

projecte avilínia

GUIA PER L'AVALUACIÓ DEL RISC D'ACCIDENTS D'AUS A LÍNIES ELÈCTRIQUES A LES ILLES BALEARS

Joan Munar



Treball redactat en el conveni Conselleria
de Medi Ambient -GESA-ENDESA
Per a la correcció de línies elèctriques a les
Balears

Febrer 2005



Govern
de les Illes Balears



projecte avilínia

GUIA PER L'AVALUACIÓ DEL RISC D'ACCIDENTS D'AUS A LÍNIES ELÈCTRIQUES A LES ILLES BALEARS



Febrer 2005

Joan Munar

Aquesta guia ha estat realitzada per Joan Munar Fiol, Enginyer Tècnic Industrial, col·legiat nº898 del Col·legi Oficial de Pèrits i Enginyers Tècnics Industrials de les Illes Balears.

Basat en el Projecte Final de Carrera del mateix autor titulat "Impacte de les línies elèctriques de mitjana i alta tensió sobre l'avifauna de Mallorca", realitzat per al Departament d'Enginyeria Elèctrica de l'Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Terrassa (Universitat Politècnica de Catalunya).

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	5
2. LES LÍNIES DE TRANSPORT I DISTRIBUCIÓ.....	6
3. ELECTROCUCIÓ.....	7
3.1. FACTORS QUE INTERVENEN EN L'ELECTROCUCIÓ	7
3.1.1. <i>FACTORS TÈCNICS</i>	7
3.1.2. <i>ALTRES FACTORS</i>	8
3.1.2.1. Factors biomorfològics.	8
3.1.2.2. Factors de comportament i d'ús de l'hàbitat.	8
3.1.2.3. Els períodes anuals.....	9
3.2. SUPORTS. TIPOLOGIES I AVALUACIÓ DE RISCS.....	10
3.2.1. <i>INTRODUCCIÓ A LES LÍNIES DE MITJANA TENSIO (15 Kv)</i>	10
3.2.1.1. Conductor.....	10
3.2.1.2. Suport.....	10
3.2.1.3. Aïllador	11
3.2.2. <i>TIPOLOGIA DE SUPORTS PER A LÍNIES DE MITJANA TENSIO A LES ILLES BALEARS I A LES PITIÜSES. AVALUACIÓ DEL RISC</i>	13
3.2.2.1. Suports d'alineació	14
3.2.2.2. Suports d'angle i ancoratge.....	20
3.2.2.3. Suports especials.....	24
3.2. ACCIONS CORRECTORES APLICADES A LES LÍNIES AÈRIES DE MT A LES ILLES BALEARS I PITIÜSES.....	35
4. COL·LISIÓ.....	40
4.1. FACTORS QUE INTERVENEN EN LA COL·LISIÓ	40
4.1.1. <i>FACTORS TÈCNICS</i>	40
4.1.2. <i>ALTRES FACTORS</i>	41
4.1.2.1. Problemes de detecció dels cables	41
4.1.2.2. Influència del sexe i l'edat.....	42
4.1.2.3. Períodes anuals	42
4.1.2.4. El traçat	43
4.2. TIPUS DE LÍNIES ELÈCTRIQUES I AVALUACIÓ DE RISCS.....	43
4.3 ACCIONS CORRECTORES APLICADES A LES LÍNIES AÈRIES A LES ILLES BALEARS I PITIÜSES.....	44
4.3.1. <i>LÍNIES DE BAIXA I DE MITJANA TENSIO (FINS A 15 Kv)</i>	44
4.3.2. <i>LÍNIES D'ALTA TENSIO</i>	44
5. REFLEXIÓ FINAL	46
6. BIBLIOGRAFIA	47

Presentació

El present Document Tècnic, elaborat per l'especialista Joan Munar, a petició del COFIB, s'emmarca en el conveni de la Conselleria de Medi Ambient i GESA-ENDESA per a la correcció de punts perillosos per a l'electrocució d'aus.

Aquest factor és, malauradament, una causa molt important per a la disminució de moltes espècies de grans aus. A les Balears, té especial incidència sobre el milà i, encara més, l'àguila peixatera, una espècie que sovint es posa a pilons elèctrics després de pescar, banyada, i per tant, molt susceptible de patir electrocucions. També afecta altres aus, com corbs i gavines, molt més comunes. En qualsevol cas, és obvi que no es poden mantenir centenars o milers de trampes mortals permanents, que afecten sistemàticament l'avifauna de les Balears!

Si per una banda, les esteses elèctriques noves o renovades ja es dissenyen tenint present aquest factor, no hi ha possibilitats materials i econòmiques per corregir de cop i volta la totalitat de torres, transformadors i derivacions, de manera que és imprescindible identificar les que presenten un perill major, i adoptar un criteri de prioritat operatiu. Dins aquest procés, el manual s'ha fet imprescindible, i, per tant, queda plenament justificada la seva edició com a Document Tècnic de Conservació, probablement un dels més pertinents per la gravetat i l'extensió del problema a la solució del qual pot contribuir.

Febrer 2005

Servei de Protecció d'Espècies

1. INTRODUCCIÓ

La presència de línies elèctriques implica una sèrie d'impactes en el medi natural, classificables en quatre tipus:

- a) Alteracions visuals.
- b) Pol·lució atmosfèrica (generació de camps electromagnètics i renou).
- c) Canvis a l'estructura de l'hàbitat (creació de passadissos entre les masses forestals).
- d) Interaccions amb la fauna.

Dins del darrer grup, **interaccions amb la fauna**, en el cas de les aus es produeix un aprofitament de les instal·lacions i estructures elèctriques. Les línies aèries són aprofitades per moltes espècies d'aus per atalaiar, reposar, menjar o, fins i tot, nidificar. Aquest aprofitament té, emperò, una problemàtica associada, això és l'**electrocució**. Per altra banda el simple fet de la presència de línies aèries a zones de pas d'auells (zones de pas de migrants, zones d'alimentació...), i la consegüent invasió de l'espai aeri pels cables du associada un altre tipus de causística d'accidents: la **col·lisió**.

En la part d'aprofitament de suports elèctrics (torres, pals,...) hem d'esmentar la problemàtica que planteja per les companyies elèctriques el manteniment de línies "envaïdes" per auells. Els excrements, les restes de menjar, els nius i els cossos accidentats dels auells produeixen danys tant a les instal·lacions com a la qualitat i fiabilitat del servei.

És important, doncs, combinar esforços en la minimització de la problemàtica entorn a la interacció de les aus amb les línies elèctriques, tant per part de les companyies com per les entitats encarregades de vetlar per la protecció de la biodiversitat.

Resum: L'**electrocució** i la **col·lisió** amb esteses elèctriques és un factor de **mortalitat** important per a les aus, i suposa un **problema** per al bon **servei elèctric**.

2. LES LÍNIES DE TRANSPORT I DISTRIBUCIÓ

A les illes Balears i Pitiüses des de les centrals es transporta l'energia elèctrica amb línies d'alta tensió de 220 kV i 66 kV fins a les subestacions transformadores. Una línia aèria de 132 kV transporta energia fins a la costa Est de Mallorca per convertir-se en submarina en la interconnexió amb Menorca. De les subestacions es distribueix l'energia amb línies de mitjana tensió, de 15 kV, fins als centres de transformació des d'on es fan arribar línies de baixa tensió (380 V, 220 V, 127 V) fins als punts de consum.

Les línies aèries de transport i distribució travessen àrees rurals i zones actualment protegides per les administracions públiques.

3. ELECTROCUCIÓ

3.1. FACTORS QUE INTERVENEN EN L'ELECTROCUCIÓ

L'electrocució d'una au només és possible si el seu cos toca dos cables conductors diferents o si l'aucell toca un suport i, simultàniament, un dels conductors de manera que l'estructura permeti el pas de corrent a terra (derivació) a través del cos de l'animal. Quan ens referim a cable conductor també hem de tenir en compte qualsevol element d'una línia elèctrica que estigui en tensió (que estigui a un cert voltatge).

Els accidents d'electrocució es produeixen a línies de distribució (els valors de tensió poden anar d'1 kV fins a 88 kV en alguns llocs). No se solen produir electrocucions a línies de transport, tampoc els accidents en baixa tensió (< 1kV) solen tenir gaire entitat.

Resum:

Els accidents d'electrocució es produeixen a les línies de distribució. Els accidents amb més mortalitat són els produïts a línies de **mitjana tensió** (amb voltatge de 15 kV a les Illes Balears).

L'**electrocució** es produeix quan l'au toca simultàniament **dos punts en tensió** (p.e. dos cables) o **un punt en tensió i** un punt en contacte a **massa** (p.e. un cable i el suport).

3.1.1. FACTORS TÈCNICS.

El disseny del suport i els materials emprats en la seva construcció determinen el tipus d'electrocució.

Actualment, els tipus de suports respecte els accidents d'electrocució d'aus es poden classificar així:

- a) No conductors: són aquells en què l'electrocució només és possible si el cos de l'aucell toca dos conductors de fases diferents, ja que són construïts amb materials de baixa o nul·la conductivitat.
- b) Conductors: són els que poden derivar corrents a terra per la seva estructura i, per tant, les electrocucions més freqüents són les de contacte entre una fase i el suport.

Els pilars de fusta són mals conductors de l'electricitat, cosa per la qual, si un aucell contacta simultàniament entre un conductor i el pal, és molt poc probable una derivació a terra. Els suports de fusta es poden considerar els més segurs.

El formigó és pitjor conductor que el metall, però el suport de formigó armat té una conductivitat de l'electricitat semblant a la de metall.

A les illes Balears i Pitiüses són freqüents els suports conductors, sobretot els metàl·lics, i per tant la majoria d'electrocucions són per mor que l'au posada en un suport toca amb un punt del seu cos (ala, bec, cua...) un conductor en tensió.

Un altre factor que influeix en les possibilitats d'electrocució és el disseny del suport, i més que res, la disposició dels conductors i dels aïlladors.

El fet que les electrocucions només siguin freqüents a línies de distribució, és per les dimensions dels suports, la separació dels conductors i la longitud dels aïlladors. La major longitud de la cadena d'aïlladors, proporcional a la tensió, fa que les electrocucions siguin molt improbables a línies de transport d'energia.

Els suports més perillosos són els que tenen elements en tensió per damunt la creueta, com els suports d'amarrament amb ponts per damunt, els que tenen aïlladors rígids, i, especialment els suports amb elements especials (p.e. transformadors, interruptors o seccionadors).

Resum:

L'**electrocució** entre un punt en tensió (p.e. un cable) i el suport **només** es produeix a **suports de metall o de formigó armat**. Els suports de fusta són aïllants (no deixen passar el corrent elèctric).

El **disseny del suport** determina el risc d'electrocució. Els dissenys més perillosos són els que tenen parts en tensió per damunt de les creuetes (elements on posen els aucells).

3.1.2. ALTRES FACTORS.

3.1.2.1. Factors biomorfològics.

L'electrocució és més freqüent entre aucells de mitjana a gran envergadura que fan servir els suports de les línies de distribució com a posadors. La mida de l'aucell en relació al tipus i dimensió del suport s'hi revela com un factor determinat del risc d'electrocució, per mor que possibilita o impossibilita el contacte de l'aucell entre dos elements en tensió o un element en tensió i un element amb contacte a terra. Alguns científics defensen que l'envergadura és el factor clau que determina la possibilitat que una au s'electrocuti en un suport d'estesa elèctrica de fusta. En canvi en els suports de metall, el risc d'electrocució es determina per la longitud corporal de l'aucell. En aucells electrocutats a suports de metall s'observen amb freqüència cremades en el bec i a les urpes.

L'edat (pel que fa a l'experiència) i el sexe (pel que fa a la mida de l'animal) són factors de vulnerabilitat biomorfològics

Resum:

Les aus de **talla mitjana o gran** són les que **més electrocucions** pateixen.

3.1.2.2. Factors de comportament i d'ús de l'hàbitat.

La freqüència d'ús dels suports com a elements on posar-se és un altre factor determinant de la mortalitat per electrocució. Les espècies més afectades són els

aucells més avesats a fer servir posadors elevats, per exemple: rapinyaires, còrvids i cigonyes.

Els aucells que cacen en vol cíclic com els *Circus spp.* i els voltors, poques vegades s'electrocuten, perquè gairebé mai fan servir posadors. Els aucells que cacen a l'aguait des dels suports són més susceptibles, com també ho són les que trien suports elèctrics per a niar o dormir. Els hàbitats més mancats d'arbrat o suports naturals i amb abundància d'aliments (preses de caça, femers...) és on la presència de suports perillosos representa més risc pels aucells.

Cal fer esment als aucells d'ambients litorals o zones humides que sovint es posen dalt dels suports amb el cos banyat, cosa que és clau a l'hora de la producció d'electrocucions.

