



**ESTANDAR DE CONVERSIONES AÉREO
SUBTERRÁNEAS.**

NDZ001

1ª Edición
Febrero 2015

Hoja 1 de 15

INDICE

1	OBJETO	2
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	2
3	DEFINICIONES.....	2
4	DOCUMENTOS RELACIONADOS.....	2
5	ELEMENTOS DE LA CONVERSIÓN.....	2
5.1	Apoyo de conversión	2
5.1.1	<i>Protección de la avifauna</i>	<i>4</i>
5.2	Pararrayos	5
5.3	Terminales	5
5.4	Disposición de los cables subterráneos	6
5.5	Cable de tierra	7
5.5.1	<i>Cable de tierra sin fibra óptica</i>	<i>7</i>
5.5.2	<i>Continuidad de la fibra óptica</i>	<i>7</i>
6	PUESTA A TIERRA.....	7
6.1	Pararrayos	8
6.2	Pantallas de los cables	8
7	CERRAMIENTO.....	9
7.1	Cerramiento estándar	9
7.2	Casos particulares: Cerramiento metálico	9
8	DISTANCIAS ENTRE DIFERENTES ELEMENTOS.....	9
9	ANEXO 1 PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA, PARTICULARIDADES.....	11
9.1	Particularidades Andalucía.....	11
9.2	Particularidades Aragón	11
10	ANEXO 2 ANILLO DE PUESTA A TIERRA	12
10.1	Detalle pica con grapa de conexión.....	13
10.2	Detalle grapa montante.....	13
11	ANEXO 3 ESQUEMA CERRAMIENTO LADRILLO.....	14
12	ANEXO 4 CERRAMIENTO METÁLICO.....	15

Ámbito : Endesa Distribución Eléctrica

Emisión
Estandarización Componentes
de la Red - Líneas AT

Verificación
Estandarización Componentes de la
Red

Aprobación
NETWORK TECHNOLOGY

1 OBJETO

Definir las especificaciones que caracterizan los apoyos de conversión aéreo-subterránea de líneas de Alta Tensión y su emplazamiento.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las especificaciones indicadas en el documento son de aplicación a todos los apoyos de conversión que sea necesario disponer como nexo de unión entre un tramo aéreo y uno subterráneo de una línea eléctrica de Alta Tensión.

3 DEFINICIONES

- *Conversión aéreo subterránea*: Conjunto formado por apoyo, amarre, pararrayos, terminales, herrajes, puesta a tierra, cerramiento y obra civil correspondiente que permite la continuidad de la línea eléctrica cuando ésta pasa de un tramo aéreo a otro subterráneo.
- *Apoyo frecuentado*: El situado en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente, donde se espera que las personas se queden durante un tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o un tiempo corto pero varias veces al día (por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego). Los lugares que solamente se ocupen ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos. (Definición según RD 223/2008)

4 DOCUMENTOS RELACIONADOS

- Normativa interna de líneas de alta tensión aéreas: LDZ001, LME001, LNE008, LNE005, NMJ001
- Normativa interna de líneas de alta tensión subterráneas: KDZ001, KNE002, KNE003, KNE004, KME003
- RD223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09
- RD1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Decreto 34/2005, de 8 de febrero, del Gobierno de Aragón, por el que se establecen las normas de carácter técnico para las instalaciones eléctricas aéreas con objeto de proteger la avifauna
- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión

