



METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS MEDIANTE UAS



Margarita Mulero Pazmany
Estación Biológica de Doñana, CSIC
muleromara@ebd.csic.es

ÍNDICE

1.-PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN	3
2.-INTRODUCCIÓN	5
2.1-El problema de la electrocución y la colisión.	5
2.2-El problema de la nidificación	6
3.-OBJETIVOS	7
4.-AMBITO DE ACTUACIÓN	8
5.-METODOLOGÍA	9
5.1-Desarrollo de la metodología para el estudio de líneas eléctricas mediante UAS	9
5.2-Identificación y caracterización de líneas eléctricas	9
5.3-Tipificación de los apoyos	10
5.4-Evaluación de la peligrosidad	12
5.5-Propuesta de medidas correctoras	16
5.6-Localización de nidos	17
5.7-Evaluación de la utilización de UAS para el estudio de líneas eléctricas	17
6.-BIBLIOGRAFÍA	18
7.-ANEXO TABLAS	19
8.-ANEXO CARTOGRÁFICO	27
9.-ANEXO FOTOGRÁFICO	28

1.-PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Las líneas de transporte y distribución de energía eléctrica se ubican indistintamente en medios naturales o antropizados, por lo que sus elementos interactúan con los animales que habitan en el medio natural.

En el caso de las aves, los apoyos de las líneas eléctricas a veces son beneficiosos, ya que algunas especies los utilizan como posaderos o lugares de nidificación en zonas carentes de estructuras naturales adecuadas, por lo que su presencia puede favorecer a las poblaciones silvestres. Sin embargo, en muchas ocasiones, se producen interacciones negativas, que causan un efecto perjudicial para las aves o para el correcto funcionamiento de las líneas eléctricas.

Los accidentes que sufren las aves con los tendidos eléctricos son la colisión y la electrocución, que producen numerosas bajas. La colisión afecta fundamentalmente a las aves gregarias o que se concentran en dormideros, que chocan con los cables al no detectarlos con suficiente prontitud. La electrocución afecta mayoritariamente a aves rapaces o planeadoras que hacen uso de los apoyos y que debido a su gran tamaño, pueden tocar dos cables, o un cable y el apoyo y electrocutarse.

La nidificación de las aves sobre los apoyos conlleva en muchos casos el deterioro de las instalaciones eléctricas. La deposición de excrementos, restos de presas y la acumulación de materiales de construcción de los nidos dificulta las actividades de mantenimiento y genera disparos de líneas cuando los materiales se acumulan en los aisladores. Estos efectos repercuten en un encarecimiento de estas tareas, inconveniencias para los consumidores cuando se producen cortes eléctricos y bajas de aves o caídas de nidos.

Diversos estudios en los últimos años han esclarecido los factores que afectan a la probabilidad de accidentes de aves y líneas eléctricas, existiendo en la actualidad bastante información para identificar los apoyos o tramos conductores más peligrosos, minimizar la mortalidad, evitar la nidificación o asegurar que ésta no produzca daños en la red, habiéndose diseñado multitud de medidas correctoras y disuasorias de eficacia contrastada.

Las líneas eléctricas de nueva construcción están obligadas a cumplir una serie de requisitos orientados a minimizar los accidentes con las aves, sin embargo, las que se instalaron con anterioridad siguen produciendo elevada mortalidad.

Los centros de investigación y las administraciones desarrollan campañas de estudio de líneas eléctricas orientadas a minimizar su impacto sobre la avifauna, generalmente de forma prioritaria en zonas protegidas o áreas de interés para las especies de aves más amenazadas.

En la actualidad, las tareas de tipificación y seguimiento de la nidificación en infraestructuras eléctricas se realiza de forma convencional, mediante observadores y vehículos desde tierra. El sistema de observación mediante satélites no es apropiado para estas



aplicaciones, ya que las imágenes que se obtienen no ofrecen suficiente resolución espacial ni temporal.

Las líneas de actuación del proyecto AEROMAB contienen distintas medidas encaminadas a evaluar del uso de tecnologías aeroespaciales, concretamente aviones no tripulados (en adelante: UAS: unmanned aerial systems), para aplicaciones de interés medioambiental, principalmente seguimiento de fauna y evaluación del impacto ambiental de infraestructuras, y comparar su eficacia con las metodologías tradicionales.

En este contexto, se pretende desarrollar la metodología para adquisición de datos correspondientes a los apoyos de las líneas mediante cámaras de foto y vídeo embarcadas en UAS. Se considera que la integración de estos equipos en las tareas mencionadas podría convertirse en una herramienta útil para los estudios de líneas eléctricas, ya que el grueso de trabajo, personal y fondos se emplea en estas fases de tipificación de apoyos y localización de nidos.

La financiación de este proyecto, de 4 años de duración, proviene de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, convocatoria de Proyectos Multidisciplinares de Excelencia 2007.

El proyecto es liderado por la Estación Biológica de Doñana y cuenta con la participación de la Universidad Pablo de Olavide y de la Universidad de Sevilla (Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática). Cuenta además con el apoyo de la Fundación Andaluza para el Desarrollo Aeroespacial (FADA-CATEC), Fundación MIGRES y de las empresas: SCR (Sistemas de Control Remoto) y UAV Navigation.

