



NAE 121

NORMA ADIF ELECTRIFICACIÓN

MEDIDAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA EN LA LÍNEA AÉREA DE CONTACTO

1ª EDICIÓN: MAYO 2023

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-300. Línea aérea de contacto.

Propone: Grupo de trabajo GT-300 Fecha: 19 de mayo de 2023	Aprueba: Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX
---	---

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2.- ANTECEDENTES.....	4
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS	5
4.- ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO Y MEDIDAS MITIGADORAS	5
4.1.-RIESGO DE COLISIÓN	5
4.2.-RIESGO DE ELECTROCUCIÓN	6
4.3.-RIESGO DE ATRAPAMIENTO	8
4.4.-RIESGO GENÉRICO.....	10
4.5.-RESUMEN DE RIESGOS Y MEDIDAS MITIGADORAS	11
5.- PROTECCIONES AVIFAUNA RECOMENDADAS PARA SU USO EN CATENARIA	13
5.1.-DISPOSITIVOS ANTICOLISIÓN	13
5.2.-DISPOSITIVOS ANTIELECTROCUCIÓN	13
5.3.-DISPOSITIVOS ANTINIDIFICACIÓN	14
6.- INSTALACIÓN DE PROTECCIONES EN CATENARIA	15
6.1.-PROTECCIONES ANTICOLISIÓN	15
6.2.-PROTECCIONES ANTIELECTROCUCIÓN	16
6.2.1.-PROTECCIONES ANIELECTROCUCIÓN EN CONJUNTOS DE SUSPENSIÓN	18
6.2.2.-PROTECCIONES ANTIELECTROCUCIÓN EN COLAS DE ANCLAJE	19
6.2.3.-PROTECCIONES ANTIELECTROCUCIÓN EN PASOS SUPERIORES Y TÚNELES	20
6.2.4.-PROTECCIÓN ANTIELECTROCUCIÓN EN MÉNSULAS	20
6.2.5.-PROTECCIÓN ANTIELECTROCUCIÓN EN APARAMENTA ELÉCTRICA	21
6.3.-DISPOSITIVOS ANTINIDIFICACIÓN	21
7.- ACTUACIONES PARA LA PROTECCIÓN AVIFAUNA EN CATENARIA	22
7.1.-ACTUACIONES EN PROYECTOS Y OBRAS	22
7.2.-ACTUACIONES EN LÍNEAS DE EXPLOTACIÓN	22
7.2.1.-INSTALACIÓN DE PROTECCIONES ANTICOLISIÓN	22
7.2.2.-INSTALACIÓN DE PROTECCIONES ANTIELECTROCUCIÓN	23
7.2.3.-INSTALACIÓN DE PROTECCIONES ANTINIDIFICACIÓN.....	23
8.- NORMATIVA DEROGADA	23
9.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR	23
10.-LEGISLACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA	23
I.Anejo 1. CLASIFICACIÓN DE CONJUNTOS LAC SEGÚN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN	26

1.-OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto de la presente norma es establecer una metodología para analizar los riesgos y proponer distintas medidas y actuaciones para la protección de avifauna en la Línea Aérea de Contacto, tanto de corriente alterna como de corriente continua, en Adif y Adif AV, en adelante Adif.

En el documento se desarrollan soluciones técnicas tanto para proteger la avifauna de la electrocución y la colisión con los cables desnudos que forman la línea aérea de contacto, como para dificultar su anidación en postes y pórticos rígidos, protegiendo al mismo tiempo las instalaciones de posibles averías por derivaciones.

Esta norma será de aplicación para todos los proyectos que incluyan renovaciones integrales de catenaria o nuevas electrificaciones, y para en las líneas electrificadas en explotación y resto de actuaciones, según lo indicado en el apartado 7.

2.-ANTECEDENTES

A tenor de los datos del Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE), España es el país de la Unión Europea que presenta una mayor biodiversidad. En términos de avifauna, en la España peninsular y Baleares, según datos de la Sociedad Española de Ornitología (SEO) se han contabilizado un total de 578 especies de aves, de las 800 que componen el cortejo avifaunístico europeo.

Este excepcional patrimonio natural, nos obliga a buscar soluciones para evitar las colisiones y electrocución de las aves con los conductores desnudos que forman parte de la línea aérea de contacto, así como de los elementos que la sustentan.

Si bien, en línea aérea de contacto no existe un marco jurídico que establezca medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución, tal y como sucede con las líneas eléctricas de alta tensión (Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto); existen otras normas que, indirectamente determinan la necesidad de abordar este tipo de incidentes. Así, la Ley 26/2007 de Responsabilidad Medioambiental, en su artículo 17 determina que cualquier operador económico tiene el deber de adoptar las medidas apropiadas para evitar o prevenir que su actividad produzca daños medioambientales.

Asimismo, la Ley 42/2007 de patrimonio natural y biodiversidad y su modificación mediante la Ley 33/2015, establece en sus artículos 54 y 57 una serie de determinaciones encaminadas a proteger las especies de fauna, de tal forma que se garantice su conservación.

Por su parte, la Ley 21/1992, de 16 de julio de Industria, establece en su artículo 9 la necesidad de limitar los riesgos que puedan producir las actividades industriales sobre la fauna o el medio ambiente.

Teniendo en cuenta estos antecedentes normativos, así como el punto 3 de la política ambiental de Adif, cuyo objetivo es "Lograr la integración ambiental del ferrocarril manteniendo el máximo respeto hacia los espacios naturales y el patrimonio cultural y arqueológico, protegiendo la biodiversidad y los ecosistemas, preservando todos sus valores y recuperando aquellos entornos que se hayan podido ver afectados" se ha considerado necesario la redacción de la presente norma.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Los términos empleados se encuentran definidos en las normas de referencia indicadas en el apartado 10.

4.-ANÁLISIS DE FACTORES DE RIESGO Y MEDIDAS MITIGADORAS

La presente norma se centra principalmente en articular medidas para la protección de la avifauna, por ser el grupo faunístico más proclive para generar incidencias con la catenaria, si bien, algunos mamíferos trepadores (como por ejemplo la gineta) también se verán protegidos por la misma.

Los distintos factores de riesgo de mortalidad en aves en su interacción con la línea aérea de contacto se pueden clasificar en tres categorías: *riesgo de colisión, riesgo de electrocución y riesgo de atrapamiento*.

4.1.-RIESGO DE COLISIÓN

Al igual que en las líneas de alta tensión, la línea aérea de contacto consiste en una instalación longitudinal de cables conductores, aunque a menor altura sobre el terreno que las primeras y generalmente con menores vanos.

Es por ello por lo que en zonas de paso de aves existe un riesgo de que estas colisionen con los cables de menor visibilidad y mayor altitud.

En la línea aérea de contacto existen diversos tipos de cables, conductores y no conductores, con distintas características, que de forma muy general podemos clasificar en los siguientes:

- Conductores de catenaria: son el sustentador, el hilo de contacto y las péndolas. Son de cobre y al oxidarse se oscurecen incrementando su visibilidad.
- Conductores auxiliares o fíderes: pueden ser de alimentación (generalmente de cobre), fíderes negativos (de aluminio en 25 kV) o fíderes de refuerzo (generalmente de cobre en 3 kV). Su disposición es externa a la vía y en la posición más elevada posible. Los fíderes de aluminio tienen menor visibilidad que los de cobre. Normalmente se sitúan de forma longitudinal a la vía, salvo en las subestaciones y centros de autotransformación donde cruzan esta de forma perpendicular.
- Cable de tierra / retorno: es un cable de aluminio y baja sección, y se sitúa a una altura menor que los cables conductores.
- Colas de anclaje: son cables de acero que se sitúan a una altura media. Los tramos sin aisladores son más cortos que un vano.
- Cables de telemando de seccionadores: generalmente son conductores aislados con cubierta negra, por lo que presentan una buena visibilidad, y se sitúan a una altura media.
- Cables de pórticos funiculares: son cables de acero, que se encuentran en tensión y se sitúan de forma perpendicular a la vía.

Las características principales de estos cables se pueden sintetizar en la siguiente tabla:

	Sección (mm ²)	Material	Altura nominal (m)
Hilo conductor	107-150	Cobre	4,75-5,3
Sustentador	95-185	Cobre	6,6
Cable tierra/retorno	117	Aluminio	6,2
Fíder	281,1-381	Aluminio	7,3-8,5

Tabla 1. Conductores. Características principales

Como se puede observar, existe gran diversidad de cables y conductores con visibilidad y riesgos muy diferentes. De forma general, podríamos indicar que los cables que mayor riesgo de colisión presentan son los fíderes de aluminio, ya que discurren a mayor altura y tienen menor visibilidad, a pesar de presentar una sección mayor. No obstante, en zonas en las que la plataforma ferroviaria discurre por encima del terreno como son los viaductos o terraplenes elevados, el riesgo se acrecienta. Asimismo, el riesgo se ve incrementado por la presencia de especies proclives en el entorno de la infraestructura. Entre estas especies destacan las aves con baja maniobrabilidad en vuelo (como las avutardas), las gregarias (sobre todo las migradoras de gran tamaño) y las asociadas a zonas húmedas (principalmente anátidas).

Para minimizar este riesgo, se pueden adoptar medidas mitigadoras consistentes en la instalación de balizas que aumenten la visibilidad de los conductores y cables auxiliares. La efectividad de las mismas, está en ocasiones condicionada por las condiciones climáticas de la zona, sobre todo cuando se producen situaciones de escasa visibilidad (nieblas persistentes).

En relación a postes y pórticos, y debido a su elevada visibilidad, el riesgo de colisión es poco probable, y no es necesario su balizamiento.

4.2.- RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

Los sucesos por electrocución se pueden producir de dos formas: por contacto entre dos conductores o terminales a distinta fase (defecto fase-fase) o por contacto entre un conductor o elemento en tensión y otro puesto a tierra (defecto fase-tierra).

En la línea aérea de contacto la electrocución entre fases es muy improbable, dado que solamente sería posible en las electrificaciones con el sistema 2x25kV, y en aquellos puntos donde las fases se sitúan a una distancia inferior a la envergadura de las alas.

Por el contrario, la electrocución entre fase y tierra es más probable ya que en todas las tecnologías de catenaria existen puntos de riesgo donde la distancia de aislamiento es inferior al tamaño o envergadura de las aves.

