

**Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT****Índice****1.- Objeto****2.- Alcance****3.- Desarrollo Metodológico**

*Recuerde que esta Documentación en FORMATO PAPEL puede quedar obsoleta. Para consultar versiones actualizadas acuda al Web*

| Responsable  |   | Fecha      |
|--------------|---|------------|
| Redacción    | Redactor  | 15/05/2014 |
| Verificación | Departamento de Normalización                                     | 15/05/2014 |
| Aprobación   | Dirección de Medio Ambiente, Sostenibilidad, Innovación y Calidad | 15/05/2014 |

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

### **1.- Objeto**

Esta norma establece los tipos, características y ensayos de Norma que deben cumplir los aisladores compuestos, de bastón o rígido, a utilizar en las cadenas de aislamiento para suspensión y amarre, en las líneas aéreas de alta tensión y subestaciones y que a veces pueden ser solicitados a esfuerzos de compresión o flexión y torsión. Los aisladores compuestos concebidos para esfuerzos de flexión, como por ejemplo los aisladores rígidos con zócalo, no forman parte de aplicación de esta Norma.

Los aisladores compuestos de columna, a disponer como cruceta aislante, se recogerán en la norma N31E5.

La utilización de estas cadenas de aislamiento hace innecesario, a nuestro entender y por tanto las sustituyen mejorando sus cualidades, a las cadenas de aisladores tipo bastón fabricados con material cerámico que se especifican en la norma UNE-EN 60433:1999.

### **2.- Alcance**

Su ámbito de aplicación, compartido con las cadenas equivalentes compuestas por aisladores de vidrio tipo caperuza y vástago que se describen en la ET/5039, serán las líneas aéreas de distribución de alta tensión de Hidroeléctrica de Cantábrico, S.A.. Además las cadenas de aisladores compuestos se recomiendan expresamente para todas las líneas aéreas de alta tensión en, las zonas sometidas a roturas de aisladores por actos vandálicos, el mantenimiento de líneas, y en ambientes sometidos a un fuerte grado de contaminación, como también para el aislamiento integral de líneas aéreas para tensiones  $\geq 200$  kV, etc.

Para la unión con el apoyo y conductor de línea, dispondrá en sus extremos de armaduras externas para el acoplamiento con distintos herrajes convenientes normalizados que completará la cadena de herrajes y aislamiento. Las armaduras en los extremos del bastón de aislamiento se ajustará a lo indicado en norma UNE-EN 61466-1:1998 y UNE-EN 61466-2:1999. Para el resto de herrajes para la formación completa de la cadena y elementos protectores (descargadores o aros protectores de tensión) se utilizarán los adecuados, de acuerdo con la ET/5040 "HERRAJES PARA LA FORMACIÓN DE CADENAS EN LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS DE ALTA TENSIÓN".

La presente norma en su generalidad (definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación) se basa en la norma UNE 21909/1M:1998, equivalente a la CEI 1109:1992, la cual establece definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación de los aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de tensión nominal superior a 1

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

kV. También la presente Norma recoge directrices de la norma de Iberdrola NI 48.08.01:1996.

### **3.- Desarrollo Metodológico**

#### **3.1.- DEFINICIONES**

Por considerarlas de interés se recogen las siguientes de la UNE 21909/1M:1998.

- **Aislador compuesto:** Un aislador compuesto está constituido de al menos dos partes aislantes, a saber un núcleo y su revestimiento exterior equipado con herrajes metálicos.

Por ejemplo los aisladores compuestos pueden estar constituidos de campanas individuales fijadas sobre el núcleo, con o sin funda intermedia; o bien, el revestimiento puede ser directamente moldeado o colado en una sola o en varias piezas sobre el núcleo.

**En esta norma se opta por el moldeado o colado en una sola o en varias piezas sobre el núcleo.**

- **Núcleo de un aislador compuesto:** El núcleo es la parte aislante interna de un aislador compuesto; está estudiado para asegurar las características de resistencia mecánica. Normalmente está constituido por fibras de vidrio, que habitualmente se disponen en una matriz a base de resina de forma que se obtenga la resistencia máxima a la tracción.
- **Revestimiento y campanas de un aislador compuesto:** El revestimiento es la parte exterior aislante del aislamiento que asegura la línea de fuga necesaria y protege el núcleo de la intemperie. Una funda intermedia realizada en material aislante forma parte del revestimiento. Una campana es una parte del revestimiento en proyección que tiene por fin aumentar la línea de fuga. Las campanas pueden llevar o no nervios.
- **Interfases de un aislador compuesto:** Una interfase es la superficie de contacto entre los diversos materiales y partes diferentes del aislador compuesto. Hay varias interfases en los aisladores compuestos, por ejemplo: entre las fibras de vidrio y la resina de impregnación; entre partículas de carga y polímero; entre el núcleo y revestimiento: Entre las diversas partes del revestimiento (entre campanas, o entre fundas y campanas); entre revestimiento, núcleo y herrajes metálicos.

