



**endesa distribución**  
 Dirección de Explotación y  
 Calidad de Suministro

**NORMA GE AND001**  
**APOYOS Y ARMADOS DE**  
**PERFILES METALICOS PARA**  
**LINEAS DE MT HASTA 30 kV**

AND00101.DOC

2ª Edición  
 Marzo 2003

Hoja 1 de 22

**INDICE**

<b>1</b>	<b>OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DEFINICIONES .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Apoyo .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Cabeza .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Fuste .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Hipótesis de carga .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3</b>	<b>Caso de carga .....</b>	<b>3</b>
<b>2.4</b>	<b>Carga de trabajo.....</b>	<b>3</b>
<b>2.5</b>	<b>carga vertical, V, longitudinal, L y transversal, F .....</b>	<b>4</b>
<b>2.6</b>	<b>Carga de torsión, T .....</b>	<b>4</b>
<b>2.7</b>	<b>Carga de ensayo .....</b>	<b>4</b>
<b>2.8</b>	<b>Carga límite especificado.....</b>	<b>4</b>
<b>2.9</b>	<b>Carga de rotura .....</b>	<b>4</b>
<b>2.10</b>	<b>Dirección principal o transversal.....</b>	<b>4</b>
<b>2.11</b>	<b>Dirección secundaria o longitudinal.....</b>	<b>4</b>
<b>2.12</b>	<b>Esfuerzo.....</b>	<b>4</b>
<b>2.12.1</b>	<b>Esfuerzo nominal, <math>E_n</math> .....</b>	<b>5</b>
<b>2.12.2</b>	<b>Esfuerzo de desequilibrio o secundario, <math>E_s</math>.....</b>	<b>5</b>
<b>2.12.3</b>	<b>Esfuerzo de torsión, <math>E_t</math> .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>DESIGNACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>ESFUERZOS NOMINALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>Ecuación V-H.....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>COMPOSICIÓN Y DIMENSIONES DE LOS APOYOS.....</b>	<b>9</b>
<b>5.1</b>	<b>Cabeza .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2</b>	<b>Fuste .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>PUESTA A TIERRA.....</b>	<b>11</b>
<b>7</b>	<b>MATERIALES CONSTRUCTIVOS DE LOS APOYOS.....</b>	<b>11</b>

ÁMBITO:  
 DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

APROBADA POR:

EDITADA EN: NOVIEMBRE 1997  
 REVISADA EN: MARZO 2003

DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y CALIDAD DE SUMINISTRO



**endesa distribución**  
Dirección de Explotación y  
Calidad de Suministro

**NORMA GE AND001**  
**APOYOS Y ARMADOS DE**  
**PERFILES METALICOS PARA**  
**LINEAS DE MT HASTA 30 kV**

AND00101.DOC

2ª Edición  
Marzo 2003

Hoja 2 de 22

7.1	Ensamblaje .....	12
8	ARMADO.....	12
8.1	Armados del tipo cruceta.....	13
8.2	Armado bóveda .....	14
8.3	Armados especiales.....	15
9	MARCAS .....	15
10	ENSAYOS .....	15
10.1	Ensayos de calificación.....	15
10.1.1	Ensayos de componentes de los apoyos .....	15
10.1.2	Soldadura.....	16
10.1.3	Comprobación de prototipos.....	17
10.2	Ensayos de recepción .....	18
11	FORMA DE SUMINISTRO.....	19
12	DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	19
	ANEXO 1 ENSAYOS CON LIQUIDOS PENETRANTES PARA SOLDADURA .....	21

ÁMBITO:  
**DIRECCIÓN GENERAL DE DISTRIBUCIÓN**

APROBADA POR:

EDITADA EN: NOVIEMBRE 1997  
REVISADA EN: MARZO 2003

**DIRECCIÓN DE EXPLOTACIÓN Y CALIDAD DE SUMINISTRO**

## **1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

La presente norma se aplica a los apoyos metálicos para las líneas de distribución de energía eléctrica hasta 30 kV de tensión nominal (MT) de Endesa.

## **2 DEFINICIONES**

Las definiciones indicadas a continuación son aplicables a presente norma.

### **2.1 Apoyo**

Dispositivo diseñado para soportar un conjunto de conductores mediante aisladores.

#### **2.1.1 Cabeza**

Parte superior del apoyo, cuya forma prismática cuadrangular, estructura, dimensiones y orificios permanecen fijos para todos los apoyos de la misma serie. (Véase la figura 1)

Las cuatro caras son idénticas.

#### **2.1.2 Fuste**

Parte inferior del apoyo, cuya forma troncopiramidal, de base cuadrada, es variable en función de la altura y del esfuerzo nominal del apoyo. (Véase la figura 1)

El fuste contendrá el anclaje, que será la parte variable comprendida entre la base y la línea teórica de tierra, y en el que no será preciso colocar diagonales. (Ver apartado 5)

### **2.2 Hipótesis de carga**

Conjunto de cargas establecidas por norma o reglamentos que deben tener en cuenta en el cálculo de los apoyos.

### **2.3 Caso de carga**

Conjunto de cargas a aplicar simultáneamente a un apoyo en una hipótesis de carga dada.

### **2.4 Carga de trabajo**

Carga que resulta de las distintas hipótesis de carga según el tipo de apoyo. En esta carga no se incluyen ni los coeficientes de seguridad, ni los factores de carga indicados en el Reglamento técnico de líneas aéreas de alta tensión, es decir:

- presión del viento

- manguito de hielo
- desequilibrio de tracciones
- rotura de conductores

### **2.5 carga vertical, V, longitudinal, L y transversal, F**

Son las tres cargas componentes vertical, longitudinal y transversal de una carga aplicada al apoyo a una distancia  $h$  (ver tabla 1) del extremo superior de la cabeza, en un sistema de ejes ortogonales.

