



INDICE

1	OBJETO	2
2	CAMPO DE APLICACIÓN	2
3	CARACTERÍSTICAS	2
3.1	Diseño	2
3.2	Materiales	3
3.3	Mecánicas y de acoplamientos extremos	4
3.4	Dimensionales	5
3.5	Eléctricas	6
4	DENOMINACIÓN	7
5	MARCADO	7
6	AISLADORES COMPUESTOS SELECCIONADOS	8
7	ENSAYOS Y VERIFICACIONES	8
7.1	Ensayos de diseño	8
7.2	Ensayos de tipo	9
7.3	Ensayos de muestreo	11
7.4	Ensayos individuales	11
8	CALIFICACIÓN	11
9	SUMINISTRO	12
10	RECEPCIÓN	12
10.1	Ensayos de muestreo	12
10.2	Ensayos individuales	13
10.3	Examen	13
10.4	Documentación	14
11	GARANTÍA	14
12	NORMAS PARA CONSULTA	15

ÁMBITO:
DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

APROBADA POR:

EDITADA EN: JUNIO 2000
REVISADA EN: AGOSTO 2002

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN y CALIDAD DE SUMINISTRO

1 OBJETO

Esta norma tiene por objeto definir los tipos de aisladores de compuestos (polímeros), fijando las características que deben cumplir, así como los ensayos que deben satisfacer.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma será de aplicación a los aisladores compuestos de las cadenas de suspensión y amarre de las líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 30 kV, tensión más elevada 36 kV, en zonas de contaminación salina o industrial alta o muy alta (excepcional).

Se aplicará a las líneas existentes y de nueva construcción de todas las Empresas del Grupo Endesa (GE). Se adecuará en el futuro a los nuevos avances tecnológicos.

3 CARACTERÍSTICAS

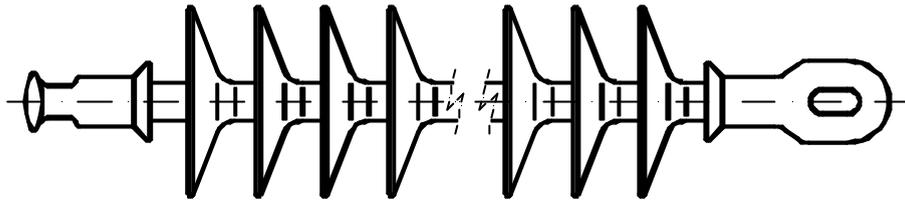
3.1 Diseño

Los aisladores compuestos están constituidos por:

- Núcleo resistente dieléctrico. Transmite los esfuerzos mecánicos producidos por los conductores y proporciona el necesario aislamiento eléctrico.
- Revestimiento dieléctrico hidrófugo alrededor del núcleo que comprende también las aletas de igual o diferente diámetro. Protege el núcleo de los agentes exteriores proporcionándole estanqueidad. Impide la formación de una película continua de agua. Proporciona la línea de fuga necesaria para obtener el aislamiento superficial requerido.
- Acoplamientos de extremos solidarios con el núcleo. Transmiten los esfuerzos mecánicos del conductor a un extremo del núcleo y del otro extremo del núcleo al apoyo. La conexión al núcleo se realizará mediante compresión radial, de tal forma que se obtenga una distribución uniforme de la carga mecánica alrededor de la superficie del núcleo.
- Las cadenas de aisladores compuestos están constituidas además por los herrajes y grapas necesarias para completarlas.

ROTULA
(CEI 120) 16

ANILLA
(CEI 61466-1:97)



3.2 Materiales

Los materiales de los aisladores compuestos serán los siguientes:

- **Acoplamientos de extremos:**
Acero forjado galvanizado en caliente.
- **Núcleo resistente dieléctrico:**
Resina epoxy resistente a la hidrólisis reforzada con fibras de vidrio resistente a los ácidos y por tanto a la rotura frágil.
- **Interfase Núcleo – Revestimiento:**
La resistencia de la interfase será mayor que la resistencia al desgarro del polímero utilizado en el revestimiento.
- **Revestimiento dieléctrico hidrófugo:**
Se utilizará caucho de silicona o cualquier otro polímero (excepto EPDM) que cumpla con las características y ensayos descritos en la presente norma.

