

# ANALISIS DE IMPACTOS DE LINEAS ELECTRICAS SOBRE LA AVIFAUNA DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

MANUAL  
PARA LA  
VALORACION  
DE RIESGOS Y  
SOLUCIONES



 Sevilla de  
Electricidad

 **IBERDROLA**

**REE**  
RED ELECTRICA



**ANALISIS DE IMPACTOS  
DE LINEAS ELECTRICAS  
SOBRE LA AVIFAUNA  
DE ESPACIOS NATURALES  
PROTEGIDOS**

**Manual para la valoración  
de riesgos y soluciones**

## TECNICOS E INVESTIGADORES QUE HAN PARTICIPADO EN ESTE PROYECTO DE INVESTIGACION

---

Miembros de la Comisión de Seguimiento:

COMPAÑIA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD.....D. Javier Casas  
RED ELECTRICA DE ESPAÑA.....D. Jorge Roig  
IBERDROLA .....D. Gaspar Gazo  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas.....Dr. Miguel Ferrer  
Agencia de Medio Ambiente de Andalucía .....D<sup>a</sup> Rosario Pintos  
Agencia de Medio Ambiente de Extremadura .....D. Angel Sánchez  
Instituto de Conservación de la Naturaleza .....D. Rafael Cadenas

Director de la investigación de  
la Estación Biológica de Doñana.....Dr. Miguel Ferrer

Por parte de las compañías han participado además en diversos trabajos  
técnicos de apoyo al proyecto y definición de medidas correctoras, los  
siguientes técnicos:

D. Joaquín Muñoz (COMPAÑIA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD)  
D. Jose Luis Larrea, D. José Ramón Urcelay y D. Javier Goitia (IBERDROLA)  
D. Víctor Navazo (RED ELECTRICA DE ESPAÑA)

En la investigación central llevada a cabo por el C.S.I.C. ha tenido  
una participación destacada el equipo técnico de la empresa consultora  
A. T. Clave S.L.

El seguimiento del proyecto por parte de O.C.I.D.E. ha sido realizado  
por D. Joaquín Gortázar.

## ESQUEMA DE LA PARTICIPACION DE EMPRESAS Y ORGANISMOS EN EL PROYECTO

---

Empresas promotoras:

COMPAÑIA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD  
IBERDROLA  
RED ELECTRICA DE ESPAÑA

Organismo investigador:

Estación Biológica de Doñana (C.S.I.C.)

Entidades colaboradoras:

Agencia de Medio Ambiente de Andalucía  
Agencia de Medio Ambiente de Extremadura  
Instituto para la Conservación de la Naturaleza

Organismo coordinador:

Oficina de Coordinación de la Investigación  
y el Desarrollo Electrotécnico (O.C.I.D.E.)

*Las empresas promotoras y el organismo investigador han contado con sus propios medios para realizar las tareas de su responsabilidad y con la colaboración de otras empresas que han desarrollado prototipos o realizado diversos trabajos de consultoría.*

© Compañía Sevillana de Electricidad  
Iberdrola  
Red Eléctrica de España

Realización:  
Asistencias Técnicas Clave, S.L.

Diseño y maquetación:  
Asistencias Técnicas Clave, S.L.: Agustín Feliu

Fotografías: Francisco Márquez (portada)  
Miguel Ferrer  
Compañía Sevillana de Electricidad  
Iberdrola  
Red Eléctrica de España

Impresión: TG Artes Gráficas, S.A.

## INDICE

PRESENTACION .....	6
INTRODUCCION .....	9
GUIA PARA LA EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD DE APOYOS EN LINEAS ELECTRICAS DE DISTRIBUCION Y PARA LA ADOPCION DE MEDIDAS CORRECTORAS.....	13
GUIA DE MEDIDAS CORRECTORAS ANTICOLISION Y ELECTROCUCION .....	31

El presente Manual es uno de los resultados prácticos de un proyecto de investigación, titulado “Análisis de Impactos de Líneas Eléctricas sobre la Avifauna de Espacios Naturales Protegidos (P.I.E. 135.035)”. Esta investigación se desarrolló entre los años 1991 y 1995, promovida por tres empresas eléctricas, COMPAÑIA SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, IBERDROLA y RED ELECTRICA DE ESPAÑA, con el impulso y apoyo del Instituto para la Conservación de la Naturaleza (actualmente Secretaría para el Desarrollo Rural y la Conservación de la Naturaleza, M.A.P.A.) y las Agencias de Medio Ambiente de Andalucía y Extremadura. Todos estas entidades públicas y privadas estaban interesadas en valorar los efectos de las infraestructuras eléctricas sobre la avifauna, identificar sus causas y llevar a cabo las actuaciones necesarias para suprimir o minimizar los impactos.

El proyecto de investigación citado se sitúa en el marco del Programa de Investigación y Desarrollo Electrotécnico (P.I.E.), coordinado por la Oficina para la Coordinación de la Investigación y el Desarrollo Electrotécnico (O.C.I.D.E.), organismo dependiente del Ministerio de Industria y Energía.

El proyecto consiste básicamente en la investigación detallada de los efectos de los tendidos sobre la avifauna, realizado por un equipo perteneciente a la Estación Biológica de Doñana (Consejo Superior de Investigaciones Científicas), y en el desarrollo técnico de medidas correctoras, diseñadas por las empresas eléctricas promotoras, cuya eficacia fue evaluada por el citado equipo investigador.

La cooperación entre empresas eléctricas, investigadores y organismos públicos dedicados a la conservación de la naturaleza se ha revelado como un método idóneo para evaluar, cuantitativa y cualitativamente, la mortalidad producida por los tendidos eléctricos, identificar los factores implicados y dar soluciones eficaces y viables que resuelvan esta problemática desde el punto de vista técnico y económico. Las consecuencias positivas de esta cooperación son la definición de un marco bien fundamentado para las actuaciones en este campo y la comprobada eficacia de las medidas de corrección.

Esta publicación está dirigida fundamentalmente a técnicos y profesionales de las empresas eléctricas y al personal directivo y técnico de organismos públicos y privados que trabajan en la conservación de la naturaleza. Está diseñada para ofrecer un sencillo manejo y una lectura asequible.

El Manual contiene una primera parte dedicada a describir la panorámica general del problema (especies afectadas, hábitats, modo en el que ocurren los accidentes...). En la parte segunda se identifican distintos tipos de apoyo, se evalúa su peligrosidad y se propone la modificación más adecuada. Por último, se describen distintas medidas correctoras (materiales empleados, dimensiones...), con una valoración de su eficacia, problemas de implantación y colocación.

El contenido de esta última parte se organiza temáticamente en fichas individuales que incorporan ilustraciones gráficas (dibujos y fotografías), 16 de apoyos y 31 de medidas correctoras (7 anticolidión y 24 antielectrocución).

Las soluciones propuestas son sencillas, eficaces y baratas. Se ha comprobado que es posible modificar un gran número de postes con reducidos costes en materiales y tiempos de instalación. Los prototipos experimentados están ensayados para su uso en líneas ya existentes y de forma universal, con independencia del tipo de poste o tensión de la línea. Asimismo, todo aquel profesional que requiera información acerca de la fabricación y comercialización de las distintas piezas puede obtenerla a través de Planificación de Distribución de SEVILLANA DE ELECTRICIDAD, del Servicio de Medio Ambiente de RED ELECTRICA, y del Area de Innovación Técnica y Medio Ambiente de la Dirección de Distribución y Clientes de IBERDROLA.

Este Manual da cuenta de la enorme importancia que todos los agentes implicados en la investigación conceden a la supervivencia y conservación de la diversidad de especies de aves. El conjunto del proyecto quiere convertirse en una referencia obligada en el futuro para las actuaciones que se acometan en el campo de la conservación de la avifauna desde una perspectiva pública o privada.



# INTRODUCCION

El objetivo fundamental de este Manual es dar a conocer las medidas más adecuadas para minimizar y corregir la mortalidad de aves por causa de las instalaciones de transporte y distribución de electricidad. Con objeto de facilitar la aplicación de estas medidas correctoras se recogen de forma sintética los resultados prácticos del análisis de la peligrosidad para los distintos tipos de líneas y postes eléctricos, y las soluciones técnicas más adecuadas a cada caso.

## **Incidencia de las líneas eléctricas sobre las aves**

Los accidentes que pueden sufrir las aves con líneas eléctricas son básicamente de dos tipos: la electrocución en poste y la colisión contra cables. La electrocución es un accidente de proporciones importantes, tanto por el tipo de aves a las que afecta como por la magnitud de la mortalidad que puede llegar a provocar. Se produce de dos formas diferentes:

- Por contacto simultáneo del ave con un conductor y con el poste no aislante, lo que provoca una derivación a tierra (es el tipo de accidente más frecuente en líneas de distribución, dadas las tipologías usuales de los apoyos y la disposición normal de los conductores).
- Por contacto del ave con dos conductores.

La colisión puede producirse contra un conductor de un tendido de distribución o transporte o contra un cable de tierra de un tendido de alta tensión. Su causa inmediata puede estar en la dificultad de un ave para evitar el choque contra un cable que no detectó a una distancia mínima que le permitiera una maniobra de elusión exitosa. Tiene lugar sobre todo entre aves que vuelan en bandadas y durante vuelos crepusculares y en reacciones de huida.

La colisión contra conductores de líneas de transporte parece ser poco frecuente, ya que el grosor de estos cables puede facilitar su detección a distancias seguras para las aves. En este caso, las aves que encabezan el grupo pueden evitar los cables, pero las que siguen no pueden reaccionar con suficiente antelación para evitar el contacto. La colisión contra cables de tierra, más finos y menos visibles que los conductores, parece ser más frecuente. Posiblemente, en muchas ocasiones tenga lugar como resultado de la maniobra de elusión de los cables conductores: el ave evita sin problemas éstos últimos, pero no percibe los de tierra y se produce la colisión.

## **Especies afectadas**

La electrocución es más frecuente entre aves de mediana a gran envergadura que utilizan los apoyos de las líneas de distribución como posadero. El tamaño del ave en relación al tipo y dimensión del apoyo se ha revelado como un factor determinante del riesgo de electrocución, ya que hace posible o imposibilita el contacto del animal con dos conductores o con conductor y poste simultáneamente. La frecuencia de uso de los apoyos como posadero es otro factor determinante de la magnitud de la mortalidad por electrocución. Las especies de aves más propensas a utilizar posaderos elevados son las más afectadas: rapaces (águilas, milanos, ratoneros, cernícalos), córvidos (cuervos, urracas, cornejas) y cigüeñas (blanca y negra).

Por su parte, la colisión es un tipo de accidente más frecuente en aves con comportamiento de vuelo gregario o en bandadas; es el caso de muchas aves acuáticas (anátidas,

limícolas, flamencos), invernantes (grullas, avefrías) o con tendencia a formar agrupaciones temporales en lugares de alimentación (gaviotas, buitres, cigüeñas, avutardas).

Es predecible una mayor incidencia absoluta de la mortalidad por electrocución o colisión en zonas con elevada densidad de especies susceptibles de sufrir accidentes. Hábitats especialmente propensos a la electrocución de aves, por el tipo y densidad de las especies que los frecuentan, son las masas forestales más o menos abiertas (dehesas y matorral mediterráneo, sobre todo en el caso de las rapaces durante los períodos de cría), las marismas y las zonas de cultivos extensivos.

En el caso concreto de la cigüeña blanca, se puede señalar también a las zonas urbanizadas como hábitats frecuentados (sobre todo para la nidificación) y por lo tanto como potenciales lugares de riesgo para la especie. En el caso de la colisión, se consideran de alta peligrosidad los tendidos que transcurren por hábitats frecuentados por especies gregarias de aves invernantes (dehesas, estepas, etc), zonas húmedas, vertederos y cultivos de secano extensos.

### **Aspectos técnicos de la siniestralidad de aves en tendidos eléctricos**

El riesgo de electrocución está muy relacionado con el diseño del apoyo. Dadas las dimensiones de los postes, la separación de los conductores y la longitud de los aisladores, las electrocuciones sólo son frecuentes en líneas hasta los 66 kV de tensión (líneas de distribución de electricidad). La mayor longitud de la cadena de aisladores, proporcional a la tensión, hace que las electrocuciones sean muy improbables en líneas de transporte de energía.

Los postes más peligrosos son aquellos que tienen elementos conductores por encima de la cruceta, como los postes de amarre con puentes por encima y postes con aisladores rígidos. Por el contrario, los postes con aisladores suspendidos son los menos problemáticos, siendo los que, en general, usan las empresas eléctricas.

El material de construcción del pilar del apoyo es otro factor importante que determina la peligrosidad de un poste. Los pilares de madera son malos conductores de la electricidad, por lo que, si un ave contacta simultáneamente con un conductor y el poste, es menos probable una derivación a tierra de la corriente que en los pilares de metal. Los postes de madera sin crucetas se podrían considerar los más seguros, y, también, los apoyos hechos de cualquier otro tipo de material aislante (por ejemplo fibra de vidrio). También hay que considerar el tratamiento preservante de la madera. Se suelen aplicar dos tipos distintos, con unas condiciones de aislamiento muy diferentes: la madera tratada con creosota es un buen aislante, pero la madera tratada con sal tiene una conducción eléctrica mayor.

El hormigón es peor conductor que el metal, pero el poste de hormigón armado tiene una conductividad de la electricidad parecida al de metal. En el caso de pilares no metálicos, la existencia de un cable de toma de tierra puede incrementar su peligrosidad de forma sensible. Si este cable se encuentra próximo a la cruceta del poste, es fácil que un ave llegue a contactar con él, a la vez que con un conductor, causando la electrocución.

Las condiciones atmosféricas inciden en el riesgo de electrocución. La humedad aumenta considerablemente la conductividad del poste y del ave. Fuertes vientos pueden dificultar las posadas de las aves y así aumentar la posibilidad de un contacto entre el ave y el conductor.

En el riesgo de colisión, no influye tanto el diseño de los apoyos como las características de las zonas que atraviesan las líneas. Como ya se ha señalado, el riesgo es mayor en zonas con una elevada densidad de aves con comportamiento gregario. Otro factor que condiciona la peligrosidad de una línea en lo que se refiere a colisión es la

presencia o ausencia de cables tierra de pequeño diámetro, ya que la mayoría de las colisiones parecen tener lugar contra éstos.

## **Soluciones**

Desde que se tomó conciencia de la magnitud del impacto de los tendidos eléctricos sobre la avifauna, se desarrolló un incipiente mercado de medidas antielectrocución y anticolidión. Actualmente, las medidas son numerosas y muy diversas y, en la mayoría de las ocasiones, caras para su implantación masiva. Muchas son comercializadas sin pruebas suficientemente contrastadas de su eficacia, por lo que importantes inversiones en la modificación de tendidos pueden tener un mal resultado. Es fundamental reunir toda la información disponible sobre las pruebas de laboratorio y de campo efectuadas para evaluar la eficacia de una medida, antes de proceder a su implantación. En ocasiones, las medidas ensayadas con éxito en un entorno determinado tienen difícil aplicación en otros.

La instalación de medidas correctoras en tendidos existentes exige un notable esfuerzo por parte de las empresas eléctricas debido a los trastornos y dificultades en la gestión derivados de los cortes de tensión. En este sentido, los procedimientos de instalación de medidas que se realizan sin corte de tensión, resultan especialmente interesantes para asegurar la viabilidad de la corrección de impactos.

Por último, la información sobre el período de vida de las medidas, una vez instaladas en el campo, es muy escasa. Este es, sin embargo, uno de los aspectos más importantes a considerar en el proceso de elección de una medida para su instalación en una línea. La duración de la medida dependerá del material empleado en su construcción y del tipo de fijación al poste o cable. La luz solar (ultra-violeta), temperaturas muy altas o muy bajas, vientos fuertes y la salinidad podrían afectar negativamente a la duración del material. Los materiales recomendados en este Manual para las medidas anticolidión han superado un ensayo de seis semanas en cámara climática.