Los elementos de catenaria con mayor riesgo de electrocución son los conductores, aisladores y pararrayos de óxidos metálicos, en adelante pararrayos, situados en la zona de posado de aves, es decir en las partes más altas de la catenaria.

El riesgo de electrocución entre fase y tierra se puede clasificar en tres niveles que se detallan a continuación. En los esquemas se ha marcado en rojo la parte que está en tensión.

Riesgo alto:

En las tecnologías de 3 kV o 1,5 kV, por sus menores distancias de aislamiento, debe considerarse el riesgo alto de electrocución cuando el ave está posada en los aisladores tipo "diábolo" de los conjuntos de suspensión y en los pararrayos.

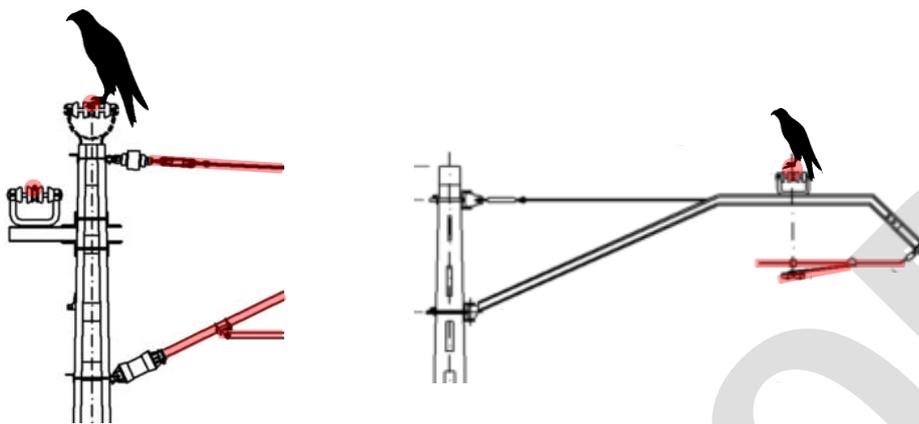


Figura 1 Elementos de la catenaria en tensión con riesgo alto de electrocución

Riesgo medio:

Tanto en las tecnologías de 25 kV como en las de 3 kV o 1,5 kV, existe riesgo medio de electrocución en cadenas de amarre o tirantes de ménsulas tubulares, donde los aisladores están en posición horizontal y pueden ser puenteados cuando el ave está con las alas desplegadas.

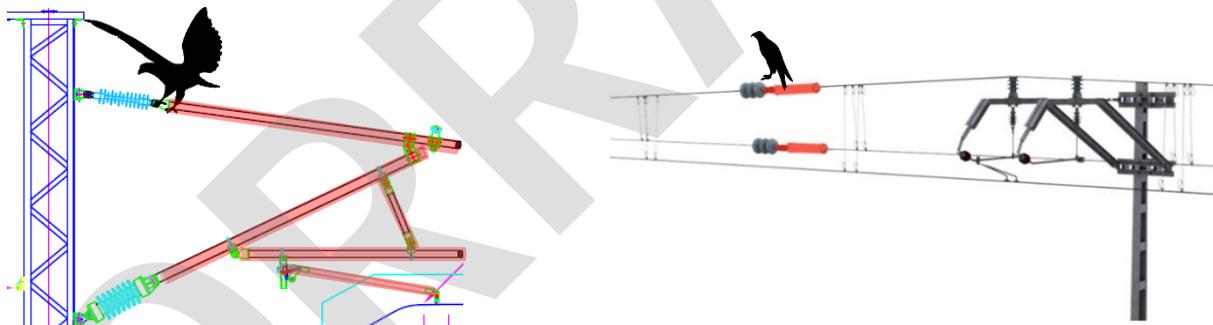


Figura 2 Elementos de la catenaria en tensión con riesgo medio de electrocución

También existe riesgo medio de electrocución en puntos singulares como son los conductores desnudos bajo pasos superiores de altura reducida (mínima distancia de aislamiento en el aire), en los pararrayos en tecnologías de 25 kV o los seccionadores sobre postes y pórticos en sistemas de 3 kV.

Riesgo bajo:

En las tecnologías de 25 kV, debido a la mayor longitud de los aisladores y mayor distancia de aislamiento en el aire, el principal riesgo de electrocución fase-tierra se produciría con las aves en vuelo o en las fases de aterrizaje o despegue, es decir con las alas desplegadas.

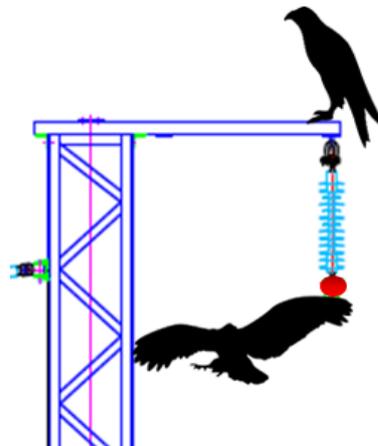


Figura 3 Elementos de la catenaria en tensión con riesgo bajo de electrocución

El riesgo de electrocución en sistemas de 25 kV afecta principalmente a aves de gran envergadura, ampliándose las poblaciones de riesgo también a las aves de mediana envergadura en las electrificaciones de 3 kV y 1,5 kV. En general las aves rapaces son las más proclives, tanto por su tamaño como por utilizar en ocasiones los postes de catenaria como perchas para el aguardo en la caza y el descanso. Asimismo, otros grupos proclives son las cigüeñas y los córvidos.

Las medidas mitigadoras del riesgo de electrocución consisten en la instalación de elementos aislantes en conductores y en otros equipos en tensión en las zonas de posado de aves (por ej. en partes altas de los postes, ménsulas o pórticos, conductores en pasos superiores, etc.).

4.3.-RIESGO DE ATRAPAMIENTO

El riesgo de atrapamiento se produce en estructuras semi cerradas como son los postes tipo XC-AV, cuando aves de tamaño pequeño o mediano caen por su parte superior o se introducen por su parte inferior. Las especies más proclives a este tipo de riesgo son principalmente los zorzales y los estorninos debido a su carácter gregario y a su predilección por el posado en la catenaria.

Las medidas mitigadoras de este riesgo de atrapamiento consisten, por un lado, en cerrar con una chapa en U la abertura superior de los postes cerrados existentes; y, por otro lado, en proyectos y obras de nueva electrificación sustituir los postes cerrados por postes abiertos con función equivalente.



Figura 4. Poste XC-AV cerrado



Figura 5. Chapa en U en la parte superior del poste cerrado.

Aunque con menor incidencia, también se pueden producir atrapamientos de pequeños pájaros en cualquier tipo de tubo, como son los tubos guía de las compensaciones o los tubos de ménsula. En estos casos basta con colocar tapones apropiados en los tubos para impedir la entrada de pájaros.



Figura 6. Ménsula tubular y tubo guía

4.4.-RIESGO GENÉRICO

Nos referimos con riesgo genérico a cualquiera de los anteriores, colisión, electrocución o atrapamiento, generado por una presencia constante de las aves en las inmediaciones de la catenaria debido a la presencia de nidos. La frecuencia de las maniobras de despegue y aterrizaje incrementan notablemente el riesgo de electrocución en las aves adultas, así como el riesgo de colisión o atrapamiento en las crías o aves jóvenes.

Las medidas mitigadoras de este riesgo pasan por instalar equipos apropiados que dificulten la nidificación de las aves sobre los elementos de la catenaria más susceptibles, como son los dinteles de pórticos o semipórticos rígidos, herrajes de los equipos de compensación, cabezas de postes de sección elevada, etc.



Figura 7. Nidos en cabezas de poste y dintel del pórtico.

4.5.-RESUMEN DE RIESGOS Y MEDIDAS MITIGADORAS

Como resumen de los riesgos y medidas mitigadoras comentadas anteriormente, en la siguiente tabla se presentan distintos factores de riesgo en diversos equipos de la línea aérea de contacto, así como las medidas mitigadoras o protecciones propuestas.

Además, en el Anexo 1 se incluye un catálogo de los elementos de catenaria clasificados según el nivel de riesgo que presentan para la avifauna. En el mismo se especifican las distancias aproximadas entre elementos en tensión y elementos a tierra en las instalaciones de catenaria.

TIPO DE RIESGO	NIVEL RIESGO	MEDIDAS MITIGADORAS
Riesgo de colisión		
Contra los cable conductores de catenaria	MEDIO	- Instalar equipos de alta visibilidad en los cables más elevados (*)
Riesgo de electrocución		
en aisladores de suspensión de fíder en cabeza de poste o silleta (catenaria 3kV o 1,5kV)	ALTO	- Instalar forro de protección en fíder - Aislar el aislador del conjunto de suspensión con protección antielectrocución
en aislador de suspensión de sustentador (catenaria 3kV o 1,5kV)	ALTO	- Aislar conjunto de suspensión - Instalar forro de protección en sustentador
en pararrayos (catenaria 3kV o 1,5kV)	ALTO	- Aislar la parte superior del pararrayos - Instalar forro aislante en el conductor que va a la catenaria

TIPO DE RIESGO	NIVEL RIESGO	MEDIDAS MITIGADORAS
en aisladores superiores de ménsulas tubulares	MEDIO	- Aislar la parte afectada del tubo tirante de la ménsula con protección antielectrocución.
en aisladores de colas de anclaje	MEDIO	- Aislar los herrajes y conductores en tensión con protección antielectrocución
en conjunto de suspensión de fíder apoyado en cabeza de poste o silleta (catenaria 25kV)	MEDIO	- Instalar protecciones antielectrocución en fíder y herrajes de apoyo
en seccionadores y sus herrajes	MEDIO	- Instalar pantalla de protección
en pórtico de seccionadores	MEDIO	- Instalar equipos anti posado
en aisladores de cables de pórticos funiculares	MEDIO	- Instalar forro de protección en el cable funicular y transversal superior
en cables conductores bajo pasos superiores, túneles o viseras, con poca distancia de aislamiento	MEDIO	- Forro aislante en los conductores de sustentador y fíder - Aislar las suspensiones
en pararrayos (catenaria 25kV)	MEDIO	- Aislar la parte superior del pararrayos - Instalar forro aislante en el conductor que va a la catenaria
en aislador de conjunto atirantado (catenaria 3kV o 1,5kV)	BAJO	- Instalar forro de protección en tubo de atirantado
en conjunto de suspensión de fíder suspendido (catenaria 25kV)	BAJO	- Instalar protecciones antielectrocución en fíder y herrajes de apoyo
en transformadores aéreos (catenaria 25 kV)	BAJO	- Instalar protecciones antielectrocución en los cables que conectan con la catenaria
Riesgo de atrapamiento		
en postes cerrados	MEDIO	- Cerrar las entradas al poste con mallas - Evitar instalación de postes cerrados
en tubos de ménsula o tubos guía de compensaciones	BAJO	- Colocar tapones
Riesgo genérico		
en pórtico rígido o semipórtico en pórticos de seccionadores en equipos de compensación en cabezas de postes	MEDIO	- Instalar equipos antinidificación

Tabla 2. Resumen de riesgos y medidas mitigadoras.