En el caso de la silicona, sus características recomendadas son :

Caucho de silicona (Vinil-metil-poli-siloxano, con aditivos de relleno) totalmente libre de EPDM o de otros cauchos orgánicos.

Los tipos de caucho de silicona a utilizar serán:

HTV: Un componente de caucho de silicona sólido con vulcanización a elevada temperatura, a 200 °C aproximadamente.

LSR: Dos componentes de caucho de silicona líquido que se mezclan y vulcanizan a elevada temperatura, entre 100 y 200 °C.

Las características mecánicas se definen en la tabla siguiente:

Características mecánicas	Norma	Unidad	Valor mínimo
Densidad	DIN 53479 A	g/cm ³	1,1 ± 0,5
Dureza	DIN 53505	Shore A	43 ± 3
Tensión de rotura	DIN 53504-S1	N/mm ²	5 ± 0,5
Alargamiento de rotura	DIN 53504-S1	%	400 ± 50
Resistencia al desgarro	ASTM D 624 B	N/mm	20 ± 3

Si existe interfase entre el revestimiento del núcleo y las aletas, entonces la resistencia de la interfase será mayor que la resistencia al desgarro del caucho de silicona.

Las características eléctricas son las de la tabla siguiente:

Características eléctricas	Norma	Unidad	Valor mínimo
Resistencia al tracking	UNE 21361:1996	KV	Clase 1 A 4,5
Resistencia al arco voltaico	DIN VDE 0441	s	300

Índice LOI (Limitating Oxygen Index):

Características ignífugas	Norma	Unidad	Valor mínimo
Índice LOI	ASTM D 2863	%	> 25

3.3 Mecánicas y de acoplamientos extremos

Los aisladores compuestos se normalizan para las características siguientes, según la norma UNE-EN 61466-1:1998:

- La carga mecánica especificada (CME). Se establece en función de la tensión nominal.
- Los acoplamientos de los extremos. Los tipos que se utilizan son:

Extremo Apoyo:
A: Anilla

Extremo Conductor:
B: Rótula

Las características mecánicas y de acoplamientos extremos se definen en la tabla siguiente:

Denominación	Carga mecánica especificada CME KN	Rótula Unión Normalizada UNE 21009 (CEI 120)	Anilla Unión normalizada UNE 61466
CS 70	70	16	24
CS 100	100	16	24

3.4 Dimensionales

Los aisladores compuestos se normalizan para las características dimensionales siguientes:

- La línea de fuga mínima se establece para dos niveles de contaminación, según se define en el documento del Grupo Endesa, referencia NZZ009, Mapas de contaminación salina e industrial:

Alta contaminación salina

La línea de fuga específica considerada es de 40 mm/kV de tensión más elevada entre fase y tierra ($U/\sqrt{3}$).

Muy alta contaminación salina

La línea de fuga específica considerada es de 60 mm/kV de tensión más elevada entre fase y tierra ($U/\sqrt{3}$).

- La distancia mínima de cebado se establece según la distancia mínima fase - tierra que prescribe el Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión de 1.968. (Art. 25)
- La longitud máxima del aislador se establece para compatibilizar las distancias mínimas fase - tierra de los apoyos.
- El diámetro máximo de la zona aislante se limita según la Tabla 1 de las normas CEI 61466-2:1998 y CEI 61466-2 A1:1998.
- El espesor mínimo del revestimiento se establece en 3 mm para proteger al núcleo resistente de los agentes exteriores.

Las principales características dimensionales se definen en la tabla siguiente:

Tensión Nominal U_n kV	Tensión Más elevada U_m kV	Línea de fuga mínima según el nivel de contaminación		Dimensiones		
		Alta contaminación mm	Muy alta contaminación mm	Distancia mínima cebado mm	Longitud aislador aprox. L (*) mm	Diámetro máximo zona aislante D mm
≤20	24	550	-	270	455	200
≤20	24	-	835	350	455	200
>20 hasta 30	36	835	-	350	555	200
>20 hasta 30	36		1250	450	555	200

(*) Previo acuerdo con el Grupo Endesa podrán admitirse otras longitudes de aislador

3.5 Eléctricas

El nivel de aislamiento mínimo se define por las tensiones soportadas bajo impulso tipo rayo y frecuencia industrial bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto según la norma UNE-EN 60071-1:1995 y UNE 21062-2:1980.

Las características eléctricas se definen en la tabla siguiente, en función de la tensión más elevada de la línea.