### **2.6 Carga de torsión, T**

Es la carga que resulta de la rotura de uno de los conductores amarrados a uno de los extremos de la cruceta.

### **2.7 Carga de ensayo**

Carga aplicada durante el ensayo. Esta carga es igual a la carga de trabajo, más la sobrecarga, multiplicadas por el coeficiente de seguridad.

### **2.8 Carga límite especificado**

Carga de ensayo que cada apoyo debe soportar durante un tiempo especificado.

### **2.9 Carga de rotura**

Carga que causa el fallo de cualquier elemento constitutivo del apoyo.

### **2.10 Dirección principal o transversal**

Es la dirección normal al eje vertical del apoyo, según la cual éste presenta su máximo momento resistente.

### **2.11 Dirección secundaria o longitudinal**

Es la dirección normal al eje vertical del apoyo y a la dirección principal.

### **2.12 Esfuerzo**

Es la máxima tensión mecánica aplicable a un apoyo. Esta tensión mecánica multiplicada por el coeficiente de seguridad deberá ser soportada por el apoyo.

### **2.12.1 Esfuerzo nominal, $E_n$**

Es el esfuerzo horizontal disponible en el extremo superior de la cabeza, según la dirección principal. (Véase la figura 1)

En este esfuerzo se entenderá que están incluidas simultáneamente las cargas siguientes:

- la carga resultante de la presión ejercida por el viento sobre el apoyo, en las condiciones indicadas por el artículo 16 de Reglamento técnico de líneas eléctricas de alta tensión.
- las cargas verticales especificadas para cada apoyo

### **2.12.2 Esfuerzo de desequilibrio o secundario, $E_s$**

Es el esfuerzo horizontal disponible en la dirección secundaria, considerándose de igual magnitud al esfuerzo nominal. (Véase la figura 1)

### **2.12.3 Esfuerzo de torsión, $E_t$**

Es el esfuerzo horizontal disponible en el extremo de una cruceta colocada en el extremo superior de la cabeza, y a una distancia del centro del apoyo y que tiende a hacerla girar sobre su eje vertical. (Véase la figura 1)

Este esfuerzo se entenderá aplicado simultáneamente con las cargas verticales, especificadas para cada apoyo.