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

- **Herrajes metálicos de un aislador compuesto:** Un herraje metálico es un dispositivo que forma parte de un aislador compuesto que sirve para fijar éste a una estructura, a un conductor, a una parte de un equipo o a otro aislador.
- **Camino conductor:** El camino conductor es la degradación irreversible, por formación de surcos que aparecen y se desarrollan en la superficie de un material aislante. Estos surcos son conductores, incluso en seco. El camino conductor puede producirse en superficies en contacto con el aire y también en las interfaces entre materiales aislantes diferentes.
- **Arborescencia:** La arborescencia es la degradación irreversible, que consisten la formación de micro-canales en el interior del material, los cuales pueden ser conductores y no conductores. Estos micro-canales pueden extenderse progresivamente en profundidad en el material hasta la perforación eléctrica de este.
- **Erosión:** La erosión es la degradación irreversible y no conductor, que puede producirse en la superficie del aislador, por pérdida del material. Puede ser uniforme, localizada o arborescente.
- **Enharinado:** El enharinado es la aparición de partículas de la carga del material de revestimiento que forman una superficie rugosa o polvorienta.
- **Cuarreamiento:** El cuarreamiento está formado por microfisuras superficiales, de profundidad 0,01 mm a 0,1 mm.
- **Agrietamiento:** Un agrietamiento es toda fractura superficial con profundidad superior a 0,1 mm.
- **Fenómenos de hidrólisis:** Fenómenos de hidrólisis, debidos a la penetración de agua en estado líquido o en forma de vapor pueden tener lugar en los materiales de un aislador compuesto, lo que puede conducir a una degradación eléctrica y/o mecánica.
- **Carga mecánica especificada (C.M.E.):** La C.M.E. representa el valor máximo de la carga de rotura a la cual puede estar sometido el aislador en su vida útil. Es la carga especificada por el fabricante, que es utilizada para los ensayos mecánicos de esta Norma.

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

### **3.2.- CARACTERÍSTICAS**

#### **3.2.1.- Diseño**

El aislador compuesto que se trata en esta norma está constituido, básicamente, por un núcleo resistente dieléctrico, protegido por un revestimiento polimérico. Alrededor del núcleo se moldearán una serie de aletas o platos que asegurarán la línea de fuga especificada. También y en función de la tensión asignada mantendrá el nivel de aislamiento correspondiente a las tensiones soportadas referidas, más adelante, en la tabla II. Los extremos del aislador dispondrá de armaduras metálicas solidarias con el núcleo, cuyo conjunto, así formado, soportará las cargas mecánicas designadas para cada tipo.

**La unión de las armaduras con la varilla central o núcleo (sin revestimiento polimérico) deberá ser hermética**, de forma que impida la entrada de humedad o contaminación. Además deberá tener una disposición tal que ejerza una fuerza de compresión sobre la varilla central asegurando una unión firme de ésta con los herrajes, sin atentar contra su resistencia mecánica. Se deberá dar una descripción detallada y justificada de la forma empleada en la fijación de los herrajes de los extremos a la varilla central o núcleo.

##### **3.2.1.1.- Armaduras metálicas**

Los aisladores, con las aletas dispuestas en posición de servicio (de no decirse lo contrario la posición de referencia de los elementos componentes será la vertical y la inclinación de la campana, de tenerla, que favorezca la caída de agua), llevarán las armaduras metálicas galvanizadas (conforme se recoge en la normativa general de herrajes para las líneas aéreas AT, UNE-EN 61284:1999, referencia de la ET/5040) para el acoplamiento y unión al apoyo y al conductor de línea, de acuerdo con lo indicado en la norma UNE-EN 61466-1:1997.

Estos herrajes serán solidarios con el núcleo y se fabricarán haciendo coincidir las secciones representadas en la figura 1 con sus respectivos ejes longitudinales. Se atenderán a las características con valores mínimos de los aisladores compuestos de los que formen conjunto y que son:

- Carga mecánica especificada (CME)
- Acoplamientos normalizados

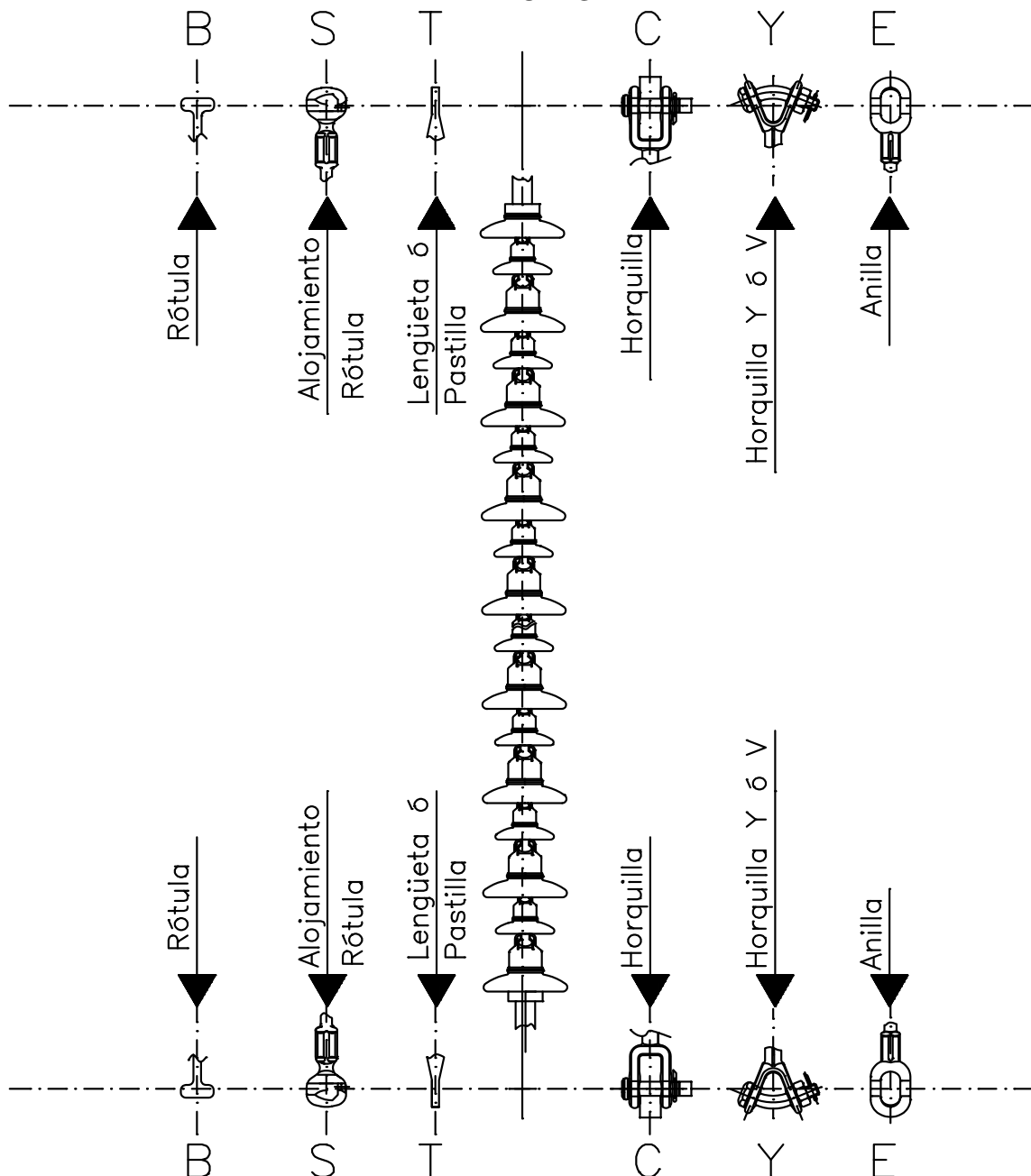
## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

La UNE-EN 61466-1:1997 citada incluye nueve niveles de cargas mecánicas especificadas (CME) previstas para ser utilizadas con diez tipos diferentes de acoplamientos. En la presente norma se tomarán los nueve niveles de CME combinándolos con seis familias de elementos de unión, una por elemento, conforme a lo dictado en las Normas siguientes:

- UNE 21009: 1989 para el acoplamiento tipo rótula y alojamiento de rótula.
- UNE 21128: 1980 para el acoplamiento tipo lengüeta y horquilla.
- Anexo C de la norma UNE-EN 61466-1:1997 para el acoplamiento tipo horquilla en Y (en la ET/5040 se identifica como V siguiendo el criterio de los fabricantes).
- Anexo D de la norma UNE-EN 61466-1:1997 para el acoplamiento tipo anilla.

En la figura 1 se recoge el aislador compuesto en posición vertical normal, definida al principio de este apartado, con los seis tipos de diferentes acoplamientos, situados por encima y por debajo del aislador, para conformar cadenas según combinaciones distintas según la utilización que se pretenda.

**El aislador se denomina por las siglas CS, seguido por la CME y por las letras: B, S, T, C, Y, o E o de una combinación de dos de estas letras, que indican él o los acoplamientos de tipo rótula, alojamiento de rótula, lengüeta, horquilla, horquilla en Y o anilla, como se verá en su conjunto en el capítulo 4 y gráficamente se muestra en la figura 1. Para detalle de los acoplamientos se verán en las normas correspondientes referidas.**

**Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT****CADENAS DE COMPOSITE****ARMADURAS**

## Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT

**Figura 1**

Cuando se usan combinaciones de acoplamiento, la primera letra siempre expresará el acoplamiento extremo superior del aislador. En el caso de un perfil simétrico de las campanas sería aceptable cualquier orden de las letras.

Los valores de las CME para cadenas de aisladores compuestos, junto con los tamaños de acoplamiento correspondientes se dan en la tabla I.