5 ELEMENTOS DE LA CONVERSIÓN

5.1 Apoyo de conversión

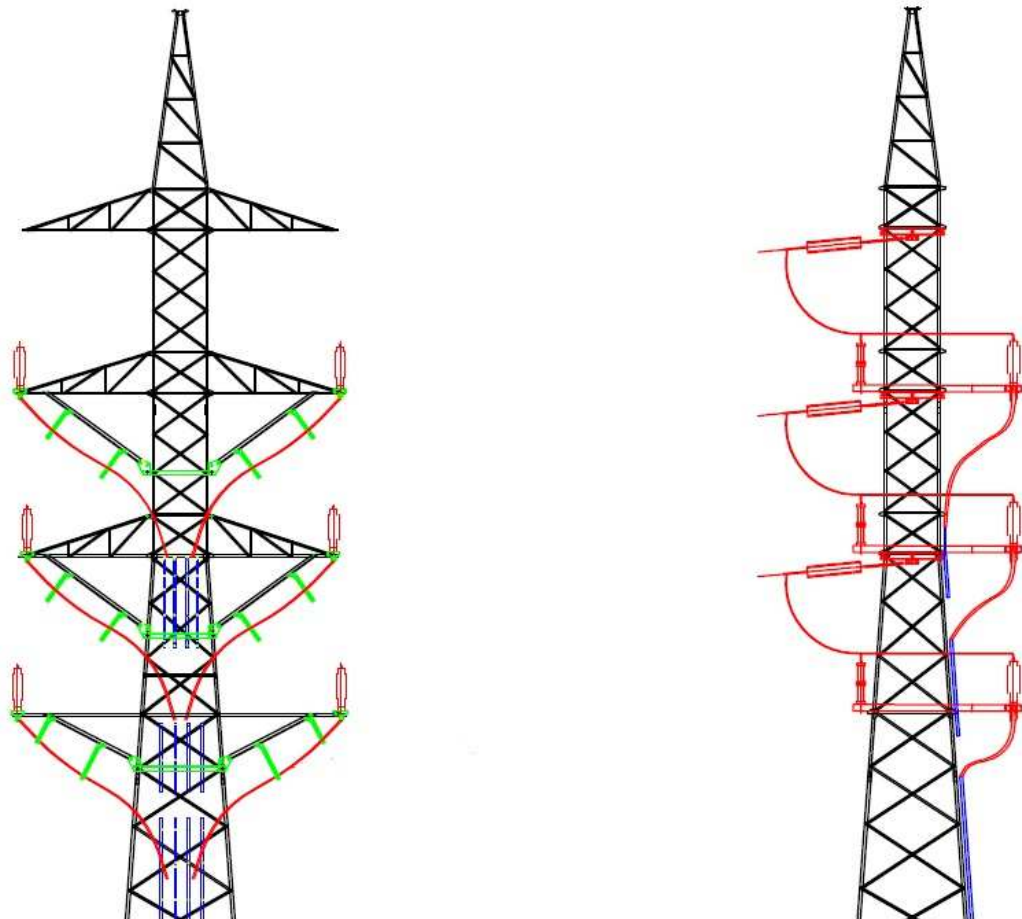
En general los apoyos para las conversiones aéreo-subterráneas serán apoyos de celosía acordes con la norma LNE008.

Su función es la de apoyo de principio o fin de línea, esto es, deberán soportar la sollicitación de todos los conductores aéreos y cables de tierra en un solo sentido.

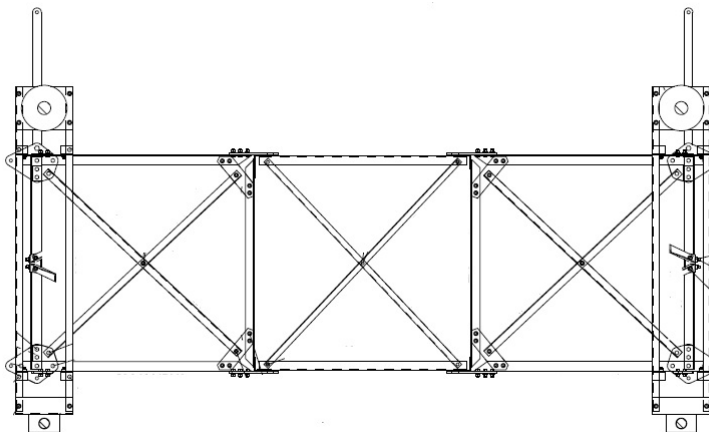
Tendrán la consideración de apoyo frecuentado por motivos de seguridad y porque en la mayoría de los casos las conversiones se encuentran en zonas urbanas o industriales de acceso público que cumplen con la definición que el Reglamento de Líneas AT hace de apoyo frecuentado (ver Apartado 3. Definiciones).

El conductor aéreo se fijará al apoyo de conversión mediante cadenas de amarre.

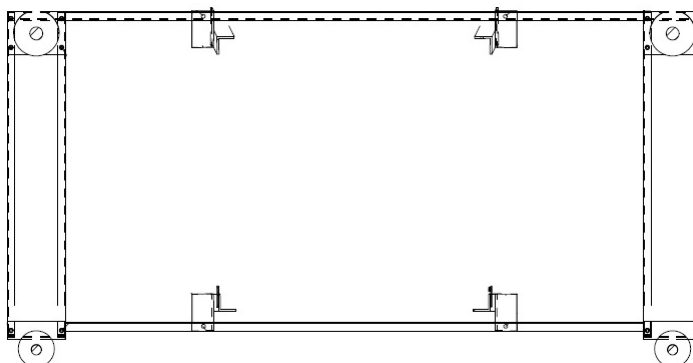
Será necesaria la modificación de las crucetas para poder albergar sobre ellas los terminales y pararrayos necesarios (ver esquemas 1 a 3).