**endesa distribución**  
Dirección de Explotación y  
Calidad de Suministro

**NORMA GE AND001**  
**APOYOS Y ARMADOS DE**  
**PERFILES METALICOS PARA**  
**LINEAS DE MT HASTA 30 kV**

AND00101.DOC

2ª Edición  
Marzo 2003

Hoja 6 de 22

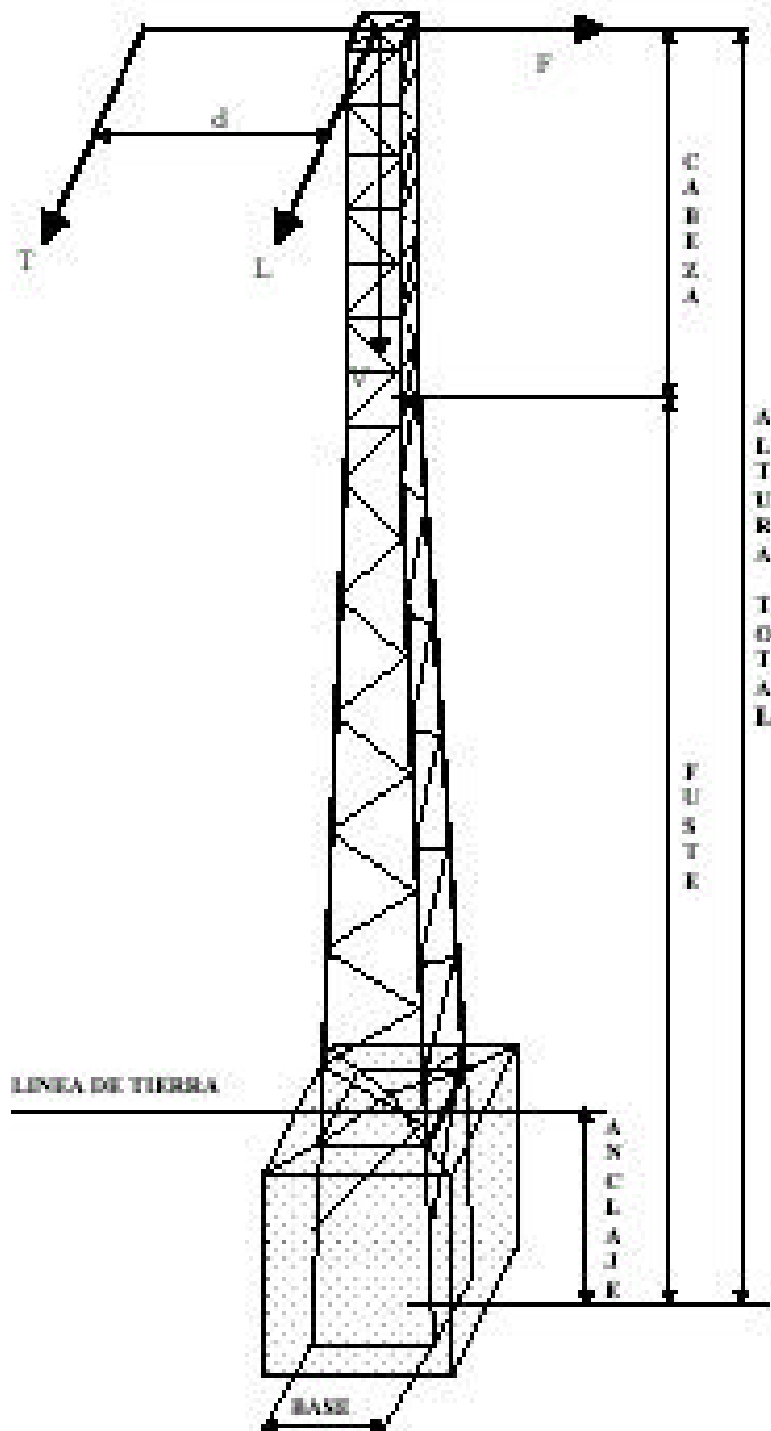


Fig.1

Fig.1

### 3 DESIGNACIÓN

Los apoyos metálicos se definen por medio de tres grupos de siglas y números. Éstas, dispuestas en el orden indicado a continuación, tendrán el significado siguiente:

- la sigla C, indicativa de celosía
- cifras que expresan en daN, el esfuerzo nominal del apoyo (En)
- cifras que expresan la altura en metros del apoyo

Ejemplo: C7000-22

La designación corresponde a un apoyo metálico de celosía de 7000 daN de esfuerzo nominal y 22 metros de altura total.

### 4 ESFUERZOS NOMINALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

En la tabla I se indican los esfuerzos y coeficientes de seguridad para los apoyos metálicos de celosía

**Tabla I – Esfuerzos nominales y coeficientes de seguridad**

Esfuerzo Nominal daN	Carga de trabajo mas sobrecarga (daN)			Cota d (m)	Coef. de Seg. W	Carga límite especificado			Duración (s)
	V	L ó F	T			Carga de ensayo (daN)			
						V(1)	L ó F (2)	T(3)	
500	600	500	500	1,50	1,50 1,20	900	750+W	600	60
	600					720			
1000	600	1000	700	1,50	1,50 1,20	900	1500+W	8440	
	600					720			
2000	600	2000	1400	1,50	1,50 1,20	900	3000+W	1680	
	600					720			
3000	800	3000	1400	1,50	1,50 1,20	1200	4500+W	1680	
	800					960			
4500	800	4500	1400	1,50	1,50 1,20	1200	6750+W	1680	
	800					960			
7000	1200	7000	2500	1,50	1,50 1,20	1800	10500+W	3000	
	1200					1440			
9000	1200	9000	2500	1,50	1,50 1,20	1800	135000+W	3000	
	1200					1440			

(1) La carga vertical, V, se aplica en el eje del apoyo

(2) La carga L ó F se aplica horizontalmente, sobre el extremo superior de la cabeza

A la carga de ensayo L ó F, se le deberá añadir, aplicado en varios tramos del apoyo, el esfuerzo resultante de la presión ejercida por el viento sobre el apoyo, multiplicado por el coeficiente de seguridad W.

(3) La carga T se aplica horizontalmente, en el extremo inferior de la cabeza y a una distancia d del eje del apoyo

#### 4.1 Ecuación V-H

Las cargas verticales, V, indicadas en la tabla I, no son limitativas de la carga máxima vertical centrada que pueden soportar los apoyos, su valor puede ser superior si las cargas horizontales, L ó F, son menores a las indicadas en la tabla I.

En general los apoyos responderán a la ecuación siguiente:

$$V_1 + K.H_1 \leq V + K.H$$

Siendo:

$V_1$  = Carga vertical centrada a la que se somete el apoyo, daN

K = Constante para cada apoyo

$H_1$  = Carga horizontal a la que se somete el apoyo, daN

V = Carga vertical centrada de trabajo más sobrecarga especificada en la tabla I

H = Carga horizontal de trabajo más sobrecarga especificada en la tabla I, L ó F. ( $H \geq H_1$ )

**Nota:** El valor de K, es el coeficiente de repercusión de las cargas horizontales frente a las cargas verticales para el que se toma el valor de 5. En general su valor excede normalmente de 5, tomándose este valor en caso de no conocerse el real para cada apoyo.

Aplicando valores y tomando K = 5, las ecuaciones V-H de los apoyos con los esfuerzos nominales son las que se indican en la Tabla II.

**Tabla II - Ecuación V-H, para K = 5**

Esfuerzo Nominal daN	Cargas Especificadas		Ecuación resistente  V+K.H	Valor máximo de H daN
	Carga de trabajo más sobrecarga			
	DaN V	daN H		
500	600	500	3.100	500
1.000	600	1.000	5.600	1.000
2.000	600	2.000	10.600	2.000
3.000	800	3.000	15.800	3.000
4.500	800	4.500	23.300	4.500
7.000	1.200	7.000	36.200	7.000
9.000	1.200	9.000	46.200	9.000

En ningún caso, la carga vertical centrada,  $V_1$ , será mayor que 3 veces la carga vertical nominal, V. ( $V_1 \leq 3.V$ ).





## 5 COMPOSICIÓN Y DIMENSIONES DE LOS APOYOS

Los apoyos estarán compuestos por cabeza y fuste. El anclaje será la parte inferior del fuste. A efectos de cálculo y ensayo se fija en la tabla IV la línea de tierra teórica. Entre la parte inferior del fuste y la línea de tierra teórica no será preciso disponer de diagonales, salvo las necesarias para facilitar el montaje.