**TABLA I**

| Denominación | Carga mecánica específica (CME) | Rótula y alojamiento de rótula según CEI: 1984 | Horquilla y lengüeta según CEI: 1977 | Horquilla en Y ó V según anexo C (UNE-EN 61466-1) | Anilla según anexo D (UNE-EN 61466-1) |
|--------------|---------------------------------|--|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| CS 40        | 40                              | 11   | -                                    | -   | -                                     |
| CS 70        | 70                              | 16   | 13L                                  | 16  | 17                                    |
| CS 100       | 100                             | 16   | 16L                                  | 19  | 24                                    |
| CS 120       | 120                             | 16   | 16L                                  | 19  | 24                                    |
| CS 160       | 160                             | 20   | 19L                                  | 22  | 25                                    |
| CS 210       | 210                             | 20   | 22L                                  | 22  | 25                                    |
| CS 300       | 300                             | 24   | 25L                                  | -   | -                                     |
| CS 400       | 400                             | 28   | 28L                                  | -   | -                                     |
| CS 530       | 530                             | 32   | 32L                                  | -   | -                                     |

Para su utilización en línea, como ya se ha indicado, será necesario incorporar herrajes para la formación completa de las cadenas. Se completará, según sea la combinación escogida para el aislador compuesto del tipo de acoplamiento utilizado, con los herrajes normalizados referidos en la ET/5040, recomendándose usar los herrajes complementarios de las formaciones de cadenas reseñadas tanto en el Proyecto Tipo para Líneas de Distribución como en los Anexos de la ET/5040 para líneas de tensión superior.

### 3.2.2.- Niveles de aislamiento

Las tensiones eléctricas soportadas, en función de la tensión asignada de la red, se reflejan en la tabla II que responden a los valores mínimos prescritos en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión y son de obligado cumplimiento y que por tanto se imponen a los valores inferiores alternativos para



**Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

esas tensiones asignadas, no coincidentes con las del Rgto. citado, que se reflejan en la **UNE-EN 60071-1:2006**.

**TABLA II****NIVELES DE AISLAMIENTO**

| <b>Categoría de línea</b> | <b>Tensión Asignada (kV)</b> | <b>Tensión más elevada (kV)</b> | <b>Tensión de ensayo al choque (kV, cresta)</b> | <b>Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV, eficaces)</b> |                       |     |
|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|---|---|-----------------------|-----|
| 3 <sup>a</sup>            | 20                           | 24                              | 125   | 50  |                       |     |
| 2 <sup>a</sup>            | 27                           | 30                              | 148   | 60  |                       |     |
|                           | 50                           | 57                              | 268   | 106   |                       |     |
| 1 <sup>a</sup>            | 132                          | 145                             | Neutro<br>a<br>tierra                           | 550   | Neutro<br>a<br>tierra | 230 |
|                           | 220                          | 245                             |   | 900   |                       | 395 |
|                           | 380                          | 420                             |   | 1550  |                       | 680 |

**3.2.3.- Material****3.2.3.1- Núcleo o varilla**

Normalmente estará constituido por fibra de vidrio impregnado de resina termoendurecida, que asegure el aislamiento y soporte los esfuerzos mecánicos producidos por los conductores de la línea. Para ello, la unión entre la fibra de vidrio y la resina, para la formación de la varilla, debe realizarse a través de un proceso continuo que garantice la uniformidad de las fibras y la hermeticidad, y se evite la formación de burbujas de aire.

**3.2.3.2.- Revestimiento y aletas**

El revestimiento del núcleo o varilla central y las aletas se escogerán, de los materiales variados que se indican en la norma UNE 21909/1M:1998, escogiendo:

- Para cualquier tipo de aislador compuesto y niveles de polución (I, II y III): **goma silicona HTV**.

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

Las aletas tendrán una pendiente y superficie tal que permitan que las gotas de lluvia rueden fácilmente y remuevan la contaminación acumulada.

Las uniones varilla-revestimiento-aletas, deberán poseer excelentes propiedades de elongación, de modo que no sufran tensiones entre los cambios de temperatura y los esfuerzos mecánicos, además garantizarán un sello hermético entre la varilla central y las aletas.

En el caso de que el aislamiento de las aletas no sea inyectado en una sola pieza, se garantizará mediante pruebas de fábrica o certificados oficiales contrastados que las aletas no se deslicen ni se produzcan problemas eléctricos.

### **3.3.- DESIGNACIÓN**

Los aisladores compuestos utilizados en líneas se denominarán como sigue:

- **CS:** Proviene de la denominación inglesa, correspondiendo la letra C de composite su traducción es compuesto y **S** de string que significa cadena.
- **40, 70, 100,.....:** número que indica la carga mecánica especificada en kn.
- **:** Espacios en blanco para las letras representativas de los acoplamientos tipo, de acuerdo con el apartado **3.1.1**, que se escojan según la utilización dada. **Por el momento no se recomienda un tipo de acoplamiento dado, dejando libre elección previo acuerdo con el fabricante.**
- Dos números separados por una barra de fracción, indican la tensión mínima reglamentada soportada a impulso tipo rayo y la línea de fuga mínima.

**EJEMPLO: SC70 S16B16 125/480.** Indica aislador compuesto con una CME igual a 70 kN, un acoplamiento de alojamiento de rótula de acuerdo con UNE-EN 21009:1989, tamaño 16, para el extremo superior y un acoplamiento de rótula de acuerdo con la anterior Norma, tamaño 16, en el otro extremo, y valores mínimos de 125 kV para la tensión tipo rayo y 480 mm de línea de fuga correspondiente al nivel de polución establecido I y II.