Esquema 1. Ejemplo modificación crucetas para apoyo conversión doble circuito.



Esquema 2. Vista en planta plataformas soporte pararrayos y terminales cruceta intermedia (ejemplo)



Esquema 3. Vista en planta plataforma soporte pararrayos y terminales inferior (ejemplo)

Se optará por una cimentación monobloque, cimentaciones independientes o pernos en función del tipo de apoyo y de las dimensiones que permita el emplazamiento.

5.1.1 Protección de la avifauna

El diseño del apoyo deberá tener en cuenta los siguientes condicionantes para evitar la electrocución de aves:

- No se permite el uso de aisladores rígidos
- Los elementos en tensión no pueden sobrepasar las semicrucetas y las cabeceras, por ello se requerirá el uso de una semicruceta auxiliar (cuarta cruceta) desde la que facilitar la llegada del conductor aéreo al conjunto de pararrayos y terminal instalados en la semicruceta inferior consecutiva. La semicruceta inferior última puede simplificarse al ser únicamente una plataforma para terminal y pararrayos (ver ejemplo para doble circuito en esquemas 1 a 3).

- Entre la parte en tensión de pararrayos o terminal y la cruceta superior habrá una distancia mínima de 1,5m.
- La cadena de amarre tendrá un longitud superior a 1m (si en algún caso se diera una cadena de suspensión, tendrá una longitud superior a 0,6m)
- En particular, los apoyos de líneas de 45kV y 66kV (2ª categoría) dispondrán de disuadores de posada de eficacia reconocida por la Administración competente.

Estas indicaciones aplicarán a todos los apoyos, independientemente de si están ubicados en zonas de protección o no.

5.2 Pararrayos

En los apoyos de conversión deberán instalarse un pararrayos por cada terminal con el objeto de ayudar a proteger la línea. Se respetarán las distancias reglamentarias.

Los pararrayos deberán cumplir la normativa correspondiente:

SNE020	Pararrayos de óxido de cinc, 45kV, servicio exterior
SNE019	Pararrayos de óxido de cinc, 55-66kV, servicio exterior
SNE015	Pararrayos de óxido de cinc, 110-132kV, servicio exterior

Deberá instalarse el contador de descargas correspondientes.

5.3 Terminales

Tras la protección del pararrayos, se conectará con el cable subterráneo a través del terminal del cable.

Pararrayos y terminal quedarán unidos mediante puente. Las grapas serán las adecuadas a los materiales implicados. Salvo impedimento físico el conductor aéreo llegará primero al pararrayos (ver Foto 1 y Esquema 1).



Foto 1. Unión conductor aéreo-pararrayos-terminal.

Las características del terminal serán acordes a la norma KNE003 y sus especificaciones técnicas relacionadas.

El montaje del terminal se realizará según especificaciones del fabricante (ya sea en suelo o en la torre).

5.4 Disposición de los cables subterráneos

Los cables quedarán sobre la parte central de una de las caras del apoyo. La curvatura de los cables en el tramo entre la cruceta y el cuerpo del apoyo respetará en todo momento los radios de curvatura mínimos.

Se establecen como valores mínimos al radio de curvatura los siguientes:

Tensión nominal de la red U (kV)	Ø (m)
45	1,40
66	1,50
110	1,90
132	1,90

Una vez en el cuerpo del apoyo se hará uso de estructuras accesorias para el soporte de las abrazaderas o bridas de sujeción de los cables. Estas estructuras, que tendrán forma similar a una escalera, irán fijadas en la celosía del apoyo y, sus peldaños permitirán fijar los cables mediante las bridas.

Las bridas serán de material no magnético, como pueda ser nylon, teflón o similar, y se situarán a lo largo del apoyo según indicaciones de proyecto (la distancia entre bridas, y por tanto entre peldaños, será como máximo 1,5m).