Las alturas nominales de los apoyos de celosía se recogen en la Tabla III. Alturas superiores no son objeto de esta norma, aunque podrán ser acordadas entre el fabricante y Endesa.

**Tabla III**  
**Alturas totales, en metros, de los apoyos de celosía.**  
**Tolerancia + 0,20 metros**

Esfuerzo daN	
≤ 4500	7000-9000
10	
12	12
14	14
16	16
18	18
20	20
22	22
24	24
26	26

### 5.1 Cabeza

La cabeza de estos apoyos tendrá la estructura y dimensiones que se indican en la figura 2 y podrán disponer de los refuerzos adecuados de forma que no impidan el engarce de los armados.

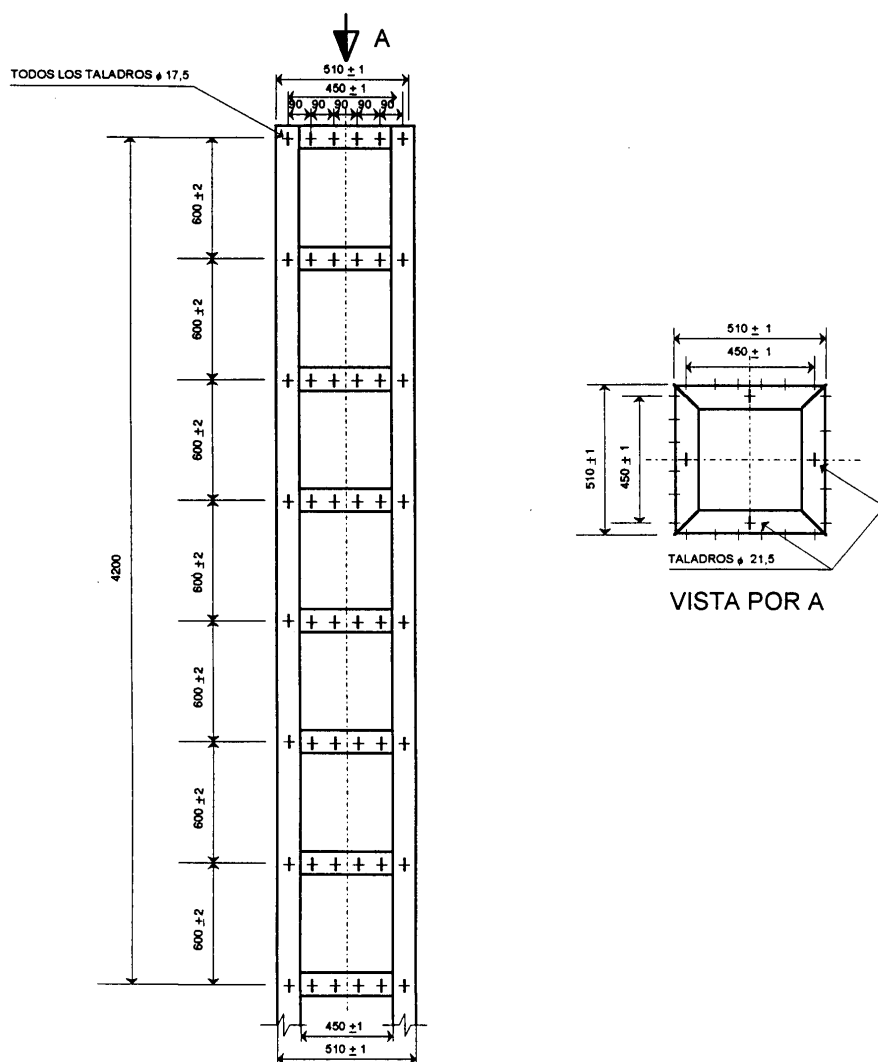


Fig.2

## 5.2 Fuste

El fuste estará formado por tramos de 6 metros de longitud máxima. Las dimensiones máximas de la base del apoyo, extremo inferior del fuste, se indican en la Tabla IV.

En la Tabla V, a efectos de cálculo y ensayo, se fijan las distancias entre el nivel teórico del terreno, línea de tierra y la base, extremo inferior del fuste.

**Tabla IV**  
**Dimensiones máximas de la base en los apoyos de celosía**

Esfuerzo nominal daN	Altura Total m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
≤ 4500	0,85*0,85	1,00*1,00	1,10*1,10	1,20*1,20	1,25*1,25	1,30*1,30	1,45*1,45	1,60*1,60	1,75*1,75
7000/9000		1,30*1,30	1,55*1,55	1,65*1,65	1,80*1,80	2,00*2,00	2,20*2,20	2,40*2,40	2,60*2,60

**Tabla V**  
**Distancias en metros, entre la línea de tierra y la base de los apoyos de las celosías**

Esfuerzo nominal daN	Altura en m								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
500	1,30	1,30	1,40	1,40	1,50	1,50	1,60	1,70	1,80
1000	1,60	1,60	1,70	1,70	1,80	1,80	1,80	1,90	2,00
2000	1,60	1,90	1,90	2,00	2,00	2,10	2,10	2,20	2,30
3000	1,70	2,00	2,10	2,20	2,20	2,30	2,40	2,50	2,60
4500	1,90	2,20	2,30	2,40	2,40	2,50	2,60	2,70	2,70
7000		2,30	2,40	2,50	2,50	2,60	2,60	2,70	2,70
9000		2,50	2,60	2,70	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80

## 6 PUESTA A TIERRA

Los cuatro montantes de cada apoyo llevarán aproximadamente a 0,40 m. del nivel teórico del terreno, un taladro para la conexión de la puesta a tierra.