2.-INTRODUCCIÓN

2.1-El problema de la electrocución y la colisión.

La electrocución ha figurado, durante años, como una de las principales causas de mortalidad de un amplio conjunto de especies de aves, entre las que destacan las rapaces, y más concretamente, aquellas que utilizan de forma habitual posaderos elevados como oteaderos o puntos de descanso y despiece de presas (2, 3).

Las aves pueden sufrir dos tipos de accidentes con líneas eléctricas: la electrocución y la colisión. La electrocución es un accidente de proporciones importantes, tanto por el tipo de aves a las que afecta como por la magnitud de la mortalidad que puede llegar a provocar. Se produce de dos formas diferentes: Una posibilidad es que el ave contacte simultáneamente con un conductor y con el poste no aislante, lo que provocaría una derivación a tierra (es el tipo de accidente más frecuente en líneas de distribución, dadas las tipologías más usuales de los apoyos y la disposición normal de los conductores). La otra posibilidad es que el ave contacte con dos conductores.

El tamaño del ave se ha revelado como un factor determinante del riesgo de electrocución, ya que favorece o imposibilita el contacto del ave con dos conductores o con conductor y poste simultáneamente. La frecuencia de uso de los apoyos como posadero es otro factor determinante de la magnitud de la mortalidad por electrocución. Las especies más propensas a utilizar posaderos elevados son las más afectadas: rapaces, córvidos y cigüeñas.

La colisión puede producirse contra un conductor en un tendido de distribución o de transporte (menos frecuente, ya que el grosor de estos cables es mayor y por tanto son más fáciles de detectar, salvo en el caso de bandadas en las que las últimas aves no tengan tiempo de reaccionar y esquivarlo) o contra un cable de tierra de un tendido de alta tensión (más frecuente dado que estos cables son más finos y menos visibles). Su causa inmediata puede estar en la dificultad de un ave para evitar el choque contra un cable que no detectara a una distancia suficiente para esquivarlo con éxito. Tiene lugar sobre todo entre aves gregarias que vuelan en bandadas y durante vuelos crepusculares y en reacciones de huida (aves acuáticas, invernantes o con tendencia a formar agrupaciones temporales en lugares de alimentación).

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

Afortunadamente, la distribución de muertes de aves en los tendidos no se produce al azar, sino que presenta una tendencia muy significativa al contagio. Esto significa que una

pequeña proporción de los apoyos (los que tienen un diseño peligroso y se sitúan en zonas de alta densidad de aves) concentran la mayor parte de las muertes. Por lo tanto, corrigiendo eficazmente una fracción de la totalidad de los postes de una zona, se puede conseguir una disminución de la mortalidad total muy significativa.

2.2.-El problema de la nidificación

Existen numerosas especies de aves que aprovechan los apoyos de las líneas eléctricas para nidificar, las más abundantes pertenecen al grupo de las rapaces y los córvidos, y especialmente llamativo es el caso de la cigüeña blanca, que forma grandes colonias en los tendidos.

La distribución de los nidos por las líneas no es homogénea. En el caso de las cigüeñas, favorece la nidificación la proximidad de zonas húmedas, la presencia de cultivos de secano y la proximidad de masas arboladas, y no es favorecida por la proximidad de carreteras asfaltadas, presencia de sequías, etc. En el caso de los córvidos, la proximidad de una carretera, de soportes alternativos o de arroyos inciden de manera negativa en la nidificación, y la proximidad de masas arboladas incide de manera positiva. (1)

El modelo de las cabeceras de los apoyos influye también en la selección que hacen las aves para ocuparlo, resultando el diseño "cabeza de gato" el preferido por las mismas.

Para contrarrestar los efectos perjudiciales de la nidificación en apoyos eléctricos se han seguido dos estrategias:

La primera consiste en facilitar la nidificación en lugares seguros, donde no interfieran con el buen funcionamiento de la línea. Con este fin se han diseñado diversos tipos de plataformas y artilugios que se instalan en la actualidad.

La segunda tiene como objetivo evitar la nidificación en los lugares no seguros, para lo cual se han experimentado varios dispositivos disuasores de la nidificación, habiendo resultado el más eficaz el constituido por vástagos y varillas.

3.-OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto AEROMAB consiste en evaluar del uso de tecnologías aeroespaciales, concretamente aviones no tripulados (en adelante: UAS: unmanned aerial systems), para aplicaciones de interés medioambiental, principalmente seguimiento de fauna y evaluación del impacto ambiental de infraestructuras, y comparar su eficacia con las metodologías tradicionales.

En este contexto, se pretende desarrollar la metodología para adquisición de datos correspondientes a los apoyos de las líneas mediante cámaras de foto y vídeo en visible embarcadas en small UAS.

- Tipificación de los apoyos de las líneas eléctricas objeto de estudio.
- Evaluación de la peligrosidad de los tendidos para la avifauna.
- Propuesta de las medidas correctoras que reduzcan el riesgo de electrocución y el de colisión más adecuadas a cada tipo de apoyo o tramo conductor.
- Identificación de nidos en apoyos de líneas eléctricas.