### **3.4.- MARCAS**

Los aisladores compuestos llevarán, en caracteres legibles e indelebles, las siguientes marcas:

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

- Marca del fabricante
- Carga mecánica especificada (CME) en kN
- Fecha de fabricación (mes y año)
- Referencia de cada uno de los componentes.

### **3.5.- TIPOS NORMALIZADOS Y DIMENSIONES**

Los aisladores compuestos normalizados son los que se indican en la tabla III. Se escogieron aquellos de características equivalentes a las formaciones de cadena formadas por los aisladores de vidrio de caperuza y vástago, para los niveles de polución I, II y III que se indican en la tabla V de la norma ET/5039. Por simplificación se unifican las cadenas de aislamiento en cuanto a niveles de polución I y II aplicándoles el valor de este último.

En los extremos del bastón de aislamiento compuesto, se instalará las armaduras tipo estándar bien únicas o combinadas según convenga a la disposición para la formación de la cadena de aislamiento, tal como ya se ha planteado.

## Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT

**TABLA III**
**TIPOS NORMALIZADOS**

| Designación (Cadenas) |             | Nivel de polución UNE-EN CEI 815(1) | Carga de rotura ** daN | Norma de alojamiento UNE 21009 y UNE-EN 61466-1 | Nivel de tensión kV | Línea de fuga mínima mm | Longitud total máxima * (tol. +4 cm) (L) mm | Peso aprox. Kg. |
|-----------------------|-------------|-------------------------------------|------------------------|---|---------------------|-------------------------|---|-----------------|
| N31E3                 | N31E2       |                                     |                        |   |                     |                         |   |                 |
| CS40 ..               | 4 x U40 BS  | I y II                              | 4000                   | 11  | 20                  | 480                     | 440   | 1,5             |
| CS40 ..               | 4 x U40 BS  |                                     | 4000                   |   | 27                  | 600                     | 440   | 2,0             |
| CS70 ..               | 3 x U70 BS  |                                     | 7000                   | 16  | 20                  | 480                     | 381   | 1,5             |
| CS70 ..               | 3 x U70 BS  |                                     | 7000                   |   | 27                  | 600                     | 381   | 2,0             |
| CS70 ..               | 5 x U70 BS  |                                     | 7000                   |   | 50                  | 1140                    | 635   | 3,0             |
| CS70 ..               | 11 x U70 BS |                                     | 7000                   |   | 132                 | 2900                    | 1397  | 5,0             |
| CS100 ..              | 3 x U100 BS |                                     | 10000                  |   | 20                  | 480                     | 381   | 1,5             |
| CS100 ..              | 3 x U100 BS |                                     | 10000                  |   | 27                  | 600                     | 381   | 2,0             |
| CS100 ..              | 5 x U100 BS |                                     | 10000                  |   | 50                  | 1140                    | 635   | 3,0             |
| CS100 ..              | 11 x U100   |                                     | 10000                  |   | 132                 | 2900                    | 1397  | 5,0             |
| CS120 ..              | 5 x U120 BS |                                     | 12000                  |   | 50                  | 1140                    | 730   | 3,0             |
| CS120 ..              | 11 x U120   |                                     | 12000                  |   | 132                 | 2900                    | 1606  | 5,0             |
| CS120 ..              | 13 x U120P  |                                     | 12000                  | 220   | 4900                | 1898                    | 9,0   |                 |
| CS160 ..              | 10 x U160   |                                     | 16000                  | 20  | 132                 | 2900                    | 1460  | 5,0             |
| CS160 ..              | 15 x U160   |                                     | 16000                  |   | 220                 | 4900                    | 2550  | 9,0             |
| CS160 ..              | 24 x U160   |                                     | 16000                  |   | 380                 | 8400                    | 4080  | 15,0            |
| CS210 ..              | -           |                                     | 21000                  |   | 132                 | 2900                    | -   | -               |
| CS210 ..              | -           |                                     | 21000                  |   | 220                 | 4900                    | -   | -               |
| CS210 ..              | -           |                                     | 21000                  |   | 380                 | 8400                    | -   | -               |
| CS300 ..              | -           |                                     | 30000                  | 24 (2)  | 132                 | 2900                    | -   | -               |
| CS300 ..              | -           |                                     | 30000                  |   | 220                 | 4900                    | -   | -               |
| CS300 ..              | -           |                                     | 30000                  |   | 380                 | 8400                    | -   | -               |
| CS400 ..              | -           |                                     | 40000                  | 28 (2)  | 132                 | 2900                    | -   | -               |
| CS400 ..              | -           |                                     | 40000                  |   | 220                 | 4900                    | -   | -               |
| CS400 ..              | -           |                                     | 40000                  |   | 380                 | 8400                    | -   | -               |
| CS530 ..              | -           |                                     | 53000                  | 32 (2)  | 132                 | 2900                    | -   | -               |
| CS530 ..              | -           |                                     | 53000                  |   | 220                 | 4900                    | -   | -               |
| CS530 ..              | -           |                                     | 53000                  |   | 380                 | 8400                    | -   | -               |

## Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT

(1) Contenida y complementaria a la UNE-EN 60071-2:2006

\* Corresponden a las longitudes de las cadenas de aislamiento convencionales equivalentes (ET/5039).