## **Medidas anticolidión**

Son muchas las soluciones desarrolladas para evitar los accidentes de colisión, aunque, en general, todas están encaminadas a mejorar la visibilidad del cable. En líneas de transporte, suele ser suficiente señalar el cable de tierra que, como ya se ha apuntado, es el principal responsable de los accidentes. La señalización de los cables no parece ser más eficaz cuanto mayor sea el tamaño del dispositivo utilizado (lo que puede suponer además problemas técnicos para su implantación en condiciones de viento o hielo). Por el contrario, se ha comprobado el efecto positivo sobre la eficacia de la frecuencia de señales sobre el cable. Las medidas aplicadas más asiduamente tienen forma de espiral enrollada sobre el cable o forma de bolas, pero igualmente se utilizan tiras de distintos tipos, siluetas de aves y otros diseños.

## **Medidas antielectrocución**

La medida ideal que suprimiría todos los problemas de electrocución no es viable, ya que supondría el enterramiento de las líneas aéreas existentes o la sustitución de los apoyos actuales por otros de diseño seguro. Afortunadamente, existen soluciones viables, sencillas, eficaces y baratas que no hacen necesaria la modificación de los postes peligrosos en su totalidad. Con la implantación de dispositivos en los puntos de mayor riesgo o la modificación de pequeños aspectos del diseño se puede obtener una considerable reducción en el riesgo de accidentes. En muchos casos la reducción significativa de la peligrosidad de una línea puede lograrse con la modificación de los postes más peligrosos que son reponsables de la mayoría de la mortalidad.

Las soluciones antielectrocución desarrolladas se basan en cuatro tipos de procedimientos:

- El aislamiento de los cables conductores, ya sea parcialmente, a la altura de la cruce-ta o por completo.
- El aislamiento de la cruceta.
- La instalación de dispositivos que dificulten o impidan la posada del ave en puntos peligrosos del apoyo.
- La modificación del diseño del apoyo.

### **Sugerencias para nuevas instalaciones**

En lo referente a electrocución, se pueden realizar las siguientes recomendaciones para la construcción de nuevas instalaciones con apoyos no aislantes:

1. Utilización de apoyos de alineación con aisladores suspendidos, con al menos tres platos, preferentemente de tipo canadiense o con disposición al tresbolillo.
2. Utilización de apoyos de amarre con puentes flojos por debajo de los travesaños y mínimo de tres platos aisladores.
3. Utilización de seccionadores con corte al aire situados en vástago (no en cabeza de apoyos). En el caso de seccionadores unipolares, deberán situarse por debajo de las crucetas.
4. Como norma general, se evitará instalar elementos en tensión por encima de las crucetas.
5. Si la línea tiene que discurrir por espacios naturales de particular interés, será necesario consultar con la administración responsable.

En lo referente a colisión, las consideraciones serán las siguientes:

1. Evitar en lo posible el trazado de líneas por zonas húmedas, áreas de invernada u otros puntos de concentración de aves.
2. En áreas con intenso paso de aves, señalar el cable de tierra según las recomendaciones de este Manual, o bien aumentar el diámetro aparente del cable.
3. Si la línea tiene que discurrir por espacios naturales de particular interés, será necesario consultar con la administración responsable.

# GUIA PARA LA EVALUACION DE LA PELIGROSIDAD DE APOYOS DE LINEAS DE DISTRIBUCION Y PARA LA ADOPCION DE MEDIDAS CORRECTORAS.

En este apartado se ha sintetizado la información más relevante obtenida en la investigación sobre la electrocución de aves: la tipología de los tipos de apoyos más frecuentes, su grado de peligrosidad para las aves y las soluciones más recomendables.

La información sobre apoyos se ha recopilado en forma de fichas, cada una correspondiente a un tipo básico de diseño de poste. Cada ficha consta de ilustraciones esquemáticas de las variaciones más comunes de cada tipo básico, de una descripción de sus características más relevantes y de una valoración de la peligrosidad del diseño siguiendo una escala relativa de cuatro niveles (peligrosidad baja, moderada, elevada o muy elevada).

Finalmente, se incluyen las medidas más recomendables para cada tipo de apoyo considerando su eficacia y su coste. El plato del aislador hace referencia al tipo "U40BS".

La relación de apoyos incluidos en el catálogo de fichas es la siguiente:

## **Postes con aisladores suspendidos**

- P-01, Tresbolillo y asimilados
- P-02, Bóveda
- P-03, Montaje "0"

## **Postes con aisladores rígidos**

- P-04, Tresbolillo y asimilados
- P-05, Bóveda
- P-06, Montaje "0"
- P-07, Montaje "1"

## **Postes de amarre con puente por debajo de los aisladores**

- P-08, Tresbolillo
- P-09, Bóveda
- P-10, Montaje "0"

## **Postes de amarre con puente pos encima de los aisladores**

- P-11, Montaje "0"
- P-12, Montaje "1"

## **Seccionadores**

- P-13, Seccionador unipolar por debajo
- P-14, Seccionador unipolar por encima
- P-15, Seccionador tripolar en vástago
- P-16, Seccionador tripolar en cabecera

# POSTES CON AISLADORES SUSPENDIDOS

## TRESBOLILLOS Y ASIMILADOS

P-01

Tresbolillos con cruceta en codo, cruceta canadiense, montaje vertical, doble circuito

### CARACTERISTICAS

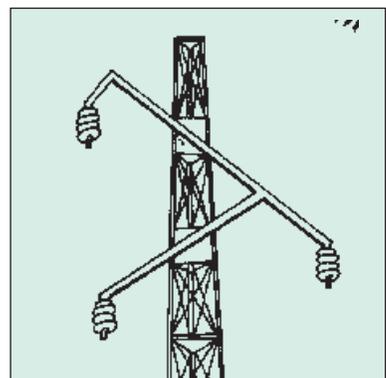
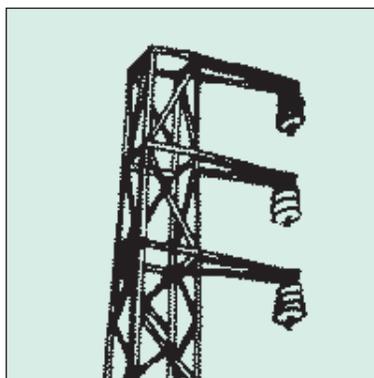
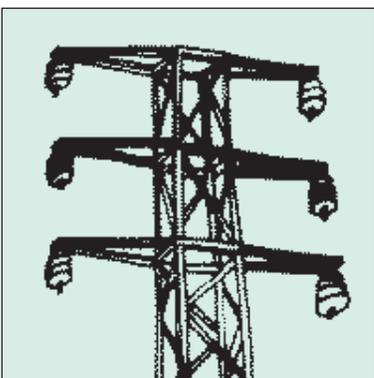
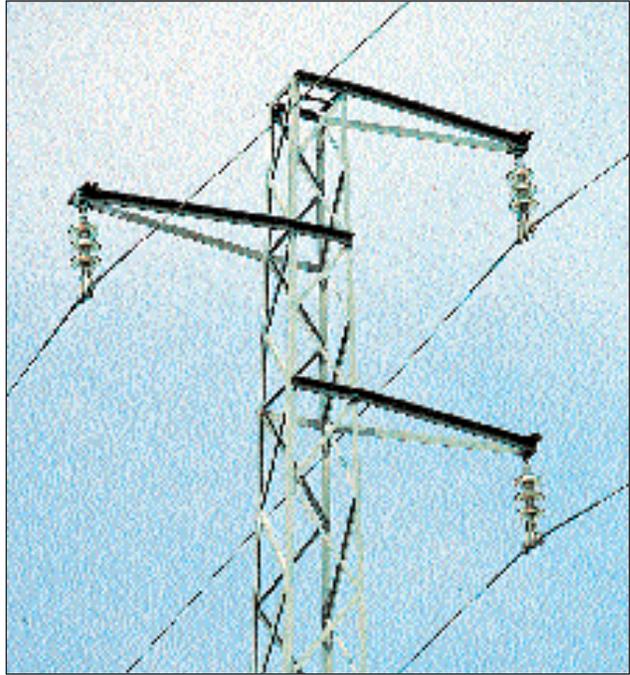
Las fases penden de cadenas de aisladores (dos o más platos) con una disposición al tresbolillo o montaje vertical de circuito simple (tres fases) o doble (seis fases).

### PELIGROSIDAD

En general es baja. Depende de la longitud de la cadena de aisladores (preferiblemente será de 3 o más platos) y del tamaño del ave. La cruceta canadiense es considerada más segura que otras crucetas. Para aves de gran tamaño el riesgo es mayor.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

No existen medidas disuasorias de escaso coste y eficacia comprobada, dada la escasa mortalidad causada por este tipo de postes. En el caso de situaciones de alto riesgo para aves de gran tamaño se recomienda la modificación de la longitud del aislador, si es posible (elevado coste), el aislamiento de la cruceta con manta aislante (menor coste) o la colocación de barreras de protección.



# POSTES CON AISLADORES SUSPENDIDOS

BOVEDA

P-02

## CARACTERISTICAS

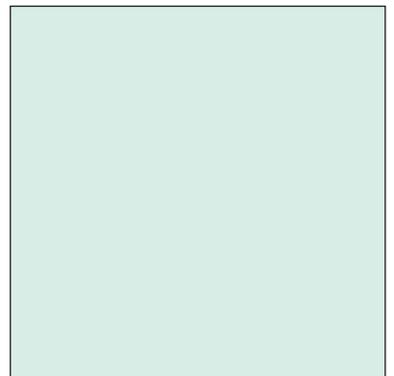
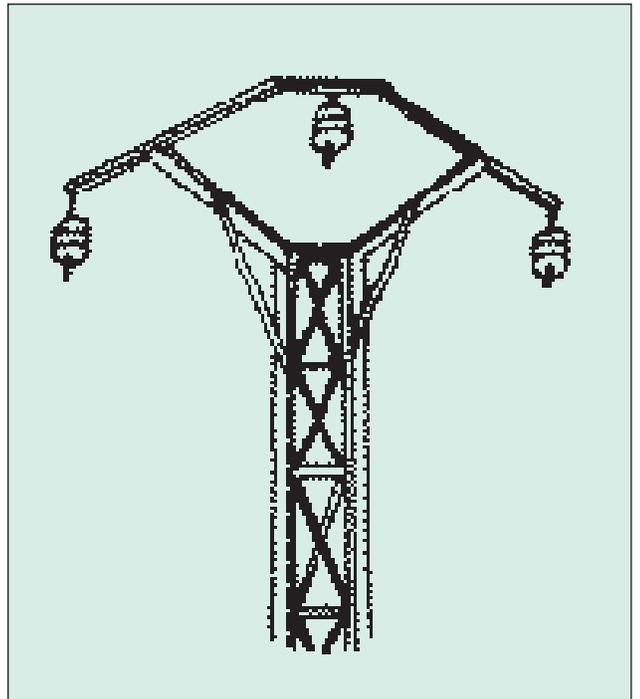
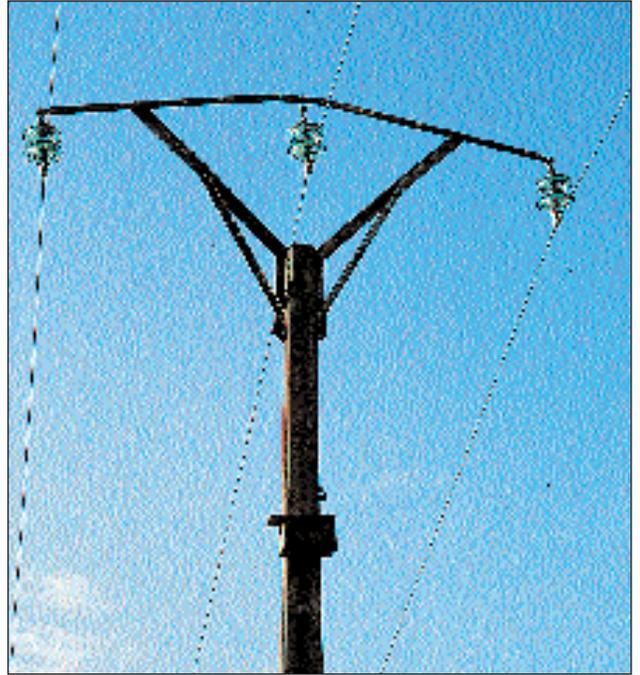
Las fases (tres) discurren en dos planos horizontales con la central ligeramente elevada, colgando de aisladores suspendidos (dos o más platos) de una cruceta en forma de bóveda.

## PELIGROSIDAD

En general es baja. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes) y de la longitud de la cadena de aisladores: las laterales serán preferiblemente de 3 o más platos, pero la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable a este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la bóveda, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

No se han ensayado medidas específicas para este diseño de poste. En caso de elevado riesgo puede aplicarse el aislamiento de los conductores, o la modificación de la longitud de los aisladores laterales y aislamiento con manta en la zona baja-interior de la bóveda y/o del conductor central.



# POSTES CON AISLADORES SUSPENDIDOS

## MONTAJE "0"

P-03

Montaje "0", montaje "0" en pórtico y montaje "0" con cruceta triangular

### CARACTERISTICAS

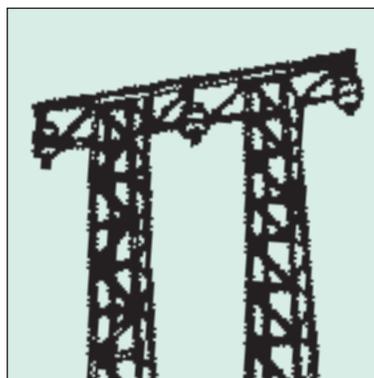
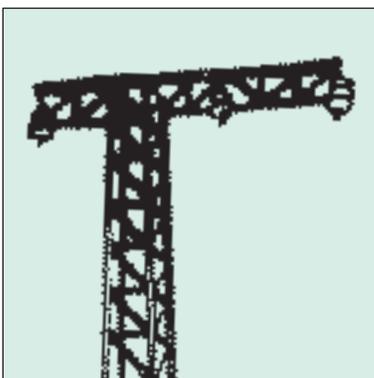
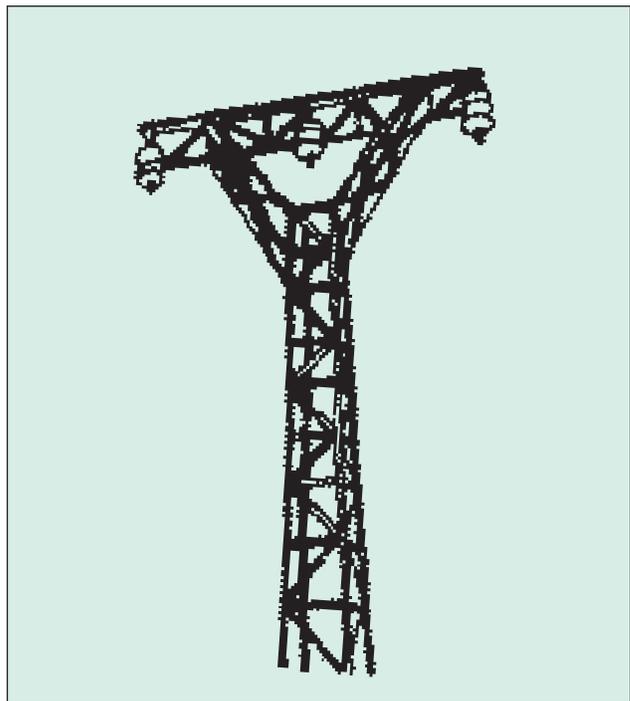
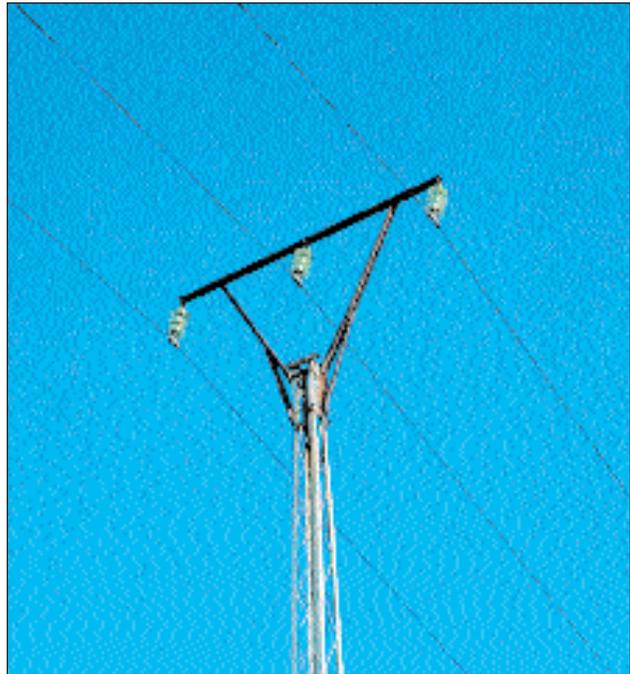
Tres fases en un mismo plano horizontal, pendientes de cadenas de aisladores suspendidos de dos o más platos.