A l'hora de valorar el risc potencial d'un suport d'una línia aèria respecte a la producció d'accidents s'ha de tenir en compte una certa predilecció per la majoria d'aus pel fet de posar-se dalt de tot del suport (especialment les aus més grans).

3.1.2.3. Els períodes anuals.

Influeixen les condicions atmosfèriques: el vent pot augmentar el risc d'electrocució, perquè complica la posada de les aus; la pluja, les plomes banyades, és determinant en la producció d'accidents elèctrics. Pels rapinyaires és important l'estació de l'any perquè determina la seva tècnica de caçar segons la disponibilitat de preses i fa que durant l'hivern augmenti la tècnica de l'aguait des de les talaies que els proporcionen els suports de les línies aèries.

Resum:

El **comportament** de determinades espècies fa que siguin més vulnerables. Els hàbits dels **rapinyaires** els fa una víctima de l'electrocució molt freqüent.

El fet que l'aucell tenguí les **plomes banyades determina** la **gravetat** de l'electrocució. Les plomes en estat normal no condueixen corrent elèctric suficient per electrocutar l'au.

3.2. SUPORTS. TIPOLOGIES I AVALUACIÓ DE RISCS.

3.2.1. INTRODUCCIÓ A LES LÍNIES DE MITJANA TENSIÓ (15 Kv).

A partir dels factors de risc vists en l'apartat anterior i tenint en compte, doncs, per una banda, les característiques de l'avifauna de les illes Balears i Pitiüses, i per l'altra, les característiques de les línies elèctriques presents a les illes, hem de dir que els accidents se solen produir sempre a les línies aèries de 15 kV (de mitjana tensió) de conductors nus. S'ha de dir que també es poden produir accidents en línies de baixa tensió de conductors nus (convencionals), de fet hi ha hagut algunes observacions d'aus com coloms (*Columba spp.*) o altres de mida similar que han fet entrar en contacte dos conductors de la línia, produint-se un curtcircuit o una derivació; però aquests accidents solen ser de poca entitat dins el grup d'incidències elèctriques produïdes per animals.

Les línies aèries consten de varis components estructurals que cal conèixer mínimament per entendre les fonts de producció d'electrocucions i els graus de perillositat de cada suport d'una línia qualsevol.

3.2.1.1. Conductor

Les línies de distribució de 15 kV són sistemes trifàsics (tenen 3 cables conductors). Els tres conductors estan en tensió quan la línia està connectada. Els conductors són de materials metàl·lics (alumini, alumoweld, amb interior d'acer...) el tipus de material però, no influeix en l'accident. Les línies poden ser de conductors nus o aïllats; les línies amb conductors nus són les que produeixen accidents elèctrics ja que el folre aïllant, en condicions normals, protegeix els cables metàl·lics de qualsevol contacte amb elements exteriors mentre que els nus tenen el cables totalment accessibles.

3.2.1.2. Suport

Els suports són les estructures sobre les que es munten les línies elèctriques. Un suport consta de dues parts: el fust i l'armat.

El **fust** és la columna en què s'alça el suport. Els fusts que ha fet servir *Endesa*, abans *Gesa*, eren de fusta, de formigó armat o metàl·lics. Els metàl·lics són de dos tipus: de gelosia (estructures fetes de perfils metàl·lics engranats) i de planxa plegada (d'una sola peça de planxa amb quatre caires). La seva relació amb la perillositat ve determinada pel material. Els metàl·lics i els de formigó armat són els que poden produir electrocucions per derivació.

L'**armat** és la capçalera del suport. N'hi ha de molts de tipus i cada un implica un nivell de risc diferent ja que en depèn la disposició dels conductors i les distàncies entre conductors i conductor - suport. Els armats que trobam a les illes Balears i Pitiüses són de fusta, només si el fust és de fusta, o metàl·lics, tant si el fust és de fusta com de formigó o metàl·lic. Les **creuetes** són els armats en forma de travesser que es col·loquen formant, com el nom seu indica, una creu amb el fust; són **semicreuetes** cada un dels braços a banda i banda del fust.

Tipus de suport

- D'alineació: la línia passa ben dreta.
- D'angle: quan es produeix un canvi de direcció.

- D'ancoratge: la línia passa dreta però la seva funció és aguantar els esforços mecànics cada 3 km de línia com a màxim; també s'emptra quan una línia ha de travessar una carretera, una via de tren, etc. Té la mateixa disposició que un suport d'angle.
- Especials:
 - Derivació: quan es produeixen entroncaments o enllaços damunt una línia.
 - Centres de transformació: són al final de les línies. Tenen aparells transformadors de mitjana a baixa tensió damunt armats especials adherits als suports.
 - Fusibles X.S.: tenen uns elements especials anomenats fusibles que poden produir un tall mecànic de la línia.
 - Seccionadors: els suports amb seccionador també tenen elements de tall mecànic de la continuïtat elèctrica (seccionadors tripolars).
 - Final de línia: tant al principi o al final. Serveixen per passar d'una línia aèria a subterrània o viceversa.

3.2.1.3. Aïllador

Els aïlladors són, com el seu nom indica, els elements que permeten que els conductors no toquin directament els armats sobre els quals es distribueixen. Els materials són, doncs, aïllants (vidre, porcellana,...).

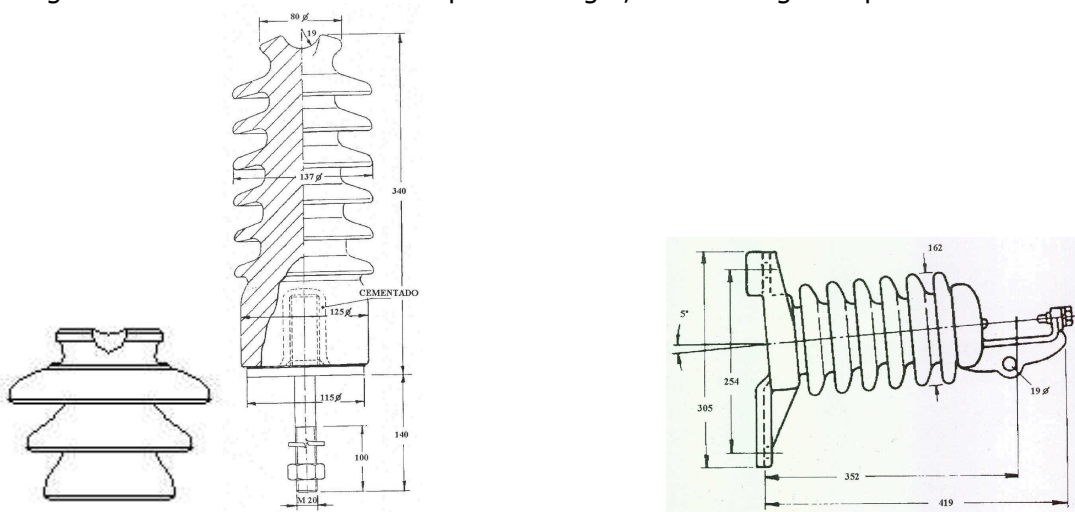
Hi ha dos tipus d'aïlladors: rígids i en cadena. Els rígids són d'una sola peça, els de cadena solen anar muntats un darrere l'altre segons el voltatge de la línia (1 aïllador per cada 10 kV; per tant, per a 15 kV, cadena de 2 aïlladors).

Aïlladors rígids

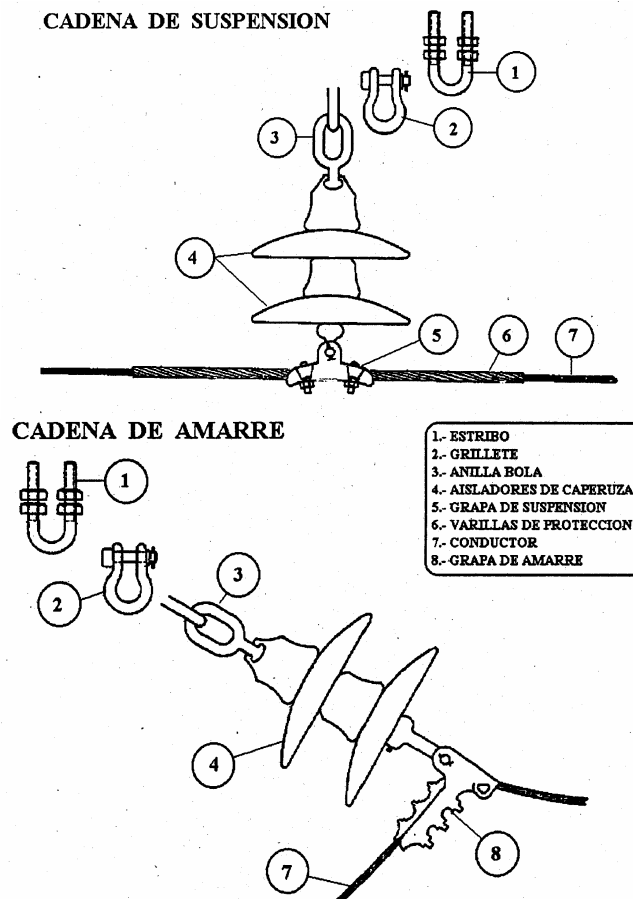
- Horitzontals: no requereixen armat, directament sobre el fust. A suports de fusta o de planxa plegada.
- Verticals: s'instal·len damunt qualsevol tipus d'armat. Poden ser presents a tot tipus de suport.

Aïlladors en cadena

- En suspensió: pengen cap per avall de l'armat. Són els més freqüents en els suports d'alineació.
- D'amarratge: com que aguanten les tensions mecàniques de la línia, queden gairebé horitzontals. Són a suports d'angle, d'ancoratge i especials.



Imatge 3.1. Dreta, aïlladors rígids verticals. Esquerra, aïllador rígid horitzontal.



Imatge 3.2. Cadenes d'aïlladors

La disposició dels aïlladors damunt els armats és fonamental per la determinació del risc implícit de cada suport. Els aïlladors determinen l'accessibilitat dels conductors des de damunt l'armat

Resum:

El **suport** és cada un dels elements que aguanta una línia elèctrica aèria.

Els suports de les línies de mitjana tensió consten del **fust**, l'**armat**. Els armats solen estar constituïts per una **creueta** o vàries.

Els cables s'agafen al suport mitjançant els **aïlladors**. Hi ha dos tipus d'aïlladors: **rígids** i **en cadena**.

3.2.2. TIPOLOGIA DE SUPORTS PER A LÍNIES DE MITJANA TENSIÓ A LES ILLES BALEARS I A LES PITIÜSES. AVALUACIÓ DEL RISC.

Partint de la base que les mesures a aplicar a cada suport concret necessiten una anàlisi prèvia en què es valori:

- Com poden afectar els diferents dissenys a la perillositat del suport.
- La ubicació, en què es tenguin en compte les característiques de l'hàbitat i possibilitats de presència de certes espècies, a més de les condicions ambientals i climàtiques per la conveniència d'instal·lar un tipus o altre de mesures.

La intenció d'aquest apartat és d'analitzar els suports més comuns de les quatre illes des del punt de vista de protecció de l'avifauna. Per això s'ha considerat convenient recollir-los classificats segons la seva vigència, atès que es conserven suports de més de 40 anys fins a l'actualitat, i característiques principals per a poder-los emmarcar en les tipologies normalitzades.

Com que és molt difícil ser exhaustiu, i seria poc pràctic com a manual, per mor de la gran diversitat de tipologies de suports que hi ha instal·lats per Gesa – Endesa, es presentaran les tipologies més representatives, de forma que sigui fàcilment extrapolable la seva avaluació a altres suports similars no inclosos. Es fan servir els noms identificatius de les tipologies (referint-se als armats) que empen els tècnics i que, pertant, aparèixen als plànols de les línies. Juntament amb la identificació de cada tipus de suport s'avaluarà el seu risc pel que fa a electrocució d'aus.

Hem de tenir en compte, per entendre el criteri d'avaluació, que, en general, els suports amb els conductors per damunt de les creuetes del suport produeixen major mortalitat. Els suports amb elements especials (p.e. transformadors, interruptors o seccionadors) augmenten el risc d'electrocució (Varis autors,1999).

Resum:

A les illes Balears i Pitiüses hi ha una gran diversitat de suports elèctrics. Aquesta guia presenta els tipus generals i més representatius.

Per tal d'avaluar el **risc** és molt important tenir en compte que aquest **s'incrementa** quan els **conductors** passen **per damunt de les creuetes** o quan el suport té **elements especials**.

3.2.1.1. Suports d'alineació

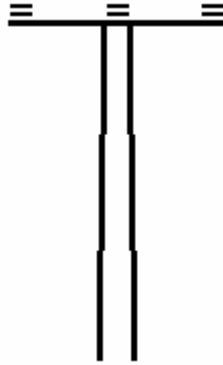
En capa

Tipologia anomenada en capa, horitzontal, muntatge 0, A (en gelosia), R (en planxa plegada).