\*\* Tales valores se corresponden con los C.M.E. (Carga Mecánica Especificada)

(2) Uniones no requeridas para los aisladores de vidrio de caperuza y vástago, por lo que de utilizar este aislador compuesto de tales características los herrajes de unión serán distintos a los de la ET/5040, estos se escogerán de los correspondientes por catálogo de los Fabricantes Certificados (N31E17F)

NOTA.- En las signaturas el espacio intermedio es para el acoplamiento, como se indicó en DESIGNACION

CONTINÚA TABLA III

TABLA III

TIPOS NORMALIZADOS

(CONTINUACIÓN)

| Designación (Cadenas) |            | Nivel de polución UNE-EN CEI 815(1) | Carga de rotura ** daN | Norma de alojamiento UNE 21009 y UNE-EN 61466-1 | Nivel de tensión kV | Línea de fuga mínima mm | Longitud total máxima * (tol. +4 m) (L) mm | Peso aprox. Kg. |
|-----------------------|------------|-------------------------------------|------------------------|---|---------------------|-------------------------|--|-----------------|
| N31E3                 | N31E2      |                                     |                        |   |                     |                         |  |                 |
| CS40 .. 125/696       | -          | III                                 | 4000                   | 11  | 20                  | 696                     | 508  | 1,5             |
| CS40 .. 148/870       | -          |                                     | 4000                   |   | 27                  | 870                     | 508  | 2,0             |
| CS70 .. 125/696       | 4 x U70 BS |                                     | 7000                   | 16  | 20                  | 696                     | 508  | 1,5             |
| CS70 .. 148/870       | 4 x U70 BS |                                     | 7000                   |   | 27                  | 870                     | 508  | 2,0             |
| CS70 ..               | 7 x U70 BS |                                     | 7000                   |   | 50                  | 1653                    | 889  | 4,0             |
| CS70 ..               | -          |                                     | 7000                   |   | 132                 | 4205                    | 1397                                       | 7,0             |
| CS100 ..              | 4 x U100   |                                     | 10000                  |   | 20                  | 696                     | 508  | 1,5             |
| CS100 ..              | 4 x U100   |                                     | 10000                  |   | 27                  | 870                     | 508  | 2,0             |
| CS100 ..              | 5 x U100P  |                                     | 10000                  |   | 50                  | 1653                    | 635  | 4,0             |

## Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT

|          |            |       |        |     |       |      |      |
|----------|------------|-------|--------|-----|-------|------|------|
| CS100 .. | 11 x U100P | 10000 |        | 132 | 4205  | 1397 | 7,0  |
| CS120 .. | 5 x U120P  | 12000 |        | 50  | 1653  | 730  | 4,0  |
| CS120 .. | 11 x U120P | 12000 |        | 132 | 4205  | 1606 | 7,0  |
| CS120 .. | 19 x U120P | 12000 |        | 220 | 7105  | 2794 | 11,0 |
| CS160 .. | 15 x U160  | 16000 | 20     | 132 | 4205  | 2190 | 7,0  |
| CS160 .. | 14 x U160P | 16000 |        | 220 | 7105  | 2380 | 12,0 |
| CS160 .. | 24 x U160P | 16000 |        | 380 | 12180 | 4080 | 17,0 |
| CS210 .. | -          | 21000 | 20     | 132 | 4205  | -    | -    |
| CS210 .. | -          | 21000 |        | 220 | 7105  | -    | -    |
| CS210 .. | -          | 21000 |        | 380 | 12180 | -    | -    |
| CS300 .. | -          | 30000 | 24 (2) | 132 | 4205  | -    | -    |
| CS300 .. | -          | 30000 |        | 220 | 7105  | -    | -    |
| CS300 .. | -          | 30000 |        | 380 | 12180 | -    | -    |
| CS400 .. | -          | 40000 | 28 (2) | 132 | 4205  | -    | -    |
| CS400 .. | -          | 40000 |        | 220 | 7105  | -    | -    |
| CS400 .. | -          | 40000 |        | 380 | 12180 | -    | -    |
| CS530 .. | -          | 53000 | 32 (2) | 132 | 4205  | -    | -    |
| CS530 .. | -          | 53000 |        | 220 | 7105  | -    | -    |
| CS530 .. | -          | 53000 |        | 380 | 12180 | -    | -    |

(1) Contenida y complementaria a la UNE-EN 60071-2:2006

\* Corresponden a las longitudes de las cadenas convencionales equivalentes (ET/5039).

\*\* Tales valores se corresponden con los C.M.E. (Carga Mecánica Especificada)

(2) Uniones no requeridas para los aisladores de vidrio de caperuza y vástago, por lo que de utilizar este aislador compuesto de tales características los herrajes de unión serán distintos a los de la ET/5040, estos se escogerán de los correspondientes por catálogo de los Fabricantes Certificados (N31E17F)

NOTA.- En las firmas el espacio intermedio es para el acoplamiento, como se indicó en DESIGNACION

Los valores tomados para la línea de fuga, según los niveles de contaminación establecidos y a las tensiones más elevadas de línea correspondientes a las nominales fijadas, son los mismos utilizados en la ET/5039 sobre "AISLADORES DE CADENA DEL TIPO CAPERUZA Y VASTAGO", que para mayor claridad y manejo se repiten a continuación:

- **Nivel II (ligero)**= 20 mm/kV entre fases

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

- **Nivel III (fuerte)**= 29 mm/kV entre fases

Aplicables estos valores a las tensiones más elevadas de línea correspondientes a las asignadas fijadas.