(*) En zonas de interés ornítico que cuenten con avifauna proclive, y cuando la configuración de la infraestructura ferroviaria así lo aconseje.

5.-PROTECCIONES AVIFAUNA RECOMENDADAS PARA SU USO EN CATENARIA

Se detallan a continuación las protecciones avifauna recomendadas para su instalación en la línea aérea de contacto. La mayoría de los dispositivos mostrados han sido diseñados para proteger líneas de alta tensión, y por tanto en ocasiones deben ser adaptados a los componentes de catenaria.

5.1.-DISPOSITIVOS ANTICOLISIÓN

Para aumentar la visibilidad de los cables desnudos que componen la línea aérea de contacto y reducir el riesgo de que las aves colisionen contra ellos, se montarán dispositivos de alta visibilidad del tipo espirales.

Estos accesorios deben estar fabricados en materiales ligeros (PVC o similar) y duraderos (no afectados por corrosión o por degradación ultravioleta). Tendrán un agarre firme al cable para evitar deslizamientos o desprendimientos debidos al viento.

Estos dispositivos de alta visibilidad se instalan generalmente en los cables desnudos que estén más elevados y tengan baja visibilidad. En líneas de alta tensión se suelen instalar en el cable de tierra, pero en catenaria es preferible instalarlos en el cable fíder, ya que es el conductor más elevado (el cable de tierra en catenaria se sitúa a una altura de 5 metros del suelo, mientras que el fíder se sitúa entre 7 y 9 metros).

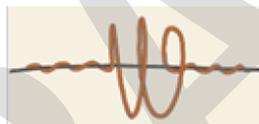


Figura 8. Dispositivo anticollisión

5.2.-DISPOSITIVOS ANTIELECTROCUCIÓN

Para mitigar los riesgos de electrocución de las aves, se pueden instalar diversos tipos de dispositivos o elementos aislantes que impidan que la propia ave provoque un cortocircuito entre una parte en tensión y tierra (o dos conductores en tensión con fases diferentes). Los elementos más habituales suelen ser fundas o forros aislantes alargados para aislar los cables y en ocasiones con forma envolvente adaptado a la forma de la pieza que se quiera proteger (aislador del conjunto de suspensión, herrajes de amarre, guardacabos, pararrayos, etc.).

El material con el que estarán fabricados las fundas o forros de protección antielectrocución es silicona ignífuga con alto nivel de hidrofobicidad, u otro tipo de material de características similares.

Son adecuados tanto para proteger los conjuntos de suspensión y ménsulas de catenaria, como para proteger los conductores bajo los pasos superiores donde se posan las aves.

Debido a la singularidad de algunos aisladores de 3kV, se recomienda el uso de elementos aislantes especialmente diseñadas a estos conjuntos, como es el caso del forro para conjunto de suspensión tipo Ca-6 (catenaria tipo CA-160) mostrado a continuación.

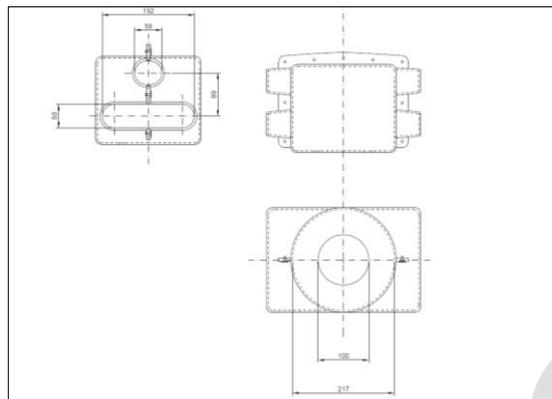


Figura 9. Plano de forro aislante para conjunto de suspensión de catenaria de 3kV

5.3.-DISPOSITIVOS ANTINIDIFICACIÓN

Son dispositivos diseñados para impedir o disuadir la construcción de nidos en la proximidad de las instalaciones eléctricas.

En las instalaciones de catenaria, las aves construyen los nidos, principalmente, en los pórticos rígidos, en las cabezas de los postes y en los herrajes y silletas de los postes que soportan los seccionadores y fíderes. Estos nidos, por su proximidad a los conductores, hacen que sea más probable la electrocución de las aves y de sus polluelos, además de provocar deterioro y desconexiones en la instalación. Los nidos más frecuentes son los de cigüeña, que son grandes y pesados, pudiendo llegar a afectar la estabilidad del apoyo.

Entre los distintos tipos de dispositivos antinidificación existentes se recomienda el uso de aquellos con superficies lisas inclinadas. A continuación se muestra un ejemplo de este tipo de dispositivos no dañinos para las aves:

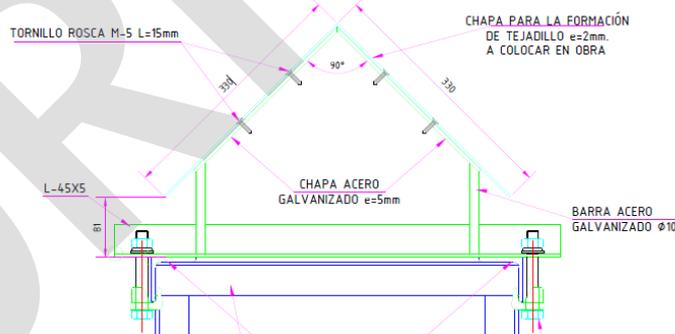


Figura 10. Dispositivo antinidificación con superficies lisas inclinadas no dañinas.

Otra alternativa, en aquellos casos en los que no sea viable la instalación de los dispositivos anteriores, es la instalación de paraguas invertidos.

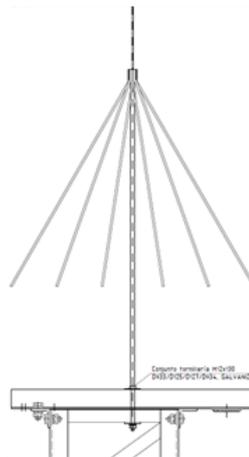


Figura 11. Dispositivos antinidificación tipo paraguas invertido

6.-INSTALACIÓN DE PROTECCIONES EN CATENARIA

A continuación, se detallan los detalles de las protecciones recomendadas para cada equipo y conjunto de catenaria, a instalar según los criterios y estrategias de actuación indicados en el apartado 8.

6.1.-PROTECCIONES ANTICOLISIÓN

El riesgo de colisión se reduce cuanto menor sea la altura a la que se encuentra el cable desnudo. En el caso de línea aérea de contacto, se instalarán espirales anti colisión únicamente en el cable fíder desnudo más elevado, y en las dos vías (o vías externas en caso de múltiples vías), a razón de uno cada 10 metros:

- En sistemas de 3kV ó 1,5kV se instalará en el fíder de acompañamiento (en caso de existir) o en el fíder de alimentación.
- En sistemas de 2x25kV se instalará en el fíder negativo
- En sistemas o tramos de 1x25kV se instalará en el fíder positivo o de refuerzo (en caso de existir) o en el fíder de alimentación.

Opcionalmente, y en el caso de que en un trayecto con riesgo de colisión elevado no exista ningún cable fíder desnudo, se instalarán espirales anti colisión en el cable de tierra (o cable de retorno en 25kV).

No deben instalarse protecciones anticolidión ni en el sustentador ni en el hilo de contacto.



Figura 12. Dispositivos anticolidión en el cable de fíder

En general, la existencia de viaductos y terraplenes son configuraciones que suponen un riesgo de exposición más elevado.

6.2.-PROTECCIONES ANTIELECTROCUCIÓN

Se instalarán protecciones antielectrocución en aquellos elementos de catenaria que presentan riesgo de electrocución medio o alto según se ha definido en el apartado 5 de la presente norma.

A continuación, se muestran en rojo los elementos con mayor riesgo que deben ser protegidos según las distintas tipologías de catenaria de la red:

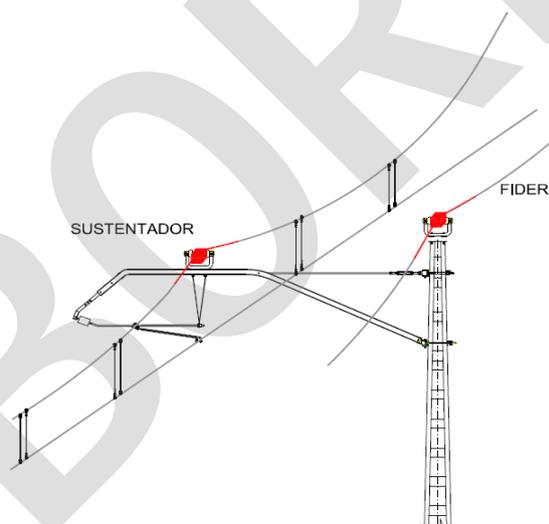


Figura 13. Conjunto de suspensión de sustentador y fíder. CA-160

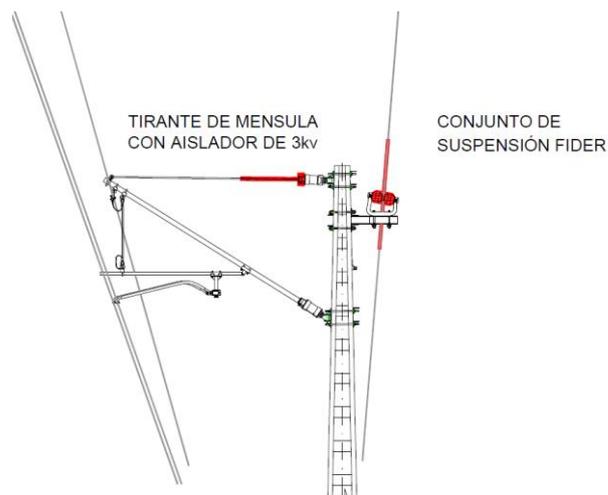


Figura 14. Tirante de ménsula y conjunto de suspensión de fíder. CA-220

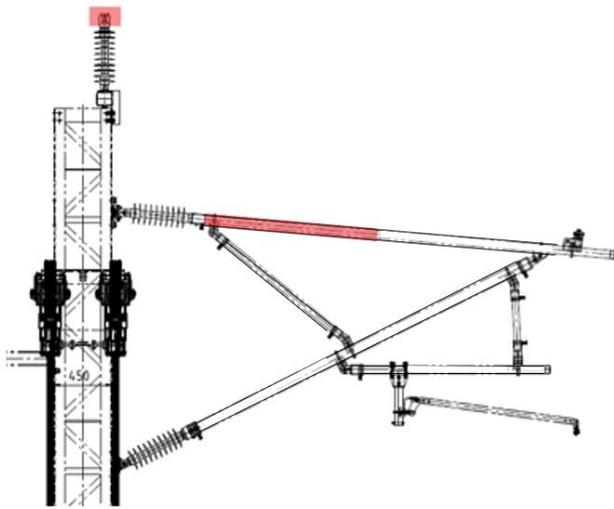


Figura 15. Tubo tirante de ménsula y conjunto de suspensión de fíder en cabeza de poste. C-350, CA-160H y CA-200H