Además, se pretenden experimentar otras técnicas de seguimiento de las líneas en otros espectros distintos al visible:

- Pruebas con cámaras en infrarrojo para detectar "puntos calientes" en las líneas que son de interés para las compañías eléctricas.
- Pruebas con cámaras en ultravioleta para intentar detectar cadáveres de animales muertos por electrocución o colisión en el entorno del trazado de la línea.



4.-ÁMBITO DE ACTUACIÓN

Los primeros ensayos de UAS para estudio de líneas eléctricas se realizarán en la zona de Doñana (provincias de Huelva, Sevilla y Cádiz), ya que existen estudios de las líneas de esta zona que sirven como referencia y se cuenta con autorización para volar de las autoridades del parque.

Dentro de la zona de Doñana se volará preferentemente sobre el polígono LER Coto Doñana (Ver Anexo cartográfico), ya que esa es zona de vuelo restringido, lo cual minimiza la posibilidad de interferencia con otras aeronaves.

5.-METODOLOGÍA

5.1-Desarrollo de la metodología para el estudio de líneas eléctricas mediante UAS

Se han establecido tres tipos de pruebas:

-Pruebas con cámaras en el espectro visible: tienen como objetivo reproducir la metodología tradicional de estudio de tendidos eléctricos que normalmente se realiza de modo visual en coche y/o a pie.

-Pruebas con cámaras en el espectro Infrarrojo: tienen como objetivo detectar la presencia de puntos calientes en las líneas que normalmente se corresponden con lugares problemáticos, con materiales deteriorados, sobrecarga etc. Las compañías eléctricas tienen interés en hacer seguimiento de estos puntos, por lo que los vuelos en infrarrojo se planificarán de forma coordinada con la empresa responsable de la línea con objeto de desarrollar aplicaciones que puedan transferirse a la industria.

-Pruebas con cámaras en el espectro Ultravioleta: tiene como objetivo testar el uso de cámaras en UV para la detección de cadáveres en el entorno de los trazados de las líneas, y así detectar puntos negros de mortalidad por colisión o electrocución.

En los tres tipos de pruebas se determinarán los valores más adecuados para las siguientes variables:

- Altura óptima de vuelo
- Velocidad óptima de vuelo
- Ángulo óptimo de las cámaras
- Georreferenciación de las imágenes. Cálculo del margen de error.
- Comparación entre vuelos en piloto automático y manual.

Además, durante la realización de los ensayos de campo, se pretende establecer un protocolo de manejo de los equipos encaminado a optimizar el uso de los mismos. Así, se definirán los lugares óptimos de despegue, duración y alcance de los vuelos para cada caso.

5.2-Identificación y caracterización de líneas eléctricas

Para la identificación de las líneas eléctricas conviene contar con la colaboración de la empresa propietaria, (Sevillana-Endesa o Iberdrola), para que proporcione la cartografía en soporte gráfico correspondiente a los tendidos eléctricos objetos de interés. Se convocará una reunión con los técnicos y capataces de las distintas zonas para identificar las líneas y transformadores con la finalidad de que la información generada en el estudio sea inteligible por ambos organismos. Si la zona es amplia, es posible que sea necesario completar esta fase mediante una prospección del terreno para identificar las líneas pertenecientes a particulares existentes en la zona.

Cada línea se identifica mediante un código de letras. Las dos primeras corresponden a la provincia a la que pertenece la línea, la siguiente se le asigna por orden alfabético. Si se trata de una derivación, además de las dos letras correspondientes a la provincia y la letra de la línea principal, se añade un número por orden. Además se ofrece información sobre la propiedad de la línea y se señala la nomenclatura que recibe por parte de la compañía. Se indica también la unidad zonal responsable del mantenimiento de la línea (unidades correspondientes a las delimitaciones de la compañía). La tensión que conduce la línea se expresa en kV.

Los datos de la línea se recogen, junto con los de los apoyos que las componen, en una base de datos de Microsoft Excel y en un fichero de Arc View.

5.3-Tipificación de los apoyos

Cada apoyo se identifica mediante varios números con distinta finalidad para facilitar el manejo de la información.

Por una parte, cada apoyo se identifica mediante un número de registro, que lo distingue de todos los demás apoyos tipificados en la base de datos. Por otra parte, los apoyos de una misma línea se numeran correlativamente, comenzando por el más próximo al inicio del tramo a tipificar. Estos puntos iniciales de la tipificación pueden coincidir con casas transformadoras, postes de otras líneas (es el caso de las derivaciones) o con un apoyo de la misma línea seleccionado entre los próximos al límite de la zona de estudio. Para evitar una duplicidad de registros, los apoyos de los que parten las derivaciones sólo se contabilizan en la línea principal y no en la derivación. Los puntos finales de los tramos tipificados coinciden con casas transformadoras, transformadores de intemperie, cables enmangados o con un apoyo de la línea próximo al límite de la zona de estudio.