## 7 MATERIALES CONSTRUCTIVOS DE LOS APOYOS

Los materiales que constituyan los apoyos serán piezas férreas, protegidas mediante galvanización en caliente. Este tratamiento cumplirá lo establecido en la UNE EN ISO 1461.

Los aceros utilizados en la fabricación de los apoyos estarán de acuerdo con la norma UNE EN 10025.

Las medidas y tolerancias de los angulares serán las establecidas en la norma UNE EN 100056, podrán admitirse otros angulares de lados iguales de uso frecuente, cumpliendo con las tolerancias definidas en la norma UNE EN 10056-2.

Los tornillos tendrán las medidas indicadas en la UNE EN ISO 4016, cumplirán lo indicado en la UNE EN ISO 898-1 y serán de calidad mínima 5.6, podrán admitirse tornillos fabricados según DIN 7990 (10.89).

Las arandelas cumplirán lo indicado en la ISO 7091, serán de 8 mm de espesor nominal, podrán admitirse arandelas fabricadas según DIN 7989 (7.74) e impedirán que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% de su espesor.

Las tuercas cumplirán la norma UNE EN ISO 4034, podrán admitirse tuercas fabricadas según DIN 555 (12.72).

Los materiales superarán las exigencias fijadas en el Artículo 12 del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (B.O.E. 27-12-68).

### **7.1 Ensamblaje**

Las uniones soldadas (en la cabeza del apoyo) se efectuarán por el procedimiento de soldadura eléctrica por arco.

En uniones atornilladas los orificios tendrán un diámetro no superior a 1,5 mm sobre el del tornillo empleado.

## **8 ARMADO**

El armado estará formado por angulares de acero y tornillería de las mismas características indicadas anteriormente y el tratamiento preservante establecido para el apoyo.

La fijación de las cadenas al armado se deberá poder efectuar con herrajes, tornillos, horquillas o grilletes de las características fijadas en la correspondiente norma Endesa.

### 8.1 Armados del tipo cruceta

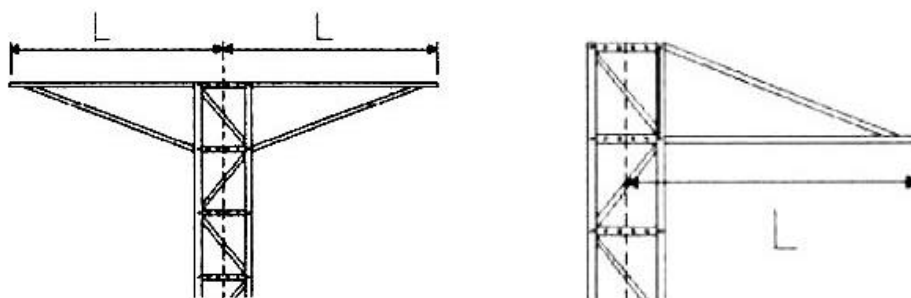
Las longitudes recomendadas de las crucetas se reflejan en la Tabla VI.

L : distancia desde el eje de la torre al punto de fijación del conductor.

**Tabla VI**  
**Longitud de las semicrucetas normalizadas (\*)**

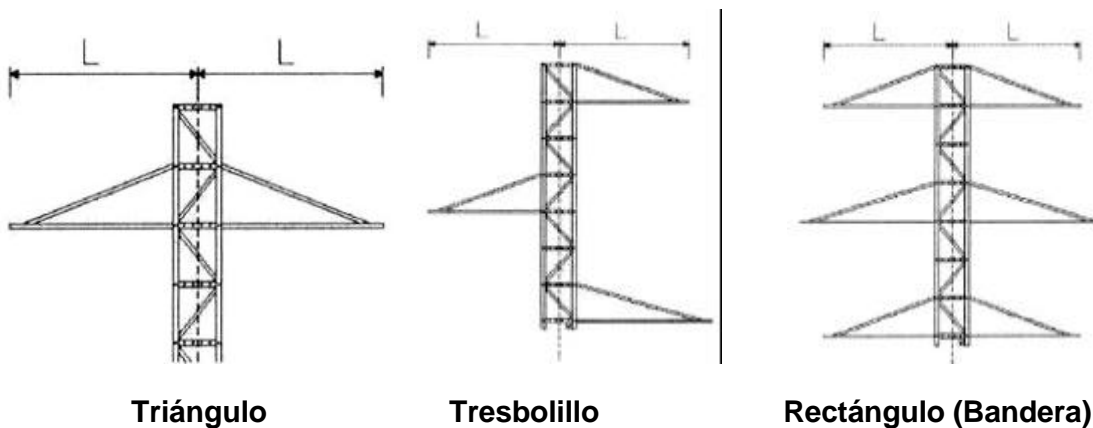
Tipo de apoyo	Longitud de la semicruceta (L) m								
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
≤ 4500	x	x	x	x	X				
≥ 4500		x	x	x	x	X	x	x	X