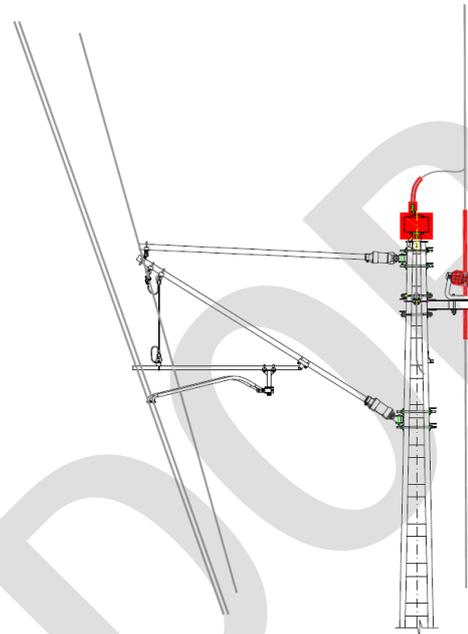


Figura 16. Autoválvula en cabeza de poste y conjunto de suspensión de fíder.



Figura 17. Cola de anclaje

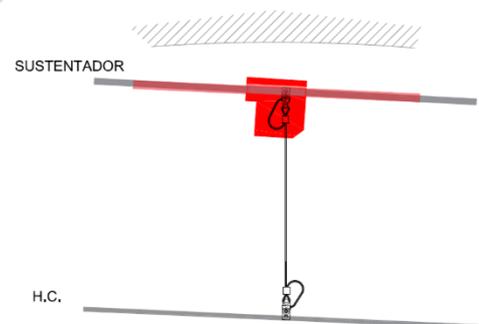


Figura 18. Sustentador y péndola bajo paso superior

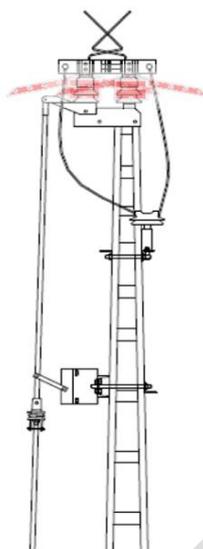


Figura 19. Seccionadores

6.2.1.-Protecciones anielectrocución en conjuntos de suspensión

En las suspensiones aisladas de conductores en tensión, se instalarán fundas o manguitos aislantes en el propio conductor, 1 m a cada lado de la suspensión, así como en los aisladores y herrajes en tensión.

En catenarias con aislamientos de 3kV ó 1,5kV se aislarán los siguientes conjuntos:

- Conj. Suspensión del sustentador, de cualquier tipo (Ca-2, Ca-4, Ca-6, Ca-9, etc.)
- Conj. Suspensión de fíder, de cualquier tipo (Ct-12, Ct-13, Ct-14, etc.)

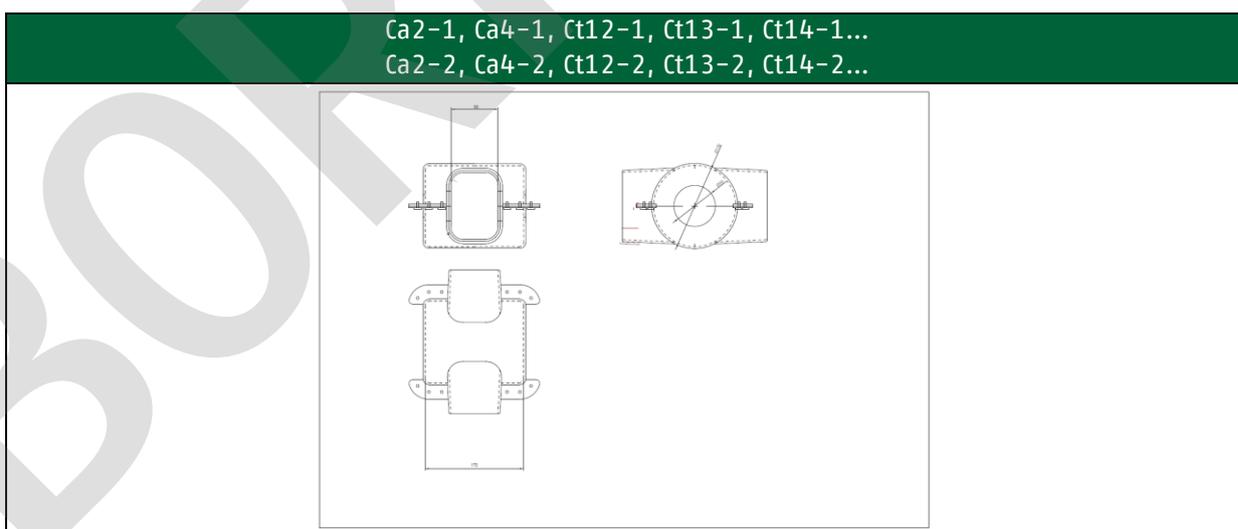


Figura 20. Planos de protecciones antielectrocución. Conjuntos de suspensión9

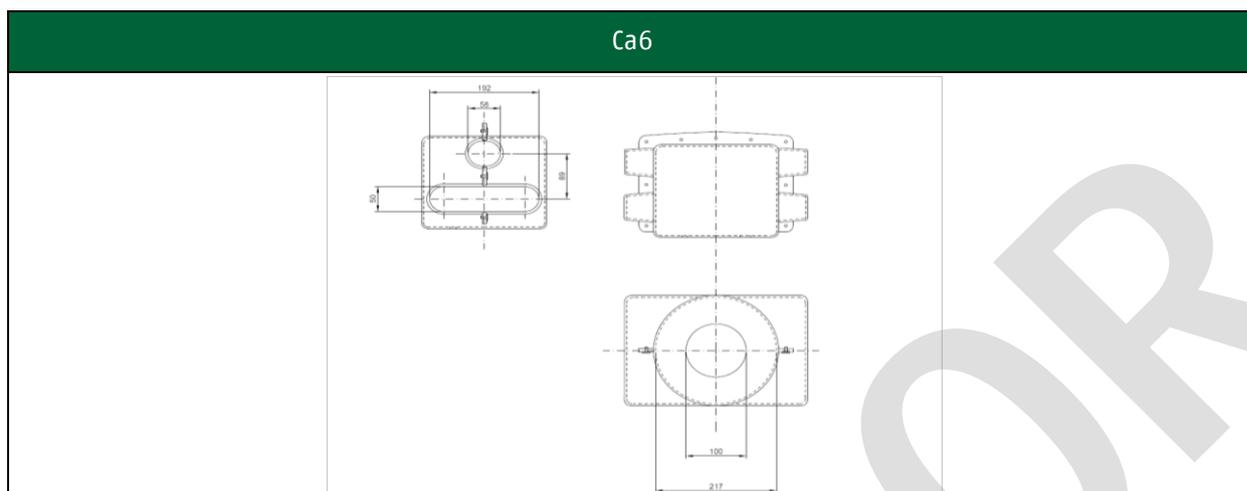


Figura 21. Plano de protecciones antielectrocución. Conjuntos de suspensión Ca6.

En catenarias con aislamientos de 25KV se aislarán los siguientes conjuntos en aquellos casos en los que la distancia entre el cable y el herraje de sujeción sea inferior a 60 cm:

- Conj. Suspensión de fíder negativo o positivo, apoyado
- Conj. Suspensión de fíder de alimentación, apoyado

6.2.2.-Protecciones antielectrocución en colas de anclaje

En colas de anclaje, se colocarán fundas o manguitos aislantes 1 m en el lado de tensión, tanto en el cable como en el guardacabos.

En los aislamientos intermedios (en seccionamientos de lámina de aire o cruzamientos) se instalarán fundas o manguitos aislantes en 1 m a cada lado del aislador (considerando ambos lados en tensión), aislando también los herrajes en tensión.

