

INDICE

1	OBJETO	3
2	CAMPO DE APLICACIÓN	3
3	DEFINICIONES.....	3
3.1	Armado (Cruceta)	3
3.2	Brazo (Semicruceta).....	3
3.3	Hipótesis de carga	3
3.4	Carga de trabajo	3
3.5	Carga mecánica individual (C.M.I.).....	3
3.6	Esfuerzos aplicados, vertical (v), Longitudinal (l) y Transversal (f)	4
3.7	Carga mecánica especificada (C.M.E.)	4
3.8	Carga de rotura.....	4
3.9	Disposición de los conductores	4
3.9.1	Configuración	4
3.9.1.1	Configuración en triángulo o tresbolillo.....	4
3.9.1.2	Configuración vertical.....	4
4	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES	5
4.1	Características eléctricas	5
4.2	Características mecánicas	6
4.2.1	Casos de carga.....	6
4.3	Diseño	6
4.4	Sistema de sujeción al apoyo.....	9
4.4.1	Apoyos	9
5	PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN	10
6	MARCADO	11
7	ENSAYOS.....	11
7.1	Ensayos de diseño.....	11

ÁMBITO:
DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
GRUPO ENDESA

EDITADA EN: JUNIO 2000
REVISADA EN:

APROBADA POR:



DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN



**Grupo
Endesa**

DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
Dirección de Explotación

**NORMA GE AND 014
BRAZOS AISLANTES
COMPUESTOS PARA LÍNEAS
AÉREAS DE AT HASTA 30 kV**

AND01400.DOC

1ª Edición
Junio 2000

Hoja 2 de 13

7.2	Ensayos de Tipo.....	12
7.3	Ensayos Individuales	12
7.4	Ensayos de Recepción	12
8	CONDICIONES DEL SUMINISTRO.....	12
9	NORMAS DE REFERENCIA	13

ÁMBITO:

**DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN
GRUPO ENDESA**

APROBADA POR:

EDITADA EN: **JUNIO 2000**

REVISADA EN:

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN

1 OBJETO

La presente Norma tiene por objeto definir las características y los ensayos que deberán cumplir los Brazos Aislantes de compuestos (polímeros) para Líneas Aéreas de Alta Tensión hasta 36 kV.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Los Brazos Aislantes objeto de esta Norma, se utilizarán para soportar los conductores de las Líneas Aéreas de Distribución de energía eléctrica, en apoyos de alineación y de ángulo.

3 DEFINICIONES

3.1 Armado (Cruceta)

Conjunto de Brazos Aislantes destinado a colocarse en la parte superior de un apoyo y cuya función es sostener los conductores de la línea.

3.2 Brazo (Semicruceta)

Brazo Aislante destinado a sustentar un solo conductor.

3.3 Hipótesis de carga

Conjunto de esfuerzos establecidos por norma o reglamento que deben tenerse en cuenta en el cálculo de un Brazo Aislante o de un armado.

3.4 Carga de trabajo

Esfuerzo que resulta de las distintas hipótesis de carga para la que se diseña el armado. En esta carga no se incluye el coeficiente de seguridad, ni las sobrecargas que afectan a la propia cruceta.

3.5 Carga mecánica individual (C.M.I.)

Es la carga aplicada a todos los Brazos Aislantes, en el curso de los ensayos mecánicos individuales.

3.6 Esfuerzos aplicados, vertical (v), Longitudinal (l) y Transversal (f)

Son las tres componentes vertical, longitudinal y transversal de las cargas de trabajo aplicadas a cada Brazo Aislante en los puntos de sujeción de los conductores en un sistema de ejes ortogonales.

