambios importantes en el terminal, con respecto a los materiales, al proceso de fabricación o al diseño.

## 4 CARACTERÍSTICAS DE LOS TERMINALES

### 4.1 Identificación

Para una adecuada identificación, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) Los terminales deberán estar correctamente identificados con indicación de:
  - Nombre del fabricante;
  - Tipo, designación, plano y fecha de fabricación o código de fecha;
  - Tensión asignada;
  - Instrucciones de instalación (referencia y fecha).
- b) Los puentes de conexión de los conductores empleados en los terminales se deberán caracterizar correctamente mediante:
  - Instrucciones de montaje;
  - Herramientas y equipo (kit) necesario;
  - Lista de componentes (con cantidades y referencias);
  - Preparación de las superficies de contacto, si es necesario;
  - Tipo, número de referencia y cualquier otra identificación del conector;
- c) Los cables utilizados para ensayar los terminales deben estar correctamente identificados.

### 4.2 Características

Los terminales no deben limitar la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas (ver Tabla 2).

**Tabla 2: Temperaturas máximas para el conductor en régimen normal y de sobrecarga**

Compuesto aislante	Temperatura máxima del conductor °C		
	Funcionamiento normal	Sobrecarga de seguridad (1)	Cortocircuito (duración máx 5s)
Polietileno reticulado (XLPE)	90	100	250

(1) La duración media de las sobrecargas anuales durante la vida de un cable no puede exceder las 72 horas, sin que se puedan superar las 216 horas dentro del mismo período

Los terminales deben admitir igualmente las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar (ver Tabla 3 y Tabla 4).

**Tabla 3: Intensidades de cortocircuito normalizadas en el conductor**

Sección (mm <sup>2</sup> )	Intensidad I <sub>CC</sub>	
	kA	tiempo
400 Al	53	0,5 segundos
630 Al	84	
1000 Al	133	
1200 Al	160	
1000 Cu	202	
1600 Cu	323	
2000 Cu	404	

**Tabla 4: Intensidades de cortocircuito normalizadas en las pantallas**

Tensión U kV	Sección de la pantalla mm <sup>2</sup>	Intensidad I <sub>CC</sub>	
		kA	tiempo
45	50	9,3	0,5 segundos
66	95	18	
132	120	23	
220	200	38	

### 4.3 Compatibilidad entre Cable y Terminal

Para asegurar una correcta compatibilidad entre el cable y los terminales a la hora del montaje de la instalación, los diámetros nominales y las tolerancias de fabricación, tanto del conductor como del aislamiento, deberán adecuarse a los valores especificados en la norma de Endesa Distribución KNE 001, y que se resumen en las Tablas 5 y 6.

**Tabla 5: Valores de diámetros nominales y tolerancias en el conductor para garantizar la compatibilidad entre el cable y los accesorios**

Material	Sección	Diámetro nominal	Tolerancias
Aluminio	400 mm <sup>2</sup>	23,5 mm	23,2 – 23,9 mm
	630 mm <sup>2</sup>	30,5 mm	30,1 – 30,9 mm
	1000 mm <sup>2</sup>	38,5 mm	38,0 – 38,9 mm
	1200 mm <sup>2</sup>	43,5 mm	43,0 – 44,0 mm
Cobre	1000 mm <sup>2</sup>	39,5 mm	39,0 – 40,2 mm
	1600 mm <sup>2</sup>	51,0 mm	50,5 – 51,6 mm
	2000 mm <sup>2</sup>	56,5 mm	55,9 – 57,1 mm

**Tabla 6: Valores de diámetros nominales y tolerancias en el aislamiento para garantizar la compatibilidad entre el cable y los accesorios**

Tensión U	Sección	Diámetro nominal	Tolerancias
45 kV	400 mm <sup>2</sup> Al	40,0 mm	39,4 – 41,0 mm
	1000 mm <sup>2</sup> Al	56,5 mm	55,8 – 57,5 mm
66 kV	630 mm <sup>2</sup> Al	52,0 mm	51,5 – 53,0 mm
	1000 mm <sup>2</sup> Al	60,5 mm	60,0 – 61,5 mm
132 kV	630 mm <sup>2</sup> Al	65,5 mm	64,5 – 66,5 mm
	1200 mm <sup>2</sup> Al	79,0 mm	78,0 – 80,2 mm
220 kV	1000 mm <sup>2</sup> Cu	85,5 mm	84,9 – 87,0 mm
	1600 mm <sup>2</sup> Cu	96,5 mm	95,5 – 97,5 mm
	2000 mm <sup>2</sup> Cu	102,5 mm	102,0 – 104,0 mm

Asimismo los terminales deberán estar diseñados para poder cumplir con las características de la Tabla 7 para garantizar la compatibilidad eléctrica con el cable.

**Tabla 7: Secciones normalizadas del conductor del cable, espesor nominal de aislamiento y gradientes asociados**

Tensión U	Sección	Espesor nominal	Gradiente kV/mm (*)
45 kV	400 mm <sup>2</sup> Al	7,0 mm	C: 4,7 / A: 3,0
	1000 mm <sup>2</sup> Al	7,0 mm	C: 4,3 / A: 3,2
66 kV	630 mm <sup>2</sup> Al	9,0 mm	C: 5,0 / A: 3,2
	1000 mm <sup>2</sup> Al	9,0 mm	C: 4,8 / A: 3,4
132 kV	630 mm <sup>2</sup> Al	16,0 mm	C: 6,8 / A: 3,5
	1200 mm <sup>2</sup> Al	16,0 mm	C: 6,2 / A: 3,7
220 kV	1000 mm <sup>2</sup> Cu	21,0 mm	C: 8,8 / A: 4,4
	1600 mm <sup>2</sup> Cu	21,0 mm	C: 8,2 / A: 4,6
	2000 mm <sup>2</sup> Cu	21,0 mm	C: 8,0 / A: 4,7

(\*) C: gradiente en pantalla sobre conductor / A: gradiente en pantalla sobre aislamiento

## 5 TIPOS DE TERMINALES

Los terminales constan básicamente de dos partes, de acuerdo con la función que desempeñan:

- Parte mecánica; constituida por los elementos de conexión del conductor y la pantalla del cable al terminal y la envolvente o cubierta exterior.
- Parte eléctrica; constituida por elementos y materiales que permiten soportar el gradiente eléctrico en la parte central del terminal y en las zonas de transición entre el terminal y el cable.