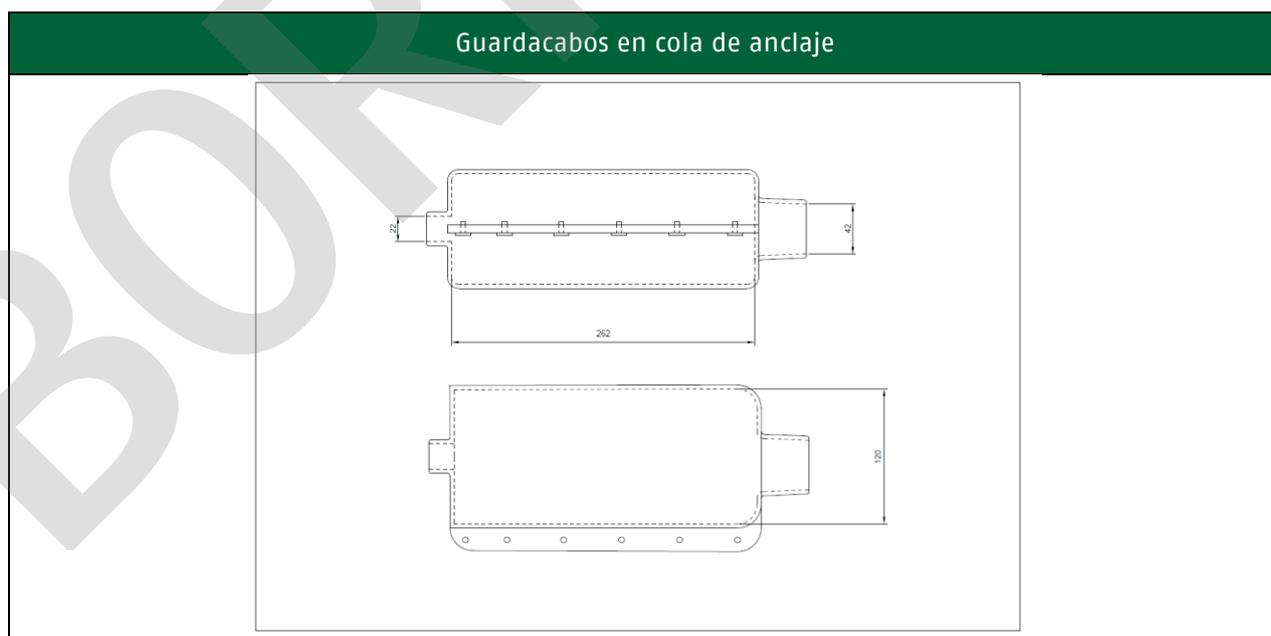


Figura 22. Plano de protecciones antielectrocución. Colas de anclaje.

6.2.3.-Protecciones antielectrocución en pasos superiores y túneles

En las instalaciones que queden bajo los pasos superiores y túneles, además de aislar las suspensiones también se aislarán los vanos de sustentador o cable fíder que estén a una distancia inferior a 0,5 m de la bóveda (en vertical) y 1 m del muro o columnas (en horizontal).

Para aislar el sustentador se deberán instalar fundas o manguitos en todo el vano bajo el paso, sobresaliendo 1 m a cada lado, teniendo la precaución de aislar también las péndolas en una longitud mínima de 0,25 m.

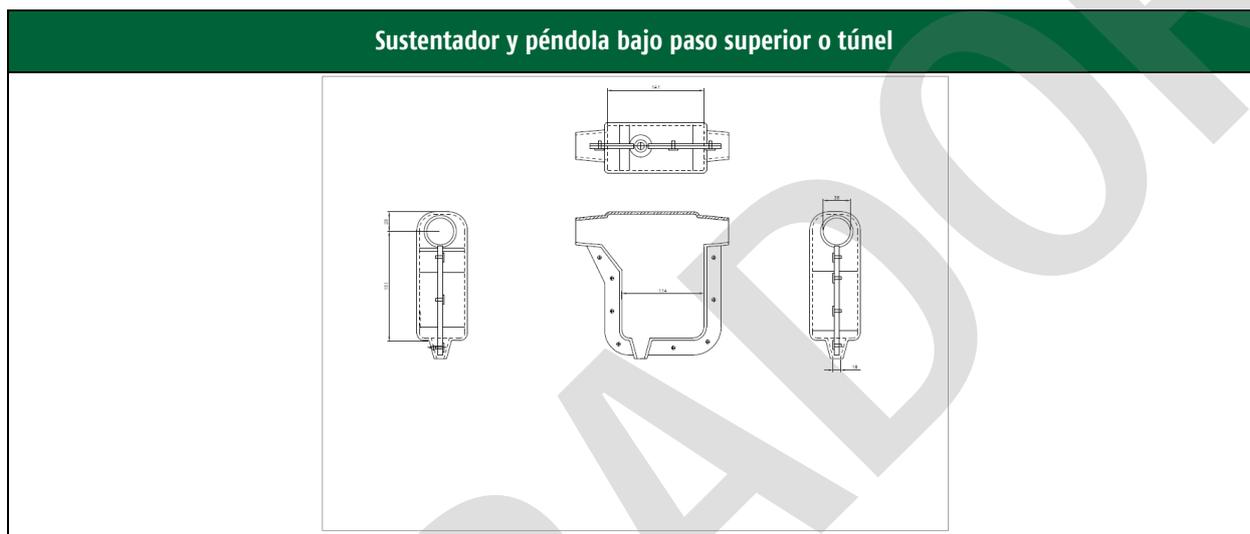


Figura 23. Plano de protecciones antielectrocución. Pasos superiores y túnel.2

6.2.4.-Protección antielectrocución en ménsulas

Las ménsulas de perfil de acero de las catenarias de 3kV o 1,5kV se encuentran sin tensión y a tierra, por lo cual solamente será necesario aislar las suspensiones de sustentador descritas anteriormente.

En cambio, las ménsulas tubulares, sean de acero o aluminio, se encuentran en tensión y disponen de aisladores (tanto de 25kV como de 3kV) en los tubos tirante (tubo superior) y tubo de ménsula (tubo diagonal inferior). En este tipo de ménsulas se instalará una funda o manguito aislante en el tubo tirante (o tirante) en una longitud de 0,7 m para catenaria de 3kV y 0,5m para catenaria de 25kV desde el aislador e incluyendo el herraje en tensión.

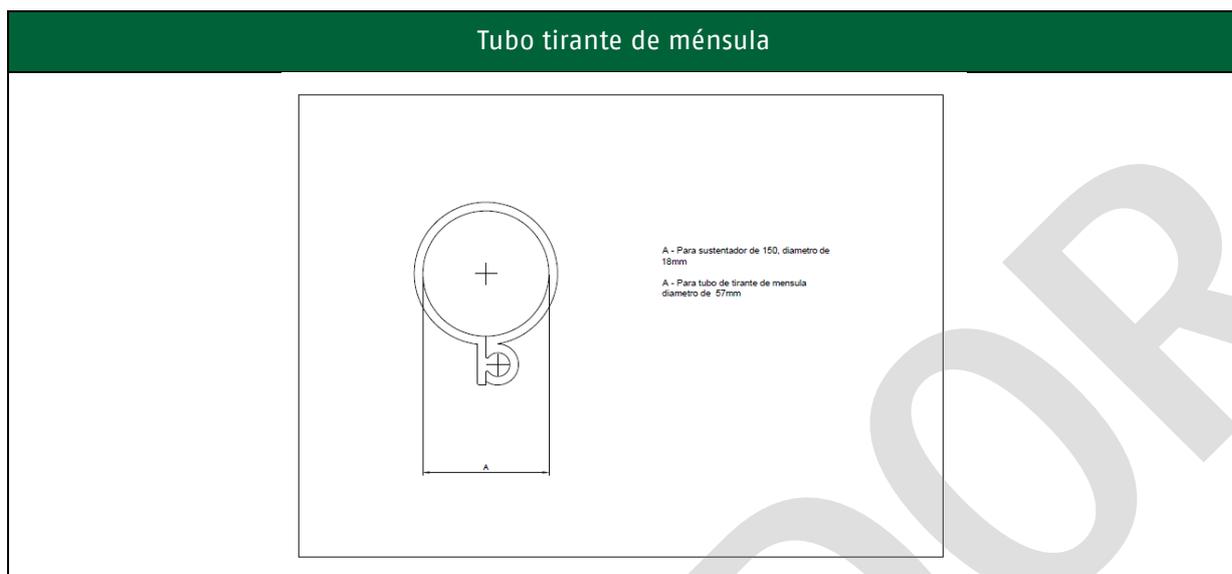


Figura 24. Plano de protecciones antielectrocución. Tubo tirante de Ménsula.

En general, no será necesario aislar el tubo de ménsula ya que se encuentra en un ángulo de 40° y no es probable que sea utilizado como posadero.

6.2.5.-Protección antielectrocución en aparamenta eléctrica

Las protecciones en la diversa aparamenta eléctrica se deben adaptar a la geometría y características de cada instalación, en los pararrayos se instalarán fundas protectoras en la cabeza del pararrayos y en el conductor que se conecta con la catenaria.

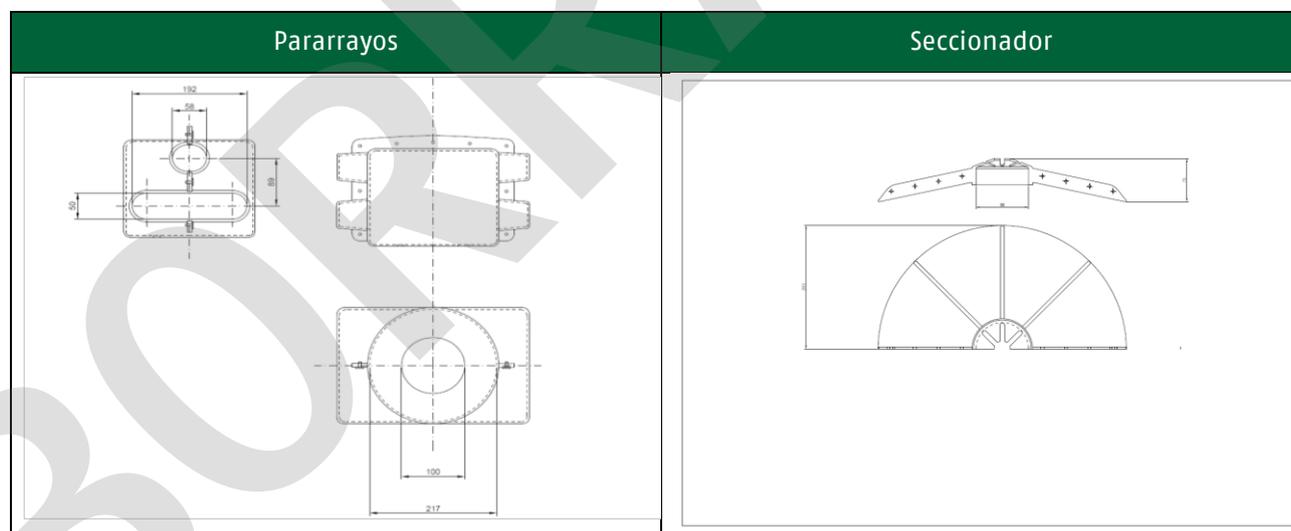


Figura 25. Planos de protecciones antielectrocución. Aparamta.