Tensión Nominal U_n kV	Tensión Más elevada U_m kV	Nivel de aislamiento mínimo de LAT	
		Tensión soportada a Impulso tipo rayo U_i kV	Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia U_f kV
≤20	24	125	50
>20 hasta 30	36	170	70

4 DENOMINACIÓN

Para identificar el tipo de aislador y sus características se denominarán los aisladores compuestos según la norma CEI 61466-2:1998.

Consta de:

- las letras CS seguidas de un número que indica la carga mecánica especificada (CME), expresada en kN;
- de dos letras. La primera expresa el acoplamiento de extremo del aislador lado apoyo y la segunda el acoplamiento de extremo lado conductor, según la denominación de los acoplamientos según la norma UNE-EN 61466-1:1998, es decir:
 - A: Anilla
 - B: Rótula
- de dos cifras separadas por una barra de división correspondiente por una parte a la tensión normalizada frente a impulsos tipo rayo, y por otra parte a la longitud del aislador.

Ejemplo de denominación:

CS 70 AB 125/455 :Indica un aislador compuesto con una CME igual a 70 kN, un acoplamiento de anilla en el extremo lado apoyo, un acoplamiento de rótula en el extremo lado conductor, con una tensión de 125 kV frente a impulso tipo rayo y con una longitud nominal de aislador de 455 mm.

5 MARCADO

Cada aislador llevará marcado en la superficie externa, de forma indeleble y fácilmente legible las siguientes indicaciones:

- Nombre o marca comercial del fabricante
- Referencia del fabricante
- Año de fabricación
- Carga mecánica especificada (CME), en kN
- Tensión nominal de la línea en kV
- Nivel de contaminación (A,MA)

6 AISLADORES COMPUESTOS SELECCIONADOS

Los aisladores seleccionados se indican en la Tabla siguiente.

Denominación	Tensión Nominal Un KV	Tensión más elevada Um kV	Tensión soportada a impulso tipo rayo Kv	Nivel de polución	Longitud aislador aprox. L mm	Masa aproximada Kg
CS 70 AB 125/455	20	24	125	A	455	
CS 100 AB 125/455	20	24	125	MA	455	
CS 70 AB 170/555	30	36	170	A	555	
CS 100 AB 170/555	30	36	170	MA	555	

A = alta contaminación

MA = Muy alta contaminación

7 ENSAYOS Y VERIFICACIONES

Se aplicarán las normas UNE 21 909:1995 y UNE 21 909/1M:1995 para la clasificación, ejecución, reglas y criterios de ensayo.

7.1 Ensayos de diseño

La finalidad de estos ensayos es demostrar la adecuación del diseño, de los materiales y del proceso de fabricación (tecnología) de un aislador compuesto.

Los ensayos a realizar según las normas UNE 21909 son:

- Ensayos de las interfases y conexiones de los herrajes metálicos
- Ensayo carga – tiempo del núcleo ensamblado
- Ensayo del revestimiento: Ensayo de los caminos conductores y de erosión
- Ensayos de los materiales del núcleo

Los siguientes ensayos sobre el material de revestimiento se realizarán adicionalmente para determinar otras propiedades mecánicas y eléctricas no contempladas actualmente en las normas UNE 21909. Las normas y los valores mínimos a obtener se definen en el subapartado de Características de los materiales:

- Ensayo de densidad
- Ensayo de inflamabilidad (índice LOI)
- Ensayo de dureza (Shore A)
- Ensayo de tensión de rotura
- Ensayo de alargamiento de rotura
- Ensayo de resistencia al desgarre progresivo

- Ensayo de resistencia al tracking
- Ensayo de resistencia al arco voltaico

7.2 Ensayos de tipo

La finalidad de estos ensayos es verificar las principales características de un aislador compuesto, que dependen principalmente de su forma y de su tamaño.