### PELIGROSIDAD

En general es baja. Depende del tamaño del ave (mayor en el caso de aves grandes) y de la longitud de la cadena de aisladores, que serán preferiblemente de 3 o más platos. En los montajes sobre cruceta triangular, la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable para impedir la electrocución de aves medianas y pequeñas que puedan utilizar el ángulo interior. Tanto mayor es el riesgo de electrocución cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

No se han ensayado medidas específicas para este diseño de poste. En caso de elevado riesgo puede aplicarse el aislamiento de los conductores o de la cruceta o la modificación de la longitud de los aisladores laterales (véase también: "Bóveda con aisladores suspendidos").



# POSTES CON AISLADORES RIGIDOS

## TRESBOLILLO Y ASIMILADOS

P-04

Tresbolillo, tresbolillo con poste de madera, montaje vertical, doble circuito

### CARACTERISTICAS

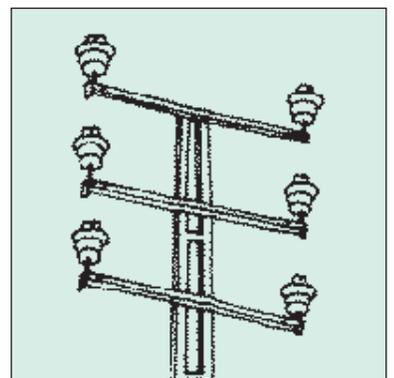
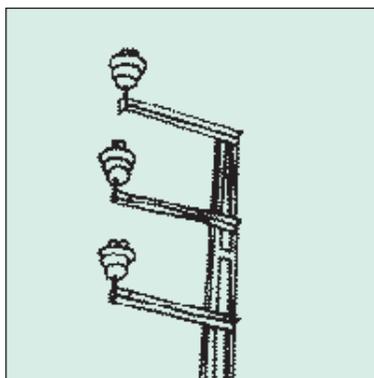
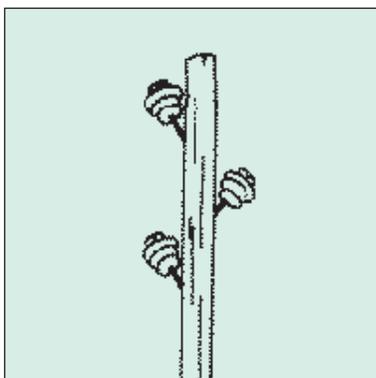
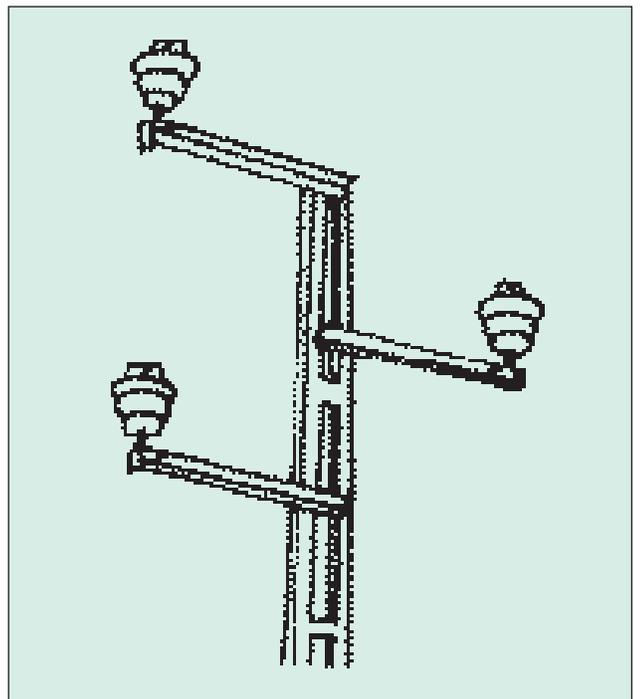
Las tres fases se apoyan sobre aisladores rígidos de un sólo cuerpo con una disposición al tresbolillo (con o sin cruceta) o en montaje vertical de circuito simple (tres fases) o doble (seis fases).

### PELIGROSIDAD

Elevada para todo tipo de aves, salvo en el caso de postes de madera sin cable de derivación a tierra.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

La manta aislante en la cruceta es la medida más barata de eficacia comprobada. Alternativamente podría usarse un forro rígido para cubrir el aislador y parte del cable (medida algo más cara).



# POSTES CON AISLADORES RIGIDOS

BOVEDA

P-05

## CARACTERISTICAS

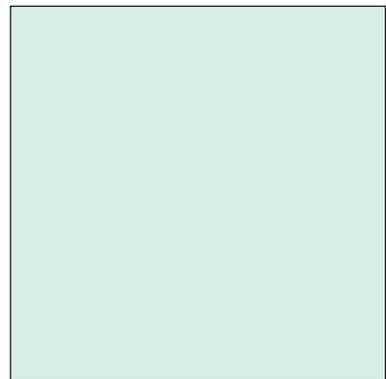
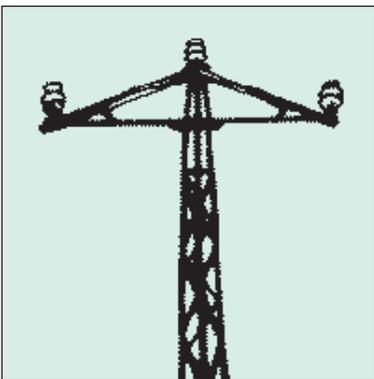
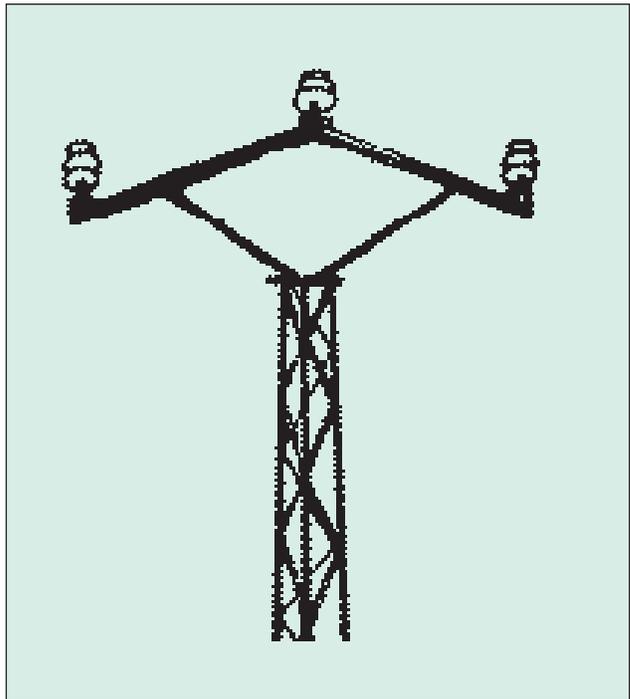
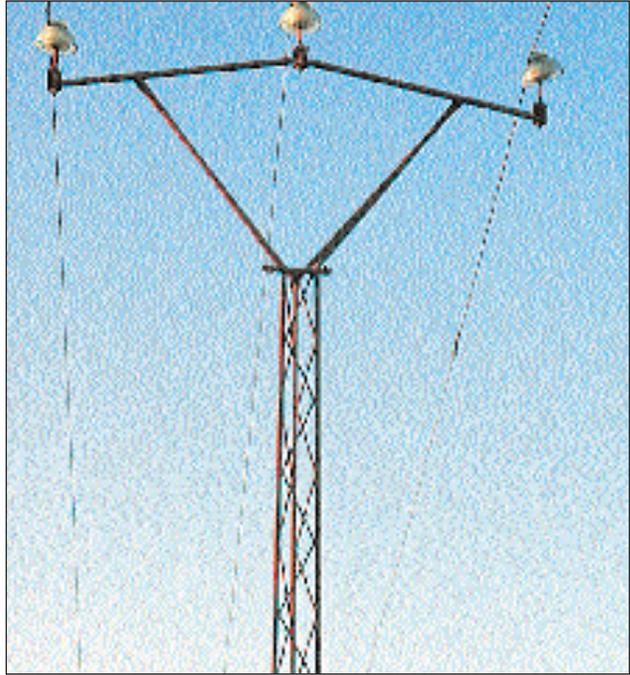
Las tres fases discurren en dos planos horizontales, con la central ligeramente elevada, apoyadas sobre aisladores rígidos de un sólo cuerpo sobre una cruceta en forma de bóveda.

## PELIGROSIDAD

Elevada para todo tipo de aves.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Forro rígido aislante que cubra el aislador y parte del cable o aislar la cruceta en combinación con el aislamiento de la fase central para evitar electrocuciones por contacto entre dos cables.



# POSTES CON AISLADORES RIGIDOS

MONTAJE "0"

P-06

## CARACTERISTICAS

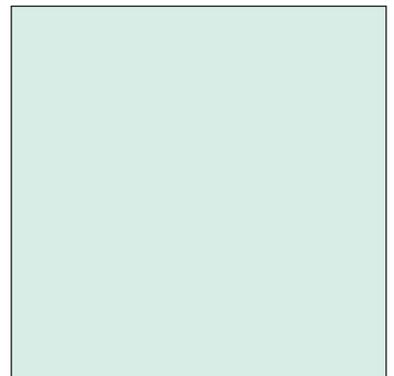
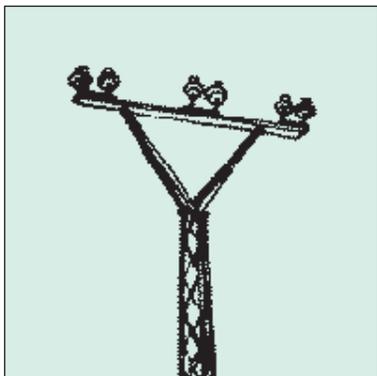
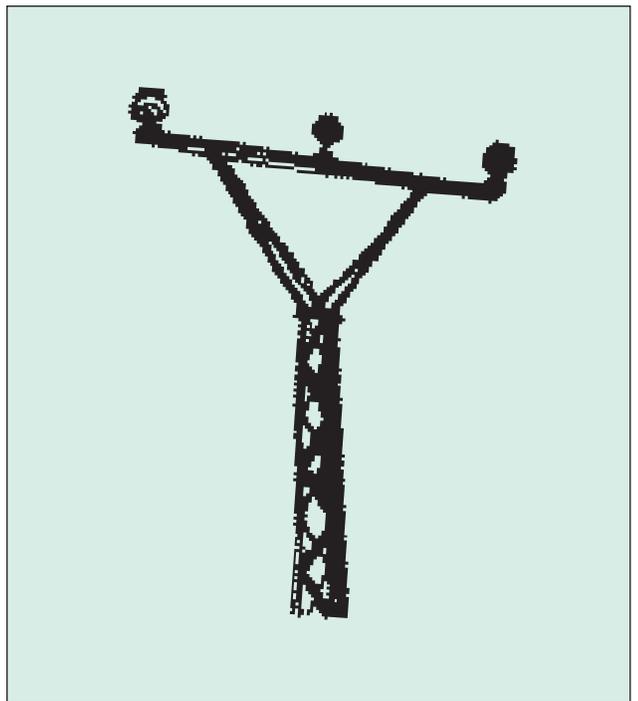
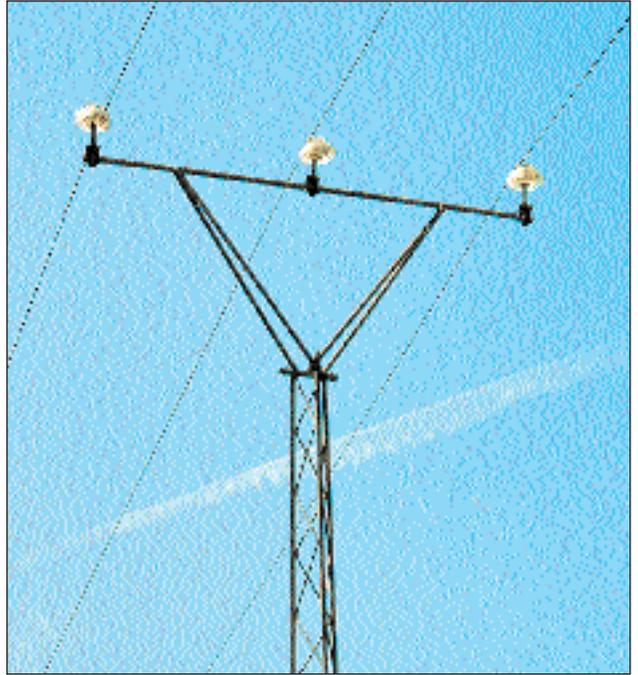
Tres fases en un mismo plano horizontal, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o dobles de un sólo cuerpo.

## PELIGROSIDAD

Elevada para todo tipo de aves.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Forro rígido aislante sobre cada aislador que cubra parte del cable, o aislar la cruceta en combinación con el aislamiento de la fase central para evitar electrocuciones por contacto entre dos cables.