Además, algunos apoyos tienen un identificador asignado por la compañía eléctrica, que se indica también con la finalidad de facilitar la localización por la compañía si esto fuera necesario.

Para todos los apoyos se indica la fecha y autor de la tipificación, por si se revisaran posteriormente y hubiera alguna modificación en los mismos.

Los apoyos se georreferenciarán mediante el GPS del UAS. También se aportará la información geográfica relativa a la provincia, término municipal y finca en la que se encuentra.

Las características técnicas que hay que registrar a partir de los vídeos o fotos, ya que afectan a la peligrosidad intrínseca del apoyo, son las siguientes:

- Material del pilar empleado en su construcción.
- Disposición de los conductores.
- Tipo de aisladores.
- Número de platos por aislador.
- Presencia, número y ubicación de los puentes.

-Presencia, tipo y ubicación de los seccionadores.

Teniendo en cuenta estas características, los diferentes diseños se han agrupado en 17 tipologías distintas para facilitar la evaluación de la peligrosidad. Esta agrupación se ha realizado siguiendo básicamente las pautas del estudio "Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos", sobre el cual se ha realizado una modificación: se ha subdividido la categoría 15 "Seccionador tripolar en vástago" que aparece en dicho estudio, en dos categorías: 16 " Seccionador tripolar en vástago con puentes por debajo", y 17 " Seccionador tripolar en vástago con puentes por encima" para afinar más en la tipología del diseño. (Ver Anexo tablas: Tabla 1: Tipologías, peligrosidad intrínseca y medidas correctoras).

Las variaciones sobre estas tipologías se señalan en un campo aparte como "observaciones". Si no se indica lo contrario en este campo, se asume que todos los apoyos constan de pilar metálico y que el número de platos por aislador es de tres, por ser esta circunstancia la más común.

Además de las características técnicas, se registrarán otras que también influyen en la peligrosidad del apoyo, y que son:

- Presencia y número de derivaciones.
- Tipo de hábitat en que se localiza el apoyo.
- Distancia a la carretera asfaltada más cercana.
- Descripción de las correcciones o modificaciones antielectrocución realizadas sobre el apoyo y fecha en que se instalaron.

-Descripción de las correcciones o modificaciones anticolidión realizadas sobre los conductores y fecha en que se instalaron. Los datos referidos a los tramos conductores se expresarán en el apoyo donde finaliza el tramo. (Ej: Si aparecen espirales en el apoyo 2 de la línea SE1 corresponden a la medida anticolidión aplicada en el tramo comprendido entre el apoyo 1 y el 2 de dicha línea).

-Presencia de cadáveres: especie afectada, y si se procede al levantamiento por parte de la autoridad, se registra el número de acta.

-Registros de mortalidad

Si durante la fase de tipificación de los apoyos se registran aves posiblemente muertas por electrocución y/o colisión se procederá a dar aviso a los Agentes de Medio Ambiente que operan en la zona, para que lo recojan siguiendo el "Protocolo de levantamiento de cadáveres o cebos posiblemente envenenados". Posteriormente se entrega al Centro de Análisis y Diagnóstico (CAD) para su análisis y certificación de que la causa de muerte sea electrocución, colisión, veneno u otro motivo.

5.4-Evaluación de la peligrosidad

La valoración de la peligrosidad de los apoyos se realiza teniendo en cuenta los resultados obtenidos en trabajos anteriores y sigue básicamente los siguientes criterios:

- Peligrosidad intrínseca de los apoyos:

La peligrosidad intrínseca de un apoyo se determina en función de los dos factores que más condicionan el riesgo de electrocución de las aves: el diseño del poste y las características del hábitat en el que se localiza.

En primer lugar, la peligrosidad de un poste depende del diseño del apoyo. Las electrocuciones sólo son frecuentes en líneas de hasta 66kV de tensión (líneas de distribución de electricidad). Las electrocuciones son muy improbables en líneas de transporte de energía, ya que la longitud de la cadena de aisladores es mayor, siendo ésta proporcional a la tensión.

La presencia de determinadas características técnicas sobre la cabecera del apoyo (especialmente aisladores rígidos y puentes por encima) incrementa el riesgo de electrocución, mientras que los postes con aisladores suspendidos son los más seguros.

El material de construcción del apoyo es otro factor que influye en la peligrosidad de un poste. Los pilares de madera son malos conductores de la electricidad, por lo que es menos probable una derivación a tierra de la corriente que en los pilares de metal, aunque hay que considerar también el tratamiento preservante de la madera. Se suelen aplicar tipos distintos, con unas condiciones de aislamiento muy diferentes: la madera tratada con creosota es un buen aislante, pero la madera tratada con sal tiene una mayor conducción eléctrica. El hormigón es peor conductor que el metal, pero el poste de hormigón armado tiene una conductividad de la electricidad similar a la del metal. Los postes de madera sin crucetas y también los apoyos hechos de cualquier otro tipo de material aislante (por ejemplo fibra de vidrio), se podrían considerar los más seguros. En el caso de pilares no metálicos, la existencia de un cable de toma de tierra puede incrementar su peligrosidad de forma sensible. Si este cable se encuentra próximo a la cruceta del poste, puede suceder que el ave contacte con él, a la vez que con un conductor, causando la electrocución.