6.3.-DISPOSITIVOS ANTINIDIFICACIÓN

Los dispositivos antinidificación se instalarán en aquellos puntos donde se detecte la existencia de nidos así como en las cabezas de poste, herrajes y silletas de los postes y pórticos rígidos cercanos a los puntos donde existen dichos nidos.

Antes de la instalación de los dispositivos antinidificación se procederá a la retirada de los nidos; para ello es necesario notificar y solicitar la retirada al servicio de medio ambiente de la administración competente.

Se valorará la posibilidad de implantar dispositivos o apoyos alternativos para la nidificación en puntos alejados de las instalaciones de catenaria. En estos casos, se recomienda el traslado del nido al dispositivo alternativo, para incrementar la efectividad de la medida.

7.-ACTUACIONES PARA LA PROTECCIÓN AVIFAUNA EN CATENARIA

La estrategia de protección para la avifauna se define en el siguiente plan de actuaciones:

7.1.-ACTUACIONES EN PROYECTOS Y OBRAS

En todos los proyectos de nuevas electrificaciones o renovaciones integrales de la línea aérea de contacto, en el Anejo de Integración Ambiental se analizan de forma pormenorizada los diferentes riesgos incluidos en la presente norma. Se prestará especial atención tanto a las configuraciones de la catenaria como al elenco avifaunístico del entorno de actuación. De dicho análisis se inferirá la necesidad de implementar las medidas mitigadoras que se exponen en el presente documento. Una vez definidas las medidas mitigadoras a implementar en el proyecto, éstas serán incluidas tanto en el pliego, planos, como en el presupuesto, dentro del capítulo de integración ambiental.

Como alternativa a la implementación de medidas mitigadoras del riesgo de electrocución, y siempre que sea posible, se dará preferencia a la implementación de diseños más seguros para las aves. A continuación se presenta una tabla con algunas alternativas a equipos de riesgo alto y medio:

Diseños menos seguros para la avifauna	Diseños más seguros para la avifauna
Conjunto de suspensión del fíder en cabeza de poste (Figura 10) (catenaria de 25kV e híbridas)	Conjunto de suspensión del fíder con aislador suspendido
Conjunto de suspensión del sustentador Ca2-1, Ca4-1 (Figura 8)	Conjunto de suspensión del sustentador Ca6
Conjunto de suspensión del fíder Ct12-1, Ct13-1, Ct14-1 (Figura 8)	Conjunto de suspensión del fíder con aislador suspendido

Tabla 3. Resumen de riesgos y medidas mitigadoras.

El análisis de los diferentes riesgos incluidos en la presente norma, será especialmente exhaustivo, cuando los proyectos se desarrollen en el interior o el entorno inmediato de zonas protegidas, en especial en Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPAs). De igual modo se estudiará con especial intensidad cuando los proyectos se desarrollen en el entorno de zonas húmedas, así como ámbitos adscritos a planes de recuperación, manejo, conservación, etc., de especies proclives.

7.2.-ACTUACIONES EN LÍNEAS DE EXPLOTACIÓN

Las soluciones técnicas recomendadas y medidas de protección de la avifauna propuestas en los apartados anteriores se llevarán a cabo únicamente en las situaciones particulares que se describen a continuación:

7.2.1.-Instalación de protecciones anticolidión

Los dispositivos anticolidión se instalarán cuando, tras la realización del oportuno análisis se llegue a la conclusión de su necesidad, bien por el cortejo faunístico existente, bien porque sea una zona en la que se haya observado una acumulación de incidentes. En dicho análisis, se tendrá en consideración tanto la configuración del trazado en alzado como la presencia de espacios Red Natura 2000, especialmente Zonas de Especial Protección de Aves (ZEPAs).

7.2.2.-Instalación de protecciones antielectrocución

Las protecciones antielectrocución en las líneas en explotación se instalarán en aquellas situaciones contempladas en los procedimientos de Adif para la gestión de sucesos de avifauna, y según el alcance definido en los mismos.

7.2.3.-Instalación de protecciones antinidificación

Se recomienda instalar protecciones antinidificación de forma preventiva en zonas de anidamiento de cigüeñas u otras especies tanto en los puntos donde se detecte la existencia de nidos, así como otros cercanos a estos.

Antes de la instalación de los dispositivos antinidificación se procederá a la retirada de los nidos pre existentes, siendo para ello necesario notificar y solicitar las autorizaciones pertinentes al servicio de medio ambiente de la administración competente.

8.-NORMATIVA DEROGADA

Esta NAE no deroga ningún documento.

9.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

La presente NAE entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

Una vez entre en vigor, será de aplicación a todos los proyectos cuya redacción se inicie a partir de ese momento. Se entiende por inicio de la redacción del proyecto bien la firma del contrato para su redacción, cuando se trate de medios ajenos a Adif, o bien el inicio de la redacción del proyecto, cuando se trate de medios propios.

Asimismo podrá utilizarse en el resto de proyectos que, por encontrarse ya en desarrollo, así se decida.

En líneas en explotación será de aplicación cuando existan procedimientos específicos de Adif.

10.-LEGISLACIÓN Y BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

- Real Decreto 1432/2008. MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA. *Medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión*. R.D. 1432/2008. Madrid: Boletín Oficial del Estado, 29 de agosto de 2008, núm. 222, p. 37481 a 37486.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 42/2007 de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 21/1992 de Industria
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazada.
- Orden AAA/72/2012, de 12 de enero; por la que se actualiza el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazada.

- Orden AAA/1771/2015, de 31 de agosto, por la que se actualiza el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazada.
- Orden AAA/1351/2016, de 29 de julio por la que se actualiza el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazada.
- Orden TEC/596/2019, de 8 de abril por la que se actualiza el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazada.
- Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats. (Andalucía).
- Decreto 49/1995, de 28 de marzo de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón
- Decreto 181/2005, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Decreto 65/1995, de 27 de abril por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora del Principado de Asturias y se dictan normas para su protección
- Decreto 120/2008, de 4 de diciembre por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Cantabria
- Corrección de errores al Decreto 120/2008, de 4 de diciembre, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas en Cantabria
- Decreto 33/1998, de 05/05/1998, por el que se crea el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Castilla-La Mancha
- Decreto 200/2001, de 6 de noviembre, por el que se modifica el Catálogo Regional de Especies Amenazadas
- Decreto 37/2001, de 6 de marzo, por el que se regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Extremadura
- Decreto 88/2007 de 19 de abril, por el que se regula el Catálogo gallego de especies amenazadas
- Decreto 167/2011, de 4 de agosto, por el que se modifica el Decreto 88/2007, de 19 de abril, por el que se regula el Catálogo gallego de especies amenazadas y se actualiza dicho catálogo
- Decreto 59/1998, de 9 de octubre, por el que se crea y regula el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de la Flora y Fauna Silvestre de La Rioja
- Decreto 18/1992, de 26 de marzo, por el que se aprueba el Catálogo Regional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres y se crea la categoría de árboles singulares
- Decreto Foral 94/1997, de 7 de abril, por el que se crea el Catálogo de la Flora Amenazada de Navarra y se adoptan medidas para la conservación de la flora silvestre catalogada
- Decreto 167/1996, de 9 de julio, por el que se regula el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y Marina
- Orden de 10 de julio de 1998, del Consejero de Industria, Agricultura y Pesca por la que se incluyen en el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora, Silvestre y

Marina, 130 taxones y 6 poblaciones de la flora vascular del País Vasco

- Orden de 20 de mayo 2003, del Consejero de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, por la que se modifica el Decreto 167/1996, de 9 de julio, por el que se regula el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina
- Orden de 10 de enero de 2011, de la Consejera de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina de Especies Amenazadas de la Fauna y Flora Silvestre y Marina
- Orden de 18 de junio de 2013, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial, por la que se modifica el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre y Marina
- Decreto 50/2003, de 30 de mayo por el que se crea el Catálogo Regional de Flora Silvestre Protegida de la Región de Murcia y se dictan normas para el aprovechamiento de diversas especies forestales
- Decreto 70/2009, de 22 de mayo, del Consell, por el que se crea y regula el Catálogo Valenciano de Especies de Flora Amenazadas y se regulan medidas adicionales de conservación
- Orden 6/2013, de 25 de marzo, de la Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, por la que se modifican los listados valencianos de especies protegidas de flora y fauna

DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Ministerio para la Transición Ecológica (documentación técnica).