En función de la topología de la línea subterránea, se pueden encontrar tres tipos de terminales para los cables de alta tensión:

1. Terminales de exterior, diseñados para ser instalados en el exterior de subestaciones, apoyos o torres cuando los cables subterráneos se han de conectar a líneas aéreas.

Los terminales para exterior pueden ser, a su vez, de dos tipos:

- a. Termo-retráctiles (para tensiones de 45 y 66 kV).
  - b. Premoldeados con aisladores de material composite (para tensiones de 45, 66, 132 y 220 kV).
2. Terminales GIS o SF<sub>6</sub>, utilizados cuando la instalación acaba en una instalación blindada (subestación o terminal).
  3. Terminales inmersos en aceite, empleados cuando los cables acaban en conexión a un transformador a través de un tanque montado en el lateral del mismo.

### **5.1 Terminales Premoldeados de Exterior de Composite**

En este tipo de terminales de exterior, el aislamiento externo es un aislador de composite anclado a una base metálica de fundición, que a su vez está soportada por una placa.

Se emplea un cono deflector elástico preformado para el control del campo eléctrico en la terminación del cable, que queda instalado dentro del aislador.

Los terminales de composite se diseñarán de tal manera que no requieran control de presión ni control de nivel si llevan fluido aislante (aceite de silicona o similar) en su interior.

Este tipo de terminal permite aislar la pantalla del soporte metálico, lo cual es necesario para las conexiones especiales de pantallas flotantes en un extremo. Asimismo se pueden realizar ensayos de tensión de la cubierta para mantenimiento.

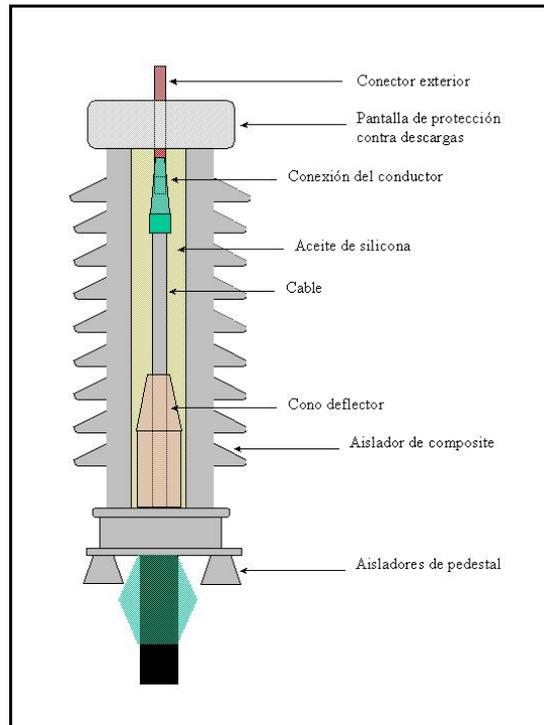
La conexión del conductor del cable a su conector se hace por medio de manguitos de conexión a presión. Esta conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito.

La pantalla se conecta a la base metálica, de donde se deriva la conexión a tierra.

En la Figura 1 se pueden ver las principales partes de este tipo de terminales:

- Placa de soporte
- Cono deflector
- Aislador
- Aceite de silicona

- Pantalla de protección contra descargas
- Conector
- Dispositivos de estanqueidad



**Figura 1: Constitución de un terminal de composite**

#### 5.1.1 Placa de soporte

Los terminales pueden estar soportados por una placa aislante o metálica. Si la placa es metálica, deberá estar preparada para poderse montar sobre aisladores de pedestal que se apoyarán en la estructura metálica donde se apoye el terminal (torres, apoyos, pórticos, etc).

De este modo, el montaje del terminal debe permitir:

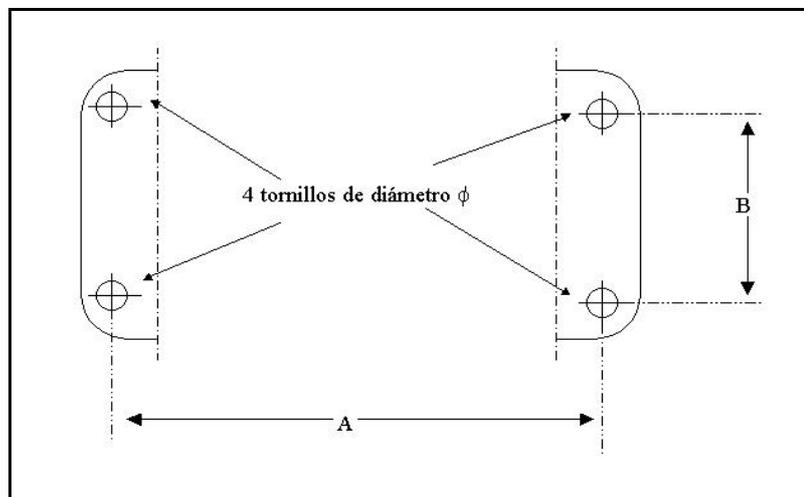
- aislar la pantalla del soporte metálico para poder realizar el ensayo de tensión de la cubierta, tal y como se indica en la norma KME 002 de Endesa Distribución;
- aislar la pantalla del soporte metálico para poder realizar conexiones "single point", con las pantallas flotantes en uno o en los dos extremos de la instalación.

La fijación del aislador a la placa de soporte se realizará mediante una brida o mediante tornillos.

Para asegurar la compatibilidad con los sistemas de fijación, los taladros para la sujeción de las placas de soporte deben ser conformes a los valores especificados en la Figura 2 y en la Tabla 8.

**Tabla 8: Dimensiones de los tornillos y distancias de fijación de la placa base**

Tensión ( $U_0/U$ )	76/132	127/220
$\phi$ (mm)	18	18
A (mm)	400	430
B (mm)	400	430



**Figura 2: Detalle de los puntos de fijación de la placa base**

### 5.1.2 Cono deflector

Para asegurar una correcta distribución de gradiente eléctrico en la interfase entre el cable y el Terminal, se deberá disponer un cono deflector elástico prefabricado para el control de campo eléctrico, que queda instalado dentro del aislador.