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

En segundo lugar, el tipo de hábitat en que se encuentra un apoyo afecta a su peligrosidad para las aves, ya que éste condiciona la presencia de determinadas especies y el uso de los apoyos como posaderos. En varios estudios el tipo de hábitat no se ha revelado un factor determinante del riesgo de peligrosidad, por lo que esta variable sólo se utiliza para matizar o priorizar actuaciones.

Cuadro 1:

FACTORES MÁS RELEVANTES	FACTORES MENOS RELEVANTES
Posición de los aisladores	Altura del apoyo
Presencia de puentes	Disposición de los conductores
Presencia de seccionador en cabecera	Forma de la cruceta
Material de construcción del pilar	Presencia de seccionador en vástago

Factores relacionados con el diseño del apoyo que condicionan el riesgo de electrocución.

Cuadro 2:

ELEVADA	MEDIA	BAJA
Bosques	Cultivos cerealistas extensivos	Eucaliptales
Dehesas abiertas	Eriales	Cultivos
Zonas húmedas	Pastizales	Hábitats humanizados
Monte bajo		

Peligrosidad de electrocución en función del tipo de hábitat.

La determinación de las categorías de peligrosidad intrínseca de los distintos tipos de apoyos se ha realizado siguiendo las instrucciones del estudio "Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos" que se han resumido en la Tabla 1: Tipologías, peligrosidad intrínseca y medidas correctoras (Ver anexo tablas) y las indicaciones de los expertos en la materia para evaluar aquellos diseños que no aparecen en la bibliografía (Dra. Guyonne Janss, Dr. Miguel Ferrer, EBD).

En esta determinación no se han tenido en cuenta las medidas correctoras existentes, por lo que el valor de peligrosidad intrínseca que se presenta indica la peligrosidad potencial del apoyo por su tipología y se mantiene constante a menos que se sustituya por otro poste de diferente diseño. Este dato debe tenerse en cuenta por tanto para futuras revisiones de los tendidos eléctricos, ya que es la peligrosidad que presentarían los apoyos en caso de que las medidas correctoras dejaran de funcionar.

-Valoración de la eficacia de las medidas correctoras existentes

La eficacia de las medidas correctoras depende fundamentalmente de dos factores: la eficacia del diseño de las mismas y el estado de conservación de los materiales empleados en su fabricación

Para llevar a cabo la valoración de la eficacia del diseño de las mismas se han seguido los criterios del Manual de REE (3) que se resume en la Tabla 2: Medidas correctoras antielectrocución y anticolidión: descripción, eficacia y durabilidad. (Ver Anexo Tablas)

En líneas generales, se ha considerado eficaz el aislamiento de los elementos conductores y no eficaces los dispositivos disuasorios de la posada de aves.

El estado de conservación de los materiales empleados en su fabricación es difícilmente evaluable en campo sin contar con maquinaria y personal técnico especializado. Se

trata en la mayoría de los casos de comprobar si los materiales aislantes están cumpliendo su función. Sobre este fenómeno influyen variables climáticas difícilmente cuantificables que afectan a la durabilidad del material y sólo puede constatarse su efectividad mediante pruebas que habrían de llevar a cabo especialistas de las empresas del sector electrotécnico. Excepto casos puntuales en los que estos dispositivos presentan un aspecto claramente deteriorado, en la mayoría de las situaciones no es posible evaluar in situ el estado en el que se encuentra el material. Por este motivo, y asumiendo posibles errores, para valorar el estado de conservación de los materiales se ha tenido en cuenta la fecha de su instalación y la durabilidad estimada de los materiales utilizados. Ver Tabla 2: Medidas correctoras antielectrocución y anticolidión: descripción, eficacia y durabilidad. (Ver Anexo Tablas).

Teniendo en cuenta la eficacia de las medidas correctoras existentes se ha realizado una corrección del valor de peligrosidad intrínseca o potencial, obteniéndose así un nuevo valor que se ha denominado peligrosidad actual. Este valor variará en función del tiempo, por lo que habría de ser corregido en evaluaciones posteriores mediante una nueva revisión de la eficacia de las medidas correctoras actuales o la consideración de las nuevas si las hubiera.

La instalación de medidas correctoras disminuye la peligrosidad intrínseca. Cualquiera de las categorías de peligrosidad intrínseca pasaría a tener una peligrosidad actual "Muy baja" si las medidas se han evaluado como eficaces, y se mantendría igual, en la misma categoría de peligrosidad intrínseca, si éstas se han considerado no eficaces.

-Peligrosidad para determinadas especies:

En numerosas ocasiones, las medidas de corrección de tendidos eléctricos se apoyan en planes de recuperación, manejo o conservación de determinadas especies (generalmente rapaces) amenazadas que presentan la electrocución como una causa importante de mortalidad no natural.