Descripció: Tres conductors en el mateix pla horitzontal. La creueta està al capdamunt del fust. Les tres fases amb aïlladors rígids. Molt poc freqüent.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Molt elevada per a tot tipus d'aus.



Imatge 3.3. Esquema del suport amb armat en capa.

En triangle

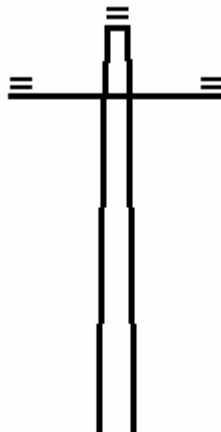
Tipologia anomenada en triangle, horitzontal, muntatge I, C (en gelosia), T (en planxa plegada).

Amb aïlladors rígids

Descripció: Dos conductors en el mateix pla horitzontal i el central en un pla més elevat. Creueta per davall el cap del fust. Aïlladors rígids per a cada conductor.

Materials més comuns: Fusta, formigó i metall.

Perillositat: Molt elevada per a tot tipus d'aus; excepte els de fusta.



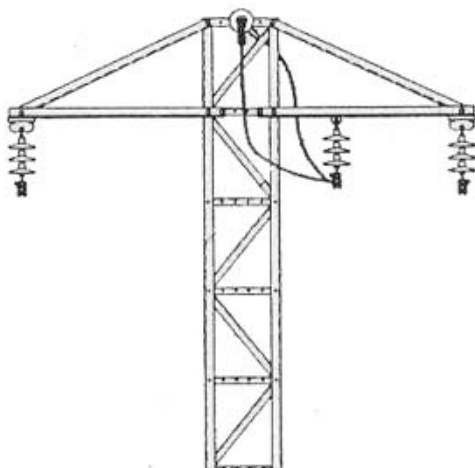
Imatge 3.4. Esquema del suport amb armat en triangle.

Amb cadenes d'aïlladors

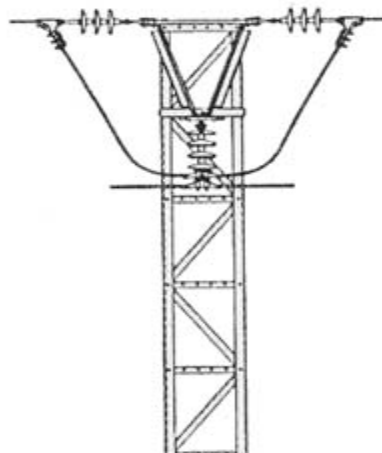
Descripció: Dos conductors en el mateix pla horitzontal i el central en un pla més elevat. La creueta és al capdamunt del fust. Cadenes d'aïlladors en suspensió pels dos conductors laterals i conductor central amarrat amb dues cadenes d'aïlladors d'amarratge i pont inferior amb aïllador en suspensió.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Relativament baixa. Es pot produir alguna situació de perill per mor del pont inferior si l'aucell aconseguix posar-se baix de la creueta.



Imatge 3.5. Vista frontal.



Vista lateral.

Alineació de protecció amb sis aïlladors rígids

Descripció: Dos conductors en el mateix pla horitzontal i el central en un pla més elevat. Dos aïlladors rígids per a cada conductor . S'empren per travessar camins, vies o carreteres.

Materials més comuns: Formigó i metall (alguns de fusta).

Perillositat: Alta. Excepte els de fusta que no presenten gens de perill.



Imatge 3.6. Suport en triangle d'alineació de protecció amb sis aïlladors rígids.

En volta

Tipologia anomenada en volta, D (en gelosia), B (en planxa plegada i formigó).

Descripció: L'armat està alçat respecte del fust. Els tres conductors s'hi aguanten amb cadenes d'aïlladors en suspensió.

Materials més comuns: Formigó i metall.

Perillositat: La perillositat radica en el conductor central, ja que els laterals són segurs. El risc està en quan una au es pot posar damunt la capçalera del fust (just davall el conductor central) i ve determinat per la distància entre el cap del fust i el conductor, determinada per la mida "b" de la figura i la llargada de l'aïllador. La distància mínima de seguretat entre el conductor i el fust es recomana que sigui de 0.88 m. Això pot ser difícil de veure des de terra, per això convé recórrer a consultar els plànols amb l'especificació del tipus de suport i tenir en compte que: Una cadena de dos aïlladors amida uns 0.445 m.

SUPORT FRESNO D2 ----- b=0.95 m ----- conduct. - fust = 0.505 m NO compleix

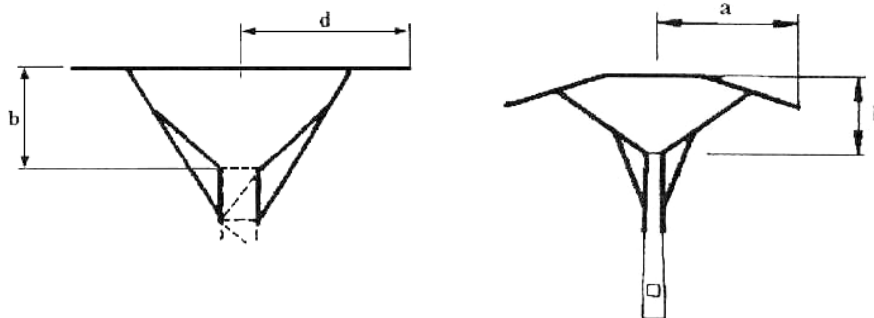
SUPORT FRESNO D31 --- b = 1.38 m -- conduct. - fust = 0.935 m COMPLEIX

SUPORT FRESNO D4 ----- b=1.90 m ----- conduct. - fust = 1.455 m COMPLEIX

SUPORT MADE D2, D3---- b=1.10 m ----- conduct. - fust = 0.655 m NO compleix

SUPORT FORMIGÓ B----- b = 1.10 m -- conduct. - fust = 0.655 m NO compleix

SUPORT JBH B ----- b = 0.94 m -- conduct. - fust = 0.495 m NO compleix



Imatge 3.7. Esquema dels armats en volta. El de la dreta té forma de D4 (gelosia) o B (per formigó i planxa plegada).

Alineació de protecció amb retencions tipus "V" invertida

Descripció: Hi ha una modalitat d'alineació que s'empra per travessar camins, vies o carreteres en què té cadenes d'aïlladors en suspensió i uns tensors en forma de "V" (retencions) invertides que redueixen sensiblement la distància entre el conductor i el cap del fust.

Perillositat: En el cas de suports en volta de protecció amb aïlladors en suspensió l'efecte produït amb les retencions dels conductors també redueix l'espai entre el conductor central i el cap del fust.



Imatge 3.8. Amarratge antic en un suport de creueta plana tipus bòveda, visiblement s'acosta el conductor central al cap del fust.

En portell

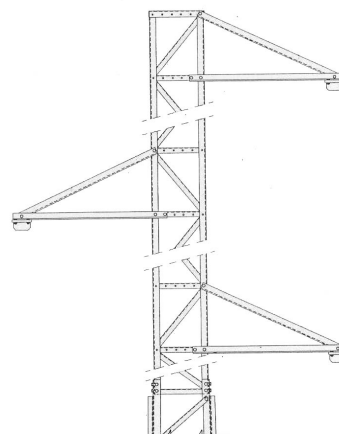
Amb semicreuetes

Tipologia anomenada en portell, F o E (en gelosia), H (en planxa plegada).

Descripció: Cada conductor està a una alçada diferent. Armat de tres semicreuetes. Els conductors s'agafen amb cadenes d'aïlladors suspesos. No és molt present en mitjana tensió.

Materials: Metall (gelosia).

Perillositat: En general, baixa. Depèn de la longitud de la cadena d'aïlladors i de la mida de l'au.



Imatge 3.9. Portell de gelosia.

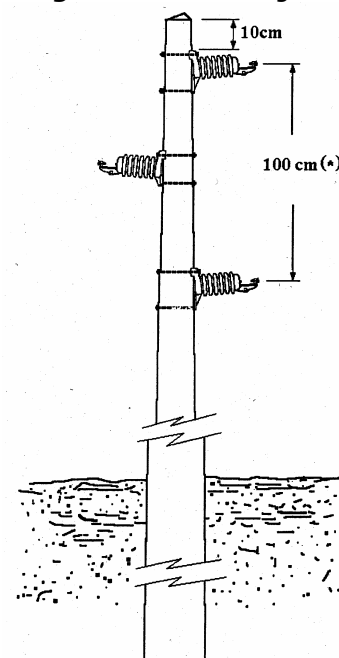
Semicreueta aïllant

Tipus Line – post.

Descripció: Cada conductor està a una alçada diferent. Els aïlladors són horitzontals i van directament acoblats sobre el fust, són semicreuetes aïllants.

Materials: Fusta, Metall (planxa plegada).

Perillositat: Si són de fusta, són els suports més segurs de tots. Si són de metall hem de tenir en compte el risc latent que existeix si una au aconseguís posar-se damunt un aïllador o ho intentàs i per mor del material llenegadís (porcellana), en el seu intent amb els aletejos podria contactar fàcilment amb el conductor i el fust de planxa plegada.



Imatge 3.10. Portell de semicreuetes aïllants.

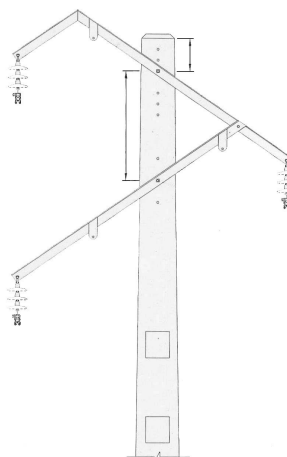
En aspa

Tipologia anomenada canadenc, o en aspa.

Descripció: Cada conductor està a una alçada diferent. L'armat té una forma característica i els aïlladors són de cadena en suspensió.

Materials: Fusta, Formigó, Metall (planxa plegada).

Perillositat: És el disseny, per suports d'alineació, més segur amb qualsevol material. A Mallorca hi ha suports antics en què el travesser d'abaix és horitzontal, cosa que redueix l'espai entre el travesser i el conductor superior, emperò els fusts són de fusta i és improbable que s'hi produeixi una electrocució per derivació.



Imatge 3.11. Armat canadenc.

Doble circuit

Descripció: Per a instal·lacions de 2 circuits (6 cables conductors). Armat de tres creuetes. Geometria simètrica amb dos conductors a la mateixa alçada en tres nivells. Possibilitat d'armat amb aïlladors de suspensió o rígids.

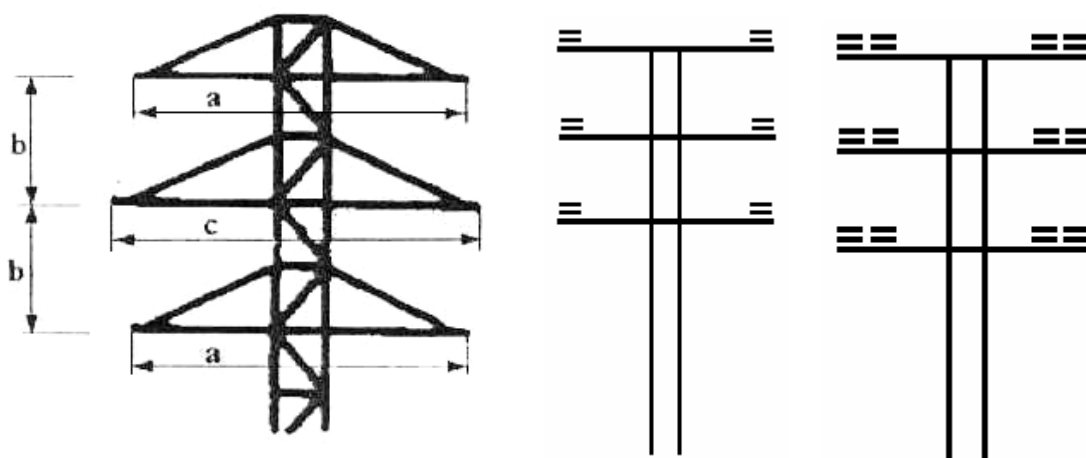
Materials: Metall (gelosia).

Perillositat:

Amb cadenes d'aïlladors en suspensió, baixa. Depèn de la longitud de la cadena d'aïlladors i de la mida de l'au (quan es posa a una creueta davall d'un aïllador).

Amb aïlladors rígids, alta. Els conductors són accessibles des de damunt les creuetes.

Pel que fa a armats de doble circuit de protecció, hi ha tipologies de dos aïlladors rígids per cada conductor (casos especials per travessar carreteres, camins i altres vies) el seu risc és alt, els conductors són accessibles des de damunt les creuetes.



Imatge 3.12. Esq. armat de 2C amb cadenes d'aïlladors. Centre, armat amb aïlladors rígids. Dreta, armat de protecció amb 2 aïlladors rígids per conductor.