(\*) En Endesa se utilizarán preferentemente las de 1,5 y 2 m



**Cruceta y semicruceta horizontal**

### DENOMINACION MONTAJES TIPO



**Triángulo**

**Tresbolillo**

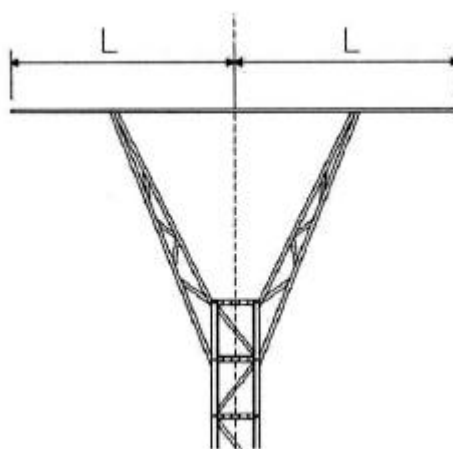
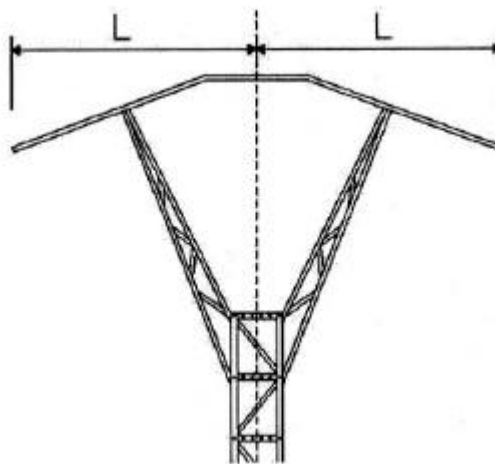
**Rectángulo (Bandera)**

## 8.2 Armado bóveda

Las longitudes recomendadas de las crucetas de armado bóveda se reflejan en la Tabla VII.

**Tabla VII**  
**Longitud de las semicrucetas bóveda normalizadas**

Longitud de la semicruceta (L) m			
1,50	2,00	2,50	3,00



**Bóveda plana**

### **8.3 Armados especiales**

Par el montaje de seccionadores, portafusibles, etc., se dispondrá de armados compatibles con la fijación normalizadas de dichos elementos.

## **9 MARCAS**

Todos los elementos que componen los apoyos tienen que ir marcados a troquel para ser identificados y facilitar el montaje, según los términos, referencias y requisitos expresados a continuación.

En cada uno de los tramos o piezas sueltas (perfiles, cartelas, etc.) irá la marca del fabricante del apoyo y el número de la pieza de acuerdo con el plano de montaje correspondiente: los montantes llevarán un código que identifique el esfuerzo nominal del apoyo. Estas marcas serán totalmente legibles una vez estén las piezas montadas en el apoyo.

Los tornillos llevarán grabado o en relieve, en la parte superior de la cabeza, la marca del fabricante del tornillo y la numeración 5.6.

## **10 ENSAYOS**

El fabricante realizará los ensayos de calificación en un laboratorio de reconocido prestigio aceptado por Endesa.

Previamente a los ensayos el fabricante entregará los planos de montaje de los apoyos y armados normalizados.

### **10.1 Ensayos de calificación**

Como requisito previo, para obtener la calificación, el fabricante deberá demostrar que dispone de un sistema de calidad que cumpla con lo indicado en la norma UNE EN ISO 9001/2000.

Se valorará positivamente que el fabricante entregue un programa de cálculo y diseño de líneas para la utilización de sus apoyos.

#### **10.1.1 Ensayos de componentes de los apoyos**

##### **10.1.1.1 Tornillos, tuercas y arandelas**

En un lote de diez tornillos con tuercas y arandelas, se realizarán, en el orden indicado, los ensayos indicados en la Tabla VIII.

Si en el transcurso del ensayo no se aprecia ningún fallo, este se considerará satisfactorio. Si se encuentra un fallo, se efectuará un contraensayo sobre una muestra de doble tamaño que la anterior, no debiendo presentarse ningún fallo en este caso.

**Tabla VIII**  
**Ensayo de tornillos, tuercas y arandelas**

Nº orden	Ensayo	Muestra (número de piezas)	Método y condiciones de ensayo	Valores a obtener y prescripciones
1	Marcas en el tornillo	10	Visual	Grado de calidad e identificación del fabricante
2	Medidas del tornillo Tuerca y arandela	5	Medidas	UNE EN ISO 4016 ó en su defecto DIN 7990 UNE EN ISO 43034 o en su defecto DIN 555 ISO 7989 ó en su defecto DIN 7091
3	Tracción del tornillo	3	UNE EN ISO 898-1	UNE EN ISO 898-1

#### 10.1.1.2 Perfiles de acero

Todos los materiales empleados en la fabricación, deberán tener certificado de calidad del fabricante laminador.

Después de ensayado el poste, se tomará una muestra por cada calidad de acero, elegidas al azar, y se realizarán, en el orden indicado, los ensayos descritos en la Tabla IX.

Si en el transcurso del ensayo no se apreciara ningún fallo, el ensayo se considerará satisfactorio.

Si se detectara un fallo, se efectuará un contraensayo sobre una muestra doble que la anterior, no debiendo presentarse ningún fallo en este caso.

**Tabla IX**  
**Ensayo de perfiles de acero**

Nº orden	Ensayo	Muestra (número de piezas)	Normas de referencia
1	Marcas (visual)	Todas	EN-10021 Capítulo 9
2	Dimensiones	Todas	EN-10056-1 y 2
3	Tracción del tornillo	Una por calidad	UNE 7474

#### 10.1.2 Soldadura

Sobre estos tres elementos distintos soldados y antes de su tratamiento, se comprobarán visualmente las uniones verificando la ausencia de poros, fisuras o ranuras y escorias. En caso de duda sobre la importancia del defecto, dos de ellos se someterán al ensayo con líquidos penetrantes especificado en el Anexo 1. Si se aprecia



alguno de los defectos indicados en el Capítulo 7 del Anexo 1, se efectuará un contraensayo sobre cuatro soldaduras, no admitiéndose ningún fallo en este caso.