De este modo se establece un orden de prioridad en la corrección de tendidos eléctricos, y en el caso de que varios apoyos presentaran el mismo valor de peligrosidad y los recursos económicos fueran limitados, se procedería a corregir prioritariamente aquellos apoyos que se encuentren en zonas de nidificación, territorios de caza o áreas de dispersión de las especies amenazadas.

Los expertos recomiendan establecer un radio de 5 km alrededor del nido como zona de alta peligrosidad, ya que durante el periodo reproductor, tanto los adultos, como los pollos en sus primeros vuelos, utilizan los apoyos cercanos al nido con mucha frecuencia, y la probabilidad de electrocución aumenta notablemente. En cuanto a las áreas de dispersión y zonas de asentamiento temporal, es difícil establecer límites, ya que normalmente no se dispone de datos suficientes, pero si los hubiera, se pueden extraer mapas de la bibliografía existente o seguir las recomendaciones de los grupos que trabajan con las especies en cuestión.

-Peligrosidad de colisión:

En el riesgo de colisión no influye tanto el diseño de los apoyos como las características de las zonas que atraviesan las líneas. Como ya se ha señalado, el riesgo es mayor en zonas con una elevada densidad de aves con comportamiento gregario. Otro factor que condiciona la peligrosidad intrínseca de una línea en lo que se refiere a colisión es la presencia o ausencia de cables tierra de pequeño diámetro, ya que la mayoría de las colisiones parecen tener lugar contra éstos.

Cuadro 3:

FACTORES MÁS RELEVANTES	FACTORES MENOS RELEVANTES
Composición de la avifauna	Altura de los apoyos
Características del hábitat	Diseño de los apoyos
Presencia de cables de tierra	Tensión de la línea
Proximidad a puntos de concentración de aves	

Factores que condicionan el riesgo de colisión

La peligrosidad de colisión se ha evaluado por categorías en función del hábitat en que se localizan los apoyos, obteniéndose una peligrosidad intrínseca para los mismos. Del mismo modo que en el cálculo de la peligrosidad de electrocución, se ofrecerá el dato sin tener en cuenta la existencia de medidas correctoras (peligrosidad intrínseca o potencial) y tras evaluar su eficacia (peligrosidad actual).

Los criterios referentes al hábitat tenidos en cuenta para evaluar el riesgo de colisión se resumen en el cuadro 4.

Cuadro 4:

ELEVADA	MEDIA	BAJA
Dehesas abiertas	Cultivos cerealistas extensivos	Bosques
Zonas húmedas	Eriales	Monte bajo
Estepas		Cultivos
Vertederos		Hábitats humanizados

Peligrosidad de colisión en función del hábitat

-Registros de mortalidad

La distribución de muertes de aves en los tendidos no es azarosa, sino que presenta una tendencia muy significativa al contagio. Esto significa que una pequeña proporción de los apoyos concentran la mayor parte de las muertes. Para determinar los puntos negros de mortalidad debe realizarse un recorrido de los tendidos. Si bien esto no es suficiente para

estimar la cuantía de la mortalidad, es indicativo para determinar espacialmente los puntos negros y establecer prioridades en las medidas correctoras.

Los puntos negros se identifican por tanto mediante la aparición de cadáveres electrocutados bajo los apoyos. Este criterio primará frente a los otros criterios de peligrosidad antes mencionados, es decir, tendrá prioridad la corrección de éstos antes que la de los demás, aunque tuvieran una peligrosidad intrínseca menor o se encontraran ya corregidos. Por este motivo, la peligrosidad de aquellos apoyos que presentan algún cadáver se considera "Muy peligrosa" sea cual fuera su categoría de peligrosidad actual. De este modo, las variables "Peligrosidad de electrocución" y "Peligrosidad de colisión" indican la peligrosidad del apoyo o tramo de línea teniendo en cuenta todos los factores que afectan, tanto la peligrosidad intrínseca como la actual (tras tener en cuenta la eficacia de las medidas correctoras) y la existencia de puntos negros.

5.5-Propuesta de medidas correctoras

Para llevar a cabo la propuesta de medidas correctoras encaminadas a reducir la mortalidad se siguen las pautas del estudio "Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos" (3) cuyas directrices se han resumido en Tabla 1: Tipologías, peligrosidad intrínseca y medidas correctoras. (Ver anexo tablas).

La medida más eficaz posible, que elimina por completo el riesgo de electrocución es el soterramiento de la línea, y le sigue la sustitución de todos los apoyos por los considerados seguros. No obstante existen otras soluciones alternativas y más baratas que permiten una reducción considerable de la mortalidad.

Con la implantación de medidas antielectrocución o anticolidión en los lugares de mayor peligrosidad, considerados puntos negros de mortalidad o sumideros de avifauna, o la modificación de determinados aspectos del diseño de la cabecera se puede disminuir de forma eficaz el riesgo de electrocución y/ o colisión.

Existen varios tipos de medidas o soluciones antielectrocución, que se basan en cuatro tipos de procedimiento:

-Aislamiento de los cables y otros elementos conductores:

Para el aislamiento de cables y/o puentes se utilizan distintos materiales: forro de caucho EPDM, masilla aislante de caucho etileno-propileno, cinta de polietileno reticulado EPR autovulcanizable, cinta aislante de silicona, cinta plástica de PVC y abrazaderas de plástico. Es importante que se aplique sobre aisladores y conductores, que cubra el puente en su totalidad, la grapa y, en caso de aisladores de amarre de pocos platos, parte del conductor (60 cm a cada lado del aislador).