3.2.1.2. Suports d'angle i ancoratge

En capa

Tipologia anomenada en capa, horitzontal, muntatge 0, A (en gelosia), R (en planxa plegada).

Descripció: Tres conductors en el mateix pla horitzontal. La creueta està al capdamunt del fust. Normalment es fan tres ponts; es presenten bé amb tres ponts superiors o bé amb dos d'inferiors i un de superior.



Imatge 3.13. Fotografia d'un suport d'ancoratge en capa. El risc recau sobre el pont del conductor central damunt l'aïllador rígid.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Els que tenen ponts superiors presenten un risc d'electrocució alt.

En triangle

Tipologia anomenada en triangle, horitzontal, muntatge I, C (en gelosia), T (en planxa plegada).

Amb aïllador rígid central

Descripció: Dos conductors en el mateix pla horitzontal i el central en un pla més elevat. Ponts inferiors amb aïlladors d'amarratge als cables laterals, pont superior amb 2 aïlladors d'amarratge i 1 de rígid en el cable central.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Alta. El risc recau sobre el pont superior del conductor central.



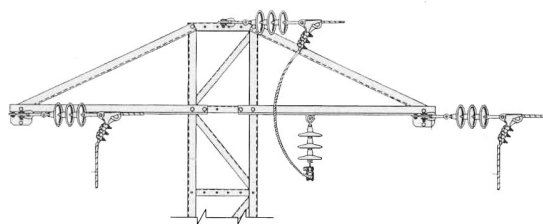
Imatge 3.14. Fotografia d'un suport d'angle en triangle. El risc recau sobre el pont del conductor central damunt l'aïllador rígid.

Amb cadenes d'aïlladors

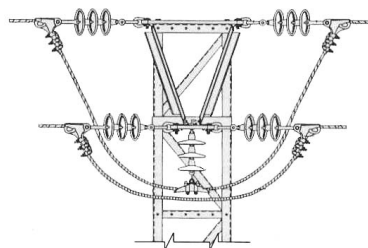
Descripció: Dos conductors en el mateix pla horitzontal i el central en un pla més elevat. La creueta és al capdamunt del fust. Conductors laterals i conductor central amarrat amb dues cadenes d'aïlladors d'amarratge; conductor central pont inferior amb aïllador en suspensió.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Baixa. Es pot produir alguna situació de perill per mor del pont inferior si l'aucell aconseguís posar-se baix de la creueta.



Imatge 3.15. Vista frontal.



Vista lateral.

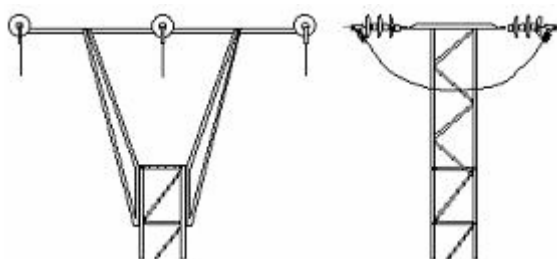
En volta

Tipologia anomenada en volta, D (en gelosia).

Descripció: L'armat està alçat respecte del fust els tres conductors s'hi amarren amb cadenes d'aïlladors d'amarratge (una cadena a cada costat). El cable fa un pont inferior per cada conductor.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: La perillositat radica en el conductor central, ja que els laterals són segurs. Hi ha tres ponts inferiors (un a cada conductor); el pont central redueix molt l'espai lliure fins al fust, cosa que augmenta el risc que es produeixin electrocucions. El risc està en quan una au es pot posar damunt la capçalera del fust (just davall el conductor central) i ve determinat per la distància entre el cap del fust i el conductor. La distància mínima de seguretat entre el conductor i el fust es recomana que sigui de 0.88 m. En el cas d'angle o ancoratge amb ponts inferiors, el pont central redueix dràsticament l'espai entre el fust i el conductor. No complirà la distància de seguretat per les aus.



Imatge 3.16. Alçat i perfil de l'armat en volta d'un suport d'angle.

En portell

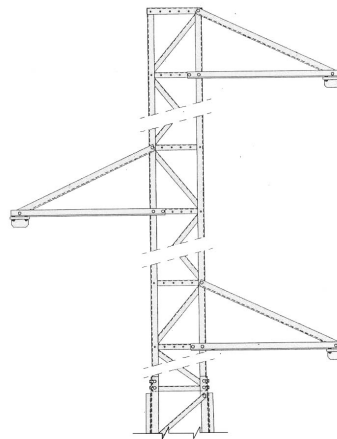
Amb semicreuetes

Tipologia anomenada en portell, F o E (en gelosia), H (en planxa plegada).

Descripció: Cada conductor està a una alçada diferent. L'armat és de tres semicreuetes. Els conductors s'agafen amb cadenes d'aïlladors d'amarratge, una a cada costat. Passa un pont inferior per cada conductor per davall cada semicreueta. No és molt present en mitjana tensió.

Materials: Metall (gelosia).

Perillositat: Baixa.



Imatge 3.17. Portell de gelosia.

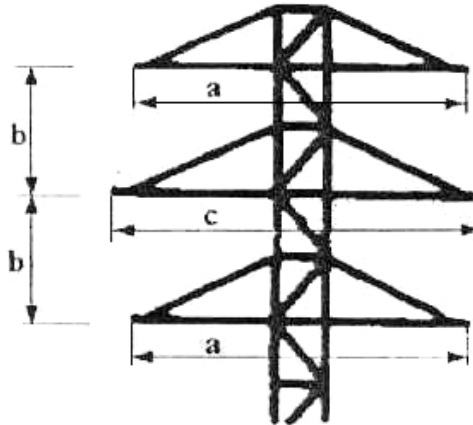
Doble circuit

Descripció: Per a instal·lacions de 2 circuits (6 cables conductors). Geometria simètrica amb dos conductors a la mateixa alçada en tres nivells. Els conductors s'agafen amb cadenes d'aïlladors d'amarratge, una a cada costat. Passa un pont inferior per cada conductor per davall cada semicreueta.

Materials: Metall (gelosia).

Perillositat:

Amb cadenes d'aïlladors d'amarratge, baixa. Depèn de l'arc que fa el pont i la distància que queda entre el tros de cable del pont i creueta inferior, que en general serà suficient per a què no hi hagi incidències.

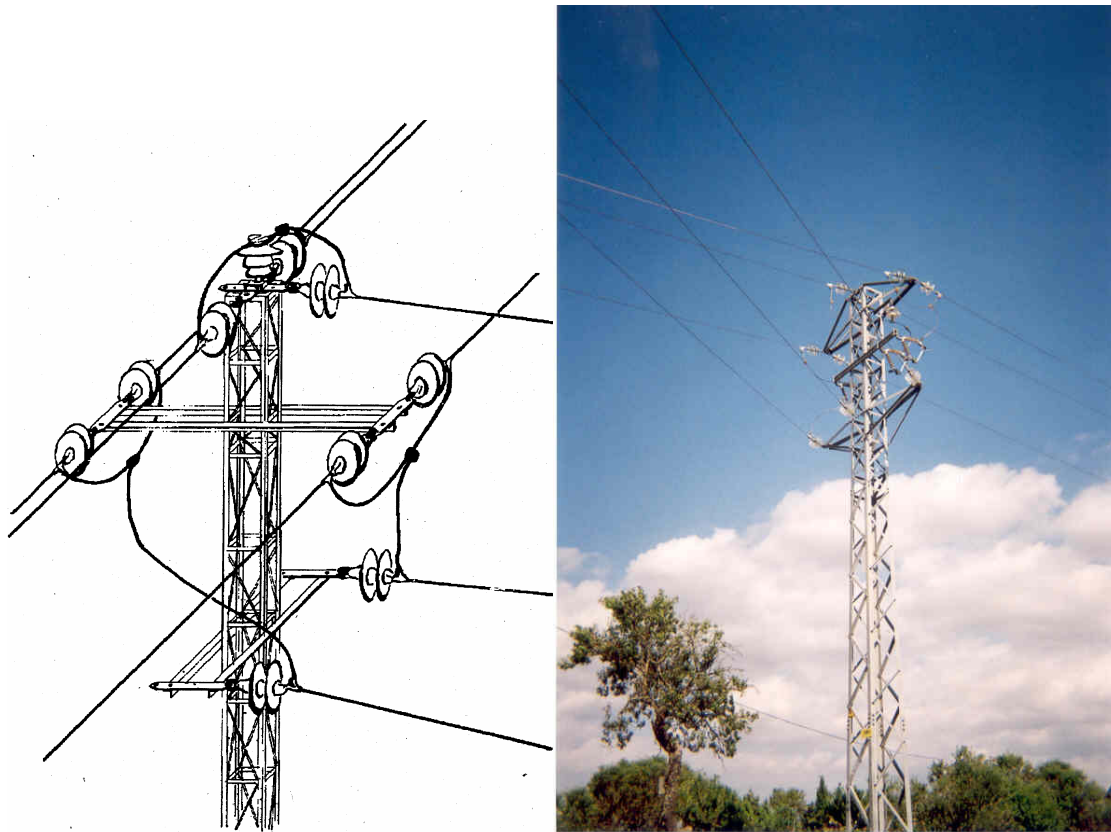


Imatge 3.18. Armat de 2C amb cadenes d'aïlladors.

3.2.1.3. Suports especials

Derivacions o entroncaments

Descripció: Presenten tipologies diverses, però normalment se solen muntar amb creuetes en dos plans, superior i inferior, es comuniquen els conductors per ponts que passen a prop de les creuetes. Solen tenir en moltes ocasions qualche aïllador rígid, tant en el pla superior com a l'inferior. Les tipologies modernes eviten els aïlladors rígids.



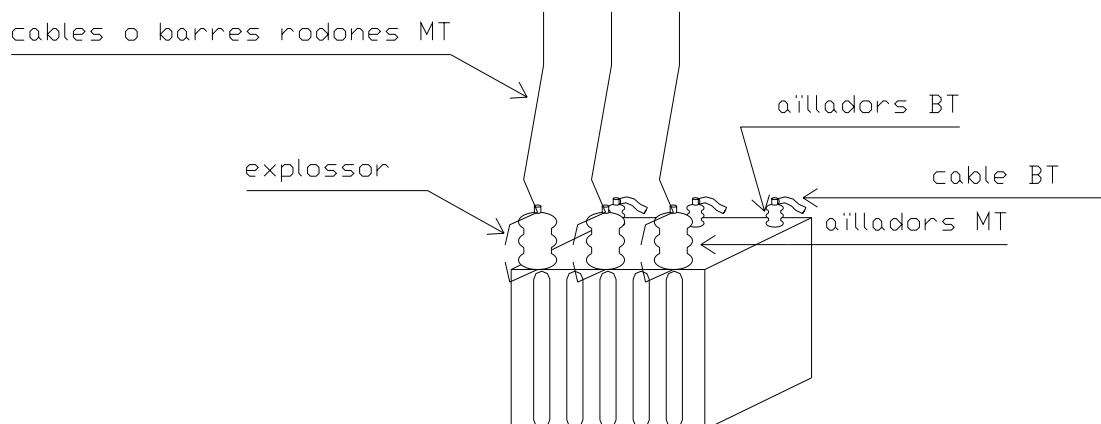
Imatge 3.19. Dreta, derivació antiga. Esquerra, derivació moderna.

Materials més comuns: Metall (gelosia).

Perillositat: Alta. Ja que presenten molts de ponts fàcilment accessibles des de damunt els armats. Les derivacions més modernes milloren una mica el disseny de cara als accidents, però no de forma que n'elimini totalment el risc.