Los ensayos a realizar según las normas mencionadas son:

- Ensayo de impulso tipo rayo en seco
- Ensayo a frecuencia industrial bajo lluvia
- Ensayo mecánico carga - tiempo y ensayo de estanqueidad de la interfaz entre los herrajes y el revestimiento

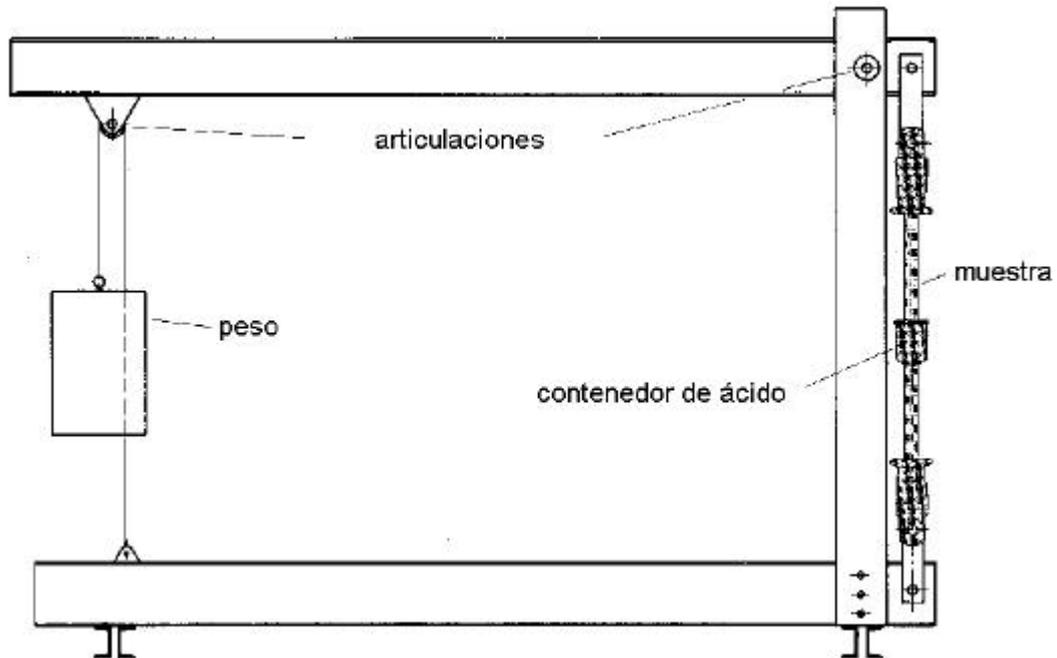
Para prevenir frente a la rotura frágil del núcleo se realizará el siguiente ensayo (no incluido en las normas mencionadas) según el documento Project 36-6-2 del WG 36-07 de CEI:

- Ensayo de resistencia del núcleo a la carga por corrosión

Preparación de la muestra

Se utilizará un aislador de la línea de producción o una muestra que tendrá como mínimo una longitud entre herrajes de al menos 10 veces el diámetro del núcleo. Los herrajes serán idénticos a los empleados en la producción.

El revestimiento del aislador se eliminará en la parte central del aislador, en una longitud mínima de 150 mm. La superficie visible del núcleo debe alisarse mediante tela abrasiva fina (grano 180). Los restos del recubrimiento deben retirarse por completo. Alrededor de la superficie visible del núcleo debe colocarse un recipiente de ácido, fabricado en polietileno, de tal forma que el líquido pueda simplemente verterse en el recipiente, sin que el ácido entre en contacto con los herrajes terminales. El tamaño del recipiente del ácido debe adaptarse de tal forma que haya como mínimo 1 cm de espesor de líquido alrededor del núcleo, con un nivel de líquido no inferior a los 4 cm. Para evitar una evaporación del líquido superior al 5 % de su volumen, el recipiente debe quedar tapado durante el tiempo del ensayo.



Realización del ensayo

El aislador se somete a una carga de tensión, aplicada entre las partes metálicas. La carga debe aumentarse rápida, pero regularmente desde 0 hasta el 67 % de la carga mecánica especificada (CME) y mantenerse en este valor durante 96 horas. Inmediatamente después de aplicar la carga se vierte una concentración 1 n (es decir 1 n = 63 g de HNO₃ concentrado, añadido a 937 g de agua) en el recipiente de ácido. El ácido no debe entrar en contacto con los herrajes terminales.

Evaluación del ensayo

El ensayo se ha superado con éxito si durante las 96 horas de la comprobación no se ha producido la rotura del núcleo.

Para prevenir el envejecimiento del revestimiento del aislador debido a una fuerte radiación solar e inversiones térmicas frecuentes con condensaciones se realizará el siguiente ensayo con duración total de 5.000 horas (incluido en el Anexo C de la norma UNE 21 909:1995 a nivel informativo):

- Ensayo de envejecimiento climático bajo la tensión de servicio

7.3 Ensayos de muestreo

La finalidad de estos ensayos es verificar otras características de los aisladores compuestos, incluidas las que dependen de la calidad de fabricación y de los materiales utilizados.