### 5.1.3 Aislador

Consiste en un aislador de composite con campanas de silicona o similar en su parte externa y relleno de aceite de silicona o similar en su interior.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño. El contorneo del aislamiento externo ocurre generalmente cuando la contaminación y la humedad se depositan sobre la superficie exterior debido a llovizna, nieve, rocío o niebla, sin un efecto de lavado significativo.

Se especifican cuatro niveles cualitativos de contaminación. La línea de fuga de estos terminales ha de estar de acuerdo con lo indicado en la Norma IEC/TR 60815 y con lo indicado en la Tabla 14, en la que se especifican, para cada nivel de contaminación, las líneas de fuga mínimas exigibles (medidas en kV de tensión más elevada por milímetro).

El aislamiento externo debe soportar la tensión más elevada de la red en condiciones de contaminación continua.

#### 5.1.4 Pantalla de protección contra descargas

El material de la pantalla de protección contra descargas deberá ser de aluminio o acero inoxidable.

La fijación del aislador a esta pantalla se realizará mediante una brida o mediante tornillos.

#### 5.1.5 Conector

La conexión de los conductores de cobre o aluminio debe estar diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y mecánicos durante el funcionamiento normal y en condiciones de cortocircuito (ver Tabla 2). La conexión de los conductores de cobre a su conector se debe hacer por manguitos de conexión a presión. La conexión de los conductores de aluminio se hace por soldadura.

El tipo de conector a suministrar será cilíndrico. Las bornas que hacen la conexión del conductor aéreo al terminal serán bornas de ánodo masivo.

#### 5.1.6 Dispositivos de estanqueidad

Estos dispositivos deben evitar la penetración de la humedad dentro del terminal del cable.

#### 5.1.7 Tomas de tierra

Las tomas de tierra deben permitir la conexión a tierra de la pantalla del cable y deben estar dimensionadas para poder derivar las corrientes de cortocircuito definidas para el cable (ver Tabla 3). Así mismo deben ser accesibles para permitir su desmontaje en caso de necesidad.

#### 5.1.8 Color

El color del terminal será gris claro.

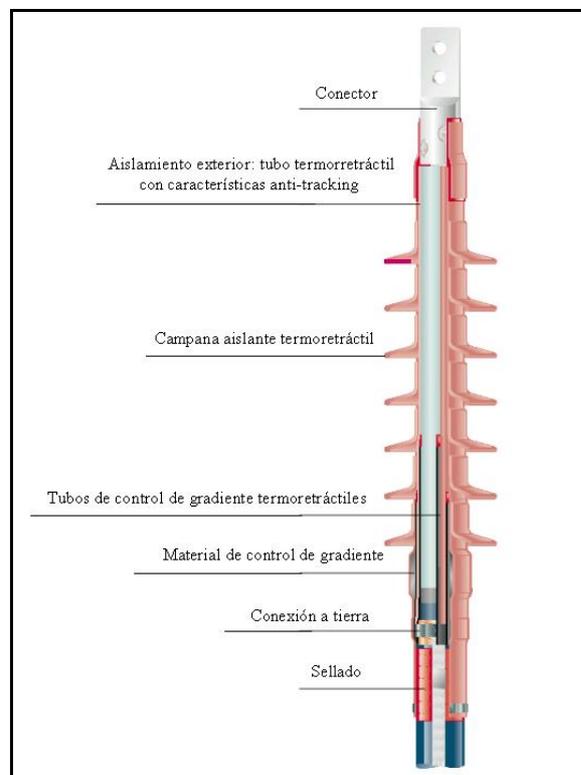
## 5.2 Terminales de Exterior Termo-retráctiles

En estos terminales se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en las zonas en las que termina la semiconductor exterior. Para ello, se aplica un tubo termo-retráctil de un material especial, solapado sobre la semiconductor exterior del cable, y cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal. El conjunto se recubre con otro tubo termo-retráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Este material ha de ser resistente al agua y a la corrosión.

En presencia de contaminación, la respuesta del aislamiento externo del terminal a las tensiones a frecuencia industrial cobra una importancia capital, lo que debe tenerse en cuenta en su diseño. El contorneo del aislamiento externo ocurre generalmente cuando la contaminación y la humedad se depositan sobre la superficie exterior debido a llovizna, nieve, rocío o niebla, sin un efecto de lavado significativo.

Se especifican cuatro niveles cualitativos de contaminación. La línea de fuga de estos terminales ha de estar de acuerdo con lo indicado en la Tabla 14, en la que se especifican, para cada nivel de contaminación, las líneas de fuga mínimas exigibles.

En la Figura 3 se puede observar un esquema de este tipo de terminales.



**Figura 3: Esquema de un terminal termo-retráctil**

### 5.3 Terminales GIS o SF<sub>6</sub>

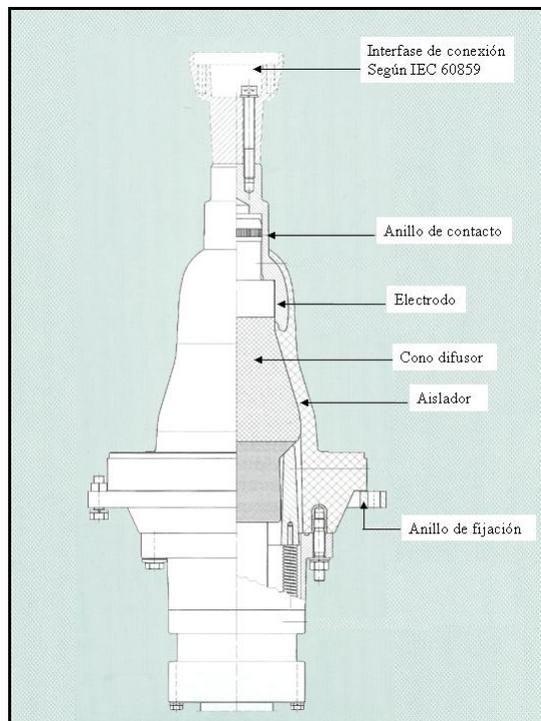
Este tipo de terminales son requeridos para la conexión en las cámaras GIS de SF<sub>6</sub>, y deben estar diseñados para que la interfase entre el Terminal y la GIS esté de acuerdo con la Norma IEC 62271-209.