Centres de transformació

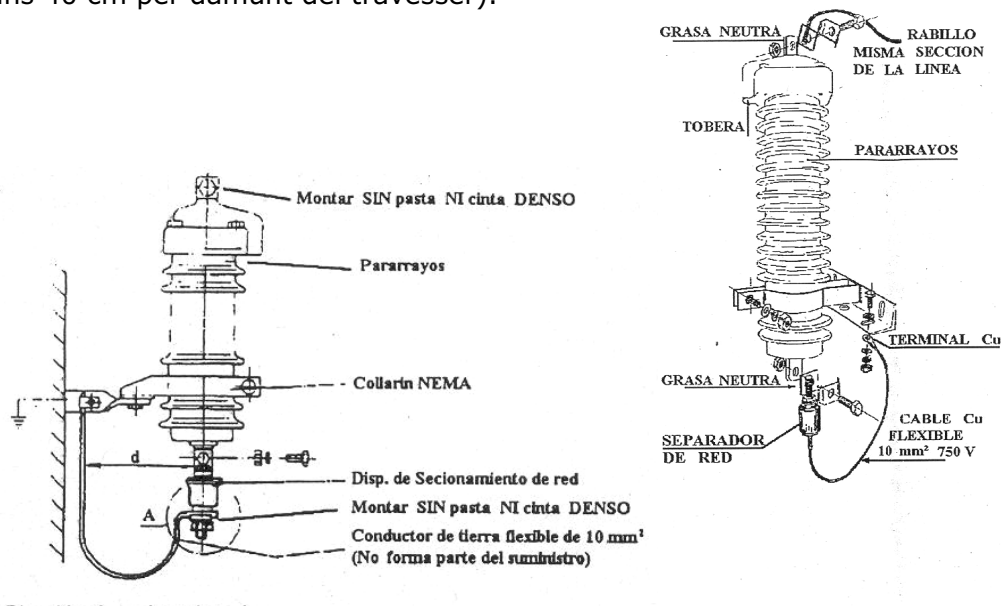
Descripció: Els centres de transformació (C.T.) són les parts de les xarxes elèctriques en què s'ubiquen els transformadors. Els transformadors són aparells elèctrics que, en aquest cas, converteixen la mitjana tensió (15 kV) a baixa tensió (380/220 V) per tal que pugui ser apta per la seva distribució als consumidors convencionals. Aquests aparells es col·loquen damunt un pòrtic de dos suports, damunt un sol suport, dins una caseta o, darrerament, dins un mòdul prefabricat (en aquest darrer cas l'entrada de la línia sempre és subterrània). A més dels transformadors, hi ha altres elements de protecció elèctrica que són les autovàlvules i fusibles.



Imatge 3.20. Esquema del muntatge d'un aparell transformador.

Elements comuns a transformadors aeris:

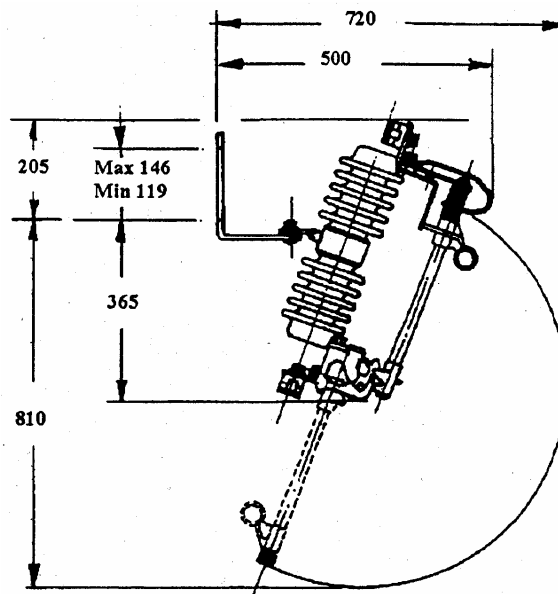
Autovàlvules / Parallamps: Són elements de protecció de la instal·lació elèctrica. Normalment són presents a l'estructura del Centre de Transformació. Es connecta a la línia per mitjà d'un pont des dels conductors. Sempre es col·loca a un pla superior que l'aparell transformador. La presència de les autovàlvules implica l'acostament dels cables al travesser que els suporta (on es poden posar alguns aucells); els seus borns de connexió són accessibles des del travesser (queden a uns 40 cm per damunt del travesser).



Imatge 3.21. Diversos tipus d'autovàlvules – pararrayos.

Explosors: Són elements de protecció del transformador. Són dues peces de coure en forma de banya, una a dalt i l'altre a baix de cada aïllador de mitjana tensió de l'aparell transformador. La banya superior sempre està en tensió i és un dels elements més perillosos per les aus d'un C.T. ja que és fàcilment accessible. Normalment la seva eliminació, encara que desprotegeix l'aparell, és un recurs molt habitual de protecció de l'avifauna afectada per electrocucions.

Fusibles XS: Són elements de tall mecànic de les xarxes elèctriques. Poden estar instal·lats en el C.T. o en un suport a part. La seva presència als C.T. determina la posició de les autovàlvules, que s'han de col·locar dalt de tot cosa que fa que els elements en tensió quedin per damunt de la capçalera (augmenta el risc d'electrocució). Si es col·loquen a un suport independent les autovàlvules estan instal·lades per davall de la capçalera del C.T.



Imatge 3.22. Dibuix d'un fusible XS instal·lat en el portafusibles.

Tipus de Centres de Transformació.**Dalt de pòrtic.**

Descripció: L'aparell se situa en un pòrtic format per dos pals de formigó.

Tipologia: En general, i pel que ens interessa, podem en destriar dos tipus: amb fusibles XS incorporats i sense fusibles. La presència de fusibles en el conjunt del C.T. determina la disposició de les autovàlvules i dels cables conductors damunt la capçalera del pòrtic. Si hi ha fusibles les autovàlvules estan damunt la capçalera i els cables fan un pont superior; si no hi ha fusibles les autovàlvules se situen entre la capçalera o travesser superior i el transformador, i no hi ha ponts.



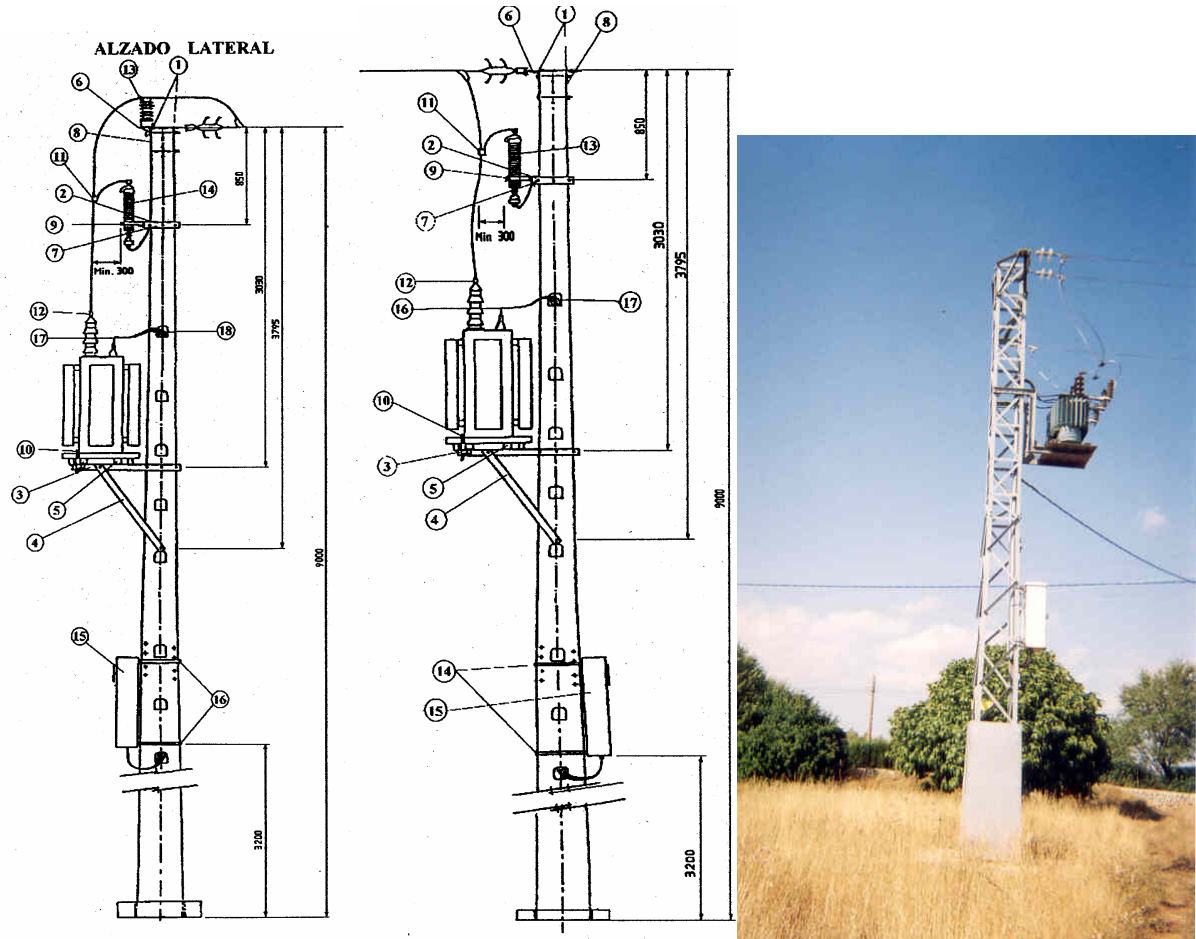
Imatge 3.23. La presència de fusibles a un C.T. de pòrtic implica que les autovàlvules s'han d'instal·lar a la capçalera connectades amb ponts superiors. Dreta, C.T. de pòrtic; amb autovàlvules i fusibles. Esquerra, C.T. de pòrtic només amb autovàlvules, així queden entre la capçalera i el transformador.

Perillositat: El Centre Transformador de pòrtic té un disseny perillós, fins i tot per aus petites per mor de l'accessibilitat dels conductors nus. Ara que, si el C.T. no té fusibles es pot considerar més segur que si en té, ja que s'eliminen els ponts superiors. L'acostament dels conductors a la baixada augmenta el risc de contacte conductor – conductor.

Dalt d'un suport.

Descripció: L'aparell se situa dalt d'un sol suport. La C.T. només té autovàlvules, entre la capçalera i el transformador, en qualsevol cas.

Tipologia: N'hi ha dos tipus: Amb el transformador davant i amb el transformador darrera.



Imatge 3.24. C.T. dalt de suport. Amb el transformador darrera, i ponts superiors (esquerra); amb el transformador davall la línia (centre); fotografia d'un C.T. normalitzat per Endesa.

Perillositat: La característica determinant de la perillositat és la ubicació del transformador. Són més segurs els que tenen el transformador davant (davall la línia), ja que els que el tenen darrera necessiten ponts per damunt la capçalera. L'acostament dels conductors a la baixada augmenta el risc de contacte conductor - conductor.

Caseta.

Descripció: Les casetes d'obra que contenen Centres de Transformació ténen tots els aparells i proteccions elèctriques dins la caseta (són inaccessibles des de fora). L'entrada a la caseta dels conductors es fa amb un passamurs. S'ha de tenir en compte que les parets de la caseta toquen a terra i poden produir derivacions si es posen en contacte amb els conductors en tensió. Els conductors s'ancoren a la paret amb aïlladors en cadena horitzontals i es fa un pont que va al passamurs que poden tenir damunt o davall.



Imatge 3.25. C.T. de caseta. Es veu l'ancoratge amb aïlladors a la paret; el pont inferior (de vegades és superior) introdueix els conductors dins la caseta mitjançant un passamurs.

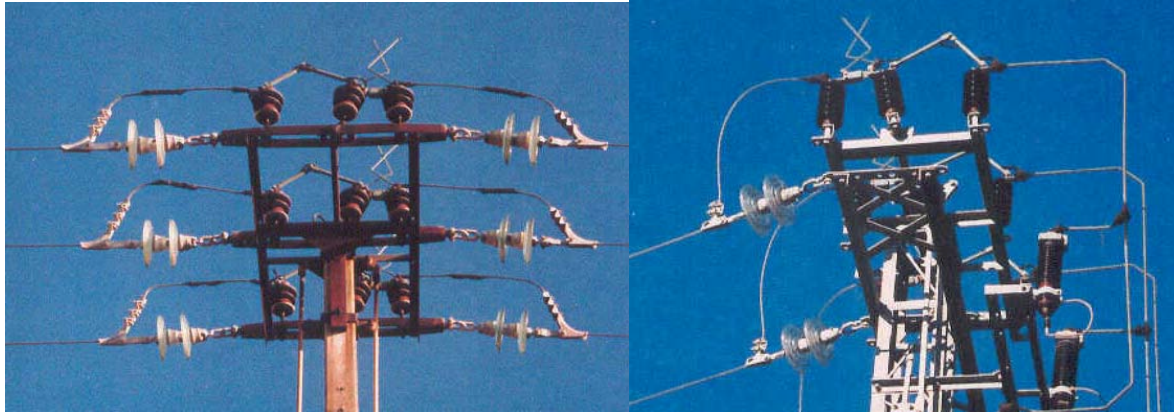
Perillositat: El risc està en els ponts ja que per aucells de mida no molt gran és fàcil tocar al mateix temps la paret i el pont (sobretot si passa per dalt).

Seccionadors

Descripció: Els elements són elements de tall (interruptors) mecànics de línies elèctriques. Hi ha diversos tipus d'aparells seccionadors però amb mecanismes bastant similars: consten de fulles metàl·liques que poden fer contactar dos borns en què es connecten els dos costats de la línia elèctrica a banda i banda de suport. En general, i pel que ens interessa, els podem classificar en verticals i horitzontals.

Horitzontals.

Descripció: El seccionador tripolar està instal·lat dalt de la capçalera del suport.