En la parte inferior del apoyo se dispondrá una protección para el cable a través de tubo o canaleta metálicos que cubrirá la terna. La protección se empotrará en la cimentación del apoyo y quedará obturada por la parte superior con espuma de poliuretano expandido para evitar la entrada de agua. El tubo o canaleta sobresaldrá 2,5 m de la cimentación.

5.5 Cable de tierra

Las líneas protegidas por cable de tierra pueden llevar o no fibra óptica.

5.5.1 Cable de tierra sin fibra óptica

En los casos en los que el cable de tierra no incorpore fibra óptica (tipo AC o ARLE), se conectará el cable al sistema de tierra del apoyo a través del mismo apoyo.

5.5.2 Continuidad de la fibra óptica

En aquellos casos en los que el cable de tierra incluya también fibra óptica (OPGW), será necesario dar continuidad a la fibra entre el cable de tierra-óptico (OPGW) y el cable óptico subterráneo. Para ellos se efectuará la fusión entre ambos cables en la caja de empalme.

Se dejará un sobrante de cable óptico de unos 10m. El cable quedará enrollado, en posición horizontal y sujeto a la primera base con los extremos sellados.

6 PUESTA A TIERRA

El apoyo de conversión deberá tener su puesta a tierra correspondiente, dimensionada según requerimientos de resistencia mecánica y térmica, corrosión, seguridad de personas y protección frente a rayos, tal y como exige el reglamento.

Al considerarse un apoyo frecuentado, la puesta a tierra cumplirá con las siguientes características:

- Electrodo de difusión en anillo cerrado, enterrado alrededor del empotramiento a un metro de distancia de la arista exterior del cuadrado formado por las cimentaciones, a 0,8m de profundidad, formado por dos cables de cobre de 50mm² de sección.
- Línea de tierra constituida por dos cables de acero galvanizado de 50mm².
- Mínimo dos picas de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud (las picas deben estar separadas una distancia mínima de 1,5 veces la longitud de la pica, esto es, 3m).

6.1 Pararrayos

La conexión a tierra del pararrayos no se podrá efectuar a través de la estructura del propio apoyo, sino que dispondrá de una línea de tierra propia. De esta forma se minimiza la impedancia en caso de descarga.

El conductor cumplirá la norma KNE004: cable unipolar de cobre, con aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina.

El tendido de la línea de tierra seguirá la trayectoria más directa, evitando en todo momento que se formen bucles o espiras alrededor de la estructura del apoyo y teniendo especial cuidado en aislar correctamente el cable para que no se produzcan contactos con la estructura o efectos coronas.

Las puestas a tierra de los pararrayos de cada fase podrán juntarse en una única línea de tierra que se unirá con el cable de salida de la caja de conexión de las pantallas conectándose desde ahí al sistema de tierra del apoyo.

6.2 Pantallas de los cables

La conexión de las pantallas de los cables también se efectuará a través de un conductor propio que llevará las pantallas a la caja correspondiente de conexión y de ahí a la tierra del apoyo.

El conductor cumplirá la norma KNE004, esto es, cable unipolar de cobre, con aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina. Tendrá sección igual o superior a la sección de las pantallas a las que se conecte, aunque como mínimo:

Tensión nominal de la red U (kV)	Sección del conductor (mm ²)
45	50
66	95
132	120

El tendido de las líneas de tierra seguirá la trayectoria más directa, evitando en todo momento que se formen bucles o espiras alrededor de la estructura y teniendo especial cuidado en aislar correctamente el cable para que no se produzcan contactos con la estructura o efectos coronas.

Las cajas se instalarán a la misma altura que empieza el cajón de protección de los cables de potencia, esto es, 2,5m. Según norma KNE004 serán del tipo:

- CPaT-T, caja terminal de puesta a tierra directa
- CPaT-L, caja terminal de puesta a tierra a través de limitadores de tensión

La línea de tierra que sale de la caja de conexión podrá transcurrir junto a los cables de potencia a través del cajón de protección. Una vez en la base se conectará a la tierra del apoyo.

7 CERRAMIENTO

La condición de apoyo frecuentado implica que debe disponer de medidas que dificulten su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5m. Por otra parte también se han de hacer las comprobaciones de tensiones de paso y contacto, para verificar que están dentro de los límites reglamentarios.