Los terminales son encapsulados en resina, con cono deflector preformado. La conexión de la pantalla a la base metálica del aislador se hace normalmente por soldadura.

La conexión del conductor se hace por medio de un conector tipo bayoneta. La conexión está diseñada para resistir los esfuerzos térmicos y electromecánicos durante su funcionamiento normal y en cortocircuito. El cono deflector es una pieza prefabricada que se desliza hasta su posición final. El conector exterior está embebido en el aislador de resina.

Los sistemas de estanqueidad deben asegurar que no haya contaminación por penetración del gas SF<sub>6</sub> en el interior del terminal.

Los terminales GIS serán preferiblemente de diseño “seco” (ver Figura 4); no obstante se aceptarán otros diseños que necesiten fluidos aislantes (aceite de silicona o similar) en su interior siempre y cuando no se requiera control de presión ni control de nivel.



**Figura 4: Esquema de un terminal SF<sub>6</sub> de diseño “seco”.**

### 5.3.1 Suministro de las diferentes partes

El fabricante o suministrador del terminal debe suministrar los elementos siguientes:

- El terminal del cable;
- El conector del cable;
- El anillo aislante, las clavijas, tuercas, arandelas y elementos aislantes necesarios para la fijación de la tapa de la terminación del cable;
- Las piezas para asegurar la estanqueidad del conductor y entre el cable y la envolvente;
- La tapa de fijación a la envolvente metálica;
- El sistema de puesta a tierra de la pantalla del cable.

El fabricante o suministrador de la envolvente metálica ha de suministrar los elementos siguientes:

- La envolvente metálica o cámara GIS;
- Los manostatos;
- Los contactos eléctricos que aseguren la continuidad del circuito eléctrico entre el conector del cable y el conductor de conexión de la envolvente metálica o del transformador;
- Los dispositivos de bloqueo mecánico del conector del cable. Este dispositivo se calculará para tener un esfuerzo que sea el triple del esfuerzo máximo garantizado por el fabricante del cable;
- Las piezas que aseguren la estanqueidad entre los diferentes compartimentos y con las paredes aislantes hasta el final de la envolvente;
- Los dispositivos necesarios para asegurar la estanqueidad entre la envolvente y la tapa de fijación. Esta estanqueidad es responsabilidad del suministrador del Terminal; por lo tanto, las dimensiones de las uniones y dispositivos necesarios, el estado de la superficie de estos dispositivos y uniones y la calidad de las mismas serán llevadas a cabo de mutuo acuerdo.

### 5.3.2 Reparto de responsabilidades

El fabricante o suministrador tendrá la responsabilidad de:

- La tensión dieléctrica entre el cable y tierra;
- La estanqueidad SF<sub>6</sub> y aire exterior, entre el cable y la envolvente metálica y la estanqueidad del conductor;
- El contacto eléctrico entre el conector y el conductor del cable;
- El sistema de puesta a tierra de la pantalla del cable;
- La determinación de las medidas del cable para la confección del terminal;
- El montaje del terminal sobre el cable y la limpieza previa al montaje de la cámara GIS;
- La limpieza del terminal.

El fabricante o suministrador de la envolvente metálica o cámara GIS, tendrá la responsabilidad de:

- La tensión dieléctrica referente a la tierra del conductor de conexión de la envolvente metálica o del transformador y el ensamblaje de las piezas de enlace, e incluso los deflectores de campo que eventualmente tengan que recubrir estas piezas;
- La estanqueidad SF<sub>6</sub>/aire exterior, con la excepción de las estanqueidades definidas anteriormente;
- El conjunto de contactos excepto el contacto conector-conductor del cable;
- La fijación de la placa base del terminal a la cámara;
- La eficacia del dispositivo de bloqueo y la tensión mecánica del conector del cable.
- El vaciado de la cámara y la apertura de la puerta de acceso;
- La retirada de la pantalla corona;
- La limpieza final de la cámara y su llenado con gas SF<sub>6</sub>.

#### **5.4 Terminales inmersos en Aceite**

Los terminales inmersos en aceite se usan en los transformadores donde se requiere que el cable finalice en un tanque montado al lado del transformador. El terminal está aislado externamente mediante el aceite del transformador e internamente será, al igual que los terminales de SF<sub>6</sub>, preferiblemente de diseño "seco"; se aceptarán no obstante otros diseños que necesiten fluidos aislantes (aceite de silicona o similar) en su interior siempre y cuando no se requiera control de presión ni control de nivel.

En este caso, se realizará un reparto de funciones y responsabilidades entre el suministrador del terminal y el del transformador similar al descrito en los apartados 5.3.1 y 5.3.2.

## **6 GENERALIDADES DE SUMINISTRO**

### **6.1 Marcaje e Identificación del Terminal**

Sobre el embalaje de los terminales deberá estar marcado lo siguiente:

- Referencia a la presente norma
- Nombre del fabricante
- Tipo de terminal (exterior, SF<sub>6</sub> o GIS, inmerso en aceite)
- El nivel de polución para el que está diseñado el terminal según IEC 60815 (aplicable para los terminales de exterior)
- Material aislante (composite, termo-retráctil, ...)
- Tensión asignada U<sub>0</sub>/U (U<sub>m</sub>)
- Año de fabricación
- Número de orden de fabricación

- Sección y material del conductor para el que va destinado
- Peso bruto y neto

Los terminales que contengan productos químicos auxiliares (siliconas, resinas, etc), llevarán marcados los envases de dichos productos con la denominación del contenido. En el caso de que alguno de estos productos sea considerado como tóxico, este hecho deberá igualmente ir grabado en el envase, para evitar una manipulación inadecuada por parte del personal de montaje.

## **6.2 Características del Embalaje de los Terminales**

El embalaje debe ser capaz de aguantar el peso del terminal a transportar sin que sufra deformaciones que dañen las piezas ubicadas en su interior. Además, deberá estar diseñado para asegurar el suministro del terminal a obra mediante transporte por camión o movimientos de izamiento mediante grúas o carretillas elevadoras.