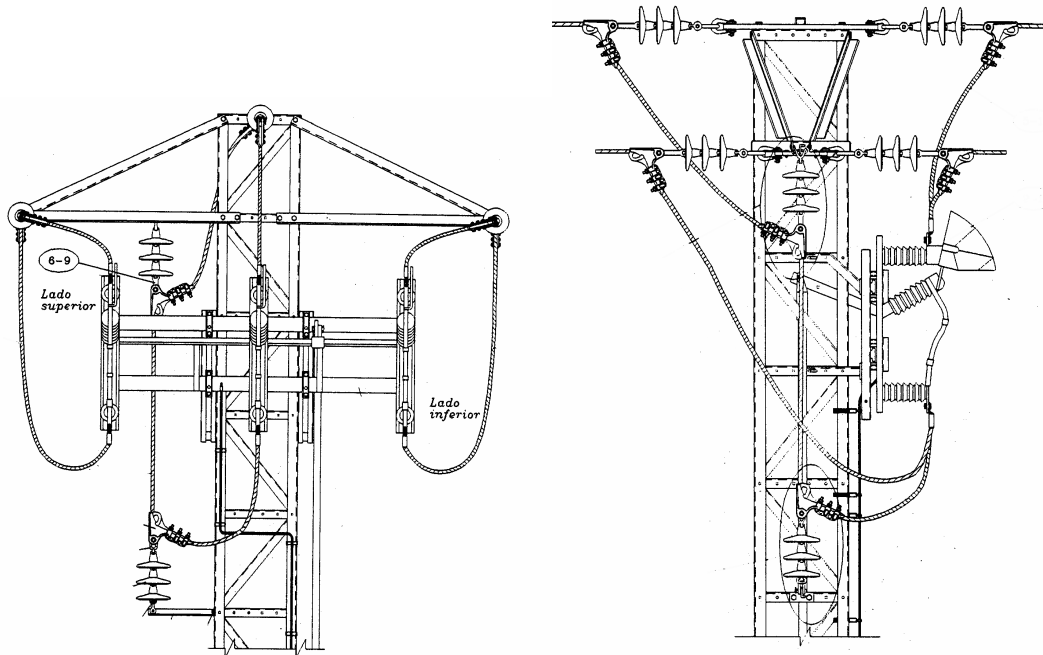


Imatge 3.26. Dos tipus de seccionadors tripolars horitzontals. Són els més comuns arreu de les quatre illes.

Perillositat: Molt elevada. Els elements metàl·lics del suport són accessibles a tot tipus d'au que es posi a la capçalera. Per la seva disposició hi pot arribar a haver contactes de conductor – conductor (realment el contacte és entre dues parts metàl·liques del seccionador corresponents a dos conductors diferents).

Verticals.

Descripció: El seccionador tripolar està fixat al fust del suport.

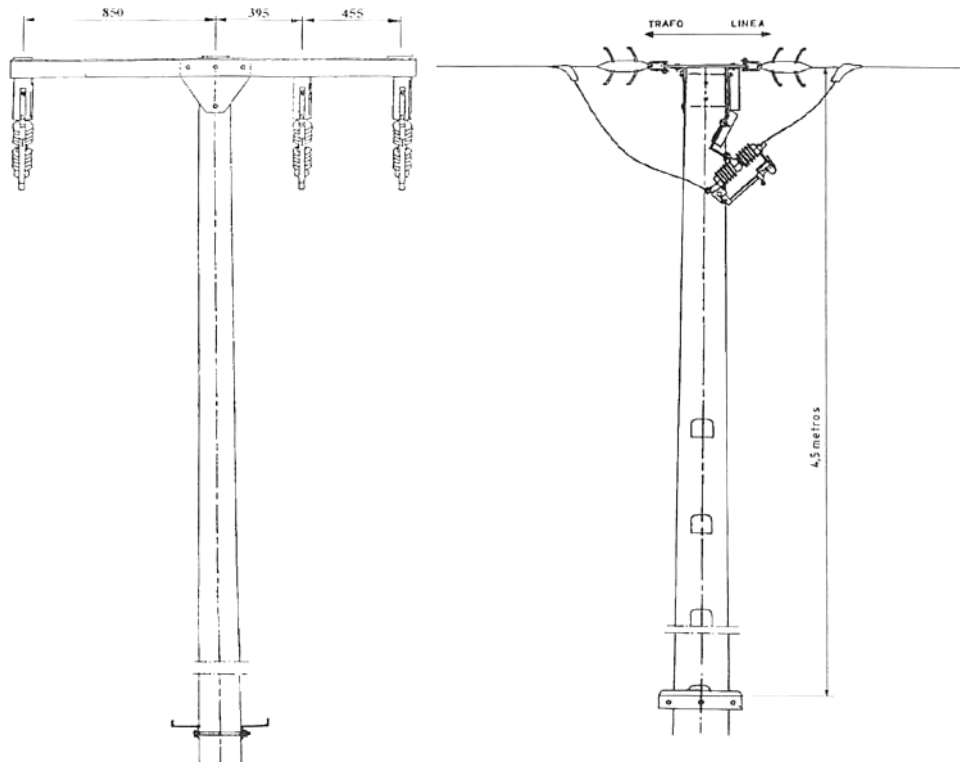


Imatge 3.27. Seccionador tripolar vertical (alçat i perfil), s'aconsegueixen eliminar els elements en tensió per damunt de la capçalera.

Perillositat: La instal·lació de seccionadors verticals és una mesura protectora bastant extesa a l'Estat espanyol. S'evita la presència d'elements en tensió a les capçaleres dels suports. De totes formes davall de la capçalera els punts de connexió que s'han de fer poden ser accessibles des del fust, i l'aparell mateix pot ser fatal pels aucells (de mida no molt gran) que hi puguin accedir.

Fusibles XS

Descripció: Quan no es col·loquen els fusibles en el mateix suport que el centre de transformació, s'instal·len a suports especialment dissenyats. En alguns casos es col·loquen a suports de derivació (bifurcacions de línies troncs cap a línies de distribució). Sempre queden per davall de l'armat en el qual es fixen. El fusible en sí és una peça metàl·lica que, quan està parat, està en tensió. Des de l'armat, la part del fusible més propera està a uns 50 cm, el portafusibles (aïllant) dificulta l'accés al fusible des de l'armat. La connexió a la línia es fa amb ponts inferiors.



Imatge 3.28. Suport amb fusibles XS (alçat i perfil).

Perillositat: La disposició dels fusibles fa que no siguin fàcilment accessibles, per tant, no es poden considerar uns muntatges peril·losos per les aus.

Final de línia

Descripció: Són suports en què es produeixen conversions de línies de mitjana tensió aèries a subterrànies o de subterrànies a aèries. Hi ha presència d'autovàlvules (veure apartat de centres de transformació) i hi pot haver seccionadors (veure apartat seccionadors). L'amarrament de la línia aèria es fa amb cadenes d'aïlladors horitzontals. Les autovàlvules es poden situar dalt de la capçalera o davall de la línia (damunt un travesser fixat al fust).

Amb autovàlvules a dalt de la capçalera

Imatge 3.29. Suport de final de línia amb les autovàlvules damunt la capçalera (connectades amb ponts superiors).

Perillositat: Alta ja que és obligada la presència de ponts superiors accessibles des de la capçalera. L'acostament dels conductors a la baixada augmenta el risc de contacte conductor – conductor com més metres de conductor nu tengui.

Amb autovàlvules a davall de la capçalera



Imatge 3.30. Suport de final de línia amb les autovàlvules davall la capçalera (aconsegueix eliminar els ponts superiors o qualsevol altre element en tensió per damunt la capçalera).

Perillositat: Moderada ja que els conductors són menys accessibles. Sols s'hi pot accedir des del travessar de les autovàlvules. L'acostament dels conductors a la baixada augmenta el risc de contacte conductor – conductor com més metres de conductor nu tengui.

3.2. ACCIONS CORRECTORES APLICADES A LES LÍNIES AÈRIES DE MT A LES ILLES BALEARS I PITIÜSES

Hem vist que a les línies elèctriques aèries de mitjana tensió els factors de risc es concentren en els suports i que la problemàtica és tant variada com variades són les tipologies de suports existents.

Davant d'aquests factors de risc s'actua amb l'objectiu d'eliminar o minimitzar el risc intrínsec de cada suport. A les illes Balears i Pitiüses, i a la majoria de llocs, s'ha actuat sempre en detectar-se accidents d'entitat considerable (espècies vulnerables, protegides...) amb l'objectiu d'evitar una repetició de l'accident.

Dins de les mesures correctores aplicables podem destriar: les mesures que eliminen totalment el risc d'electrocució i les mesures que en redueixen el risc, o que fins i tot eliminen, però o bé queda un risc residual o bé la mesura correctora té un temps d'efectivitat limitat.

Les mesures que eliminen el risc al 100% són: el soterrament de línies elèctriques i la instal·lació de línies elèctriques aèries de conductors aïllats. La seva efectivitat és total durant tota la línia, però el seu cost econòmic és més elevat. Per altra banda s'ha de dir que no sempre es podria recórrer al soterrament ja que la instal·lació d'aquest tipus de línies a zones amb un terreny de roca o muntanyoses resulta gairebé impracticable; ara que, en aquests casos sí que es pot aplicar la solució de línies de conductors aïllats, sols amb la contrapartida econòmica. De totes formes l'actual normativa (Pla director sectorial energètic de les Illes Balears, aprovat pel Decret 58/2001, de 6 d'abril) prioritza el soterrament de línies elèctriques de mitjana i alta tensió de nova construcció.

Les mesures de reducció del risc, s'apliquen a línies aèries i afecten el disseny dels suports, en els quals es modifiquen alguns elements o se n'introdueixen de nous.

Les següents pàgines es dediquen a veure els exemples del que s'ha aplicat a les illes com a mesures de reducció del risc d'accidents d'electrocució a suports de línies de mitjana tensió.

Resum:

Les **accions correctores** contra l'electrocució es poden dividir en correccions que **eliminen el risc** i correccions que deixen un **risc residual** o tenen un **temps d'efectivitat limitat**.

MODIFICACIONS ALS SUPORTS

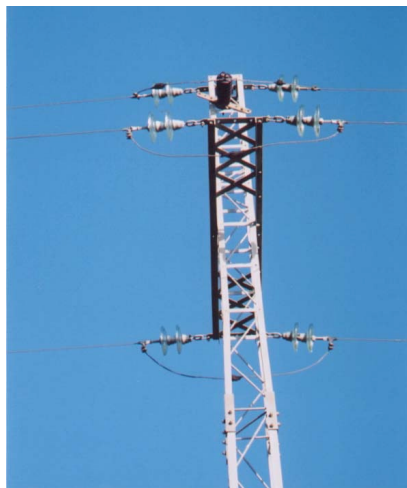
Pas d'aïlladors del capdamunt a un costat

Acció: Canvi de disseny exclusiu per a suports amb ponts per damunt la capçalera del pilar.

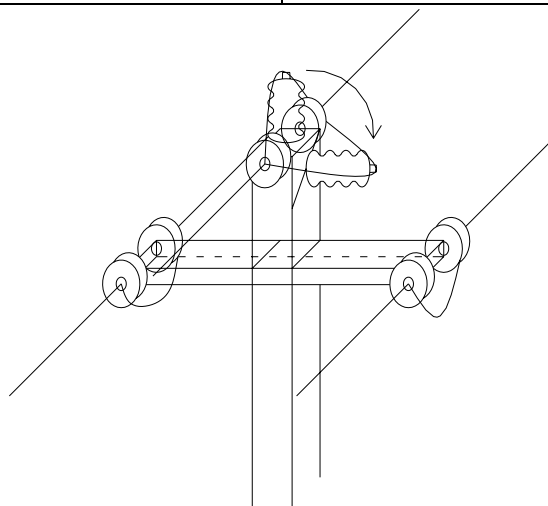
Efecte: Dificultar el contacte amb els conductors.

Material: Ferratges especials, depèn de l'acció.

Observacions: La solució és vàlida sempre que la **distància entre les zones de posada a la creueta i el pont desplaçat** sigui d'**1 metre**. Per a eliminar la més mínima possibilitat d'electrocució convé combinar la mesura amb altres com aïllar el pont.



Imatge 3.31. Canvi de posició a l'aïllador del capdamunt d'un suport tipus



Imatge 3.32. Esquema d'un canvi de posició de l'aïllador central.

VARIACIONS A SUPORTS ESPECIALS

Acció: Eliminació o reubicació d'elements de protecció de la instal·lació elèctrica.

Efecte: Eliminació de parts accessibles en tensió de zones de posada dels aucells.