7.1 Cerramiento estándar

Se protegerá el apoyo con un cerramiento de ladrillo de 2,7 m de altura, sin aberturas y a una distancia horizontal del apoyo de 1,25 m. Se construirá sobre cimentación corrida y dispondrá de pilares de ladrillo en las esquinas y también distribuidos a lo largo de la propia pared según indicaciones de proyecto. La pared se recubrirá con mortero. Ver anexo 3.

El cerramiento deberá calcularse para las mismas condiciones de viento y coeficiente de seguridad que el apoyo.

De acuerdo con el reglamento, esta valla satisface la necesidad de antiescalo y de cumplimiento de tensión de contacto, no obstante, sí deberán efectuarse la medida de tensión de paso.

7.2 Casos particulares: Cerramiento metálico

Para los casos en los que por exigencias de la Administración deba instalarse un cerramiento metálico, se podrá optar por un cerramiento formado por murete y valla metálica electrosoldada según se describe en el anexo 4.

Este cerramiento deberá disponer de una puesta a tierra independiente del sistema de puesta a tierra de la conversión. Deberán verificarse las tensiones de paso y contacto.

8 DISTANCIAS ENTRE DIFERENTES ELEMENTOS.

Tal y como se indica en el Reglamento de líneas de Alta Tensión (ITC-LAT-07), la distancia mínima entre elementos en tensión y elementos puestos a tierra debe ser como mínimo D_{et} :

Tensión nominal de la red U (kV)	D_{el} (m)
45	0,60
66	0,70
110	1,00
132	1,20

Esta distancia aplica en particular a la distancia entre pararrayos/terminales y la bajada de cables de fases superiores.

9 ANEXO 1 PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA, PARTICULARIDADES

9.1 Particularidades Andalucía

Además de lo descrito con carácter general debe considerarse:

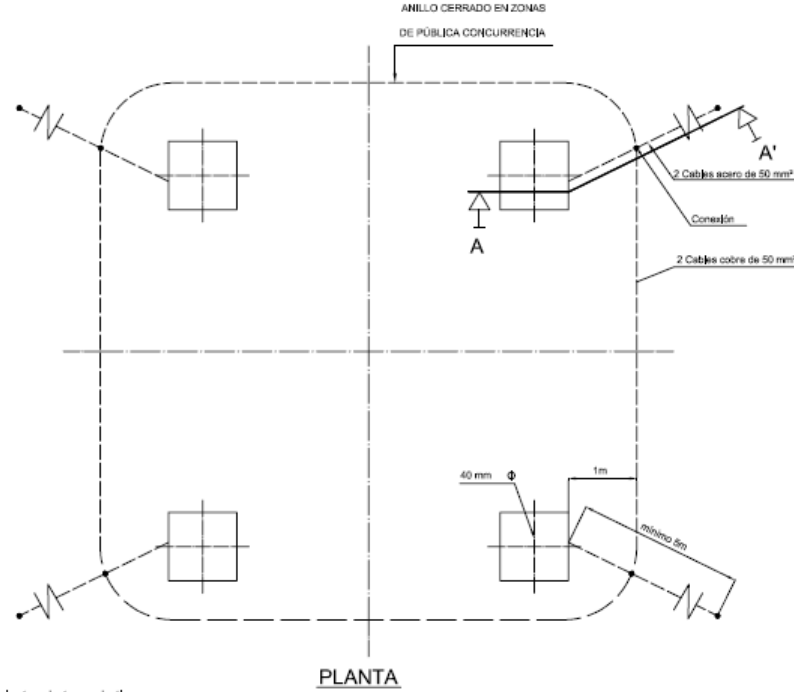
- La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,5m.
- Si en algún caso especial fuera necesario el uso de una cadena de suspensión, la distancia mínima entre conductores y semicrucetas será 0,75m

9.2 Particularidades Aragón

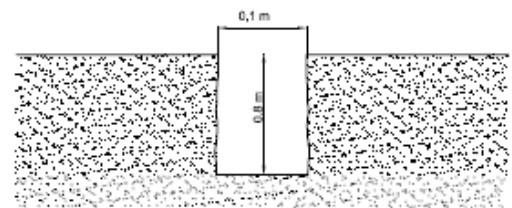
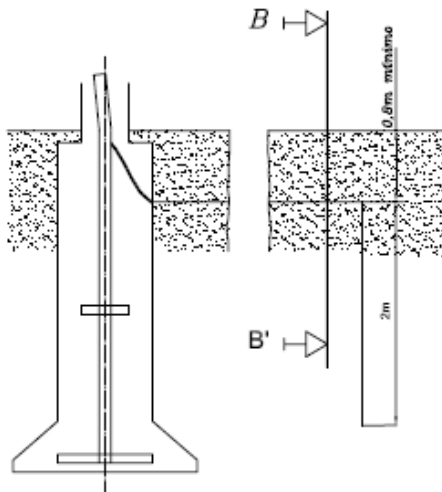
Además de lo descrito con carácter general debe considerarse:

- La distancia entre conductores no aislados será igual o superior a 1,5m.
- Si en algún caso especial fuera necesario el uso de una cadena de suspensión, la distancia mínima entre conductores y semicrucetas será 0,70m

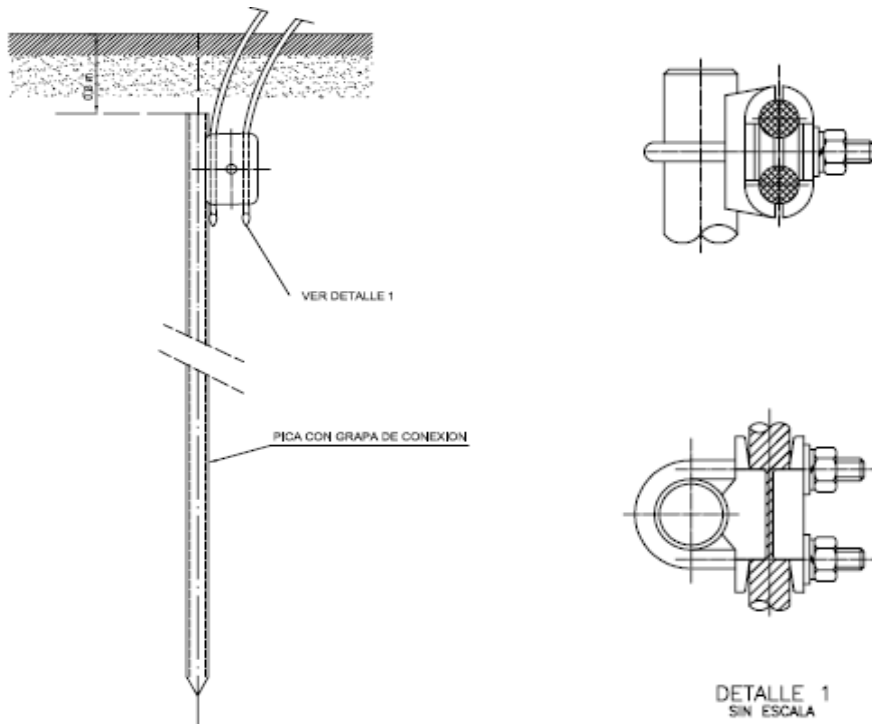
10 ANEXO 2 ANILLO DE PUESTA A TIERRA



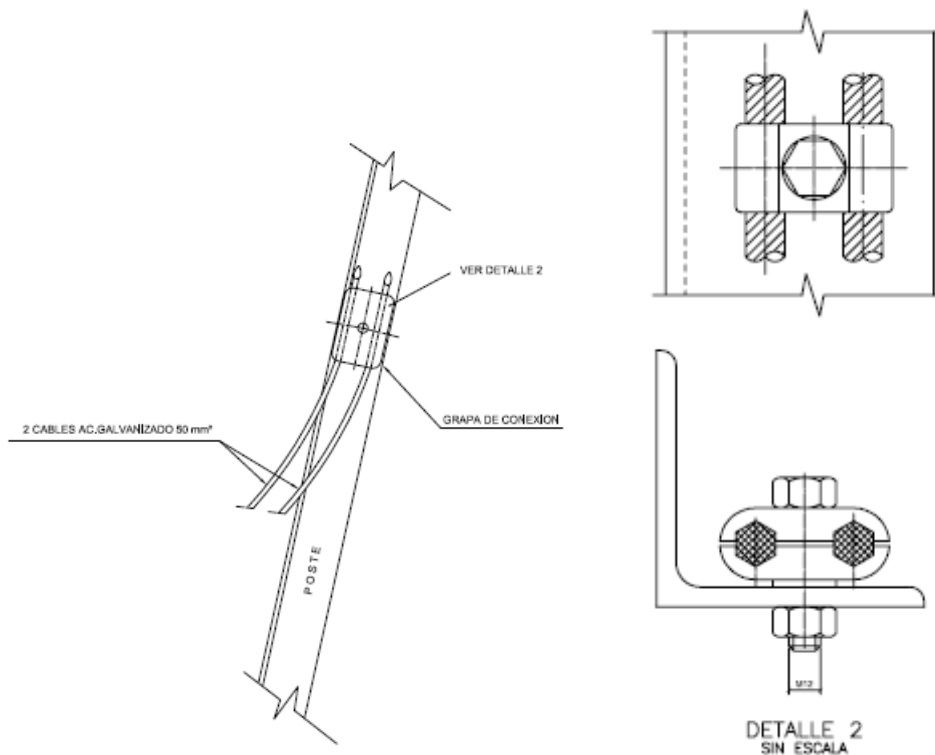
NOTA.- Número de conjuntos de toma de tierra según resistividad del terreno.