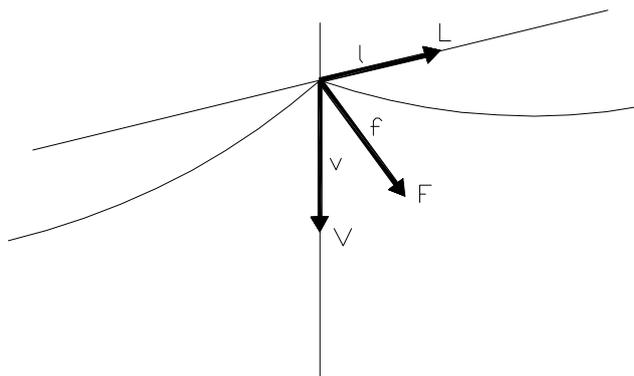


Figura.- 1 Esfuerzos aplicados

3.7 Carga mecánica especificada (C.M.E.)

Es la carga especificada, que se utiliza para los ensayos mecánicos indicados en la presente Norma.

3.8 Carga de rotura

Fuerza que causa el fallo de cualquier elemento del brazo aislante.

3.9 Disposición de los conductores

3.9.1 Configuración

Disposición geométrica de los conductores con respecto al apoyo.

3.9.1.1 Configuración en triángulo o tresbolillo

Disposición en la que los conductores están en los vértices de un triángulo cuya base no está necesariamente en posición horizontal.

3.9.1.2 Configuración vertical

Disposición en la que los conductores se encuentran los tres en un mismo plano vertical y sobre una misma cara del apoyo.

4 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES

Las características eléctricas serán conformes a la Norma UNE 21909 y a las que a continuación se indican.

4.1 Características eléctricas

En la definición de las características eléctricas se consideran dos niveles de tensión más elevada de la red.

- 24 kV (Aplicable a todos los niveles de tensión \leq a 20 kV)
- 36 kV (Aplicable a 25 kV)

En la Tabla 1 se resumen las características eléctricas mínimas de los Brazos Aislantes.

Tabla 1.- Características eléctricas de los Brazos Aislantes

Tensión más elevada de la red	Zona de contaminación	Línea de fuga L_f (mm)	Distancia de arco mín. entre partes activas y tierra (mm)	Nivel de aislamiento mínimo	
				Frecuencia industrial (kV)	Impulso Tipo Rayo (kV)
Hasta 24 kV	Alta	550	270	50	125
	Muy alta	835	350		
>24 kV hasta 36 kV	Alta	835	350	70	170
	Muy alta	1.250	400		

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 ($U/\sqrt{3}$).

Podrán admitirse valores de la línea de fuga inferiores hasta en un menos 3% si bien deberán cumplir las restantes características indicadas en la Tabla 1.

4.2 Características mecánicas

4.2.1 Casos de carga

Se establecen dos Casos de Carga, según se apliquen a los brazos las cargas de forma individualizada (Caso A) o de forma simultánea (Caso B), en sus direcciones posibles.

- **Caso de Carga A.-** Las C.M.E. indicadas en la Tabla 2 se aplicarán en el punto previsto para la fijación de los conductores y en su dirección definida. En ningún caso la flecha será superior al 3% de L (longitud del aislador).
- **Caso de Carga B.-** Se aplicarán simultáneamente las Cargas C.M.E. Longitudinal, Transversal y Vertical, indicados en la Tabla 2, en el punto previsto para la fijación de los conductores. En ningún caso el momento M_{max} (daN · m) soportado será inferior al indicado en la Tabla 2, en que L será la longitud del aislador.

En función de los diferentes Casos de Carga y de los Esfuerzos Aplicados mínimos exigidos, se definen los tipos de brazos indicados en la Tabla 2 que son aplicables a cualquiera de los armados:

Tabla 2.- Tipos de Brazos y Esfuerzos aplicados

Tipo de Brazo	Casos de carga	Momento soportado	Cargas de Trabajo daN			Cargas Mecánicas individuales (C.M.I.) daN			Cargas Límite Especificadas (C.M.E.) daN		
			Vertical	Longitudinal	Transversal	Vertical	Longitudinal	Transversal	Vertical	Longitudinal	Transversal
1	A	630xL	200	--	120	250	--	150	500	--	300
	B		200	45	120	250	56	150	500	112	300
2	A	1000xL	300	--	250	375	--	313	750	--	625
	B		300	115	250	375	144	313	750	288	625

El coeficiente de seguridad respecto de las Cargas de Trabajo será como mínimo igual a 2,5.