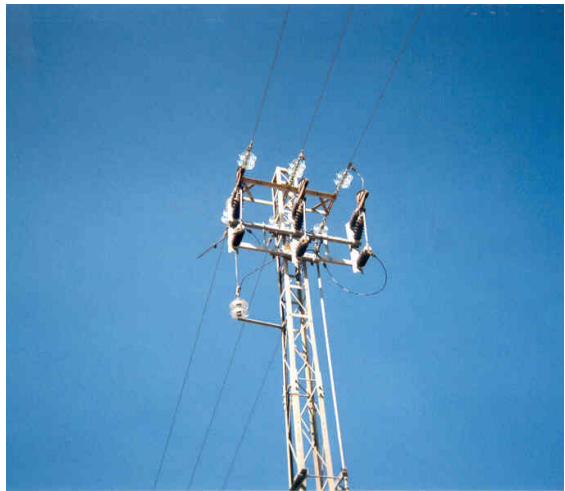
Eficàcia:

La reubicació d'elements en tensió de la capçalera a zones per davall la línia, és eficaç per a aus grosses.

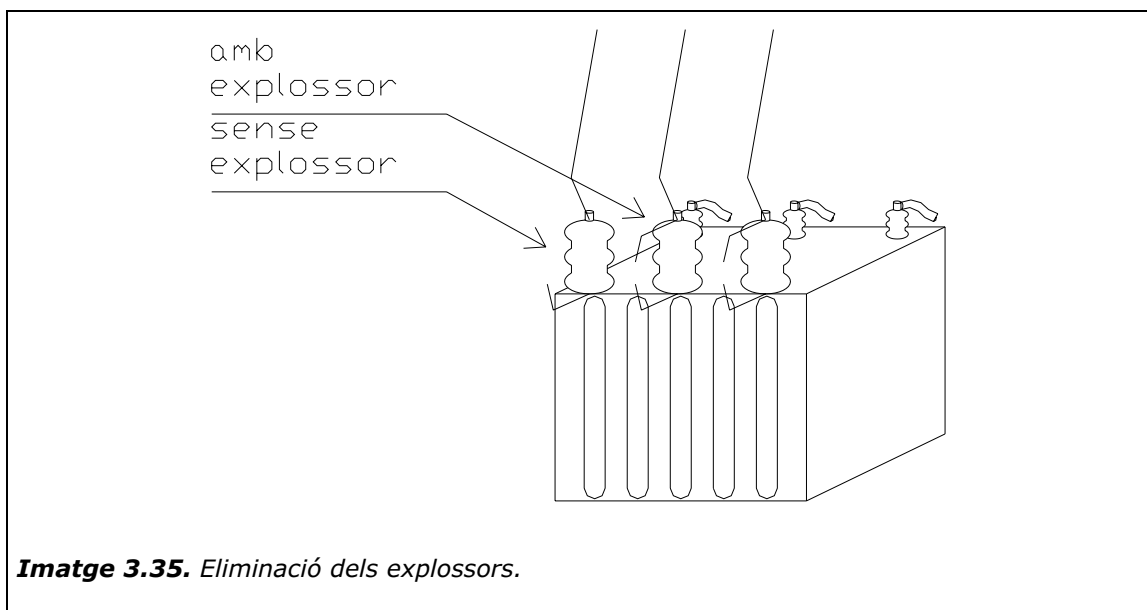
L'eliminació dels explossors dels aïlladors dels transformadors és eficaç per aus de mida petita i mitjana.



Imatge 3.33. Reubicació de les autovàlvules (estaven damunt de la capçalera i es passen davall els conductors).



Imatge 3.34. Instal·lació de seccionadors verticals.



DISSUASORS DE POSADA

Desviadors de posada

Acció: Col·locació de posadors que evitin que els aucells es posin prop de les zones perilloses (zones amb possibilitats d'electrocució).

Efecte: Allunyament de l'aucell del contacte amb els conductors.

Material: Solen ser metàl·lics o de fusta.

Eficàcia: Generalment poc eficaços. S'hauria d'aconseguir d'eliminar cap possibilitat de posades a zones perilloses per tenir certa eficàcia, els aucells de mida petita mostren un comportament diferent en posar-se i podrien seguir accedint a llocs perillosos; s'han de tenir molt en compte les distàncies de seguretat mínimes.



Imatge 3.36. Desviador de posades a l'embassament de Cúber (Mallorca).

AÏLLAR ELS CONDUCTORS

Polietilè reticulat

Acció: Aïllament de trams de conductors i ponts propers al suport.

Efecte: Impedeix a les aus el contacte simultani entre conductor - conductor o conductor - elements connectats a terra.

Material: Tubs de polietilè reticulat pels cables, es combina amb cinta i pasta aïllant especial per A.T. per aïllar les grapes i ferratges.

Eficàcia: Bona pel que fa a l'aïllament. Mecànicament, pot presentar alguns problemes.

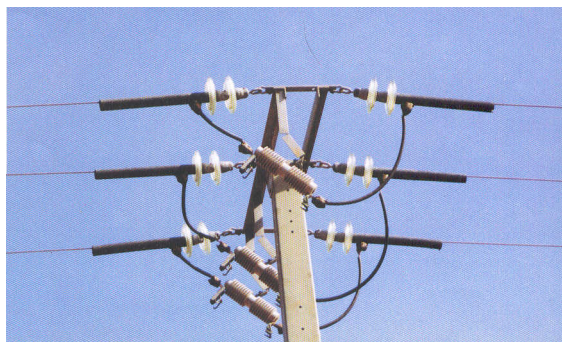
Durabilitat: Desconeguda. Es recomanen revisions cada 5 anys.

Observacions: Aplicat a Menorca amb èxit pel que fa a l'aïllament (cap cas d'electrocució detectat en un any d'instal·lació). Els problemes s'observaren per l'aspecte electro-mecànic als punts on el tub contacta amb els aïlladors.

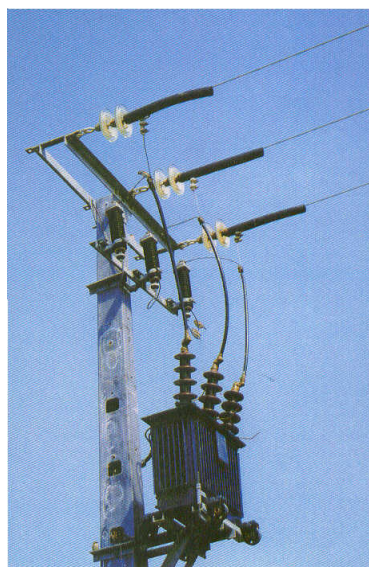
Les retencions metàl·liques (coure o alumini) que amarren els tubs als aïlladors de subjecció, si estan subjectades en excés, provoquen, a temperatures elevades, la migració del material i el contacte franc o esporàdic de la retenció amb el conductor en tensió. La manca de pluja, l'acumulació salina als aïlladors i la presència d'humitat produeixen corrents de fuga per la superfície dels aïlladors que pot provocar la fusió i la combustió lenta del polietilè.

Per evitar-ho convé realitzar les retencions directament sobre el conductor i cobrir-les amb pasta i cinta aïllants anticorrosió especials (p.ex. *DENSO*) de manera que l'aïllador no toqui gens el tub de polietilè.

Els sistemes d'aïllament de punts en tensió duen implícit l'inconvenient de la impossibilitat de vigilar des de terra el grau d'avanç de corrosió d'alguns elements (especialment grapes de subjecció).



Imatge 3.37. Seccionador tipus XS amb aïllament a banda i banda del suport i als ponts inferiors.



Imatge 3.38. Transformador amb aïllament de polietilè als conductors i connexions.

4. COL·LISIÓ

4.1. FACTORS QUE INTERVENEN EN LA COL·LISIÓ

Durant el segle XX les estructures instal·lades per l'home (primeres antenes o dipols de ràdio, esteses de telegrafia... i posteriorment les xarxes de distribució i transport, els telefònics, etc) s'han convertit en un nou factor que produeix baixes entre les poblacions de certes espècies.

La col·lisió es pot produir contra un conductor d'una estesa elèctrica de distribució o de transport o contra un cable de terra d'una estesa d'alta tensió. La seva causa immediata pot trobar-se en la dificultat d'un aucell per evitar el xoc contra un cable que no detecta a una distància mínima que li permeti una maniobra d'elusió amb èxit. Se sol produir sobretot entre aus que volen en esbarts i durant vols crepusculars i en reaccions de fugida.

4.1.1. FACTORS TÈCNICS

La col·lisió contra conductors de línies de distribució de mitjana tensió sembla ser poc freqüent, ja que la gruixa d'aquests cables pot facilitar la seva detecció a distàncies segures per a les aus.

La col·lisió contra cables de terra, que és un element molt present a les línies de transport i distribució d'alta tensió, més fins i menys visibles que els conductors, sembla ser més freqüent. Possiblement, en moltes ocasions es produeixi com a resultat de la maniobra d'elusió dels cables conductors: l'aucell evita sense problema els conductors, però no s'adona de la presència del cable de terra i es produeix la col·lisió.

Els nivells d'accidentabilitat són menors en les disposicions en capa, que en altres (*bandera, hexàgon, en portell...*).



Imatge 4.1. A la dreta suport d'A.T. tipus **cap de moix**, a l'esquerra tipus **en portell**.



Imatge 4.2. A la dreta suport d'A.T. d'amarratge (en portell), a l'esquerra línia de doble circuit.

El nombre d'accidents (per km de línia) arriba a ser menor a passadissos amb diverses instal·lacions que a les rutes amb una sola línia.

Resum:

Les **col·lisions** es produeixen per la dificultat que tenen les aus en vol de veure els cables de les línies aèries i esquivar-los.

El **cable de terra** és el cable més prim de les línies elèctriques d'alta tensió, per això és el que presenta un **risc** de col·lisió més **elevat**.

4.1.2. ALTRES FACTORS

4.1.2.1. Problemes de detecció dels cables

Molts dels factors que afavoreixen les col·lisions estan relacionats amb la detecció visual de l'obstacle que representen els cables:

- Els hàbits de gregarisme en els vols, com s'ha apuntat, porten implícit que alguns individus que segueixen els del cap de la bandada es puguin distreure i patir un xoc amb un cable que no poden esquivar.
- La major part de les col·lisions es produeixen durant les hores amb menys llum solar, per mor dels hàbits crepusculars de moltes espècies i l'evident manca de visió que es produeix en aquestes hores. Els vols nocturns són especialment productius d'accidentabilitat.
- Les condicions atmosfèriques també influeixen en la visibilitat, com per exemple en dies boirosos.



Imatge 4.3. Les hores crepusculars són problemàtiques per la seva baixa visibilitat, molts d'aucells és quan són més actius.

4.1.2.2. Influència del sexe i l'edat

Els estudis sobre col·lisió (Varis autors,1999) que s'han fixat en les diferències d'edat i sexe han basat les seves conclusions en la influència de l'edat i la inexperiència dels més joves, però no es pot comparar amb la relació entre gregarisme i col·lisions (les espècies amb hàbits gregaris, és a dir que volen i conviuen en grups, són les més afectades) o els tipus d'hàbitats on se solen produir (zones humides, rutes migratòries...). Alguns estudis, com el de Ferrer (Varis autors,1999), afirmen que l'experiència dels aucells i la seva familiaritat amb una zona concreta podrien reduir la mortalitat per col·lisió amb les esteses elèctriques en aus adultes.

4.1.2.3. Períodes anuals

El treball realitzat l'any 1989 pels germans Alonso sobre la col·lisió d'aus a diferents punts del centre de la Península Ibèrica tracta la variació estacional de la freqüència de col·lisions (Varis autors,1999). La distribució de les quantitats d'aucells col·lisionats no va ser uniforme durant l'any; s'observà, una major freqüència de col·lisions durant els mesos hivernals, Emperò, si es comprava la variació estacional de la freqüència de col·lisió amb la variació estacional de la freqüència de vol, es pot notar en totes dues una tendència estacional similar. Això suggeriria que la menor freqüència de col·lisions per primavera-estiu correspon a una menor activitat general de vol d'aus a través de les línies estudiades en aqueixa estació. Durant la primavera i l'estiu les quantitats d'aus són, en general, menors a les àrees estudiades, per mor de l'absència d'espècies o poblacions hivernants, probablement més propenses a la col·lisió.

Estudis realitzats a latituds més altes trobaren una major freqüència de col·lisions en èpoques de migracions, quan, precisament, s'hi produeixen les majors concentracions d'aucells en vol.

També, dins l'estudi dels Alonso, es relaciona els períodes estacionals amb el gregarisme i la freqüència de col·lisions. Les quantitats d'individus i d'espècies mortes per col·lisió durant la tardor-hivern varen ser més pel conjunt d'espècies gregàries que pel conjunt d'espècies solitàries o territorials. Aquestes diferències amb el grau de gregarisme no es varen notar durant la primavera-estiu, que són estacions durant les quals la major part de les espècies mostren un comportament no gregari, per mor que és l'època de reproducció.