# POSTES CON AISLADORES RIGIDOS

MONTAJE "1"

P-07

## CARACTERISTICAS

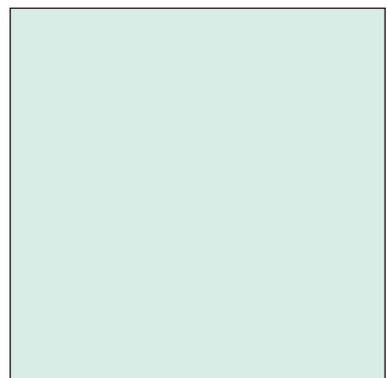
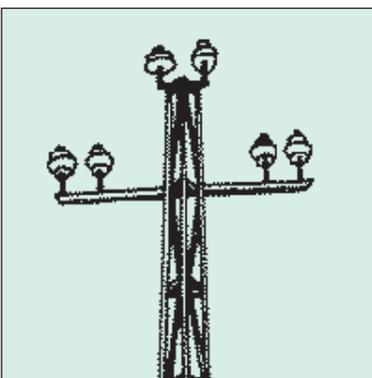
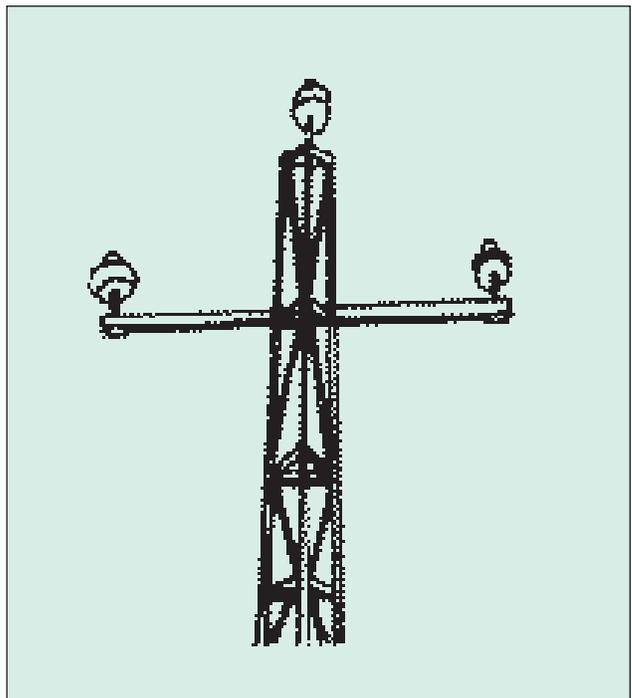
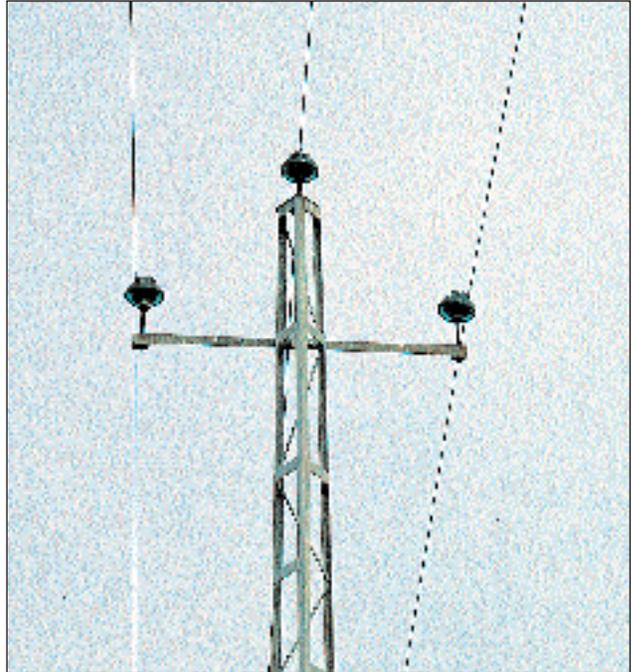
Tres fases en dos planos horizontales, con la fase central elevada, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o dobles de un sólo cuerpo sobre una cruceta en cruz.

## PELIGROSIDAD

Elevada para todo tipo de aves.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Placa aislante bajo el aislador central y mantas aislantes cubriendo los brazos laterales de la cruceta, pasando por debajo de los aisladores. O cubrir todos los aisladores y parte del conductor con forros rígidos aislantes.



# POSTES DE AMARRE CON PUENTES POR DEBAJO DE LOS AISLADORES

TRESBOLILLO

P-08

## CARACTERISTICAS

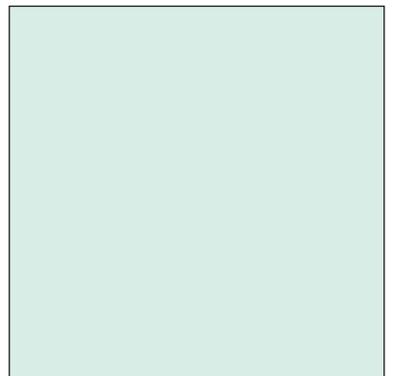
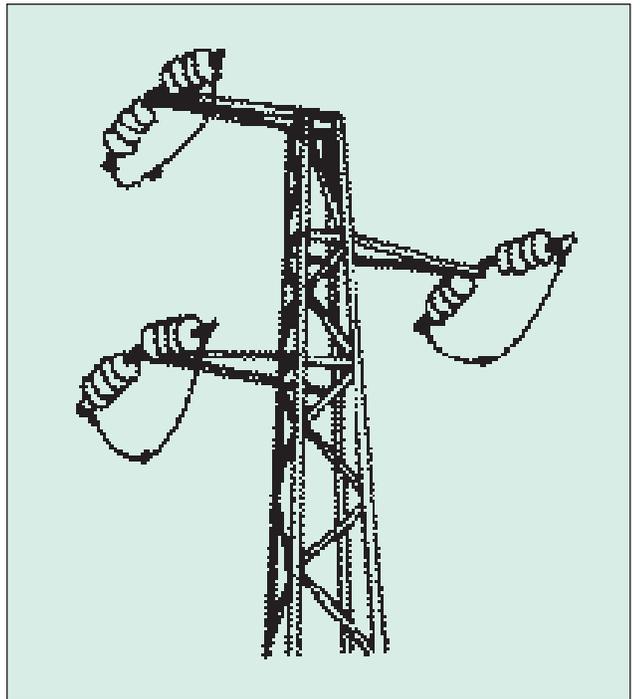
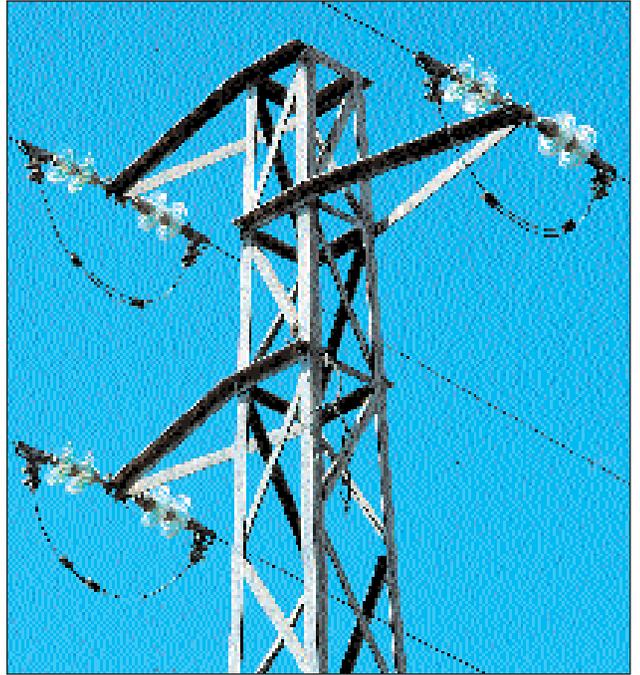
Fases en tres planos horizontales dispuestas al tresbolillo, tensionadas por cadenas de amarre constituidas por dos o más platos y dispuestas a ambos lados de la cruceta, con los puentes por debajo.

## PELIGROSIDAD

En general moderada. Depende del tamaño del ave. Las aves de gran tamaño contactan más fácilmente con el puente, por lo que la longitud de las cadenas será preferiblemente larga (tres o más platos). Los postes con un ángulo menor de  $90^\circ$  entre el cable y la cruceta superior (la cruceta más usada por parte de las aves) son mas peligrosos por ser la distancia del conductor a la cruceta menor.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de la cruceta o del puente con manta aislante, incluyendo las grapas. La medida de mayor coste es el alargamiento de las cadenas de aisladores.



# POSTES DE AMARRE CON PUENTES POR DEBAJO DE LOS AISLADORES

BOVEDA

P-09

## CARACTERISTICAS

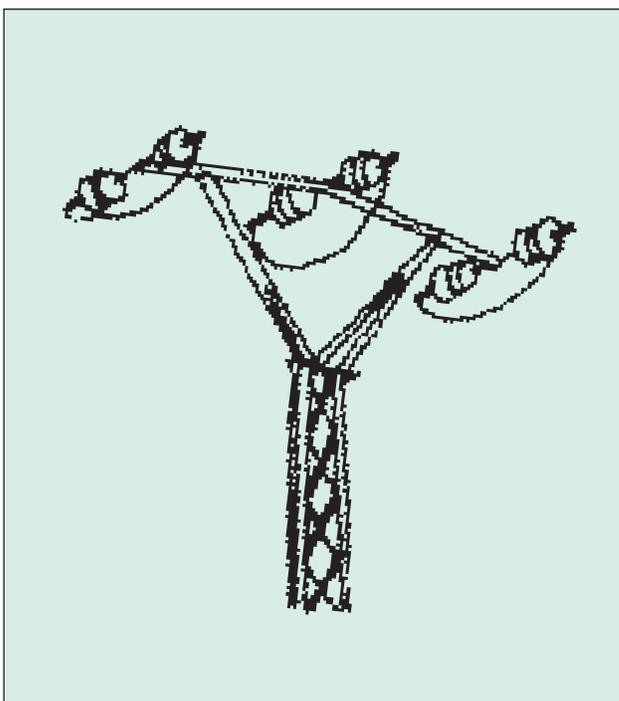
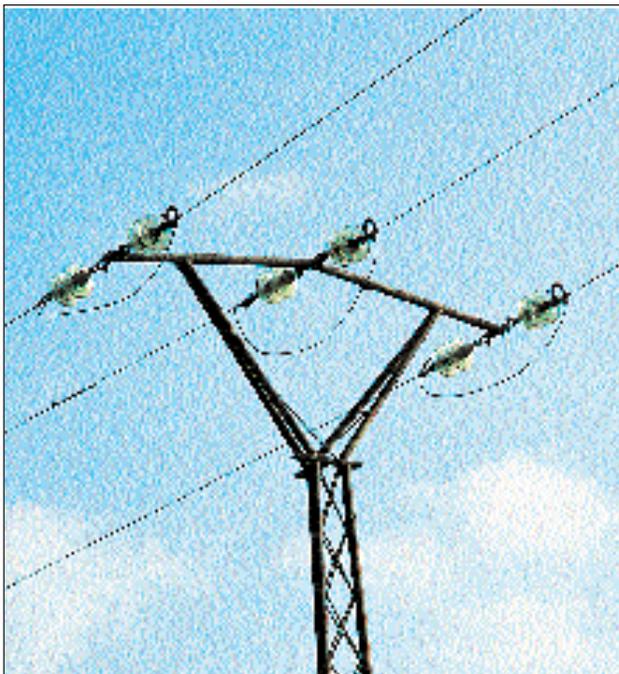
Tres fases en dos planos horizontales, con la central elevada sobre las laterales, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos), dispuestas a ambos lados de la cruceta en forma de bóveda y con puentes por debajo.

## PELIGROSIDAD

En general moderada. Depende del tamaño del ave (mayor riesgo en aves de mayor tamaño). La longitud de las cadenas laterales será preferiblemente de tres o más platos, pero la longitud del puente central es difícilmente ajustable en este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la bóveda, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de los puentes con manta aislante o de la cruceta, incluyendo la parte interior de la bóveda y/o el cable central.



# POSTES DE AMARRE CON PUENTES POR DEBAJO DE LOS AISLADORES

MONTAJE "O"

P-10

## CARACTERISTICAS

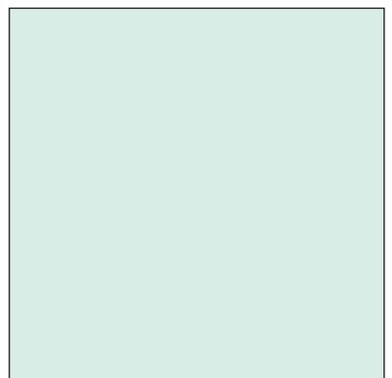
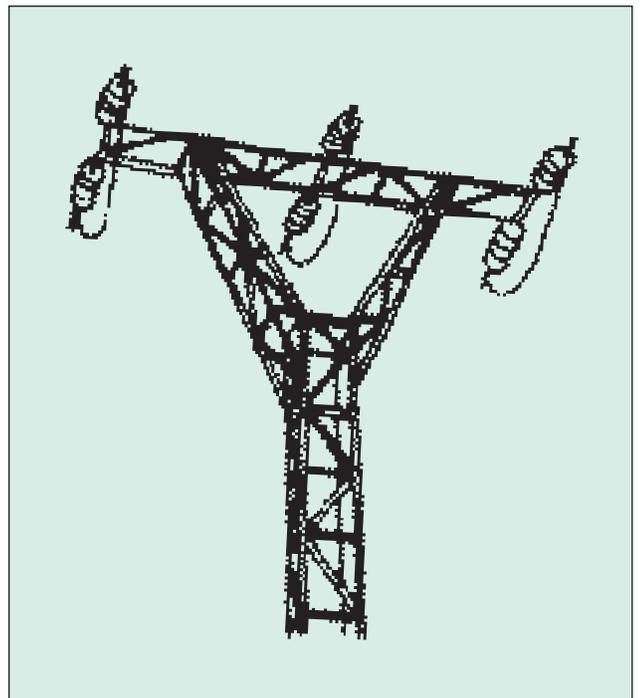
Tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos) dispuestas a ambos lados de la cruceta y con puentes por debajo.

## PELIGROSIDAD

En general moderada. Depende del tamaño del ave (mayor riesgo en aves de mayor tamaño). La longitud de las cadenas laterales será preferiblemente de tres o más platos pero la longitud del puente central es difícilmente ajustable en este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la cruceta, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de los puentes con manta aislante o aislamiento de la cruceta, incluyendo la cruceta del ángulo interior y/o el cable central.



# POSTES DE AMARRE CON PUENTES POR ENCIMA DE LOS AISLADORES

MONTAJE "0"

P-11

## CARACTERISTICAS

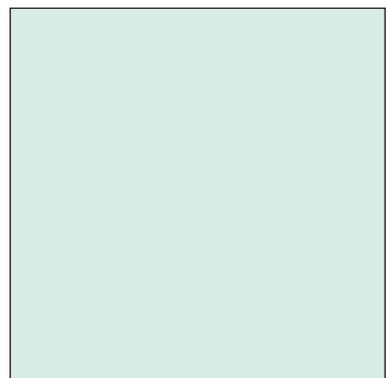
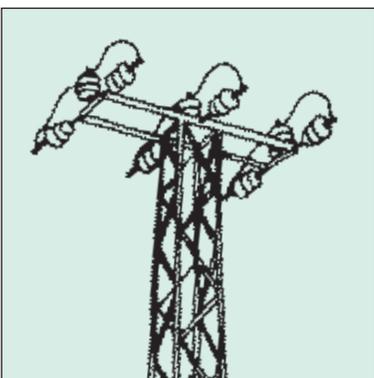
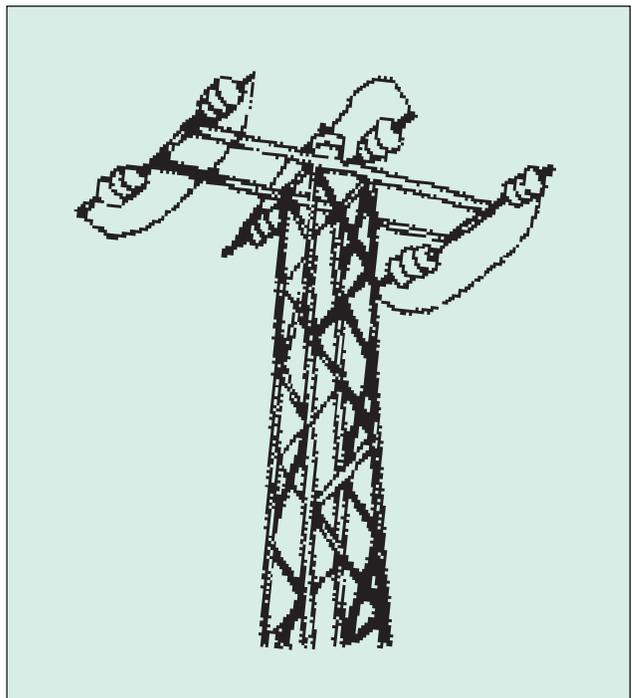
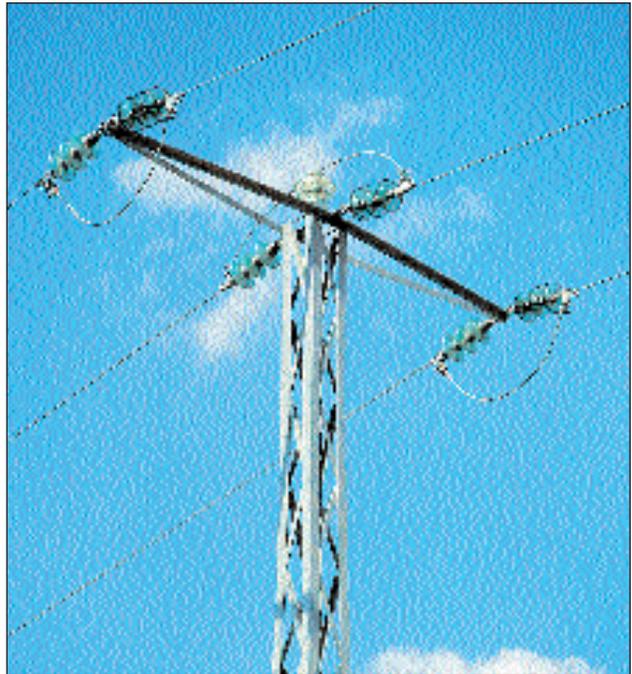
Tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos) a ambos lados de la cruceta, con puentes por encima de los tres pares de cadenas o al menos sobre las cadenas de amarre centrales.