Los ensayos a realizar según las normas mencionadas son:

- Verificación de las dimensiones
- Verificación del dispositivo de acoplamiento
- Verificación de la estanqueidad de la interfaz entre los herrajes y el revestimiento del aislador y de la carga mecánica especificada (CME)
- Ensayo de galvanización: Se aplicará la norma EN 60383-1:1996, pero con valores modificados en el apartado "Criterio de aceptación para el valor de la masa de revestimiento":

Masa media mínima y espesor medio mínimo del revestimiento para las piezas forjadas de acero:

Ambiente Alta Contaminación: 610 g/m² (85 µm) para el conjunto de las muestras, con 505 g/m² (70 µm) para cada muestra individual.

Ambiente Muy Alta Contaminación: 865 g/m² (120 µm) para el conjunto de las muestras, con 720 g/m² (100 µm) para cada muestra individual.

7.4 Ensayos individuales

La finalidad de estos ensayos es eliminar los aisladores compuestos que tengan defectos de fabricación.

- Control de calidad del núcleo: En la fabricación suele ser habitual que al iniciarse el proceso, los primeros metros presenten defectos como grietas o poros. El fabricante del núcleo tendrá el control de calidad adecuado, con los ensayos individuales que considere oportunos, para rechazar el material defectuoso y responsabilizarse de que los núcleos seleccionados para los aisladores no contengan grietas o burbujas.

Los ensayos a realizar según las normas mencionadas son:

- Identificación de los aisladores compuestos
- Examen visual: Además el aislador no presentará rebabas, rayas o marcas, excepto las marcas indicadas.
- Ensayo mecánico individual

8 CALIFICACIÓN

Para la obtención de la calificación, los aisladores compuestos se someterán a todos los **ensayos de diseño, tipo y muestreo** establecidos en el capítulo denominado ENSAYOS Y VERIFICACIONES de esta norma.

El fabricante - suministrador presentará para cada uno de los tipos de aisladores compuestos a calificar, los certificados de las materias primas utilizadas y los protocolos de ensayos emitidos por Laboratorios oficiales o reconocidos por el GE, correspondientes a los ensayos necesarios para obtener la calificación.

El GE se reserva el derecho de solicitar, cuando lo considere oportuno, la repetición de alguno o de todos los ensayos realizados previamente por el fabricante, para comprobar que se continúan cumpliendo las características establecidas.

9 SUMINISTRO

Los aisladores deberán empaquetarse, por lotes de 3, en cajas. Cada caja deberá estar marcada con un código seleccionado por el Fabricante con el propósito de identificar el lote y el tipo de aislador, este último de acuerdo con lo especificado en el capítulo denominado MARCADO de esta norma. Estas marcas deberán ser indelebles y resistentes a la intemperie en condiciones atmosféricas severas durante el transporte y almacenaje. La fijación de los aisladores al bastidor de madera se realizará mediante medias gargantas que aseguren la inmovilización de los mismos en el embalaje cualquiera que sea su situación de transporte o almacenaje. La distancia entre gargantas será tal que evitará las deformaciones por flexión de los bastones. Cada caja albergará como máximo 60 unidades. En cada caja solo se almacenarán aisladores de un tipo.

Las cajas tendrán una consistencia tal que permitirá el almacenaje y transporte de 3 unidades una encima de otra.

Las cajas deberán estar preparadas para su manejo mediante paleta elevadora y mediante pluma.

La parte aislante de cada uno de los aisladores irá suficientemente protegida contra los daños que puedan ocasionarse durante su manejo y transporte.

Las cajas estarán dotadas de un tratamiento adecuado que lo haga inalterable a la degradación a lo largo del tiempo.

10 RECEPCIÓN

10.1 Ensayos de muestreo

A la entrega del material el suministrador presentará los protocolos de los ensayos de muestreo establecidos en el capítulo de Ensayos y Verificaciones de esta norma y que se describen a continuación:

Se efectuarán sobre un número de muestras E1 y E2 establecido en la siguiente tabla y tomadas al azar del total N de las unidades del pedido y en conformidad con las normas UNE 21 909:1995 y UNE 21 909/1M:1995.