Així mateix durant l'hivern les espècies que romanen a les zones estudiades, o bé les que no són exclusivament hivernants, però les poblacions de les quals augmenten durant l'hivern, experimenten un nombre d'accidents relativament gran. Si es comparen les quantitats d'individus morts per col·lisió es pot observar que hi ha més espècies hivernants que sedentàries o residents. S'ha de dir que també hi ha la hipòtesi que els individus residents durant tot l'any a la mateixa zona coneixen millor el seu territori, cosa per la qual probablement els resulta més fàcil d'evitar els cables, maldament es trobin en una situació de poca visibilitat per males condicions meteorològiques.

4.1.2.4. El traçat

El factor del traçat de les línies és determinant per tal de valorar el problema, així com una de les claus per evitar-lo. Es consideren d'alta perillositat les esteses que transcorren per hàbitats freqüentats per espècies gregàries d'aus hivernants, zones humides, femers i cultius de secà extensos. Les línies que creuen rutes migratòries o el camí de les aus entre els punts d'aliment i els dormidors poden resultar fatalment productives.

Resum:

Les **aus nocturnes o crepusculars**, d'hàbits **gregaris** i **joves** (inexpertes) són les més vulnerables a la **col·lisió**. A l'**hivern** i en èpoques de **migració** els accidents són **més freqüents**.

El **traçat** influeix en la col·lisió que pot produir una línia en la mesura que determina la **presència**, o **pas**, d'auells.

4.2. TIPUS DE LÍNIES ELÈCTRIQUES I AVALUACIÓ DE RISCS

Tota línia aèria és susceptible de produir accidents per col·lisió. Emperò, la majoria d'estudis semblen indicar les línies d'alta tensió (des de 66 kV cap amunt) com a les més productives pel que fa a accidents amb resultat de lesions. En aquest tipus de línia s'ha de tenir en compte, com s'ha vist a l'apartat anterior, la presència del cable de terra difícilment visible a certa distància per les aus en vol.

Per les aus de vols nocturns (p.e. Mussols i Òlibes), segurament el cable de terra no és determinant a l'hora de produir-se un accident ja que en condicions de molta fosca (dies sense lluna, amb condicions atmosfèriques adverses...) igualment és difícil de detectar qualsevol tipus de cable nu, de línies de qualsevol categoria.

Com s'ha dit a l'apartat de factors tècnics es produeixen menys accidents a línies amb els cables disposats en capa (tots els conductors a la mateixa alçada) que a les que els cables estan a diferents alçades.

El risc de col·lisió, segons el tipus de línia i disposició dels conductors, es pot resumir segons aquest quadre:

	cable aïllat	cable nu disposició en capa	cable nu disposició en 2, 3 ò 4 plans horitzontals (**)
Baixa Tensió (220/380 V)	molt baix		moderat
Mitjana Tensió (15 kV)	molt baix	baix	moderat
Alta Tensió (66 kV – 220 kV)*		alt	molt alt

* Totes les línies d'alta tensió a les illes Balears i Pitiüses tenen cable de terra que n'augmenta el risc.

** Les línies de baixa tensió de tipus amb cables no aïllats solen tenir 4 conductors repartits en quatre plans horitzontals, un davall l'altre. Les línies de mitjana tensió poden tenir els conductors en capa, o en 2 ò 3 plans horitzontals diferents. Les línies d'alta tensió poden tenir els conductors en capa, o en 3 plans horitzontals diferents (a més del cable ò 2 cables de terra dalt de tot en un únic pla horitzontal).

4.3 ACCIONS CORRECTORES APLICADES A LES LÍNIES AÈRIES A LES ILLES BALEARS I PITIÜSES

4.3.1. LÍNIES DE BAIXA I DE MITJANA TENSÍO (FINS A 15 Kv)

A línies de baixa i mitjana tensió la majoria de col·lisions es produeixen a línies aèries de conductors nus (en baixa tensió se solen anomenar línies convencionals).

Les solucions que es poden adoptar són:

El canvi per cables aïllats (ja que la seva gruixa és considerable).

El soterrament elimina qualsevol possibilitat de col·lisió. Aquesta solució es va aplicar l'any 2001 a les línies de mitjana tensió de les Salines d'Eivissa, en què s'havia produït un nombre considerable de baixes per col·lisió.

4.3.2. LÍNIES D'ALTA TENSÍO

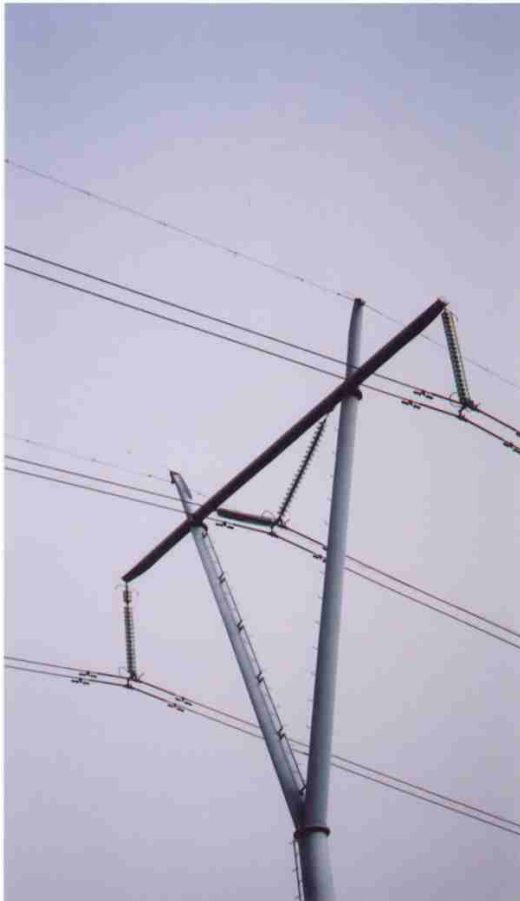
La majoria d'accidents per col·lisió es produeix a línies aèries d'alta tensió (a partir de 66 kV). Concretament, l'element d'aquest tipus de línia que causa més baixes és el cable de terra.

El cable de terra és un element protector de la línia (funciona de parallamps, per això es col·loca al capdamunt). El problema radica en què és un cable molt més prim que els conductors (el cable de terra no transporta energia i, per això pot ser més prim), i per aquest motiu és més fàcil que passi desapercebut per les aus en vol.

A les illes Balears, concretament a l'Albufera de Mallorca, és l'únic cas en què s'ha actuat sobre una línia d'alta tensió amb la finalitat d'evitar col·lisions d'aus (la ubicació de la línia obliga a que no pugui ser d'altra manera).

El sistema elegit tenia la finalitat d'augmentar visualment la gruixa dels cables de terra. Es varen instal·lar unes espirals de plàstic que aconseguixen a certa distància un efecte òptic d'augment del gruix dels cables de terra i, per tant, una detecció més ràpida d'aquests cables per una au en vol.

Des de la posada en funcionament d'aquestes dues línies que travessen l'Albufera, els responsables de la conservació del Parc Natural, han detectat aucells col·lisionats a dites línies, i de vegades, un problema afegit: aucells engaxats per les potes o amb tot el cos incrustat dins les espirals. S'ha de dir, però, que sense aquesta mesura correctora les conseqüències de la presència d'aquestes línies a l'Albufera haguessin pogut ser devastadores.



Imatge 4.3. Esquerra, fotografia d'un suport a l'Albufera de Muro (Mallorca) corresponent a la línia de transport a 220 kV, els cables de terra (a dalt de tot) són sensiblement més prims. Dreta, fotografia d'una espiral de prevenció de col·lisions del cable de terra com les que s'instal·laren a la línia de l'Albufera de Muro.

Resum:

Les **accions correctores** més esteses s'apliquen a les línies d'alta tensió aèries i majoritàriament tendeixen a **facilitar la detecció dels cables**, especialment el cable de terra.

5. REFLEXIÓ FINAL

La problemàtica dels accidents d'aucells a línies elèctriques a les illes Balears i Pitiüses, segons els estudis i treballs d'investigació existents, és un problema qualitatiu més que quantitatiu. El problema real són les espècies que afecta més que el nombre d'animals afectats. Són destacables els casos d'electrocució: Milanès (*Milvus milvus*) i Àguiles peixateres (*Pandion haliaetus*) i col·lisió: Ardeïds i aus aquàtiques a l'Albufera de Mallorca i a les Salines d'Eivissa.

En els apartats en què s'han fet avaluacions del risc de producció d'accidents segons tipus de suport (en electrocució) o de línia (en col·lisió) a l'hora de valorar el risc intrínsec de la presència d'una línia elèctrica, s'han de tenir en compte altres factors determinants com la ubicació o traçat de la línia; en què s'ha de conèixer la proximitat amb el litoral o zones humides, el pas d'aus (migrants, zones d'alimentació, nidificació...). També cal conèixer les espècies presents en cada espai "envaït" per una línia a avaluar i s'ha de fer l'avaluació en funció de les aus susceptibles d'accidentar-se a cada zona concreta, segons els seus costums, morfologia i hàbits d'alimentació; els rapinyaires seran més propensos a patir electrocucions, els ardeïds i limícoles col·lisions...

Els pocs estudis i les limitacions d'alguns d'ells fan que aquesta feina de camp sigui importantíssima a l'hora de recollir noves dades sobre la problemàtica dels accidents d'aus amb línies aèries de transport i distribució d'energia elèctrica. És important doncs fer un bon recull de dades (relatives a la línia i a la zona), especialment quan hi hagi indicis d'accidents (aucells ferits, morts o restes). Detectar els punts negres i saber interpretar el tipus de línia elèctrica en funció de com ha pogut ocórrer l'accident ajudarà moltíssim a l'hora de prendre les mesures correctores.

És necessari dur a terme aquesta tasca amb equips ben coordinats ja que aquesta feina pot ser pesada i difícil; les línies poden recórrer molts quilòmetres i la zona de prospecció, especialment en el cas de la cerca d'aus col·lisionades, no sols és just davall la línia sinó que s'ha d'eixamplar el marge a banda i banda per tal de trobar aus que cauen metres més enllà del traçat dels cables per l'efecte de "rebot" del xoc o aus que aconsegueixen moure's del lloc de la caiguda malferides fins a morir.

Ben segur que una feina coordinada des de la detecció de punts negres fins al disseny de mesures correctores per part dels tècnics ha de donar efectes molt positius per a la protecció de la biodiversitat de les Illes, i suposa un gran benefici tant per conservar les espècies com per disminuir els incidents que poden afectar el servei energètic.

6. BIBLIOGRAFIA

- FERRER, M.; JANSS, G.F.E. i CHACÓN, M.L. 1993. *Mortalidad de aves en tendidos eléctricos: situación actual en España*. Quercus, 94: 20-23.
- GARÍ, F.X. i McMINN, M. 1998. *Siniestralidad de aves en tendidos eléctricos de Mallorca*. Grup Balear d'Ornitologia i Defensa de la Naturalesa (GOB). Palma.
- GEN. 1996. *Informe sobre la mort d'aucells a ses Salines per col·lisió i electrocució*. Equip de Natura. Grup d'Estudis de sa Naturalesa de ses Pitiüses. Eivissa.
- GESA, 1995. *Normas de Centros de Transformación de Distribución sobre un apoyo de chapa plegada*. Direcció de Distribució. Gas y Electricidad S.A., Grupo Endesa.
- GESA, 1996. *Normas de líneas aéreas 15 kV con conductores desnudos*. Direcció de Distribució i Comercial. Gas y Electricidad S.A., Grupo Endesa.
- GOB-MENORCA. 1996. *'important mortandat d'ocells per electrocució'*. Socarrell (Publicació del GOB a Menorca), 26: 1-3.
- GOITIA, J. 1994. *Señalización de tendidos eléctricos por medios mecánicos*. Iberdrola. Bilbao.
- ENDESA. 1999 – 2000. *Líneas aéreas de MT. Especificación Técnica*. Dirección General de Distribución. Grupo Endesa. Text no publicat.
- MAYOL, J. et al. *S'Albufera. Guia de Passeig*. Direcció General de Medi Ambient. Conselleria de Medi Ambient, Ordenació del Territori i Litoral. Govern Balear.
- MUNAR, J. 2000 – 2001. *Avaluació de l'impacte de línies elèctriques de mitja i alta tensió sobre l'avifauna de Mallorca*. Projecte Final de Carrera. E.U.E.T.I. Terrassa (UPC). Text no publicat.
- PETERSON, R.T.; MOUNTFORT, G. i HOLLOM, P.A.D. 1995. *Guia dels ocells dels Països Catalans i d'Europa*. Ediciones Omega S.A. Barcelona.
- SECTOR DISTRIBUCIÓ I COMERCIAL MENORCA. 1999. *Pla de protecció avifauna a Menorca*. Govern de les Illes Balears - Gesa, Grupo Endesa. Maó.
- VARIS AUTORS; M. FERRER i JANSS, G.F.E. (COORDINADORS), 1999. *Aves y líneas eléctricas. Colisión, electrocución y nidificación*. Quercus.