## PELIGROSIDAD

Muy elevada para todo tipo de aves.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de los puentes con manta aislante o sustituir el puente por un cable seco. En caso de un solo puente central se podría aislar éste y aplicar un aislamiento de la cruceta (véase también: "Amarre con puentes por debajo").



# POSTES DE AMARRE CON PUENTES POR ENCIMA DE LOS AISLADORES

MONTAJE "1"

P-12

## CARACTERISTICAS

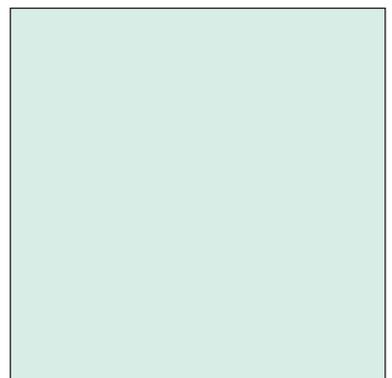
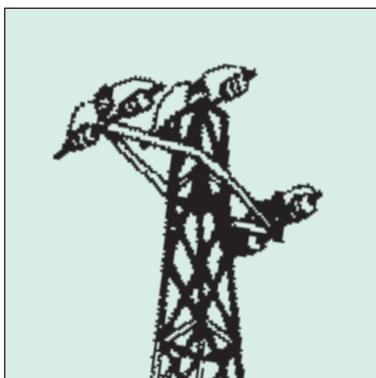
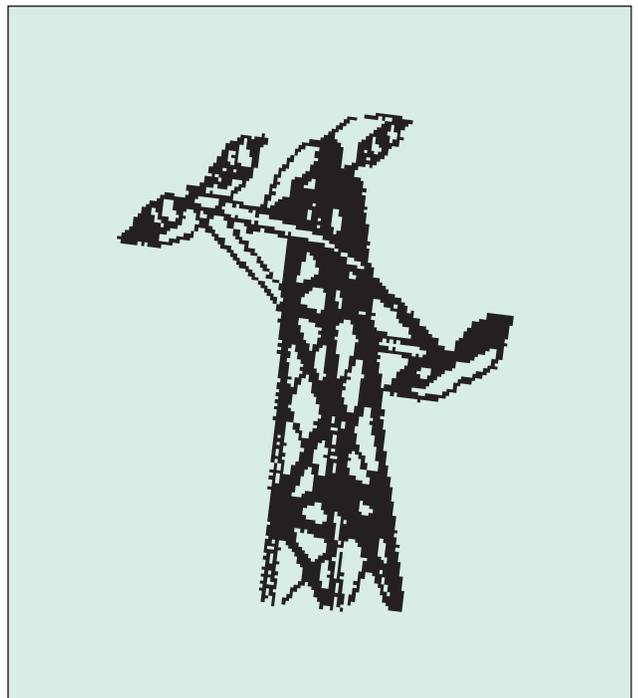
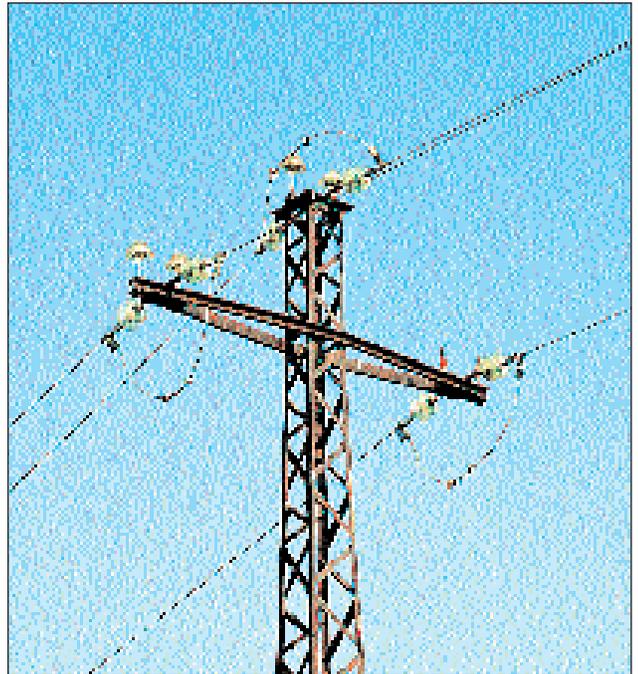
Tres fases en dos planos horizontales, con la superior elevada, tensionadas por cadenas de amarre ancladas a ambos lados de una cruceta en forma de cruz, con puentes por encima de los tres pares de cadenas o, al menos, sobre las cadenas de amarre centrales.

## PELIGROSIDAD

Muy elevada para todo tipo de aves.

## MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de los puentes con manta aislante o sustituir el puente por un cable seco. En caso de un solo puente central se podría aislar éste y aplicar un aislamiento de las crucetas.



# SECCIONADORES

## SECCIONADOR UNIPOLAR POR DEBAJO

P-13

### CARACTERISTICAS

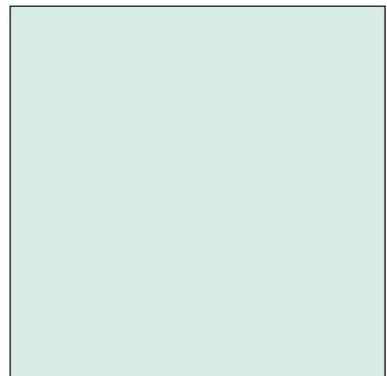
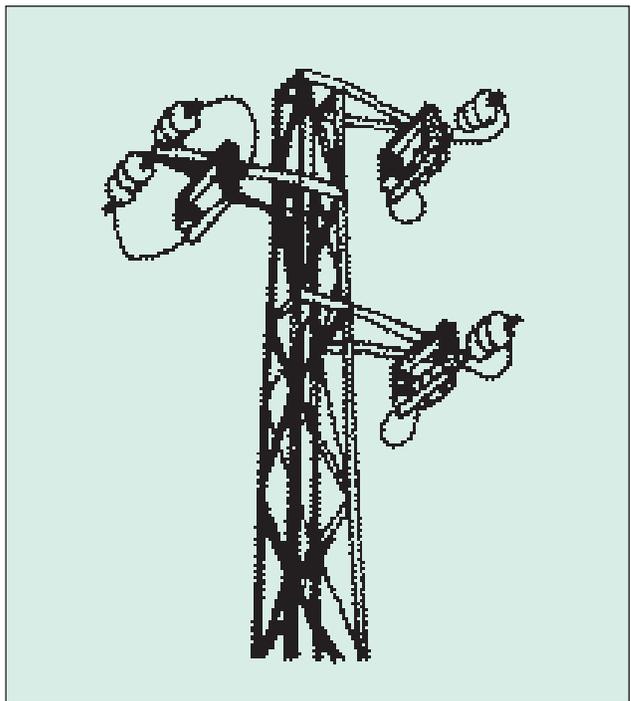
Postes de amarre de distintos diseños con presencia de tres seccionadores independientes para cada fase, dispuestos bajo la cruceta.

### PELIGROSIDAD

En general moderada, pero equiparable en cada diseño de apoyo a la peligrosidad de los postes de amarre con puentes por debajo.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

Aislamiento de los puentes que llegan a cada seccionador unipolar con manta aislante o aislar la cruceta (veáse también: "Amarre con puentes por debajo").



# SECCIONADORES

## SECCIONADORES UNIPOLARES POR ENCIMA

P-14

### CARACTERISTICAS

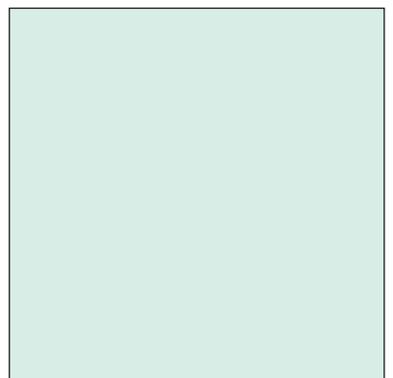
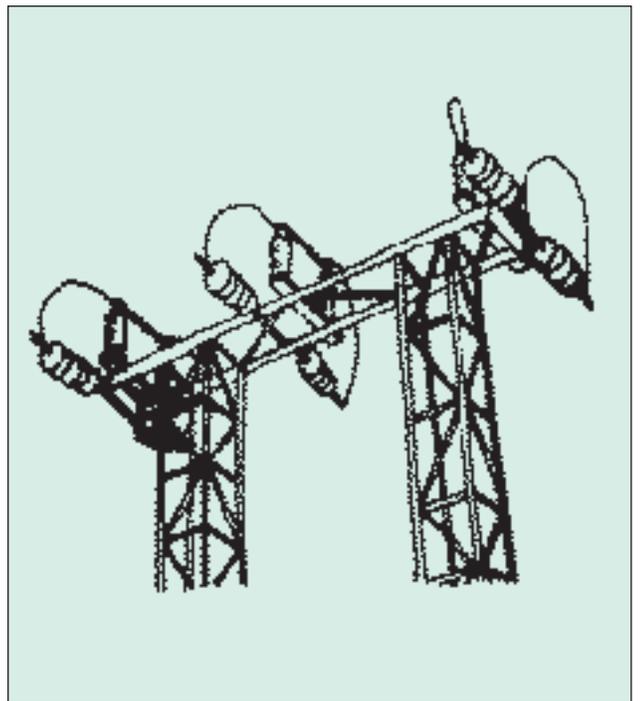
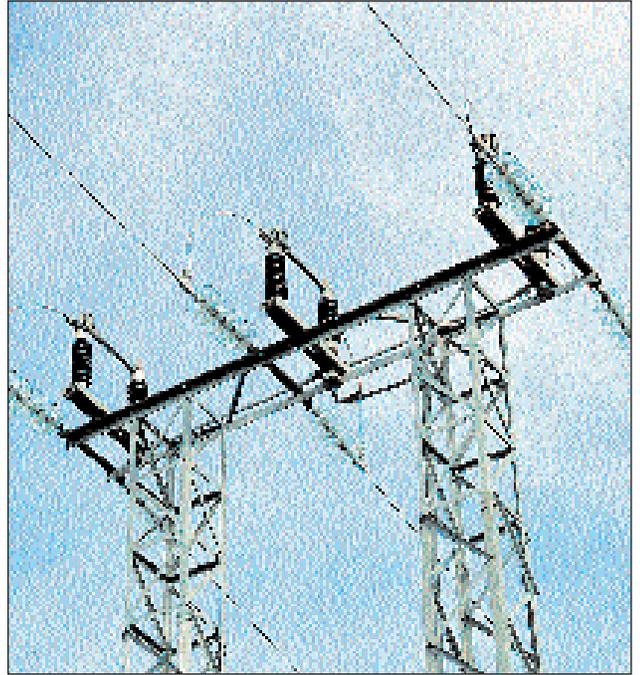
Postes de amarre de distintos diseños con presencia de tres seccionadores independientes para cada fase, dispuestos sobre la cruceta.

### PELIGROSIDAD

Muy elevada para todo tipo de aves.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

Cambio de posición del seccionador a unipolar por debajo de la cruceta y aplicar las medidas propuestas para este caso; aislar puentes que llegan al seccionador o aislar la cruceta.



# SECCIONADORES

## SECCIONADOR TRIPOLAR EN VASTAGO

P-15

### CARACTERISTICAS

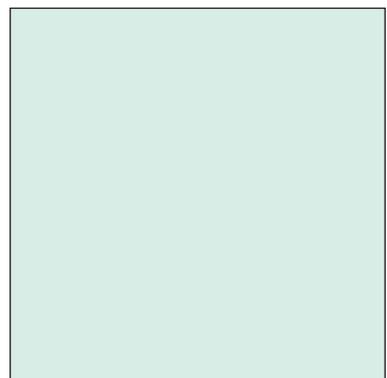
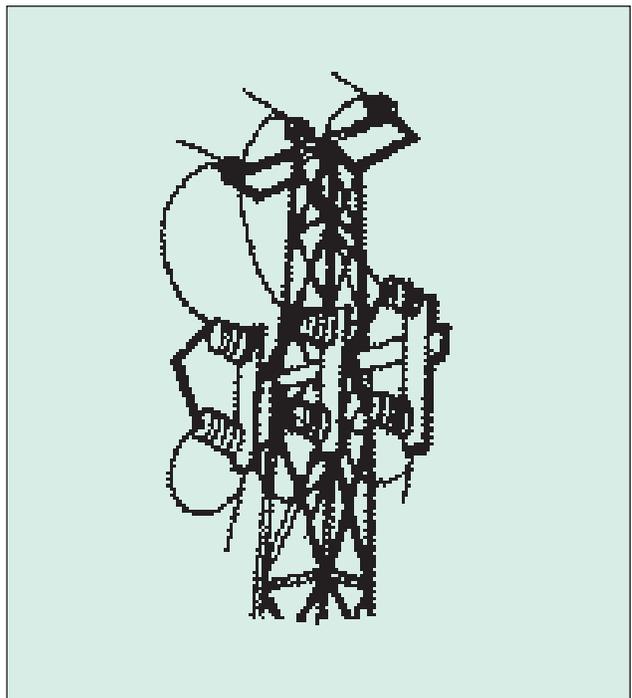
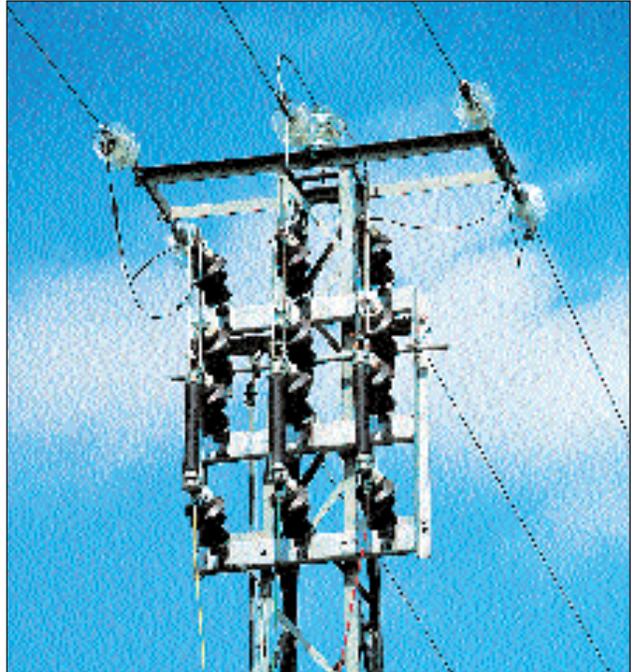
Postes con diversos diseños, que suelen ser de amarre y en muchas ocasiones asociados a un transformador, con un seccionador tripolar situado en el vástago del poste.