Además, el embalaje deberá estar adaptado para el transporte marítimo.

## **7 CONDICIONES DE ENSAYO**

### **7.1 Temperatura ambiente**

A no ser que se especifique lo contrario en las condiciones particulares de un ensayo, los ensayos se realizarán a temperatura ambiente de  $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$ .

### **7.2 Frecuencia y Forma de Onda de las Tensiones en el Ensayo a Frecuencia Industrial**

La frecuencia de los ensayos de tensión alterna, no debe ser ni inferior a 49Hz ni superior a 61Hz. La forma de la onda de estas tensiones debe ser prácticamente senoidal. Los valores de tensiones de ensayo indicados son valores eficaces.

### **7.3 Forma de Onda de la Tensión en el Ensayo de Impulso de Tensión tipo Rayo**

De acuerdo con la Norma UNE-EN 60230 el impulso de tensión tipo rayo normalizado debe tener un frente de onda con una duración comprendida entre 1 y  $5\mu\text{s}$ . El tiempo para alcanzar el valor medio debe ser de  $50 \pm 10\mu\text{s}$  como se especifica en la Norma UNE 21308-1.

#### **7.4 Relación entre las Tensiones de Ensayo y las Tensiones asignadas**

Donde las tensiones de ensayo están especificadas en esta norma como múltiplo de la tensión asignada  $U_0$ , el valor de  $U_0$  para la determinación de dichas tensiones debe ser el especificado en la Tabla 1.

#### **7.5 Determinación de la Temperatura del Conductor del Cable**

Se utilizará uno de los métodos de ensayo descritos en el Anexo A de la norma IEC 60840.

#### **7.6 Presión del Gas en Terminales GIS o SF<sub>6</sub>**

La presión del gas SF<sub>6</sub> durante los ensayos dieléctricos realizados en los terminales GIS no deberá exceder de 3,7 bares a 20°C, tal y como se indica en la norma IEC 62271-209.

### **8 ENSAYOS INDIVIDUALES**

Los ensayos siguientes deben ser realizados en el aislamiento principal de todos los accesorios prefabricados de los terminales, para comprobar que el aislamiento principal de cada terminal cumple con los requisitos.

- a) Examen visual (véase apartado 8.1)
- b) Ensayo de descargas parciales (véase apartado 8.2)
- c) Ensayo de tensión (véase apartado 8.3)

Los ensayos b) y c) deben realizarse de acuerdo con una de las alternativas siguientes:

- 1) sobre el aislamiento principal de los terminales prefabricados instalados en el cable;
- 2) mediante la instalación de un accesorio matriz en el que un componente del accesorio se sustituye para el ensayo;
- 3) mediante la utilización de una simulación del terminal, en la que se reproduzca el entorno de los esfuerzos del componente del aislamiento principal.

En los casos 2) y 3), la tensión de ensayo debe ser seleccionada para obtener esfuerzos eléctricos, como mínimo, iguales a los que serían aplicados al componente en un accesorio completo sometido a las tensiones de ensayo especificadas en los apartados 8.2 y 8.3.

### 8.1 Examen visual

Los terminales serán examinados visualmente para garantizar que cumplen con las especificaciones dadas por el fabricante y que están libres de defectos visibles.

El contenido será verificado de acuerdo con la descripción dada por el fabricante.

Los terminales deben estar embalados de tal manera que se incluyan todas las piezas que entran en el montaje del terminal.

En cada embalaje irán incluidas las instrucciones detalladas del montaje de cada terminal y la lista de componentes. Toda la información anterior estará redactada en español.

### 8.2 Ensayo de Descargas Parciales

El ensayo de descargas parciales se debe realizar sobre el aislamiento principal de todos los accesorios prefabricados, de acuerdo con la Norma UNE-EN 60885-3 excepto que la sensibilidad, tal y como se define en la norma, debe ser de 5 pC o mejor.

La tensión de ensayo debe aumentarse gradualmente hasta  $1,75 U_0$  y mantenerse durante 10 s, para reducirla luego lentamente hasta  $1,5 U_0$  (ver Tabla 9).

**Tabla 9: Tensiones de ensayo para la medida de descargas parciales**

Tensión U	Tensión $U_m$	Tensión $U_0$	Ensayo de descargas parciales	
			$1,5 U_0$	$1,75 U_0$
kV	kV	kV	kV	kV
45	52	26	39	46
66	72,5	36	54	63
132	145	76	114	133
220	245	127	190	222

No deben detectarse descargas parciales procedentes del terminal que excedan el valor de 5 pC a  $1,5 U_0$ .

### 8.3 Ensayo de Tensión

El ensayo de tensión se debe llevar a cabo a temperatura ambiente (ver apartado 7.1), aplicando una tensión alterna a frecuencia industrial. La tensión de ensayo aplicada entre el conductor y la pantalla metálica se debe aumentar progresivamente hasta alcanzar el valor especificado, y se mantendrá en este valor durante el tiempo especificado, de acuerdo con la Tabla 10.

No debe producirse perforación del terminal.

**Tabla 10: Tensiones de ensayo para el ensayo de tensión**

Tensión U	Tensión $U_m$	Tensión $U_0$	Ensayo de tensión	
			Tensión	Duración
kV	kV	kV	kV	min
45	52	26	65	30
66	72,5	36	90	30
132	145	76	190	30
220	245	127	318	30

## 9 ENSAYOS DE MUESTREO

### 9.1 Ensayo sobre Componentes

Las características de cada componente se verificarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante de terminales, o bien a través de informes de ensayo del suministrador de un componente determinado o a través de ensayos internos.

El fabricante de un terminal determinado proporcionará un listado de los ensayos que deben realizarse en cada componente, indicando la frecuencia de cada ensayo. Los componentes serán inspeccionados en conformidad con sus planos. No deberán existir desviaciones fuera de las tolerancias indicadas. Endesa Distribución se reserva el derecho de aprobación de dichos ensayos.

### 9.2 Ensayo sobre Terminales completos

Para terminales termo-retráctiles, al no ser recuperables tras la realización de los ensayos, se realizarán los siguientes ensayos en un terminal completamente ensamblado:

- a) Ensayo de Descargas Parciales (ver apartado 8.2)
- b) Ensayo de Tensión (ver apartado 8.3)

Estos ensayos se llevarán a cabo en la secuencia indicada y con una frecuencia de muestreo de 1 de cada 50 unidades suministradas a Endesa, para cada nivel de tensión.