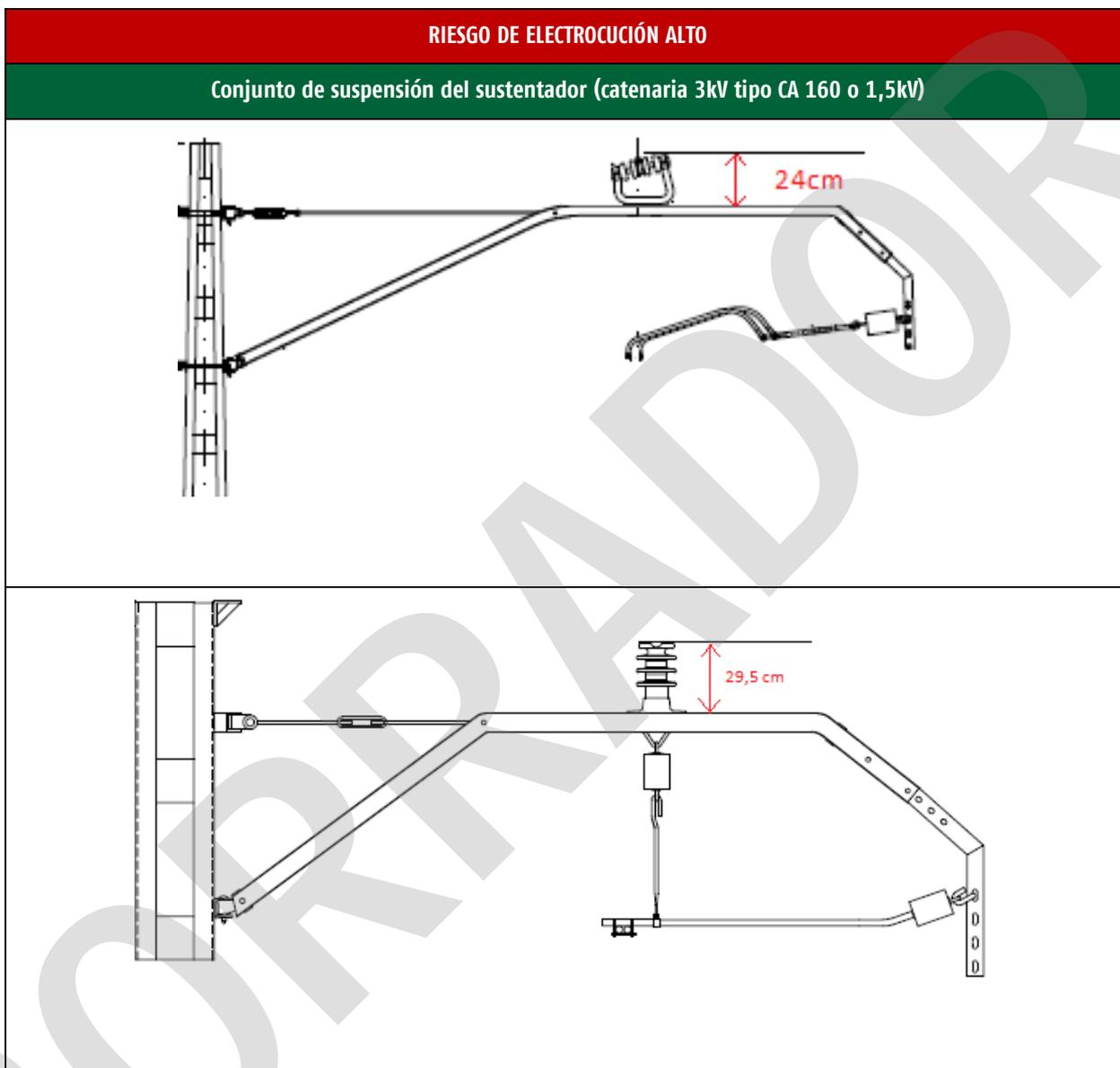
Libro aves y tendidos eléctricos. Del conflicto a la solución de Miguel Ferrer

Análisis y evaluación de puntos negros para la avifauna en tendidos eléctricos" de la Universidad Complutense de Madrid

Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC. [Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles \(vertebradosibericos.org\)](http://vertebradosibericos.org)

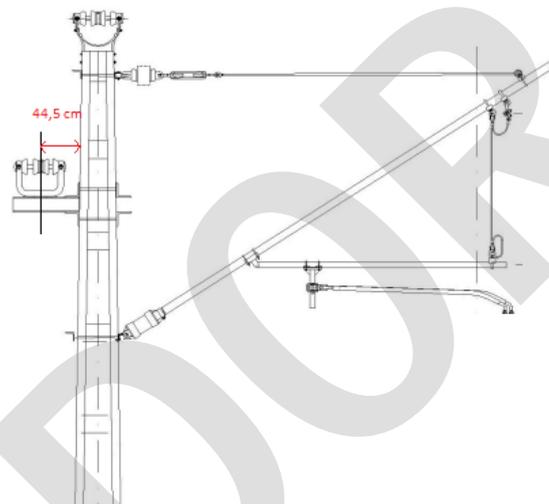
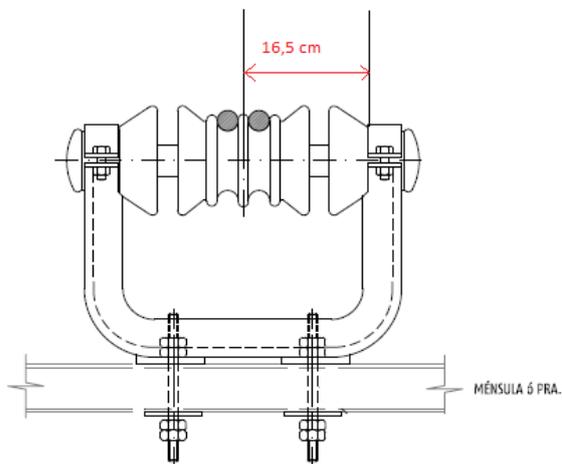
Red Natura 2000. <https://natura2000.eea.europa.eu/>

I. Anejo 1. CLASIFICACIÓN DE CONJUNTOS LAC SEGÚN EL RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

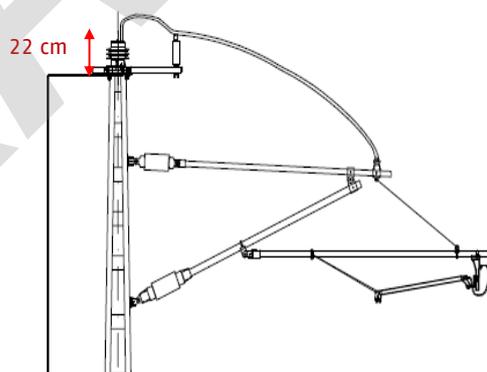
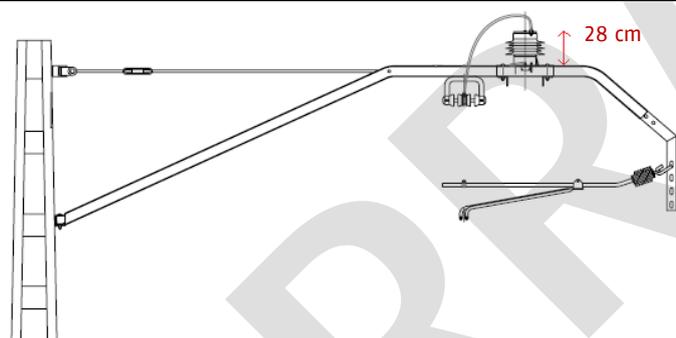


RIESGO DE ELECTROCUCIÓN ALTO

Conjunto de suspensión de fíder (catenaria 3kV o 1,5kV)

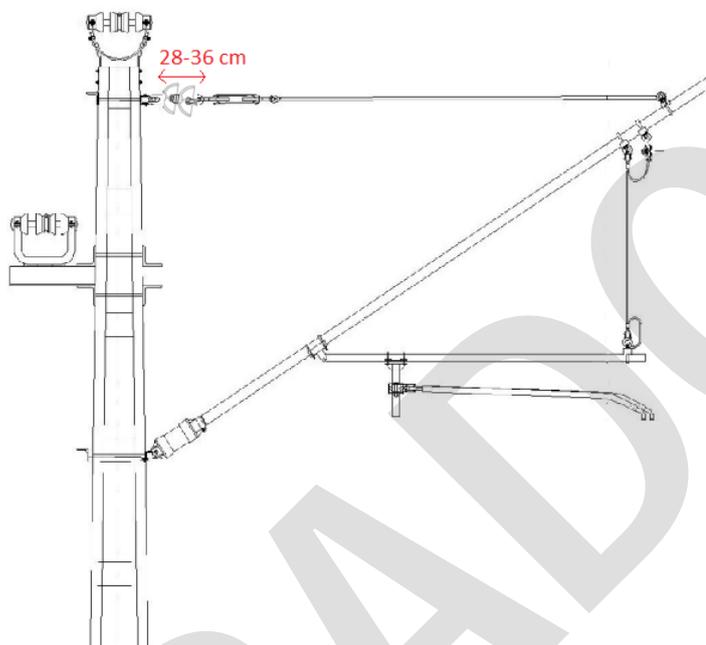


Pararrayos (catenaria 3kV o 1,5kV)

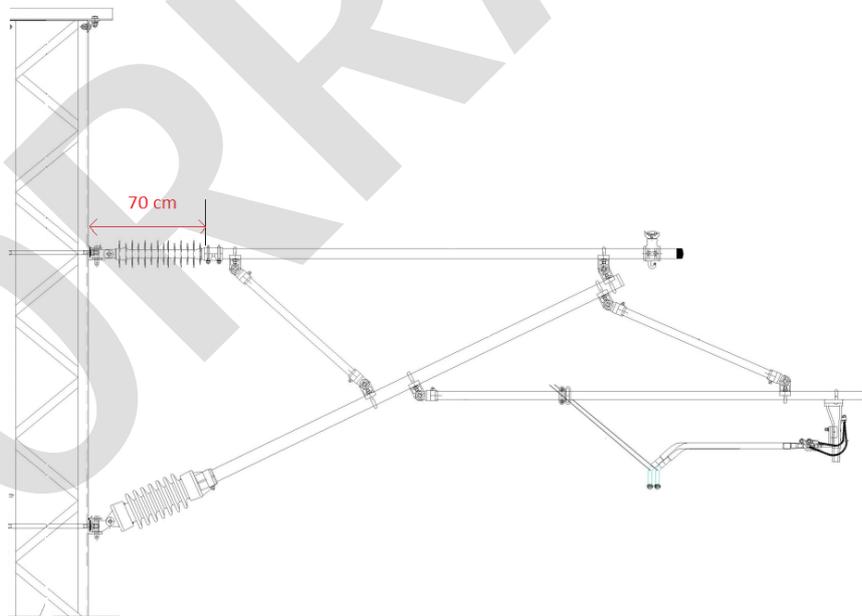


RIESGO DE ELECTROCUCIÓN MEDIO

Aisladores de ménsulas tubulares (catenaria 3kV)

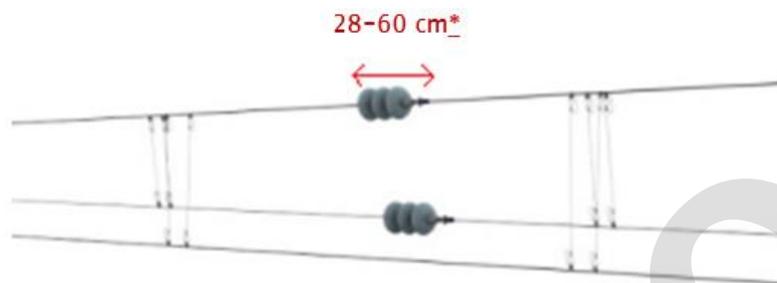


Aisladores de ménsulas tubulares (catenaria 25kV)