### PELIGROSIDAD

La presencia de un seccionador tripolar en vástago tiene poco efecto sobre la peligrosidad de un poste, dependiendo de la peligrosidad propia de cada diseño de cabecera.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

Las adecuadas a cada diseño de cabecera y aislamiento de los puentes al seccionador con manta aislante. En los finales de línea el seccionador, y el transformador en su caso, se dispondrán del lado de los cables (debajo del vano) para evitar puentes por encima de la cruceta.



# SECCIONADORES

## SECCIONADOR TRIPOLAR EN CABECERA

P-16

### CARACTERISTICAS

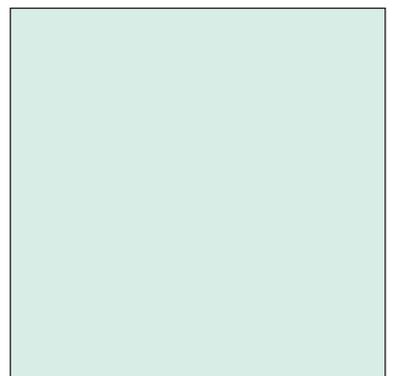
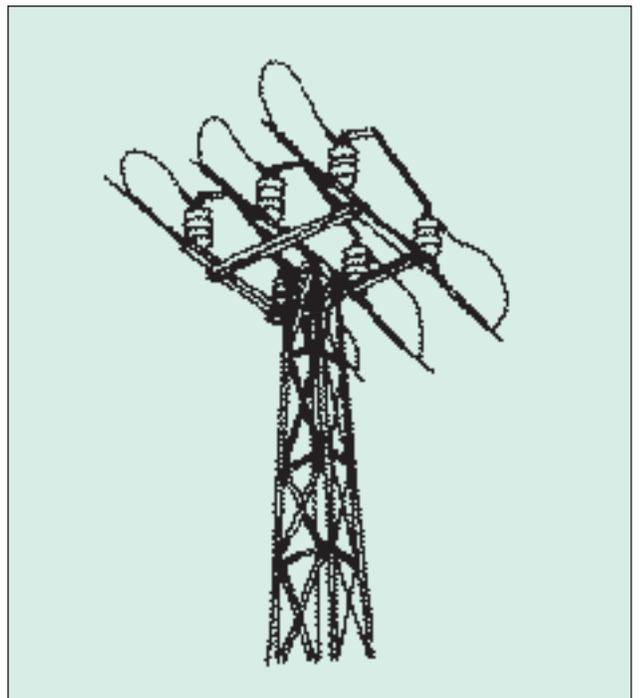
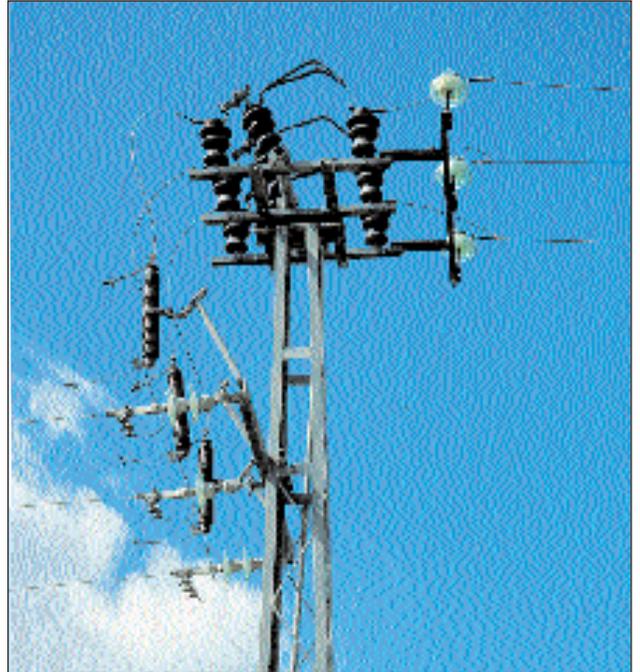
Postes con diseño montaje "0", o más raramente montaje "1", que suelen ser de amarre, con un seccionador tripolar situado en la cabecera del apoyo.

### PELIGROSIDAD

Elevada para todo tipo de aves.

### MEDIDAS RECOMENDABLES

Sustitución por un seccionador en vástago y aislamiento de los puentes con manta aislante. En los finales de línea el seccionador, en su caso, se dispondrán del lado de los cables (debajo del vano) para evitar puentes por encima de la cruceta.





# GUIA DE MEDIDAS CORRECTORAS ANTICOLISION Y ANTIELECTROCUCION

En este apartado se recoge una relación de las medidas anticolidión y antielectrocución más comunes, con indicación de su eficacia, con objeto de facilitar criterios sobre su adecuación a los distintos agentes relacionados con esta problemática. En muchos casos, las indicaciones de eficacia son resultado de los trabajos de laboratorio y campo realizados en el proyecto de investigación al que se ha hecho referencia. No obstante se han incluido medidas valoradas en otros estudios, con objeto de hacer el Manual más completo. La valoración de la eficacia de las medidas se ha realizado de forma general, sin particularizar por grupos de especies. Sin embargo, no cabe pensar que la reducción en mortalidad asociada a la colocación de una medida sea la misma para todo tipo de aves. Así podemos destacar, por su relevancia, el caso de la avutarda (Otis tarda), una especie seriamente afectada por los accidentes de colisión: ninguna de las medidas presentadas en este Manual se considera de probada eficacia para reducir su siniestrabilidad, aunque sean efectivas para otras aves.

En el caso de las medidas antielectrocución, se proporciona una estimación relativa del coste (una combinación del precio del material y del tiempo empleado en su colocación en el apoyo). Lo que no se incluye en este precio es el coste del desplazamiento del equipo montador, ni el asociado al corte de la electricidad, porque varía mucho y depende de la función de cada línea. Por esta razón, no se dispone de estimaciones del coste de medidas anticolidión. En este caso, el precio depende casi exclusivamente de las condiciones del montaje, determinado por la duración del corte, personal necesario, maquinas necesarias para el montaje (helicóptero, grúa, robot), accesibilidad del vano, etc.. El desarrollo de nuevos métodos de montaje- como, por ejemplo, la posibilidad de trabajar en tensión y el uso de robot- harán más fácil y rápida la maniobra y reducirá el coste.

El carácter instrumental y funcional de este Manual obliga a prestar especial atención a la versatilidad del diseño (una característica que delimita el campo de aplicación de cada medida) y a su coste unitario (lo que puede favorecer su implantación masiva), cuando se recomienda una medida correctora.

Conviene destacar que el ámbito potencial de aplicación de las medidas recomendadas es muy amplio, incluyendo todas aquellas áreas geográficas con una comunidad de aves y una estructura del paisaje similares a las que existen en la Península Ibérica; es decir, todo el ámbito mediterráneo y gran parte del continente europeo.

En lo referente a la calificación de la eficacia de las medidas recogidas en este Manual, se han distinguido los cuatro niveles siguientes:

- Buena: Existen estudios rigurosos que han demostrado una reducción estadísticamente significativa de la mortalidad de aves.
- No suficientemente contrastada: Las medidas han superado con éxito algunas pruebas de su eficacia (por ejemplo ensayos en laboratorio con aves cautivas) pero el resultado en el ensayo real de campo no ha sido todavía concluyente.
- Desconocida: No existe información rigurosa sobre su eficacia.
- Mala: Existen estudios rigurosos que demuestran la no reducción de mortalidad con la instalación de la medida.

En el catálogo se incluyen las siguientes medidas:

## **Medidas correctoras anticolidión**

- C-01, Espiral blanca
- C-02, Espiral naranja
- C-03, Tiras en “X”
- C-04, Abrazaderas I
- C-05, Abrazaderas II
- C-06, Siluetas de aves
- C-07, Bolas

## **Medidas correctoras antielectrocución**

### **Aislamiento:**

- E-01, Cable trenzado
- E-02, Aislante termo-retráctil
- E-03, Forro en aislador y conductor
- E-04, Aislamiento de puentes
- E-05, Placa aislante debajo del aislador
- E-06, Placa aislante encima del aislador
- E-07, Manta aislante en cruceta
- E-08, Placa aislante con manta aislante en la cruceta

### **Disuasor de la posada:**

- E-09, Barandillas finas sobre el aislador
- E-10, Triángulo de plástico sobre el aislador
- E-11, Abrazaderas en peine sobre cruceta
- E-12, Pletinas de plástico verticales
- E-13, Varillas blancas verticales
- E-14, Posadero en “T” en lo alto del apoyo
- E-15, Posadero en “T” en la punta de la cruceta
- E-16, Posadero cuadrangular
- E-17, Escobilla o peine
- E-18, Tirantes en combinación con posaderos
- E-19, Pletina inclinada

### **Combinación:**

- E-20, Placa aislante y disuasores triangulares
- E-21, Manta aislante y pletinas verticales

### **Cambio de diseño:**

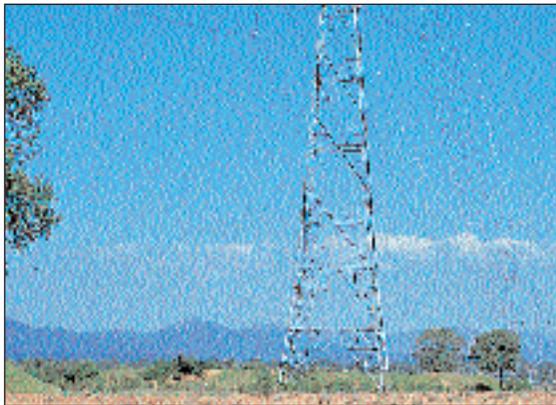
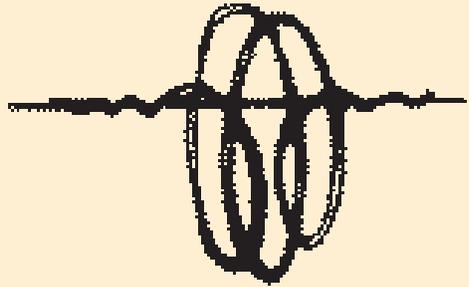
- E-22, Cambio de aislador
- E-23, Cambio de seccionador
- E-24, Alargamiento de aislador

## MEDIDAS Correctoras anticolidión

C-01

Espiral blanca de polipropileno (ø 30 cm., 100 cm. longitud)

SOPORTE: Cable de tierra o conductor  
COLOCACION: Manual (carriculin)  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 5 metros (1 solo cable);  
cada 10 metros al tresbolillo  
EQUIPO: Tres personas  
TIEMPO: 0,2 Km/hora  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de tres años. Superado  
ensayo de 6 semanas en  
cámara climática.

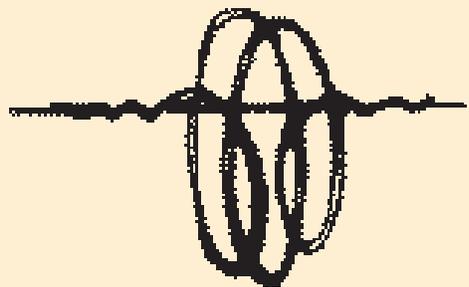


## MEDIDAS Correctoras anticolidión

C-02

Espiral naranja de polipropileno (ø 30 cm., 100 cm. de longitud.)

SOPORTE: Cable de tierra o conductor  
COLOCACION: Manual (carriculin)  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 5 metros (1 solo cable);  
cada 10 metros al tresbolillo  
EQUIPO: Tres personas  
TIEMPO: 0,2 Km/hora  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de tres años. Superado  
ensayo de 6 semanas en  
cámara climática.

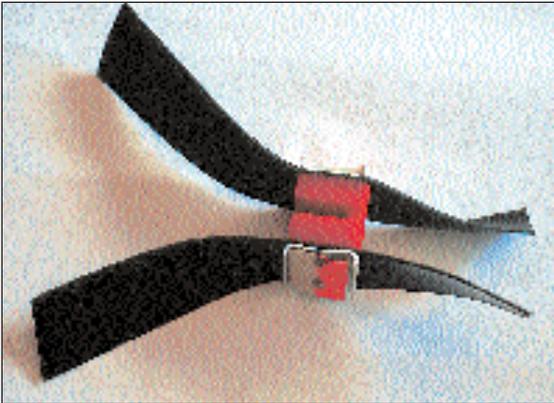
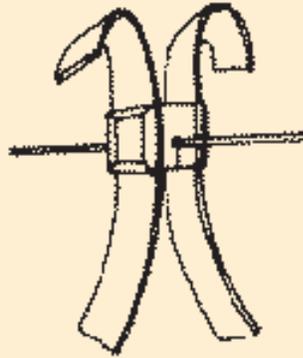


## MEDIDAS Correctoras anticolisión

Tiras en "X" de neopreno (35 cm. x 5 cm.) sujetas por mordaza de elastómetro con cinta luminiscente

C-03

SOPORTE: Cable de tierra o conductor  
COLOCACION: Robot o manualmente  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 10 metros  
EQUIPO: Cuatro personas  
TIEMPO: 0,4 Km/hora  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de tres años. Superado ensayo de 6 semanas en cámara climática.

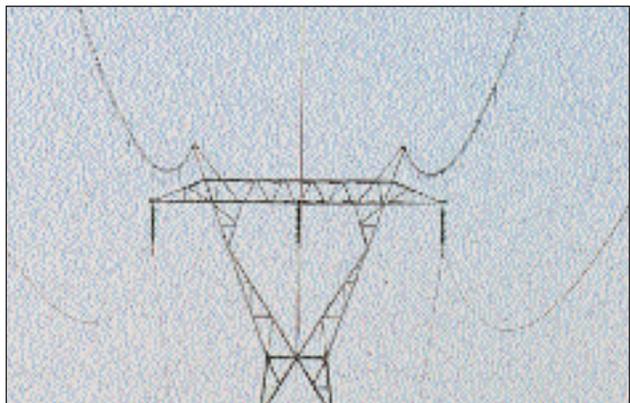
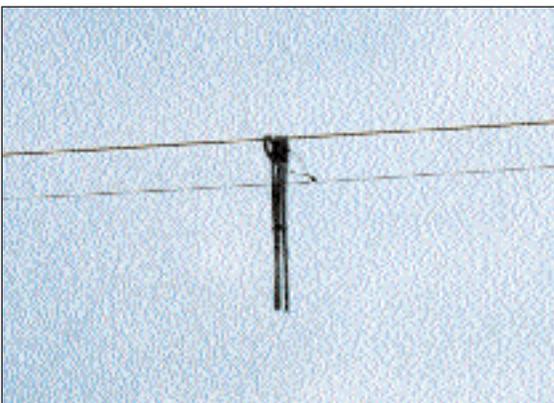
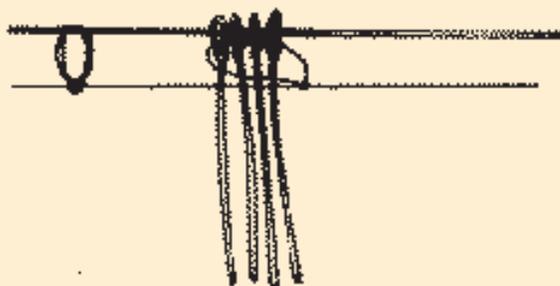


## MEDIDAS Correctoras anticolisión

Abrazaderas negras de plástico colgantes (55 cm. x 5 cm.)

C-04

SOPORTE: Conductor o cable de tierra  
COLOCACION: Manual  
MONTAJE: En tensión (en cable de tierra)  
CADENCIA: Cada 8 metros  
EQUIPO: Tres personas  
TIEMPO: 0,4 Km/hora  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: No suficientemente contrastada  
DURABILIDAD: Mayor de tres años. Superado ensayo de 6 semanas en cámara climática.