4.3 Diseño

Los Brazos Aislantes estarán constituidos por:

- **Placas base para la fijación al apoyo.-** Los Brazos Aislantes irán provistos de una placa base que permitirá fijarlos al apoyo mediante tornillos pasantes M-16 dispuestos sobre el eje del apoyo. La distancia entre ejes de los taladros de fijación será múltiplo de 85 mm. El apoyo, podrá ser de madera, de hormigón o chapa metálica. Se acoplará al apoyo, proporcionando una inclinación del brazo comprendida entre 5 y 12 grados. Podrán utilizarse elementos intermedios para el acoplamiento a los diferentes tipos de apoyos. Las dimensiones de los elementos intermedios o la Placas Base serán en función

de la gama del Brazo Aislante, adaptándose a apoyos de forma circular, poligonal y rectangular. Las dimensiones de los apoyos a los que deben poder acoplarse los brazos se detallan en el Apartado 4.4.1 "Apoyos".

- **Extremidades:** En acero forjado galvanizado en caliente o material aislante, serán solidarias al núcleo mediante compresión sectorial o adhesivo si son de acero y mediante adhesivo si son de material aislante:
 - **Base del elemento aislante.-** Es la parte que está unida sólidamente al elemento aislante, y acopla este a la Placa base mediante una unión desmontable y orientable que permita la rotación sobre su eje en posiciones definidas con desplazamientos de 90 grados.
 - **Cabeza del elemento aislante.-** Es el extremo donde se fija el conductor ya sea directamente sobre acanaladuras apropiadas o mediante elementos de suspensión o de amarre. Deberá poder recibir conductores de aluminio o de cobre.

Será capaz de soportar sin deformaciones apreciables las cargas límite especificadas en cualquiera de las direcciones.

En los brazos Tipo 1 (ver figura 2) la cabeza llevará una acanaladura concéntrica que permitirá apoyar y fijar el conductor mediante retención, de forma que aplicando sobre el conductor las cargas límite (C.M.E.) indicadas en la Tabla 2, no se dañe el material de recubrimiento. El lugar donde se apoye el cable será resistente al desgaste que pueda producir el movimiento del cable. Estos brazos se aplicarán básicamente en armados para alineación.

En los brazos Tipo 2, (ver figura 3) la cabeza será de acero y dispondrá de dos taladros que permitan el paso de un calibre cilíndrico de 22 ± 5 mm separados entre sí como mínimo 35 mm, de modo que puedan introducirse los herrajes de fijación de las grapas, cuyas características se describen en la Norma UNE 21.006 "Herrajes para líneas eléctricas".

- **Núcleo.-** Constituido por un haz de fibras de vidrio dispuestas longitudinalmente, impregnadas con resina termoendurecible, que asegure el aislamiento y soporte los esfuerzos mecánicos producidos por los conductores de la línea. Podrán utilizarse otros compuestos de materiales siempre que cumplan las especificaciones contenidas en la presente Norma y con la aceptación expresa del Grupo ENDESA.
- **Revestimiento y aletas.-** La zona del núcleo comprendida entre las cabezas estará revestido exteriormente por un material compuesto, goma silicona HTV o LSR u otro compuesto que cumpla la presente norma, moldeado directamente sobre el núcleo formando un perfil con aletas, preferentemente de diámetros alternos. El revestimiento cubrirá las interfases entre el núcleo y las cabezas, de modo que se formen uniones laberínticas estancas que no permitan la entrada de humedad ni agentes contaminantes que puedan dañar

el núcleo. La adherencia será tal que sometiendo el recubrimiento a una fuerza de tracción tangencial al núcleo o a las cabezas se produzca antes el desgarro del recubrimiento que el desprendimiento.