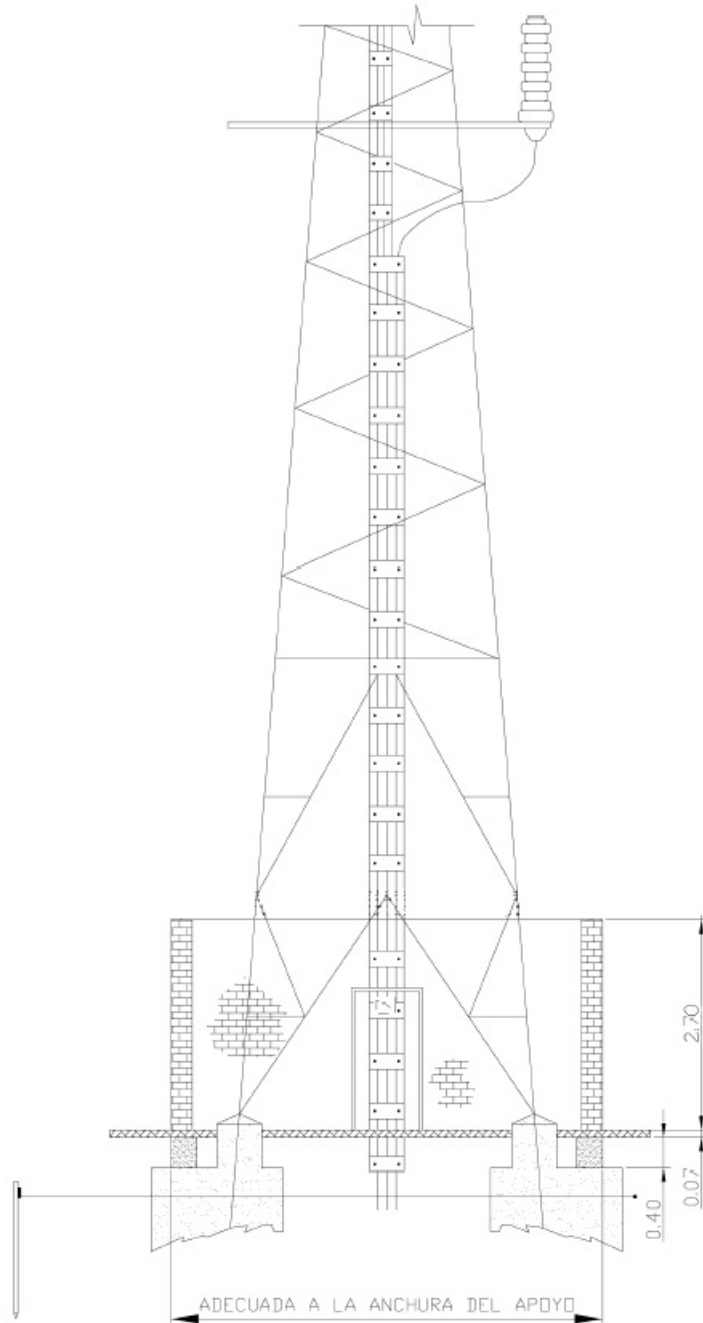
10.1 Detalle pica con grapa de conexión



10.2 Detalle grapa montante



11 ANEXO 3 ESQUEMA CERRAMIENTO LADRILLO



ESCALA DE TRAZADO: SIN ESCALA

12 ANEXO 4 CERRAMIENTO METÁLICO

ESQUEMA VALLA PERIMETRAL PARA TORRE DE CONVERSIÓN