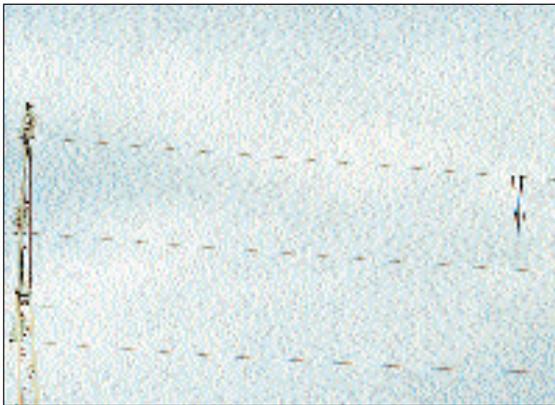
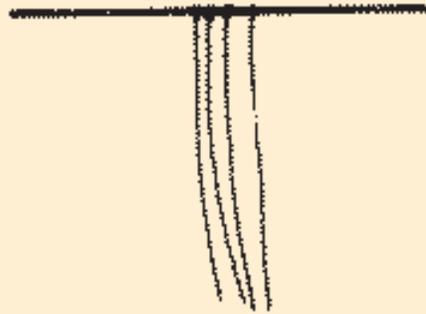


## MEDIDAS Correctoras anticolisión

C-05

Abrazaderas negras (70 cm. x 0,8 cm.) de plástico colgantes

SOPORTE: Conductor  
COLOCACION: Manual (grúa)  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 15 metros 3 abrazaderas  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 0,4 Km/hora  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Mala.  
DURABILIDAD: Mayor de tres años. Superado ensayo de 6 semanas en cámara climática.

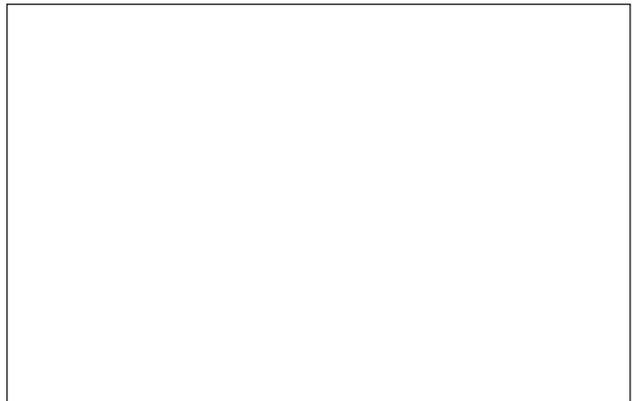
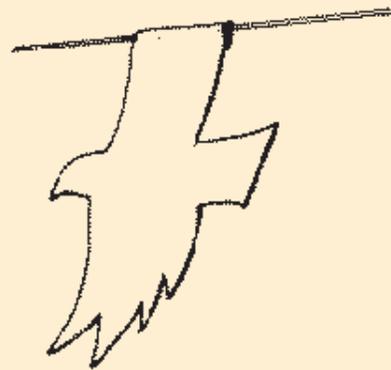


## MEDIDAS Correctoras anticolisión

C-06

Silueta de aves fluorescentes de plástico (100 cm.)

SOPORTE: Cable de tierra  
COLOCACION: Manual (helicóptero)  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: De 5 a 10 metros  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Muy alto  
EFICACIA: Desconocida  
DURABILIDAD: Desconocida

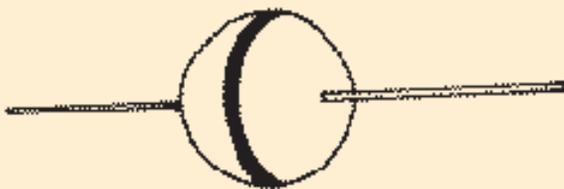


# MEDIDAS Correctoras anticolisión

C-07

Bolas amarillas con banda negra vertical (ø 30 cm.)

SOPORTE: Cable de tierra  
COLOCACION: Desconocida  
MONTAJE: Sin servicio  
CADENCIA: Cada 75 - 100 metros  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Desconocida



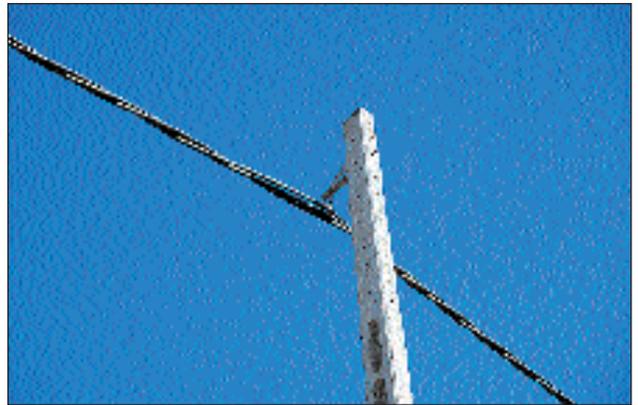
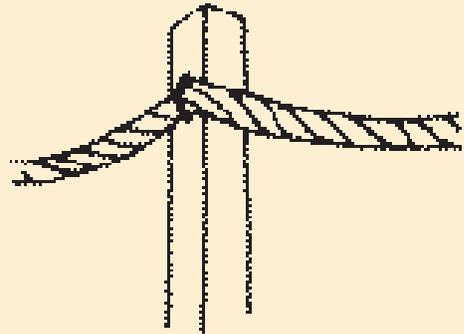
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

E-01

#### Cable trenzado

ACCION: Aislamiento completo  
EFECTO: Eliminar posibilidad de electrocución  
COLOCACION: Nueva instalación  
DIMENSION: —  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Cable seco  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Muy alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 20 años



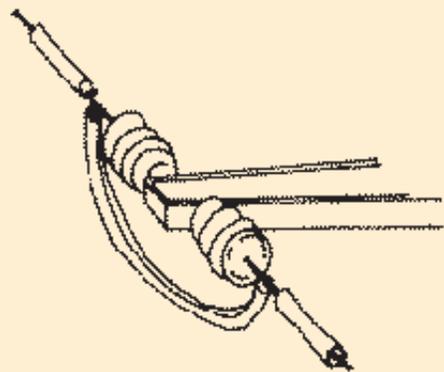
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

E-02

#### Aislante termo - retráctil

ACCION: Aislamiento parcial de la fase  
EFECTO: Prevenir contacto fase -- tierra  
COLOCACION: Cubrir puentes y parte de la fase  
DIMENSION: 1 metro a ambos lados del aislador  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Cinta termo - retráctil  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 30 minutos por poste  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: De 3 a 5 años



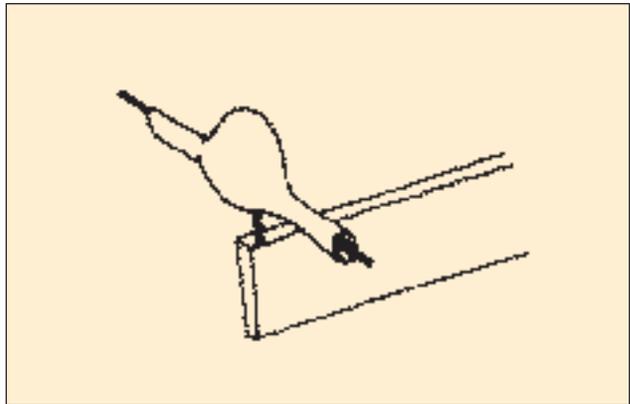
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### ASLAMIENTO DE CONDUCTORES

E-03

#### Forro rígido aislante

ACCION: Aislamiento parcial de la fase  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cubre el aislador y parte del conductor  
DIMENSION: 40 cm. a ambos lados del aislador  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Varios  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Medio  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



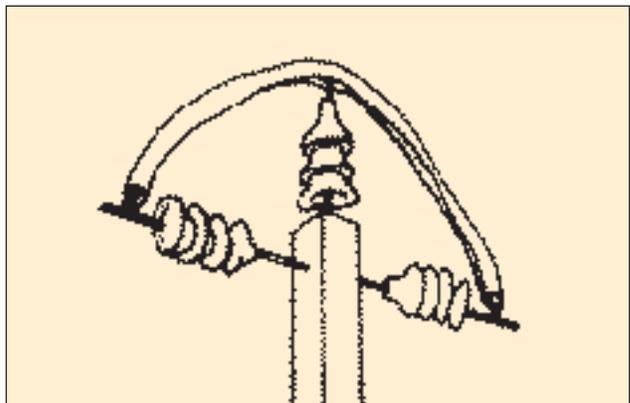
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### ASLAMIENTO DE CONDUCTORES

E-04

#### Aislamiento de puentes

ACCION: Aislamiento parcial de la fase  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cubrir el puente y las grapas con aislamiento o sustituir el puente por cable seco  
DIMENSION: Según puente  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Varios  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 7 minutos por poste  
COSTE: Bajo-medio  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Depende del material



## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### AISLAMIENTO DE LA CRUCETA

E-05

Placa aislante debajo del aislador

ACCION: Aislamiento parcial de la cruceta  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cubrir con una placa el poste debajo del aislador central (en montaje "1")

DIMENSION: Placa 30 cm. x 30 cm.

MONTAJE: Corte suministro

MATERIAL: Plástico

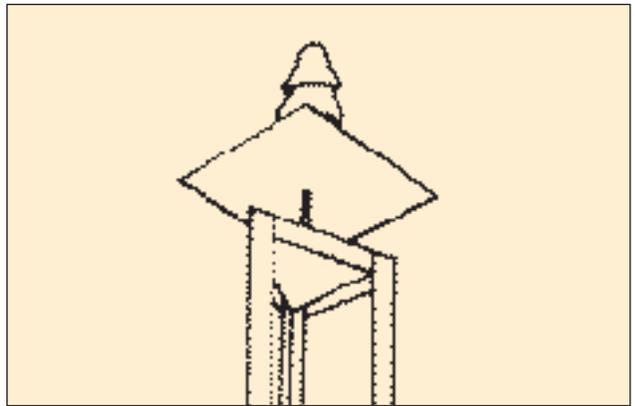
EQUIPO: Dos personas

TIEMPO: 5 minutos por poste

COSTE: Bajo

EFICACIA: Buena

DURABILIDAD: Mayor de 3 años



## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### AISLAMIENTO DE CONDUCTORES

E-06

Placa aislante encima del aislador

ACCION: Aislamiento parcial de la fase  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cubrir la parte arriba del aislador central (en montaje "1")

DIMENSION: 30 cm. x 30 cm.

MONTAJE: Corte suministro

MATERIAL: Plástico

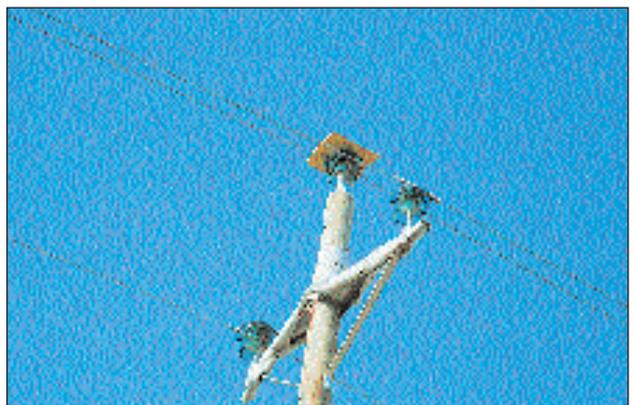
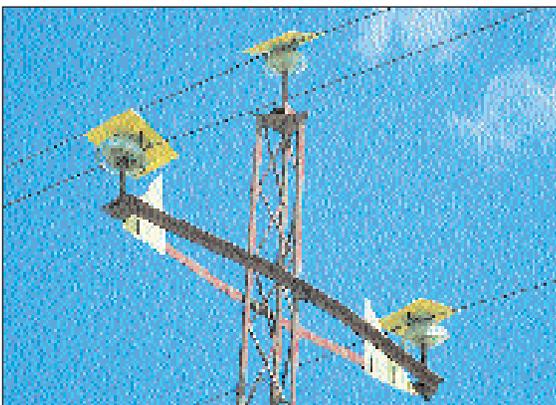
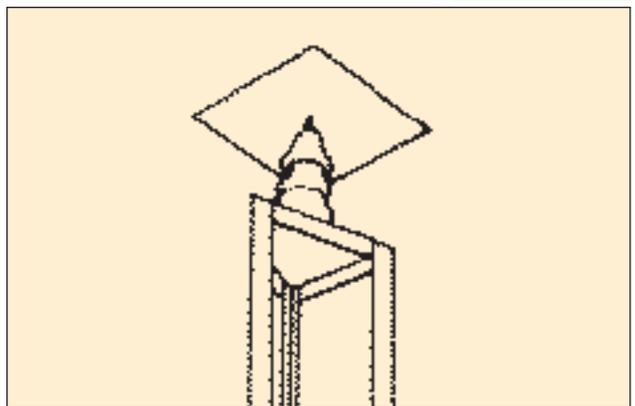
EQUIPO: Dos personas

TIEMPO: 5 minutos por poste

COSTE: Bajo

EFICACIA: Buena pero difícil de colocar

DURABILIDAD: Desconocida



## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### ASLAMIENTO DE LA CRUCETA

E-07

Manta aislante cubriendo la cruzeta

ACCION: Aislamiento parcial de la cruzeta  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cubrir con manta aislante una zona extensa de la cruzeta bajo los aisladores  
DIMENSION: 50 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Varios  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



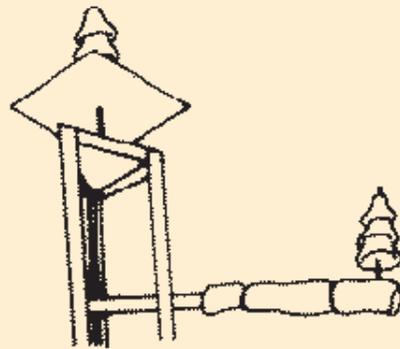
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### ASLAMIENTO DE LA CRUCETA

E-08

Placa aislante en combinación con manta aislante en la cruzeta

ACCION: Aislamiento parcial de la cruzeta  
EFECTO: Prevenir contacto fase - tierra  
COLOCACION: Colocar con una placa aislante debajo del aislador central y cubrir con manta aislante una zona extensa de la cruzeta bajo os aisladores laterales  
DIMENSION: Placa 30 cm. x 30 cm., manta 50 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico y varias mantas aislantes  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



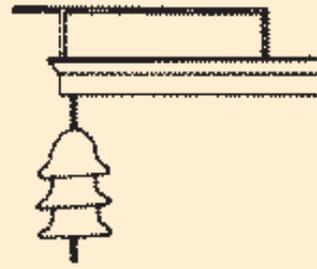
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

DISUASORES

E-09

Barandillas finas

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruzeta encima del aislador suspendido  
DIMENSION: 30 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: No suficientemente contrastada  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



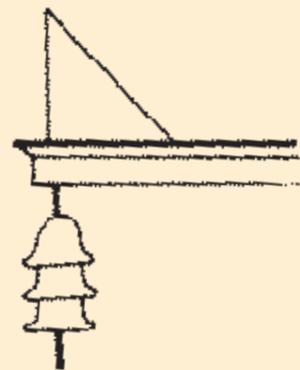
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

DISUASORES

E-10

Triángulo de plástico

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruzeta encima del aislador suspendido  
DIMENSION: 30 cm. de base por 30 cm. de altura  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: No suficientemente contrastada  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



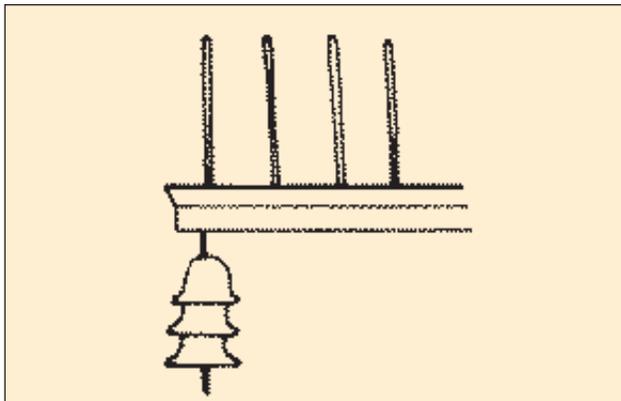
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