## 10 ENSAYOS DE TIPO

### 10.1 Generalidades

Los ensayos especificados en este apartado deberán demostrar que las características de funcionamiento son satisfactorias en las aplicaciones proyectadas para los terminales.

## **10.2 Extensión de la Aprobación de Tipo**

Cuando los ensayos de tipo se han realizado con éxito sobre unos terminales de sección, tensión asignada y constitución determinados, la aprobación de tipo será aceptada como válida para los terminales del campo de aplicación de esta norma con otra sección, tensión asignada y aspectos constructivos, siempre que se cumplan todas las condiciones siguientes:

1. El grupo de tensión no es superior al de los terminales ensayados;

Nota: En este contexto, los terminales del mismo grupo de tensión asignada son aquellos que tienen un mismo valor de  $U_m$  de tensión más elevada para el material y los mismos valores de tensión de ensayo. Por ejemplo, los ensayos realizados en un terminal de tensión  $U = 66$  kV cubrirían también los terminales de tensiones  $U = 60$  kV y  $U = 69$  kV.

2. La sección del conductor del cable a montar no es superior a la del cable ensayado.
3. Los terminales tienen una construcción igual o similar a la de los ensayados.

Nota: Se consideran terminales de construcción similar los que tienen el mismo tipo y proceso de fabricación del aislamiento y las pantallas semiconductoras.

4. Los esfuerzos eléctricos máximos calculados en el aislamiento principal del terminal y en las interfases, son iguales o menores que los de los terminales ensayados.

Un certificado de ensayos de tipo, firmado por el representante de un organismo de control competente, o un informe expedido por el fabricante con los resultados de los ensayos y firmado por el responsable cualificado correspondiente, o un certificado de ensayo expedido por un laboratorio independiente, podrán ser aceptados como evidencia de la ejecución de los ensayos de tipo.

## **10.3 Resumen de los Ensayos de Tipo**

Los terminales deberán cumplir con los ensayos especificados en el apartado 10.4. La longitud mínima de cable entre terminales será de 5 m y se ensayará, como mínimo, un terminal de cada tipo.

Los terminales se instalarán antes de realizar el primer ensayo de descargas parciales.

Los terminales se instalarán sobre el cable de la forma especificada en las instrucciones del fabricante, con las cantidades y referencias de materiales descritas en la lista de componentes, incluidos los lubricantes, cuando los haya.

Se debe secar y limpiar la superficie externa de los terminales, pero no se deben someter a ningún tipo de acondicionamiento no especificado en las instrucciones del

fabricante y que pueda modificar eléctrica, térmica o mecánicamente el funcionamiento de los conjuntos en ensayo.

#### **10.4 Secuencia de Ensayos de Tipo eléctricos**

Previamente a la realización de estos ensayos, se medirá el espesor de aislamiento de los cables utilizados y se ajustarán los valores de tensión de ensayo, si es necesario, tal y como se indica en la Norma KNE 001 de Endesa Distribución. No se admitirán los ensayos realizados sobre cables que no cumplan lo especificado en la citada norma referente a la excentricidad y diámetros sobre el conductor y aislamiento.

La secuencia de ensayos debe ser la siguiente:

- a) Instalación de los terminales y ensayo de descargas parciales a temperatura ambiente (ver apartado 10.4.1);
- b) Ensayo de ciclos de calentamiento en tensión (ver apartado 10.4.2);

Nota: El cable debe acondicionarse formando una U, tal y como se especifica en la norma KNE 001.

- c) Ensayo de descargas parciales (ver apartado 10.4.1);
  - a temperatura ambiente y
  - a alta temperatura

Los ensayos se deben llevar a cabo después del último ciclo del punto b) o, como alternativa, después del ensayo de impulso de tensión tipo rayo del punto d) siguiente;

- d) Ensayo de impulso de tensión tipo rayo seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial (ver apartado 10.4.3);
- e) Ensayo de descargas parciales, si no se ha realizado previamente en el punto d) anterior (ver apartado 10.4.1);
- f) Ensayo de contaminación artificial (ver apartado 10.4.4);
- g) Examen de los terminales, que se debe llevar a cabo tras completar los ensayos precedentes (ver apartado 10.4.5).

##### **10.4.1 Ensayo de descargas parciales**

Los ensayos de descargas parciales se deben realizar de acuerdo con la Norma UNE-EN 60885-3, con una sensibilidad de 5 pC o mejor.

La tensión de ensayo se debe incrementar gradualmente hasta  $1,75 U_0$  y mantenerse durante 10 s, y se debe reducir entonces lentamente hasta  $1,5 U_0$  (véase Tabla 9).

Para realizar el ensayo a alta temperatura, se debe calentar el conjunto por un procedimiento adecuado y se debe determinar la temperatura del conductor o por medida de su resistencia o por termopares en la superficie de la cubierta, o por termopares en el conductor de otra muestra del mismo cable calentada por el mismo procedimiento. El ensayo se debe ejecutar a una temperatura del conductor de 5 a 10°C por encima de la máxima temperatura del conductor en funcionamiento normal (véase Tabla 2). La temperatura del conductor se debe mantener dentro de estos límites de temperatura durante al menos 2 h.

No deben detectarse descargas parciales procedentes del terminal que excedan el valor de 5 pC a 1,5 U<sub>0</sub>.

#### 10.4.2 Ensayo de ciclos de calentamiento en tensión

El cable se debe doblar previamente en forma de U con un diámetro que se especifica en la norma KNE 001. Una vez constituido el sistema de ensayo, se debe calentar el conjunto haciendo circular una corriente por el conductor hasta que éste alcance una temperatura estable que se mantenga entre 5 y 10°C por encima de la temperatura máxima del conductor en funcionamiento normal (véase Tabla 2).

Si, por razones prácticas, no es posible realizar el calentamiento sólo con el paso de corriente por el conductor, se puede obtener un calentamiento adicional haciendo circular corriente por la pantalla/cubierta metálica, utilizando dispositivos de calentamiento externos o cubriendo el cable con mantas térmicas.