Aunque el criterio a seguir en cuanto a la determinación a la línea de fuga es el expuesto por el momento, se recoge por su interés y para la reflexión (la que justifica el considerar por nuestra parte para zonas de nivel I tomar el valor del nivel II) las consideraciones que sobre este particular hace la UNE-EN 61466-2:1998 en su ANEXO A, cuando se trata de aplicarlo a los aisladores compuestos como es el caso:

**“La experiencia hasta el momento indica que esta línea de fuga específica es satisfactoria para zonas donde la actuación de la contaminación no se considera un factor crítico. El usuario necesitará considerar cualquier cambio de la línea de fuga (aumento o disminución) necesario para asegurar un adecuado funcionamiento para las condiciones ambientales encontradas en cada zona de aplicación (p.e. nivel de contaminación, tiempo de exposición, condiciones de humedad, etc.).**

En el momento de aplicación de esta Norma, no había información suficiente disponible para facilitar una guía de líneas de fuga específicas y diferentes recubrimientos del material adecuado para los aisladores compuestos, de forma que en diferentes condiciones ambientales se asegure un comportamiento satisfactorio. Este trabajo se está llevando por el CIGRE con el objetivo de incluir sus recomendaciones en una futura revisión de la norma CEI 815.

La guía actualmente disponible en la norma CEI 815, tanto para la línea de fuga específica como para parámetros de contorno, está específicamente dirigida a la aplicación de aisladores de vidrio y cerámicos por lo que no se debía usar para definir directamente los criterios de diseño de aisladores compuestos.”

### **3.6.- ENSAYOS**

Los aisladores compuestos de acuerdo con las prescripciones sobre características y detalles constructivos de conjunto, materiales y detalles constructivos aquí definidos deberán satisfacer los ensayos especificados en la norma UNE 21909/1M:1998, que se clasifican en cuatro modalidades:

- **Ensayos de diseño:** Demuestran la adecuación del diseño de los materiales y del método de construcción.

## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

- **Ensayos de tipo:** Verifican las principales características de un aislador compuesto, que dependen principalmente de su forma y de su tamaño.
- **Ensayos de muestreo:** Llevar a cabo otras características de los aisladores compuesto, incluidas las que dependen de la calidad de fabricación y de los materiales utilizados
- **Ensayos individuales:** Tiene por fin eliminar los aisladores compuestos que tengan defectos de fabricación

Como ensayos de tipo se exigirán, además, los siguientes requisitos:

### **3.6.1.- Resistencia a las radiaciones ultravioleta**

Se aplicará el ensayo apropiado sancionado, con indicación previa de su identificación, que compruebe el buen comportamiento del material ante los rayos ultravioleta (UVA).

### **3.6.2.- Ensayo de torsión**

En teoría dada la utilización de estos aisladores que en su ensamble deben permitir una rotación total libre, la norma de referencia citada por las razones expuestas no establece ningún ensayo a torsión. No obstante por cuestiones prácticas y dadas situaciones posibles límites, pueden presentarse efectos de torsión por lo que se especifica que deban incorporar como ensayo tipo el que se describe a continuación (exigido por Iberdrola).

Este ensayo mide el comportamiento del núcleo y su unión con las armaduras ante la manifestación de un giro sobre su propio eje longitudinal. El ensayo se realizará con el siguiente método operativo:

Un extremo del aislador (armadura) se dispondrá simulando un empotramiento perfecto y se someterá al aislador a un esfuerzo de tracción del 60 % de su carga de rotura tras lo cual, se efectuarán las marcas oportunas para la comprobación del deslizamiento.

En esta situación del aislador, se aplicará sobre su extremo no empotrado un momento de torsión que, de forma gradual y a velocidad constante, alcanzará los valores del 70 % y 100%, para un mínimo especificado de, 6 daN x m, aplicable hasta el CS70, 9 daN x m para los CS100 y CS120 y de 12 daN x m para el CS160 al 530, durante un tiempo no inferior a un minuto ni superior a 90 segundos, la carga alcanzada. Finalmente se descargará al aislador de todo esfuerzo mecánico.



## **Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

Concluido el ensayo, se observará que no se ha producido deslizamiento ni rotura alguna, tanto en el núcleo como en los herrajes.

### **3.6.3.- Otros ensayos no recogidos en la Norma**

En la introducción de la UNE 21909 se reseñan aspectos externos que pueden acelerar el envejecimiento del revestimiento del aislador y también manifestaciones inadecuadas del comportamiento que se dan en algunos fabricados de los materiales que pueden ser motivo de un fallo inminente y en la que no se fija el método de ensayo. Por su interés y que será utilizado y comentado, en tanto no se oficialice mediante procedimiento, con el fabricante en su recepción, se hace de modo breve una pequeña descripción dejando su desarrollo para la referida Norma.