E-11

#### Abrazaderas en peine sobre cruzeta

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cuatro abrazaderas en el extremo de la cruzeta encima del aislador suspendido  
DIMENSION: 25 cm. de longitud y 10 cm. de separación entre las abrazaderas  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: No suficientemente contrastada  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



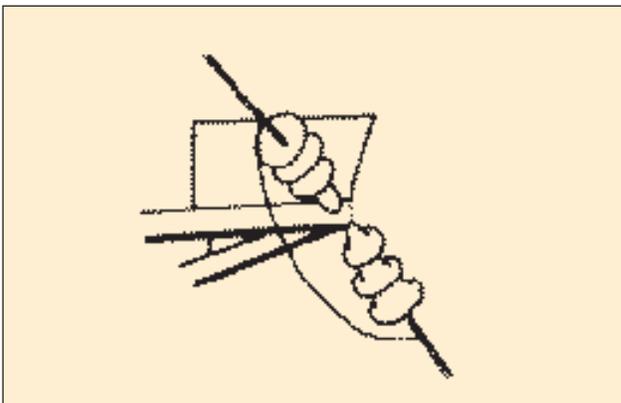
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

E-12

#### Pletinas de plástico verticales

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruzeta encima de los puentes inferiores  
DIMENSION: 50 cm. de longitud y 20 cm. de altura  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



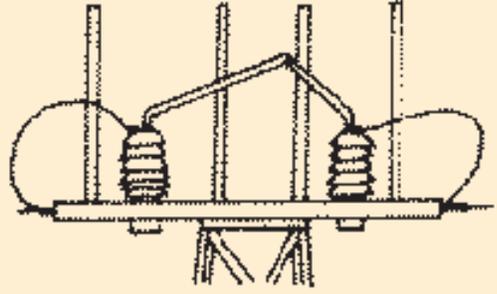
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

Varillas blancas verticales

E-13

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - fase o fase - tierra  
COLOCACION: 8 varillas verticales sobre un seccionador en cabecera  
DIMENSION: 50 cm. de longitud y 25 cm. de separación  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 20 minutos por poste  
COSTE: Moderado  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



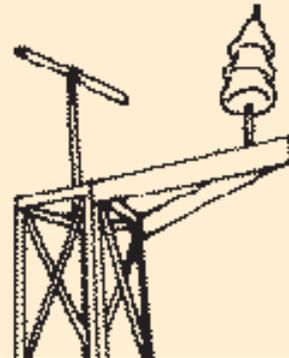
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

Posaderos en "T" en lo alto del apoyo

E-14

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En la parte alta del apoyo  
DIMENSION: 0,7 m. de altura y 1 m. de longitud  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Moderado  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Mayor de 5 años



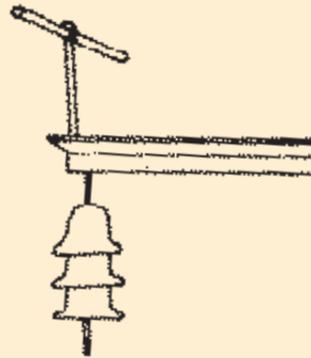
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

DISUASORES

E-15

Posaderos en "T" en la punta de la cruzeta

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En la punta de la cruzeta  
DIMENSION: Varias (altura 50 cm.  
aproximadamente)  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Moderado  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Mayor de 5 años



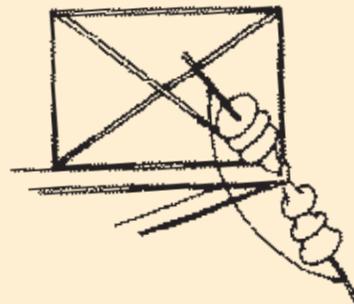
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

DISUASORES

E-16

Posadero cuadrangular

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruzeta  
DIMENSION: Varias  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Desconocido  
EFICACIA: Desconocida  
DURABILIDAD: Desconocida



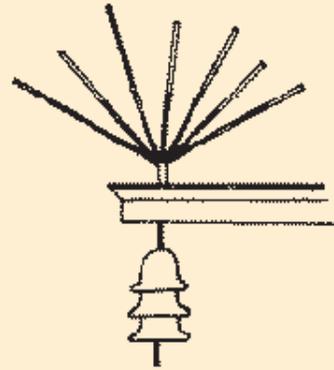
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

Escobilla o peine

E-17

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruceta  
DIMENSION: 30 cm. aproximadamente  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Desconocido  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Desconocida



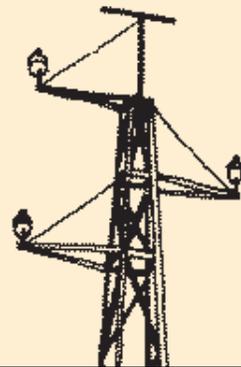
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

Tirantes en combinación con posadero

E-18

ACCION: Colocar medida disuasoria  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En postes con posadero "T", formando un triángulo con el posadero (o el pilar) y la cruceta  
DIMENSION: 70 cm. aproximadamente  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Metal u otros  
EQUIPO: Dos personas.  
TIEMPO: 10 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Mala  
DURABILIDAD: Desconocida



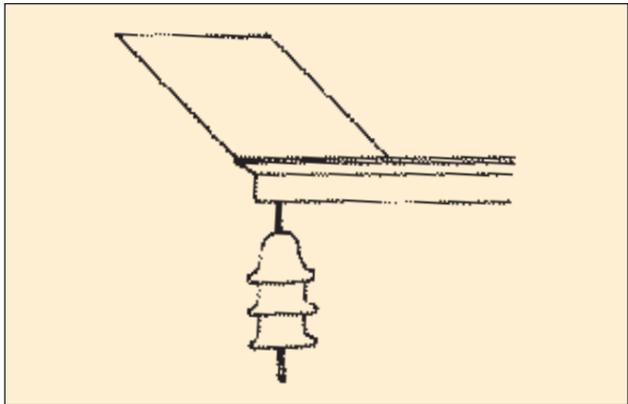
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### DISUASORES

E-19

#### Pletina inclinada

ACCION: Colocar barrera disuasoria de la posada y evitar nidificación sobre aisladores  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: En el extremo de la cruceta colocada en ángulo con la cruceta  
DIMENSION: 20 cm. x 50 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 5 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: No suficientemente contrastada  
DURABILIDAD: Superado ensayo de seis semanas en cámara climática



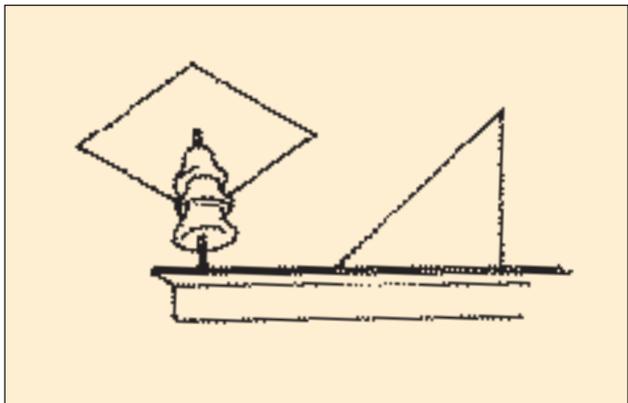
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### COMBINACIONES DE AISLADORES Y DISUASORES

E-20

#### Placa aislante sobre el aislador y disuasores triangulares

ACCION: Aislamiento parcial y colocación de medida disuasoria  
EFECTO: Prevenir/dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Placa aislante por encima de los tres aisladores y triángulo en el extremo de la cruceta  
DIMENSION: 30 cm. x 30 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 10 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Buena pero de difícil instalación  
DURABILIDAD: Desconocida



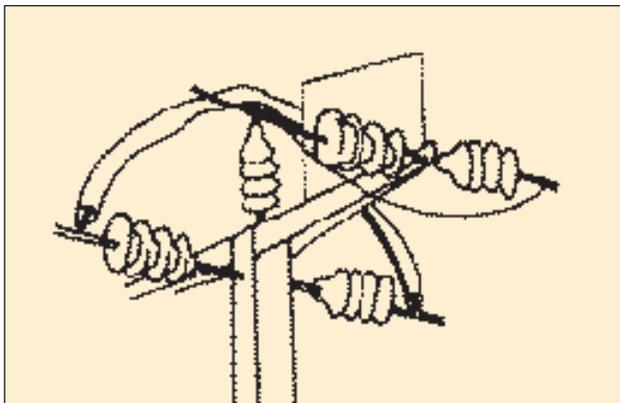
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### COMBINACION DE AISLADORES Y DISUASORES

E-21

Manta aislante sobre puente y pletinas verticales en la cruceta

ACCION: Aislamiento con medida disuasoria  
EFECTO: Prevenir/dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Puente (s) por encima aislados y pletinas en el extremo de la cruceta encima de los puentes inferiores  
DIMENSION: Según puente, pletina 50 cm. x 20 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Aislamientos varios materiales y pletina de plástico  
EQUIPO: Dos personas  
TIEMPO: 8 minutos por poste  
COSTE: Bajo  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 3 años



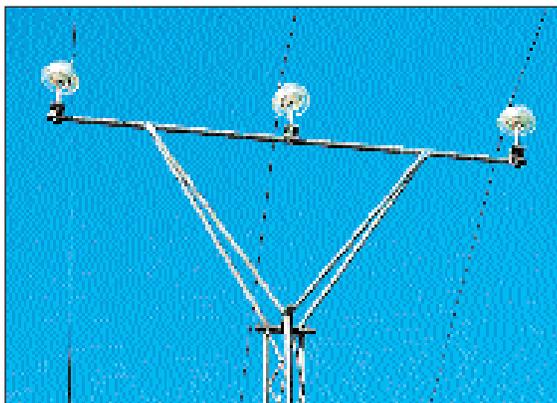
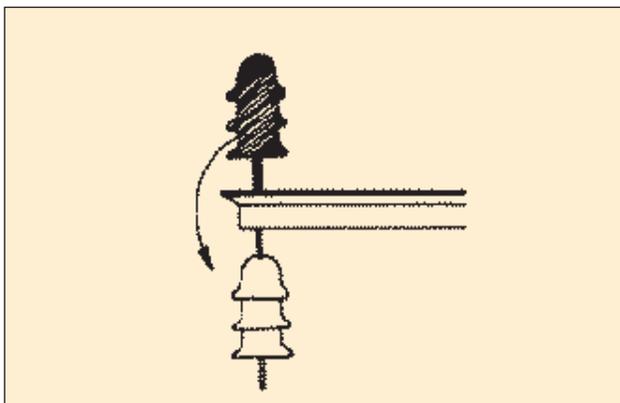
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### CAMBIO DE DISEÑO

E-22

Cambio del aislador rígido por suspendido

ACCION: Cambio de diseño  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Invertir el sentido de los aisladores  
DIMENSION: —  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: —  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Muy alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Alta



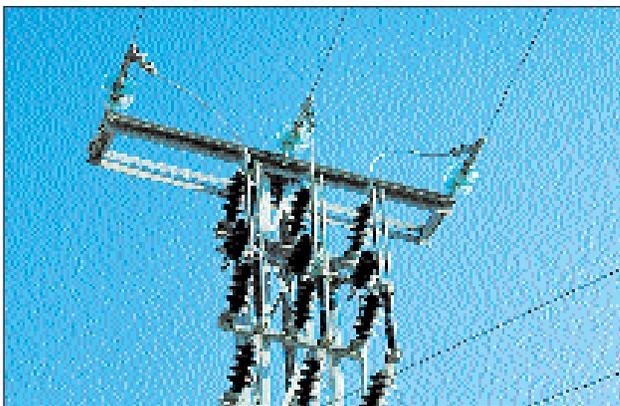
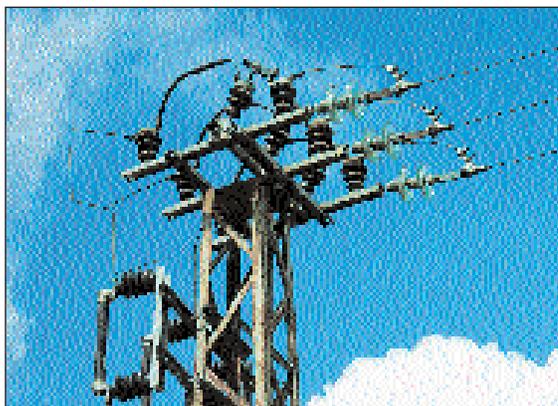
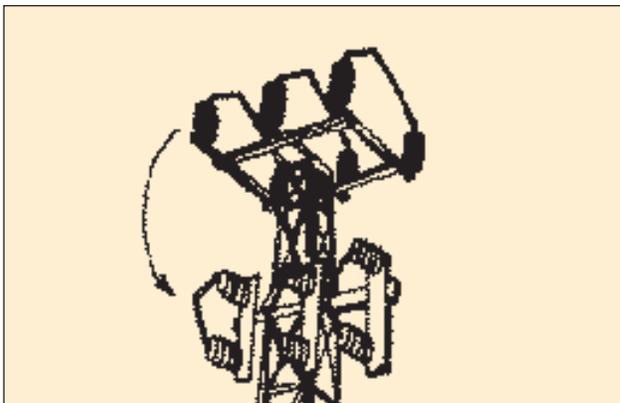
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### CAMBIO DE DISEÑO

Cambio de seccionador en cabecera por uno en vástago

E-23

ACCION: Cambio diseño  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Cambiar de seccionador en cabecera por uno en vástago  
DIMENSION: —  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: —  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Alta



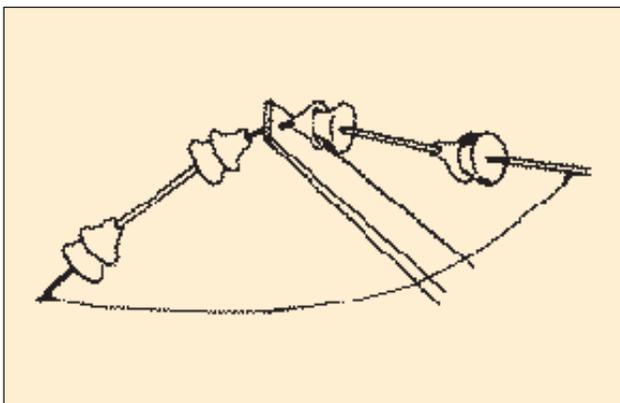
## MEDIDAS Correctoras antielectrocución

### CAMBIO DE DISEÑO

Alargamiento del aislador

E-24

ACCION: Cambio diseño  
EFECTO: Dificultar contacto fase - tierra  
COLOCACION: Alargar el aislador  
DIMENSION: Longitud del conjunto mayor de 50 cm.  
MONTAJE: Corte suministro  
MATERIAL: Desconocido  
EQUIPO: Desconocido  
TIEMPO: Desconocido  
COSTE: Alto  
EFICACIA: Buena  
DURABILIDAD: Mayor de 20 años



Para cualquier información sobre  
este manual o relativa al proyecto de investigación  
“Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna  
de espacios naturales protegidos”,  
pueden dirigirse a:

Planificación de Distribución  
de Sevillana de Electricidad.

Tel.: (95) 441 73 11

Servicio de Medio Ambiente  
de Red Eléctrica de España.

Tel.: (91) 650 20 12

Área de Innovación Técnica  
y Medio Ambiente  
de la Dirección de Distribución  
y Clientes de Iberdrola.

Tel.: (94) 416 60 00

Grupo de Biología de la Conservación  
Estación Biológica de Doñana  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Tel. (95) 423 23 40

Secretaría para el Desarrollo Rural  
y la Conservación de la Naturaleza.

Tel.: (959) 44 86 40

Agencia de Medio Ambiente  
de Andalucía.

Tel.: (95) 448 02 00

Agencia de Medio Ambiente  
de Extremadura.

Tel.: (924) 38 14 15