El calentamiento se debe aplicar durante al menos 8 h. La temperatura del conductor se debe mantener dentro de los límites de temperatura establecidos durante al menos 2 h en cada período de calentamiento. A este proceso le debe seguir un período de enfriamiento natural de 16 h como mínimo, hasta que el conductor alcance una temperatura que no supere en 15°C la temperatura ambiente, con un máximo de 45°C.

Para asegurar un adecuado control y regulación de la temperatura de ensayo, se dispondrá en paralelo un cable de similar longitud e idénticas características al utilizado en el sistema de ensayo (denominado habitualmente cable testigo, de referencia o "dummy"), y se someterá a los mismos ciclos térmicos de forma simultánea pero sin aplicar tensión, para poder así colocar termopares en el conductor. En estas condiciones, el sistema de control debe ajustar la temperatura del conductor del cable testigo a la temperatura de ensayo (entre 5 y 10°C por encima de la temperatura máxima del conductor en funcionamiento normal) y las temperaturas de los termopares colocados en las cubiertas del cable testigo y del sistema de ensayo deben ser similares para garantizar que el conductor del sistema de ensayo se mantiene a la temperatura deseada durante el ensayo.

Se debe registrar durante todo el periodo de ensayo la tensión, la corriente y la temperatura en el conductor y la cubierta del cable testigo (dummy), en la cubierta del cable del sistema objeto de ensayo y la temperatura ambiente.

El ciclo de calentamiento y enfriamiento se debe llevar a cabo 20 veces. Durante la totalidad del período de ensayo se debe aplicar una tensión de  $2U_0 \pm 3\%$  (véase Tabla 11).

**Tabla 11: Tensiones de ensayo para el ensayo de ciclos de calentamiento en tensión**

Tensión U	Tensión $U_m$	Tensión $U_0$	Ensayo de tensión con ciclos térmicos
			$2 U_0$
kV	kV	kV	kV
45	52	26	52
66	72,5	36	72
132	145	76	152
220	245	127	254

Tras la finalización de los ciclos térmicos, se debe llevar a cabo el ensayo de descargas parciales de acuerdo con lo establecido en el apartado 10.4.1 sobre el conjunto, a alta temperatura y a temperatura ambiente. Este ensayo puede realizarse alternativamente tras el ensayo de impulso y de tensión a frecuencia industrial del apartado 10.4.3.

#### 10.4.3 Ensayo de impulso de tensión tipo rayo seguido de un ensayo de tensión a frecuencia industrial

El ensayo se debe realizar sobre el conjunto con el conductor del cable a una temperatura de 5 a 10°C por encima de la máxima temperatura del conductor en funcionamiento normal (ver Tabla 2). La temperatura del conductor se debe mantener dentro de los límites establecidos de temperatura durante al menos 2 h.

El impulso de tensión tipo rayo se debe aplicar de acuerdo con el procedimiento dado en la Norma UNE-EN 60230.

El terminal debe soportar sin fallo o contorneamiento 10 impulsos positivos y 10 negativos de tensión, del valor dado en la Tabla 12.

**Tabla 12: Tensiones de ensayo para los ensayos de impulso y frecuencia industrial**

Tensión U	Tensión $U_m$	Tensión $U_0$	Ensayo de impulso de tensión	Ensayo de tensión tras el ensayo de impulso	
				Tensión	Duración
kV	kV	kV	kV	kV	min
45	52	26	250	65	15
66	72,5	36	325	90	15
132	145	76	650	190	15
220	245	127	1050	254	15

Tras el ensayo de impulso de tensión tipo rayo el conjunto debe ser sometido a un ensayo de tensión a frecuencia industrial a los valores y durante el tiempo indicados en la Tabla 12. Este ensayo puede llevarse a cabo durante el período de enfriamiento, o a temperatura ambiente, según prefiera el fabricante.

No debe producirse perforación del terminal ni contorneamiento.

Se debe realizar el ensayo de descargas parciales de acuerdo con lo establecido en el apartado 10.4.1 sobre el terminal, a alta temperatura y a temperatura ambiente, si éste no se llevó a cabo al finalizar el ensayo de ciclos de calentamiento en tensión del apartado 10.4.2.

#### 10.4.4 Ensayo de contaminación artificial

Este ensayo es aplicable a la determinación de las características de comportamiento a frecuencia industrial de los aisladores utilizados en exteriores y expuestos a atmósferas contaminadas.

La preparación del aislador para el ensayo se realizará según la norma UNE-EN 60507, pero con el aislador en posición vertical.

Se aplicará el método de la niebla salina descrito en la sección tres de la citada norma UNE-EN 60507, con las concentraciones salinas indicadas en la Tabla 15.

#### 10.4.5 Verificación

La verificación de los terminales no debe revelar signos de deterioro a visión normal (por ejemplo degradación eléctrica, fugas, corrosión o contracción perjudicial) que pudieran afectar al sistema en servicio.

### 10.5 **Ensayos de Tipo no eléctricos**

#### 10.5.1 Ensayo de resistencia a la flexión

Este ensayo se ha de realizar sobre los terminales de exterior, con excepción de los terminales termo-retráctiles. Se ha de instalar un terminal en posición vertical y fijarlo por la parte inferior mediante su dispositivo de fijación (placa de fijación).

Se debe aplicar una carga perpendicularmente al eje del terminal a ensayar, en su parte superior, partiendo de un valor igual a la mitad de la carga del ensayo final e incrementando gradualmente con una cadencia tal que la carga de ensayo sea alcanzada en 60 s.

La carga se ha de mantener durante 5 s, para después disminuirla progresivamente con la misma cadencia con la que ha sido aplicada.

La carga de ensayo que se ha de aplicar viene indicada en la Tabla 13.

**Tabla 13: Esfuerzo máximo horizontal**

Tensión asignada (kV)	26/45	36/66	76/132	127/220
Esfuerzo máximo horizontal (daN)	125	125	125	200

Después de la supresión de la carga de ensayo, no se debe observar ningún deterioro en el terminal.