- Ensayos de contaminación según la norma UNE-EN 60507: no se encuentran en la Norma de referencia. Además la aparición de otros factores como una fuerte radiación solar, e inversiones térmicas frecuentes con condensaciones pueden influenciar en el envejecimiento del revestimiento del aislador.
- No se ha juzgado útil especificar un ensayo de arco de potencia con carácter obligatorio dado que los parámetros de ensayo son múltiples según la configuración de la red y la concepción de los dispositivos de protección contra arcos. No obstante un procedimiento de ensayo normalizado de arcos se encuentra en estudio.
- Algunos tipos de herrajes metálicos están sujetos a un cierto deslizamiento entre las partes metálicas y el núcleo cuando están sometidas a una carga de tracción. Un ensayo apropiado para controlar el deslizamiento y sus posibles consecuencias, como agrietamientos o separaciones entre los herrajes metálicos y el revestimiento, está en estudio.
- Un ensayo apropiado de inflamabilidad no ha llegado todavía a especificarse.
- El fenómeno de rotura frágil, observado hasta ahora en un número limitado de aisladores de diseño particular, es aún objeto de investigaciones hechas por la CIGRE.
- No incluye tampoco ensayos de perturbaciones radioeléctricas. Solamente para información se puede tomar como referencia la norma UNE-EN 60437:1999.

**Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT****3.7.- DOCUMENTACIÓN PARA CONSULTA**

|                      |   |
|----------------------|---|
|                      | "REGLAMENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS DE ALTA TENSION"  |
| UNE-EN 60433:1999    | "CARACTERISTICAS DE LOS ELEMENTOS DE CADENAS DE AISLADORES TIPO BASTON"   |
| UNE-EN 61466-1:1998  | "ELEMENTOS DE CADENAS DE AISLADORES COMPUESTOS PARA LINEAS AEREAS DE TENSION NOMINAL SUPERIOR A 1 kV. CLASES MECANICAS Y ACOPLAMIENTOS NORMALIZADOS"                              |
| UNE-EN 61466-2:1999  | "ELEMENTOS DE CADENAS DE AISLADORES COMPUESTOS PARA LINEAS AEREAS DE TENSION NOMINAL SUPERIOR A 1 kV. CARACTERISTICAS DIMENSIONALES Y ELECTRICAS". EQUIVALENTE A LA CEI 1109:1992 |
| UNE-EN 21909/1M:1998 | "AISLADORES COMPUESTOS DESTINADOS A LAS LINEAS AEREAS DE CORRIENTE ALTERNA DE TENSION NOMINAL SUPERIOR A 1.000 V. DEFINICIONES, METODOS DE ENSAYO Y CRITERIOS DE ACEPTACION"      |
| NI 48.08.01:1996     | "AISLADORES DE COMPOSITE PARA CADENAS DE LINEAS AEREAS DE ALTA TENSION"   |
| UNE-EN 61284:1999    | "LINEAS ELECTRICAS AEREAS. REQUISITOS Y ENSAYO PARA HERRAJES"   |
| UNE 21009:1989       | "MEDIDAS DE LOS ACOPLAMIENTOS PARA ROTULA Y ALOJAMIENTO DE ROTULA DE LOS ELEMENTOS DE CADENAS DE AISLADORES"  |
| UNE 21128:1980       | "DIMENSIONES DE LOS ACOPLAMIENTOS CON HORQUILLA Y LENGÜETA DE LOS ELEMENTOS DE LAS CADENAS DE AISLADORES"   |
| CEI 120:1984         | "MEDIDA DE LOS ACOPLAMIENTOS PARA ROTULA Y ALOJAMIENTO DE ROTULA DE LOS ELEMENTOS DE CADENAS DE AISLADORES"   |

**Aisladores de composite para cadenas de aislamiento de líneas aéreas AT**

|                     |  |
|---------------------|--|
| CEI 471:1977        | “DIMENSIONES DE LOS ACOPLAMIENTOS CON HORQUILLA Y LENGÜETA DE LOS ELEMENTOS DE LAS CADENAS DE AISLADORES”        |
| UNE-EN 60071-1:2006 | "COORDINACION DE AISLAMIENTO. DEFINICIONES, PRINCIPIOS Y REGLAS"   |
| CEI 815:1986        | “GUIA PARA LA SELECCIÓN DE AISLADORES CON RESPECTO A CONDICIONES DE CONTAMINACION”                               |
| UNE-EN 60071-2:2006 | “COORDINACION DE AISLAMIENTO. GUIA DE APLICACIÓN”  |
| UNE-EN 60507:1995   | “ENSAYOS DE CONTAMINACION ARTIFICIAL DE AISLADORES PARA LA ALTA TENSION DESTINADOS A REDES DE CORRIENTE ALTERNA” |
| UNE-EN 60437:1999   | “ENSAYO DE PERTURBACIONES ELECTRICAS DE AISLADORES PARA ALTA TENSION”  |