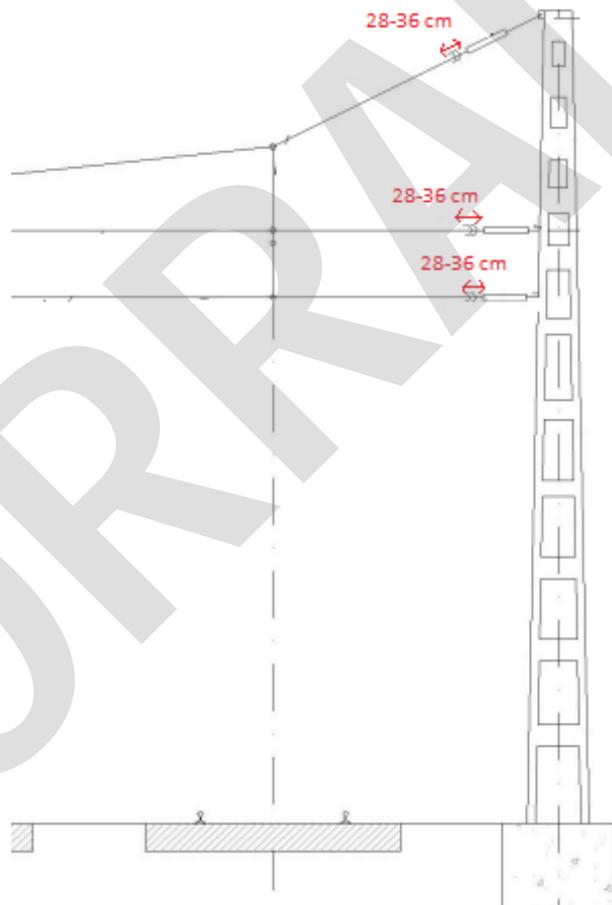


RIESGO DE ELECTROCUCIÓN MEDIO

Aisladores de colas de anclaje



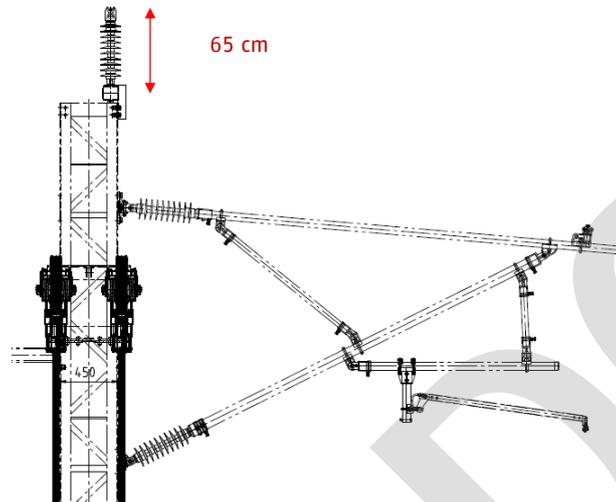
Aisladores de cables de pórticos funiculares en 3 kV



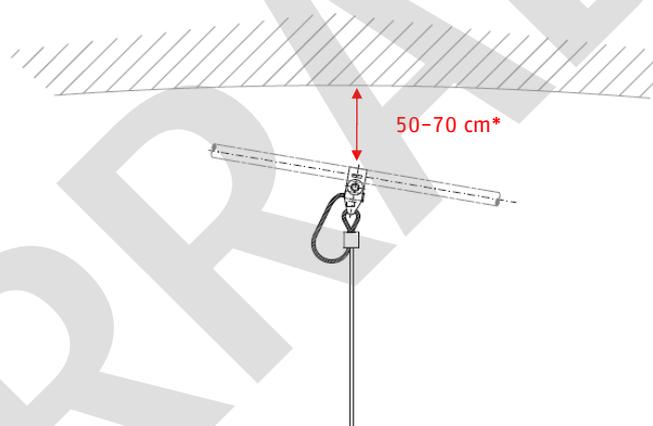
*La distancia puede variar para sistemas de 3kV y de 25 kV

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN MEDIO

Conjunto de suspensión de fíder apoyado en cabeza de poste o silleta (catenaria 25kV)



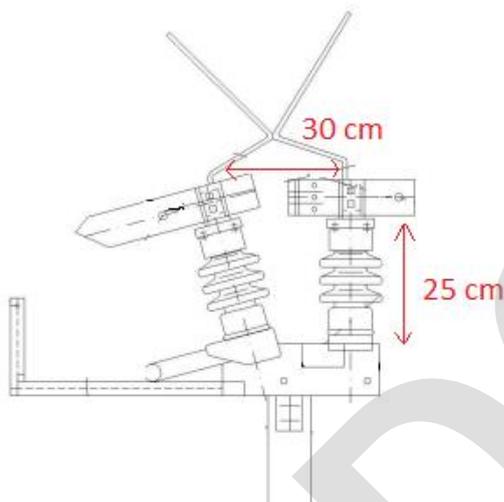
Conductores bajo pasos superiores, entrada y salida de túneles o viseras, con poca distancia de aislamiento



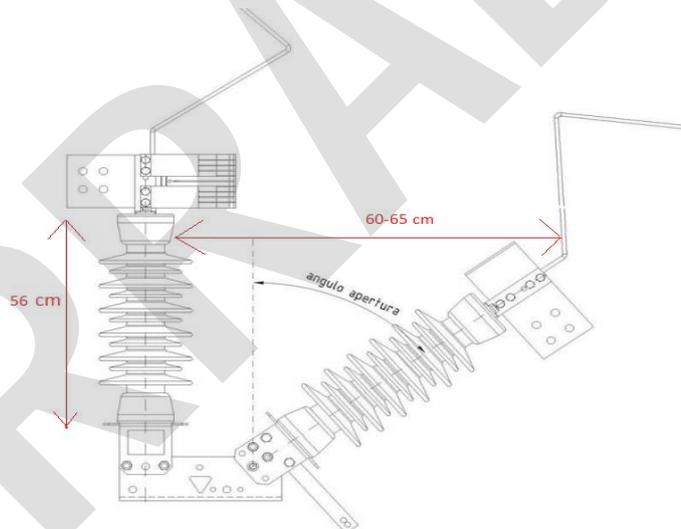
*La distancia puede variar para sistemas de 3kV y de 25 kV

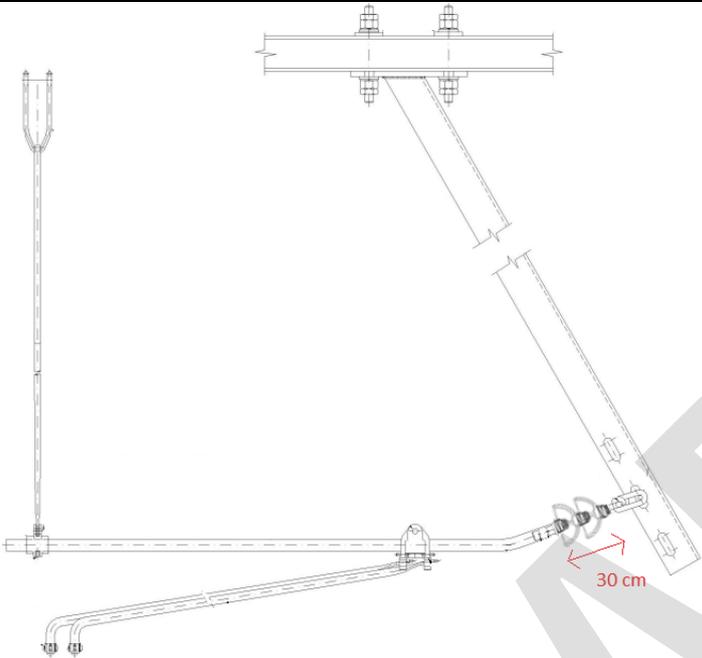
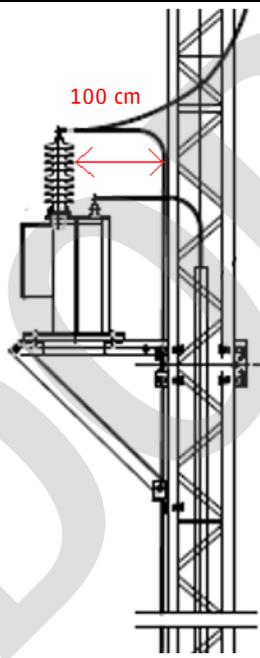
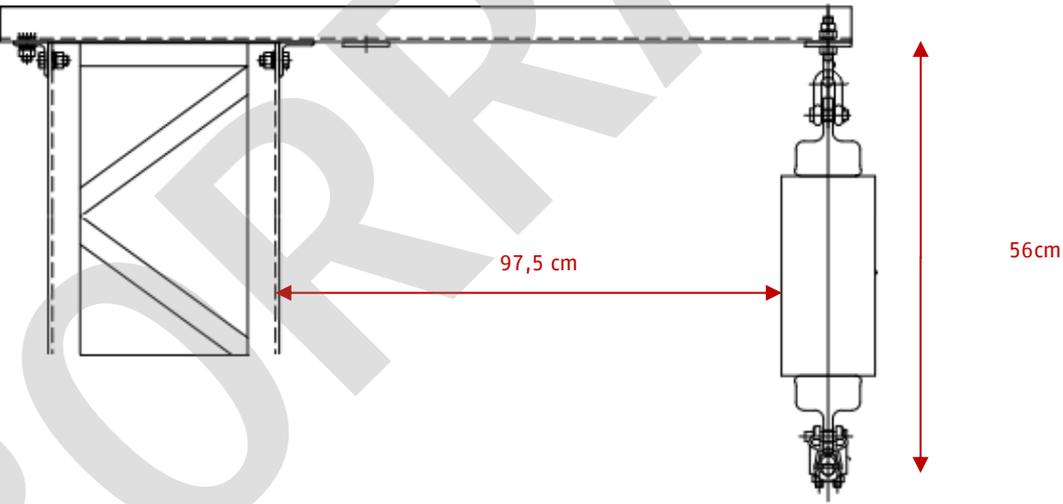
RIESGO DE ELECTROCUCIÓN MEDIO

Seccionadores y sus herrajes para poste y pórticos LAC 3kV



Seccionadores y sus herrajes para poste y pórticos LAC 25kV



RIESGO DE ELECTROCUCIÓN BAJO	
Aislador del conjunto de atirantado en ménsulas de celosía	Transformador aéreo
 <p style="text-align: center;">30 cm</p>	 <p style="text-align: center;">100 cm</p>
Conjunto de suspensión de fíder suspendido (Catenaria 25kV)	
 <p style="text-align: center;">97,5 cm</p> <p style="text-align: right;">56 cm</p>	