## **11 RECEPCIÓN**

Para la aceptación del material, el fabricante deberá haber realizado previamente los ensayos individuales (ver apartado 8) o los ensayos sobre muestra (ver apartado 9), según aplique, y deberá entregar las instrucciones detalladas de montaje del terminal.

Todos los ensayos deberán efectuarse de acuerdo a lo establecido en la presente Norma y Endesa se reserva tanto el derecho de asistir a los mismos, para lo cual el fabricante avisará a Endesa con al menos 2 semanas de antelación con respecto a la fecha de realización de los ensayos, como a repetir en su presencia los ensayos individuales sobre un 10%, como máximo, de los terminales que componen la partida.

La recepción se considerará aprobada una vez realizados estos ensayos de forma satisfactoria y entregado el material con los Protocolos o Actas de dichos ensayos. Si la documentación indicada en el apartado 12.1 hubiese sufrido variaciones en referencia al material entregado, el fabricante deberá facilitar la documentación actualizada para considerar aprobada la recepción.

## **12 INFORMACIÓN TÉCNICA A PRESENTAR**

Toda la documentación será entregada de acuerdo con las Normas de Endesa, en Microsoft Word y Autocad. Toda la documentación incluida estará necesariamente redactada en español.

La oferta económica debe cubrir también el transporte de los terminales hasta las instalaciones indicadas por Endesa y la retirada del embalaje si fuese necesario. También incluirá los ensayos de puesta en servicio si éstos son requeridos.

### **12.1 Presentación de Ofertas**

Se deberá incluir en la oferta técnica necesariamente la siguiente documentación referida a los terminales de alta tensión:

Detalles constructivos:

- Planos y detalles dimensionales del terminal, incluyendo su peso en kg.
- El nivel de polución para el que está diseñado el terminal según IEC 60815 (aplicable a los terminales de exterior).
- Condiciones e instrucciones de montaje de instalación.
- Lista de componentes.

Referencias:

- Lista de referencias previas.

Ensayos:

- Documentación correspondiente que acredite la realización y el resultado de los ensayos relacionados en el apartado 12.2.

Excepciones:

- Excepciones a esta Norma, si las hubiera.

## **12.2 Ensayos**

Para que un determinado fabricante pueda suministrar a Endesa los terminales incluidos en el alcance de la presente Norma, deberá haber cumplido satisfactoriamente los ensayos de tipo descrito en el apartado 10 de la presente Norma.

Una vez cumplimentados estos ensayos, en sucesivos suministros solamente se cumplimentarán los ensayos individuales (ver apartado 8) y los ensayos sobre muestra (ver apartado 9) como ensayos de recepción.

No obstante, Endesa se reserva el derecho de solicitar en cualquier momento la repetición de los ensayos, arriba relacionados, que considere oportunos, para verificar que el material continúa cumpliendo con la calidad que en su momento le fue reconocida.

Todos los ensayos deberá efectuarse de acuerdo a lo establecido en la presente Norma y Endesa se reserva el derecho de asistir a los mismos, para lo cual el fabricante deberá avisar a Endesa con al menos 2 semanas de antelación con respecto a la fecha de realización de los ensayos.

## **13 GARANTÍAS**

El fabricante se comprometerá a establecer una garantía sobre los terminales entregados por un período mínimo de 10 años, a contar inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer los mismos si en dicho período resultaran defectuosos.

## **14 INSPECCIÓN**

Una vez efectuado el pedido, Endesa se reserva el derecho de realizar visitas de inspección a las instalaciones del fabricante, a fin de comprobar los trabajos en curso y la calidad del proceso de fabricación. Endesa deberá comunicar al fabricante con la antelación suficiente la realización de estas visitas. Por su parte el fabricante deberá prestar todas las facilidades para el normal desarrollo de la labor del representante de Endesa.

El hecho de que el representante de Endesa no rechace un determinado trabajo o material durante alguna de sus visitas o en la inspección final no presupone la aceptación definitiva del terminal ni exime al fabricante de su responsabilidad en la correcta ejecución del suministro, que deberá realizarse cumplimentando todos los ensayos individuales (ver apartado 8) o los ensayos sobre muestra (ver apartado 9), según aplique, establecidos en esta Norma.

## **15 PROPIEDAD INTELECTUAL**

El contenido de este documento es una propiedad intelectual cuya explotación y divulgación corresponde, de forma exclusiva, a Endesa Distribución.

En consecuencia, cualquier reproducción total o parcial de su contenido o, alternativamente, cualquier divulgación o explotación del mismo, deberá contar con la autorización expresa de esta empresa.

**ANEXO A**

**LÍNEAS DE FUGA EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN**

**Tabla 14: Líneas de fuga recomendadas**

Nivel de Contaminación	Entorno	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV) <sup>1)</sup>	Equivalencia con IEC/TR 60815
Zona Normal	Zonas color verde de los mapas del Anexo B	<b>20,0</b>	<b>II Medio</b>
Zona de contaminación industrial	Zonas color azul oscuro de los mapas del Anexo B	<b>25,0</b>	<b>III Fuerte</b>
Zonas de alta contaminación salina	Zonas color amarillo de los mapas del Anexo B	<b>31,0</b>	<b>IV Muy Fuerte</b>
Zonas de muy alta contaminación salina	Zonas color rojo de los mapas del Anexo B	<b>35,0</b>	<b>No tiene equivalencia</b>

<sup>1)</sup> De acuerdo con la Norma IEC/TR 60815, línea de fuga mínima de aisladores entre fase y tierra relativas a la tensión más elevada de la red (fase-fase).

**Tabla 15: Niveles de salinidad para el ensayo de niebla salina**

Nivel de Contaminación	Entorno	Línea de fuga específica nominal mínima (mm/kV)	Salinidad (kg/m <sup>3</sup> )
Zona Normal	Zonas color verde de los mapas del Anexo B	<b>20,0</b>	<b>14 a 40</b>
Zona de contaminación industrial	Zonas color azul oscuro de los mapas del Anexo B	<b>25,0</b>	<b>40 a 112</b>
Zonas de alta contaminación salina	Zonas color amarillo de los mapas del Anexo B	<b>31,0</b>	<b>&gt; 160</b>
Zonas de muy alta contaminación salina	Zonas color rojo de los mapas del Anexo B	<b>35,0</b>	<b>&gt; 160</b>