Las uniones soldadas serán absolutamente estancas, debiendo, por lo tanto, el cordón de soldadura cerrar toda la superficie del solape a lo largo de su perímetro en las uniones de los perfiles.

### **10.1.3 Comprobación de prototipos**

El fabricante deberá demostrar que dispone de los medios precisos para fabricar en serie los apoyos, con la calidad exigida en la especificación.

Con este requisito y para validación de sus diseños, el fabricante deberá certificar haber realizado ensayos en verdadera magnitud en laboratorio oficial independiente de un apoyo por cada cuatro tipos o fracción de la serie que se desarrolle o modifique, añadiendo como información complementaria los cálculos de los diferentes apoyos.

#### **10.1.3.1 Montaje**

Se efectuará el montaje total de un apoyo de cada tipo y esfuerzo, comprobándose que el acoplamiento y atornillado de todos los elementos se efectúa correctamente y la flecha máxima con relación a la arista teórica no sea superior a 0,1% de la altura del apoyo.

#### **10.1.3.2 Dimensiones del apoyo**

En los apoyos montados se comprobarán las dimensiones de la cabeza y alturas.

#### **10.1.3.3 Ensayo mecánico del apoyo**

En los apoyos seleccionados se comprobará el cumplimiento de las características mecánicas.

Estos ensayos deben realizarse en unas condiciones de implantación del apoyo análogas a las de su utilización práctica, para lo cual se montará éste en posición vertical sobre una base rígida.

##### **10.1.3.3.1 Forma de realizarse el ensayo**

La carga debida al viento sobre la estructura podrá ser agrupada y determinado su valor en la cabeza del apoyo donde será su punto de aplicación. La dirección el sentido serán los considerados en la hipótesis correspondiente.

Las cargas debidas a los esfuerzos verticales se aplicarán en la cabeza del apoyo. Estas cargas podrán ser fijas y constantes para todo el ensayo, hasta el valor de 600 daN. Para esfuerzos superiores, la aplicación de las cargas verticales se hará progresivamente, combinada con las cargas horizontales correspondientes, llegando hasta el valor especificado en la hipótesis correspondiente.

Las cargas se aplicarán progresivamente de forma que se eviten los impactos dinámicos.

Los escalones de carga en los que deberán efectuar mediciones con los extensímetros, colocados en los lugares considerados como críticos, son: 50, 75, 90, 95, 100% de la carga de ensayo especificada en la Tabla I. Por encima de 100% se aplicará de 10 en 10% hasta llegar a una rotura del apoyo. Una vez alcanzado el 100% de la carga nominal, ésta se mantendrá durante un minuto, tomando las mediciones correspondientes de flecha y cargas aplicadas.

#### **10.1.3.3.2 Sucesión de ensayos**

Se realizarán dos ensayos:

Uno consistirá en aplicar el esfuerzo horizontal excéntrico sobre una cruceta, hasta el valor fijado en la Tabla I multiplicado por el coeficiente de seguridad indicado en la misma y combinado con las correspondientes cargas verticales.

El otro ensayo se efectuará con cargas horizontales aplicadas en una sola dirección de la cabeza y combinadas con las cargas verticales en la forma indicada en el apartado 10.1.3.3.1. En este ensayo se llevarán las cargas hasta el valor fijado en la Tabla I multiplicado por el coeficiente de seguridad, y posteriormente se llevará hasta la rotura.

En ambos casos se comprobará que la calidad del acero de los apoyos ensayados es la indicada por el fabricante (ensayos de la Tabla IX).

#### **10.1.3.3.3 Valores a obtener**

El apoyo se considerará satisfecho si una vez aplicadas las cargas especificadas, incluido el coeficiente de seguridad correspondiente durante 1 minuto, los extensímetros marcan valores no superiores al límite elástico asignado al material y una vez descargado el apoyo no se observan deformaciones permanentes en ningún elemento del apoyo, a excepción de la ovalización de los agujeros y las deformaciones permanentes de los bulones.

Superado con éxito los puntos anteriores, los resultados se extrapolarán al resto de esfuerzos y alturas.

### **10.2 Ensayos de recepción**

Cuando se realicen ensayos de recepción el fabricante entregará copia de los planos de detalle (planos de testigo) de cada apoyo, sellados en la certificación por el laboratorio comprobante, en los que figura indicación de los perfiles tipos de acero, tornillería y todos los datos que permitan verificar el mantenimiento de las características.

Sobre el 2 % del pedido, con un mínimo de dos apoyos, se efectuarán en las instalaciones del fabricante las comprobaciones siguientes:

- Verificación dimensional de los perfiles, tornillería y orificios indicados en los planos sellados por el laboratorio que realizó los ensayos,
- Verificación de que la flecha de los perfiles de longitud igual o superior a 3 m, medida como se indica en la norma UNE 36531, no es superior al 0,40 % de la longitud del perfil ni dificulta su ensamble con los perfiles correspondientes
- Verificación de la existencia de las marcas indicadas en el capítulo 9.
- Comprobación del espesor y de la adherencia del galvanizado
- Comprobación del estado de las soldaduras.

En el caso de obtener algún resultado no satisfactorio, se efectuará la verificación sobre una muestra de doble tamaño. Si en esta nueva muestra se presenta otro resultado no satisfactorio, se rechazará el lote.