Tamaño del lote (N)	Tamaño de las muestras	
	E1	E2
N <= 2000	4	3
2000 < N <= 5000	8	4
5000 < N <= 10000	12	6

Los ensayos de muestreo son:

- Verificación de las dimensiones: sobre muestras E1+ E2
- Verificación del dispositivo de acoplamiento: sobre muestras E2
- Verificación de la estanqueidad de la interfaz
- entre los herrajes y el revestimiento del aislador: sobre muestras E2
- Verificación de la CME: sobre muestras E1
- Ensayo de galvanización: sobre muestras E2

10.2 Ensayos individuales

El suministrador presentará certificación de haber efectuado satisfactoriamente, sobre todos los aisladores del pedido los ensayos individuales establecidos en el capítulo de Ensayos y Verificaciones de esta norma.

Además presentará el protocolo de estos ensayos realizados sobre una muestra del pedido. Este muestreo se realizará para cada uno de los tipos de aisladores de que conste el pedido.

10.3 Examen

A la entrega del material en el GE y sobre un número de muestras igual a los señalados como E1 en la tabla anterior, se realizará:

- Verificación del aspecto y acabado
- Verificación de las marcas de identificación
- Verificación de las dimensiones

En el caso de que alguna de estas verificaciones no fuese satisfactoria se repetirán sobre un número de muestras doble del inicial. De darse nuevamente algún resultado incorrecto, se rechazará del pedido el tipo de aislador no satisfactorio.

10.4 Documentación

A la entrega del material y junto a la documentación establecida en el subapartado anterior, el fabricante - suministrador facilitará al GE los certificados de las materias primas utilizadas y protocolos de los ensayos realizados durante el proceso de fabricación y como producto final. El objetivo es garantizar que el producto continúa cumpliendo, en todas sus características, con la calidad con que fue calificado.

Esta documentación se presentará en lengua castellana, sobre papel.

11 GARANTÍA

El suministrador se comprometerá a una garantía sobre los aisladores por un período mínimo de 15 años, a establecer inmediatamente desde la recepción, obligándose a reponer los materiales que en dicho período pudieran resultar defectuosos.

12 NORMAS PARA CONSULTA

CEI 815:1986	Guía para la elección de aisladores bajo contaminación
UNE-EN 60071-1:1995	Coordinación de aislamiento. Parte1: Definiciones, principios y reglas Adopta: CEI 71-1:1993 Sustituye: UNE-EN 21-062/1 1R de Julio 1980
UNE 21 062-2:1980	Coordinación de aislamiento. Guía de aplicación. Concuerda con: CEI 71-2:1976
UNE 21 062-3:1994	Coordinación de aislamiento. Parte3: Coordinación de aislamiento entre fases. Principios reglas y guía de aplicación. Equivalente a: CEI 71-3:1982
UNE 21 909:1995 + UNE 21 909/1M:1998	Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. Equivalente: CEI 1109:1992 + CEI 1109:1992/A1:1995
UNE-EN 61466-1:1998	Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados. Equivalente: CEI 61466-1:1997
CEI 61466-2:1998 + CEI 61466-2 A1:1998	Aisladores compuestos destinados a líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.
UNE 21 009:1989	Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rótula de los elementos de cadenas de aisladores. Equivalente: CEI 120:1984
UNE 21 128:1980	Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. Equivalente: CEI 471:1977

UNE 21 308-1:1994	Ensayos de alta tensión. Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos. Equivalente a: CEI 60-1:1989 + Corrigendum 1990 y 1992
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna. Adopta: CEI 507:1991 Sustituye: UNE 21 129:1980
UNE 21 361:1996	Métodos de ensayo para evaluar la resistencia a la descarga superficial y a la erosión de los materiales aislantes eléctricos utilizados en condiciones ambientales severas. Concuerda con: CEI 587:1984 Sustituye: UNE 21361:1978
UNE 21 130:1980	Ensayo de perturbaciones radioeléctricas de aisladores para alta tensión. Concuerda con: CEI 437:1973
DIN 53621	Ensayos de gomas y elastómeros. Determinación cuantitativa de polímeros. Determinación del contenido de siloxane en los elastómeros de silicona vulcanizados en caliente.
STRI Guide 92/1	Guía de clasificación de la hidrofobicidad
Project 36-6-2 del WG 36-07 de CEI	Mínimum test requeriments to cover brittle fracture of line