En caso de utilizar caucho de silicona sus características serán:

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

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

Indice LOI (Limitating Oxigen Index):

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

- **Interfases.**- Las interfases son las superficies de contacto entre los diferentes materiales, que forman las diferentes partes del Brazo Aislante.

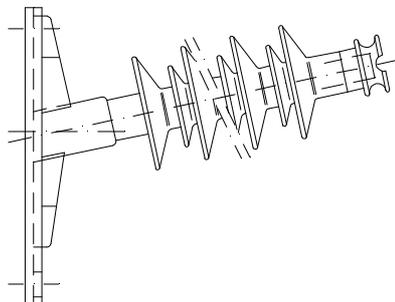


Figura 2 - Brazos tipo 1

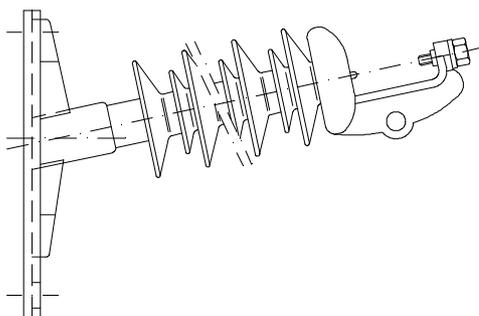


Figura 3 - Brazos tipo 2

Los modelos mostrados en las figuras son solamente indicativos

4.4 Sistema de sujeción al apoyo

4.4.1 Apoyos

Las dimensiones de la cabeza de los apoyos a los que deben fijarse los Brazos Aislantes son las siguientes:

Apoyos de madera (según Norma GE AND003)
Tabla 3.- Dimensiones de apoyos de madera

Apoyo Madera	Diámetro de la cogolla (mm)	Conicidad (mm/m)
Clase V	14,32	11,5
	15,91	11,5

Apoyos de hormigón (según Norma GE AND002)
Tabla 4.- Dimensiones de apoyos de hormigón

Apoyo Hormigón (daN)	Dimensiones de la cabeza (mm)	Conicidad (mm/m)
250	110 x 45	Cara ancha 21 ± 2 Cara estrecha 13 ± 2
450	140 x 200	
800	140 x 200	
1000	170 x 255	
1600	170 x 255	

Apoyos de chapa metálica (según Norma GE AND004)
Tabla 5.- Dimensiones de apoyos de chapa metálica

Apoyo de chapa (daN)	Distancia entre caras (mm)		Conicidad (mm/m)
	A	B	
250	≥ 110	110 + 5	21 ± 4
400 ÷ 630		145 \pm 5	
630 ÷ 1000		200 \pm 5	
1600		200 \pm 5	26 ± 5

5 PROTECCIÓN CONTRA LA CORROSIÓN

Las partes metálicas de los Brazos Aislantes, estarán construidas con materiales que no sean susceptibles a la corrosión, bien sea:

- por su propia naturaleza
- por revestimiento. Si se realiza por galvanización, deberá ajustarse a la norma UNE EN 60383:96

6 MARCADO

Los Brazos Aislantes llevarán, en caracteres legibles e indelebles, las siguientes marcas:

- Marca del fabricante
- Mes y año de fabricación
- Referencia o designación
- Número de fabricación (opcional)

7 ENSAYOS

Todas las referencias de este Capítulo corresponden a los apartados de la Norma UNE 21909 salvo que se especifique lo contrario.

7.1 Ensayos de diseño

Los ensayos de diseño se descomponen en cuatro grupos descritos en los apartados 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4. Se llevarán a cabo una sola vez y sus resultados se consignarán en un protocolo de ensayos. El Brazo Aislante de cada diseño solo será considerado como calificado cuando todos los aisladores o elementos sometidos a prueba hayan satisfecho, en la secuencia prevista, los ensayos de diseño definidos en los apartados anteriormente indicados.