## **11 FORMA DE SUMINISTRO**

Los materiales se ordenarán para su embalaje por tamaños y pesos. Los paquetes irán convenientemente atados con flejes que no sean oxidables.

Los tornillos se suministrarán en recipientes adecuados.

Todos los elementos de un mismo apoyo se suministrarán bajo una etiqueta común en la que conste el tipo de apoyo.

Cada apoyo irá identificado por una etiqueta de 10 cm. x 10 cm., con una ranura en la parte superior e inferior para atarla al fleje.

La etiqueta tendrá el contenido siguiente:

- tipo de apoyo
- peso del paquete
- destino
- número de bultos del apoyo
- fabricante

con carácter general, el suministro de tornillería será el 3% superior para cada uno de los tipos necesarios.

Cada apoyo se suministrará con un plano de montaje

## **12 DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

Para la elaboración de esta norma se han considerado los documentos siguientes:

- UNE EN ISO 4016/2001      Pernos de cabeza hexagonal. Producto de clase C.
- UNE EN ISO 4034/2001      Tuercas hexagonales, producto de clase C
- UNE EN ISO 898-1/2000      Características mecánicas de los elementos de fijación fabricados de aceros al carbono y de aceros aleados. Parte 1: pernos, tornillos y bulones.



- UNE EN ISO 1461/1999 Recubrimientos galvanicos en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- UNE EN ISO 9001/2000 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- UNE EN ISO 9001/1994 Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
- ISO 7091/2000 Arandelas planas. Serie normal. Producto de clase C.
- DIN 7989(7.74) Arandelas para estructuras de acero
- DIN 7990(10.89) Tornillos de cabeza hexagonal, suministrados con tuercas hexagonales, para estructuras de acero.
- UNE EN 10021/1994 Acero y productos siderúrgicos. Condiciones técnicas generales de suministro.
- UNE EN 10025/1994 Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Condiciones técnicas de suministro.
- UNE 7474-1/1992 Materiales metálicos. Ensayos de tracción. Parte 1: método de ensayo(a la temperatura ambiente).
- UNE EN 10056-1/1999 Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 1: Medidas.
- UNE EN 10056-2/1994 Angulares de lados iguales y desiguales de acero estructural. Parte 2: Tolerancias dimensionales y de forma.
- UNE 21302-466/1991 Vocabulario electrotécnico. Líneas aéreas.
- Especificación AENOR

## **ANEXO I ENSAYOS CON LÍQUIDOS PENETRANTES PARA SOLDADURA**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO**

El examen mediante líquidos penetrantes es un método de control no destructivo destinado a detectar defectos de las piezas, tales como poros, fisuras o grietas.

Sobre la superficie a examinar se aplica un líquido apropiado para penetrar en las intersecciones existentes, es eliminado y posteriormente, se aplica otro líquido que se impregna con el existente en el interior de los defectos, resaltando los mismos.

### **2. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES**

Las superficies a examinar deberán de estar limpias y secas. Para ello se eliminará todo el óxido, calamina, escoria de soldadura, grasa, película de aceite, polvo, agua, etc., que puedan impedir la entrada de penetrante o enmascarar posibles defectos. La limpieza puede hacerse mediante cepillo metálico, detergente, soluciones decapantes, desengrasantes, etc. Deberá secarse cuidadosamente la superficie a comprobar. El área a tratar será la que se vaya a examinar ampliada en 25 mm en todos los puntos del contorno. En el caso de cordones de soldadura, se eliminarán las posibles proyecciones a ambos lados del cordón y en un espacio de 25mm. como mínimo.

### **3. APLICACIÓN DEL PENETRANTE**

Se aplicará mediante pincel un líquido penetrante, extrafluido de color rojo (marca ARDROX, tipo 996 ó similar) y se mantendrá durante 15 minutos, observando que la temperatura esté comprendida entre 15 y 50° C. Durante este tiempo hay que asegurarse que la superficie permanece húmeda.

### **4. ELIMINACIÓN DEL EXCESO DEL PENETRANTE**

Transcurrido el tiempo de penetración, el exceso de penetrante debe eliminarse mediante trapos, papel absorbente o agua pulverizada a una temperatura inferior a 50° C y una presión máxima de 3,5 daN/cm<sup>2</sup>. Posteriormente se procederá a un secado cuidadoso.

### **5. APLICACIÓN DEL REVELADOR**

El revelador se aplicará mediante pulverizador (marca ARDROX, tipo 996 ó similar), después de asegurarse que las partes están secas, procurando que el espesor de capa depositada sea suficiente para obtener respuestas reales, que un espesor de capa excesivo podría enmascarar.

### **6. EXAMEN**

Se observará la evolución de las indicaciones y se evaluarán las discontinuidades que aparezcan en el tiempo transcurrido entre 7 y 30 minutos. Si existen zonas dudosas, se eliminará el revelador y se aplicará de nuevo el procedimiento.



**endesa distribución**  
Dirección de Explotación y  
Calidad de Suministro

**NORMA GE AND001**  
**APOYOS Y ARMADOS DE**  
**PERFILES METALICOS PARA**  
**LINEAS DE MT HASTA 30 kV**

AND00101.DOC

2ª Edición  
Marzo 2003

Hoja 22 de 22

**7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN**

Las superficies examinadas no deben presentar defectos alineados (grietas, fisuras, etc.), ni más de cuatro defectos, alineados, separados como máximo una distancia entre sus bordes de 1,6 mm.