En los diferentes ensayos se tomarán como base los valores de carga C.M.E. o C.M.I. indicados en la Tabla 2 de la presente Norma aplicados según los criterios Casos de Carga indicados en la misma. En la Tabla 6 se detallan los ensayos y los Casos de Carga a aplicar:

Tabla 6.- Casos de Carga a aplicar en los Ensayos de Diseño

Ensayos	Caso de Carga
5.1.1 Elementos de ensayo y ensayos preliminares	A
5.1.3.1 Ensayo de supresión brusca de la carga	B
5.1.3.2 Ensayo termomecánico	B
5.1.3.5 Ensayo carga – tiempo del núcleo ensamblado	A - B

En el ensayo 5.1.3.6 Ensayo de caminos conductores, se considerará que las condiciones ambientales son severas y que el tiempo de duración del ensayo será de 5000 horas.

7.2 Ensayos de Tipo

El fabricante aportará los resultados de los ensayos de Tipo descritos en la Norma UNE 21.909 que le sean aplicables a cada uno de los diferentes Brazos descritos en la presente Norma.

En el ensayo mecánico de carga – tiempo se tomará como base los valores de carga C.M.E. indicados en la Tabla 2 de la presente Norma aplicados según los criterios Casos de Carga A y B indicados en la misma, apartado 4.2.1 Casos de Carga.

Los ensayos eléctricos se efectuarán según se describe en la Norma CEI 383 en un ambiente de contaminación obtenido de forma artificial para el ensayo según Norma CEI 507.

7.3 Ensayos Individuales

En el proceso de fabricación y con el fin de eliminar posibles Brazos Aislantes defectuosos, todas las unidades, se someterán a los Ensayos Individuales descritos en la Norma UNE 21.909.

En el ensayo mecánico de carga de mecánica individual (C.M.I.) se tomará como base los valores de carga indicados en la Tabla 2 de la presente Norma aplicados según los criterios Casos de Carga B indicados en la misma, apartado 4.2.1 Casos de Carga.

7.4 Ensayos de Recepción

Aplicando los criterios de muestreo descritos en la Norma UNE 21.909 sobre cada uno de los lotes de suministro se realizarán aquellos ensayos que le sean aplicables.

En el ensayo de verificación de la carga límite específica (C.M.E.) se tomará como base los valores de carga indicados en la Tabla 2 de la presente Norma aplicados según los criterios Casos de Carga B indicados en la misma, apartado 4.2.1 Casos de Carga.

8 CONDICIONES DEL SUMINISTRO

El suministro del conjunto de un brazo aislante debe comprender todos los accesorios necesarios para su montaje sobre el poste (tornillería no incluida).

9 NORMAS DE REFERENCIA

- CEI 383 Ensayos de los aisladores en materia cerámica o en vidrio destinados a líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V.
- CEI 507 Ensayos bajo contaminación artificial de los aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.
- CEI 815 Guía para la utilización de aisladores en condiciones de contaminación.
- CEI 1109 Aisladores de composite destinados a líneas aéreas con corriente alterna de tensión nominal superior a 1000 V – Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 21.909 Aisladores Compuestos destinados a líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1000 V. - Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.
- UNE 21.003 Postes de madera de pino para líneas eléctricas.
- UNE 21.006 Herrajes para líneas eléctricas.
- UNE EN 60383:96 Galvanización en caliente.
- NORMA GE AND002 (Grupo ENDESA) Postes de hormigón armado vibrado.
- NORMA GE AND003 Postes de madera para líneas aéreas MT.
- NORMA GE AND004 Apoyos de chapa metálica para líneas aéreas MT.
- NORMA GE AND012 Aisladores compuestos para líneas aéreas de MT
- Propuesta de Norma CEI 61109 Aisladores Line Post de Composite para Líneas de alta tensión