-Aislamiento de la cruceta: El aislamiento de la cruceta se realiza mediante placas o mantas aislantes de distintos materiales. La manta aislante debe cubrir toda la cruceta por debajo del aislador rígido, o la parte exterior de la cruceta de donde pende el aislador

suspendido o los puentes inferiores. La placa se coloca bajo el aislador central en caso de aisladores rígidos en montaje "1", cubriendo la testa del poste, y las mantas cubren las crucetas. En ocasiones, esta solución es técnicamente más sencilla que aislar los conductores.

-Instalación de disuasores de la posada:

Los disuasores de la posada son elementos tales como varillas, pletinas o posaderos que pretenden impedir que el ave se pose en la zona en la que existe riesgo de electrocución. En general estas medidas están poco ensayadas o se desconoce su durabilidad, por lo que en el presente estudio no se recomiendan salvo que aparezca en el mercado alguna de eficacia comprobada.

-Modificación del diseño del apoyo:

En el caso de cambio de diseño de un seccionador tripolar en cabecera por uno en vástago del apoyo o por 3 seccionadores unipolares por debajo de la cruceta y aislamiento de todos los elementos han de utilizarse los mismos materiales (forro de caucho EPDM, masilla aislante de caucho etileno-propileno, cinta de polietileno reticulado EPR autovulcanizable, cinta aislante de silicona, cinta plástica de PVC y abrazaderas de plástico) y tres seccionadores unipolares o uno tripolar y proceder de la misma manera que en el aislamiento de los cables. Si se sustituye por un tripolar en vástago, éste ha de colocarse en el mismo lado de llegada de los cables, para evitar los aisladores rígidos y puentes por encima de la cruceta.

Existen varios tipos de medidas o soluciones anticolidión, que se basan en los siguientes procedimientos:

-Instalación de dispositivos de señalización tales como espirales blancas de 30 cm de diámetro dispuestas en el cable de tierra al tresbolillo cada 10 metros.

-Instalación de tiras de neopreno negro de 35 cm sujetas a los conductores laterales por tacos de plástico cada 20 metros en una línea con apoyos en pórtico sin cable de tierra.

5.6-Localización de nidos

Durante los vuelos de tipificación o en aquellas campañas que se dediquen en exclusiva a la búsqueda de nidos, se registrarán las mismas variables que en el caso de la tipificación, haciendo constar también si existiera alguna medida para favorecer o disuadir la nidificación. Se identificará la especie a la que pertenece el nido y se determinará si está en uso o si es una estructura abandonada.

5.7-Evaluación de la utilización de UAS para el estudio de líneas eléctricas

Una vez desarrollada la metodología de UAS para estudio de líneas eléctricas, se realizará un análisis para compararla con la metodología tradicional.

Se realizará una valoración de la calidad de los datos obtenidos, los gastos de personal y medios, así como los posibles impactos negativos de ambas metodologías sobre el medio.



6.-BIBLIOGRAFÍA

- 1.- <http://www.ambientum.com/revistanueva/2006-10/aves.htm>
- 2.-Ferrer, M., de la Riva, M y J. Castroviejo 1991. Electrocutation of raptors on power lines in Southern Spain. *Jour. Field Ornithol.*62(2):54-69.
- 3.-Análisis de impactos de líneas eléctricas sobre la avifauna de espacios naturales protegidos. Manual para la valoración de riesgos y soluciones. Sevillana Endesa, Iberdrola y REE.



7.-ANEXO TABLAS



Tabla 1:

TIPO	CARACTERÍSTICAS	PELIGROSIDAD	MEDIDAS RECOMENDABLES
1: Postes con aisladores suspendidos: Tresbolillos y asimilados. (Ver imagen 3)	Las fases penden de cadenas de aisladores (2 ó más platos) con una disposición al tresbolillo o montaje vertical de circuito simple (3 fases) o doble (6 fases)	En general es baja. Depende de la longitud de la cadena de aisladores (preferiblemente será de 3 ó más platos) y del tamaño del ave. La cruceta canadiense es considerada más segura que otras crucetas. Para aves de gran tamaño el riesgo es mayor.	No existen medidas disuasorias de escaso coste y eficacia comprobada, dada la escasa mortalidad causada por este tipo de postes. En el caso de situaciones de alto riesgo para aves de gran tamaño se recomienda la modificación de la longitud del aislador, si es posible (elevado coste), el aislamiento de la cruceta con manta aislante (menor coste) o la colocación de barreras de protección.
2: Postes con aisladores suspendidos: Bóveda	Las fases (3) en general, discurren en 2 planos horizontales con la central ligeramente elevada, colgando de aisladores suspendidos (2 ó más platos) de una cruceta en forma de bóveda.	En general es baja. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes) y de la longitud de la cadena de aisladores, las laterales serán preferentemente de 3 ó más platos, pero la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable a este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la bóveda, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.	No se han ensayado medidas específicas para este diseño de poste. En caso de elevado riesgo puede aplicarse el aislamiento de los conductores, o la modificación de la longitud de los aisladores laterales y aislamiento con manta en la zona baja-interior de la bóveda y/o del conductor central.
3: Postes con aisladores suspendidos: Montaje "0"	Tres fases en un mismo plano horizontal, pendientes de cadenas de aisladores suspendidos de 2 ó más platos.	En general es baja. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes) y de la longitud de la cadena de aisladores, las laterales serán preferentemente de 3 ó más platos. En los montajes sobre cruceta triangular, la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable para impedir la electrocución de aves medianas y pequeñas que puedan utilizar el ángulo interior. Tanto mayor es el riesgo de electrocución cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.	No se han ensayado medidas específicas para este diseño de poste. En caso de elevado riesgo puede aplicarse el aislamiento de los conductores, o la modificación de la longitud de los aisladores.
4: Postes con aisladores rígidos: tresbolillos y asimilados	Las tres fases se apoyan sobre aisladores rígidos de un solo cuerpo con una disposición al tresbolillo (con o sin cruceta) o en montaje vertical de circuito simple (3 fases) o doble (6 fases).	Elevada para todo tipo de aves, salvo en el caso de postes de madera sin cable de derivación a tierra.	La manta aislante en la cruceta es la medida más barata de eficacia comprobada. Alternativamente podría usarse un forro rígido para cubrir el aislador y parte del cable (medida algo más cara).
5: Postes con aisladores rígidos: Bóveda	Las tres fases discurren por planos horizontales, con la central ligeramente elevada, apoyadas sobre aisladores rígidos de un solo cuerpo sobre una cruceta en forma de bóveda.	Elevada para todo tipo de aves.	Forro rígido aislante que cubra el aislador y parte del cable o aislar la cruceta en combinación con el aislamiento de la fase central para evitar electrocuciones por contacto entre dos cables.
6: Postes con aisladores rígidos: Montaje "0"	Tres fases en un mismo plano horizontal, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o doble de un solo cuerpo.	Elevada para todo tipo de aves.	Forro rígido aislante que cubra el aislador y parte del cable o aislar la cruceta en combinación con el aislamiento de la fase central para evitar electrocuciones por contacto entre dos cables.
7: Postes con aisladores rígidos: Montaje "1"	Tres fases en dos planos horizontales, con la fase central elevada, apoyadas sobre aisladores rígidos simples o dobles de un	Elevada para todo tipo de aves.	Placa aislante bajo el aislador central y mantas aislantes cubriendo los brazos laterales de la cruceta, pasando por debajo de los aisladores. O cubrir todos los aisladores y parte



	solo cuerpo sobre una cruceta en cruz.		del conductor con forros rígidos aislantes.
8: Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Tresbolillo	Fases en tres planos horizontales dispuestas al tresbolillo, tensionadas por cadenas de amarre constituidas por dos o más platos y dispuestas a ambos lados de la cruceta con los puentes por debajo.	En general moderada. Depende del tamaño del ave. Las aves de gran tamaño contactan más fácilmente con el puente, por lo que la longitud de las cadenas será preferiblemente larga (3 ó más platos). Los postes con un ángulo menor de 90° entre el cable y la cruceta superior (la cruceta más usada por parte de las aves) son más peligrosos por ser la distancia del conductor a la cruceta menor.	Aislamiento de la cruceta o del puente con manta aislante, incluyendo las grapas. La medida de mayor coste es el alargamiento de las cadenas de aisladores.
9: Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Bóveda	Tres fases en dos planos horizontales, con al central elevada sobre las laterales, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos), dispuestas a ambos lados de la cruceta en forma de bóveda y con puentes por debajo.	En general moderada. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes). La longitud de las cadenas laterales será preferentemente de 3 ó más platos, pero la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable a este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la bóveda, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.	Aislamiento de los puentes con manta aislante o de la cruceta, incluyendo la parte interior de la bóveda y/ o el cable central.
10: Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Montaje "0". (Ver imagen 5)	Tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos) dispuestas a ambos lados de la cruceta y con puentes por debajo.	En general moderada. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes). La longitud de las cadenas laterales será preferentemente de 3 ó más platos, pero la longitud de la cadena central es difícilmente ajustable a este diseño. Para aves medianas y pequeñas hay riesgo de electrocución cuando utilicen el interior de la cruceta, tanto mayor cuanto menor sea la distancia entre la fase central y la testa del apoyo.	Aislamiento de los puentes con manta aislante o de la cruceta, incluyendo la cruceta del ángulo interior y/ o el cable central.
11: Postes de amarre con puentes por encima de los aisladores: Montaje "0"	Tres fases en un mismo plano horizontal, tensionadas por cadenas de amarre (dos o más platos) a ambos lados de la cruceta y con puentes por encima de los tres pares de cadenas o al menos sobre las cadenas de amarre centrales.	Muy elevada para todo tipo de aves.	Aislamiento de los puentes con manta aislante o sustituir el puente por un cable seco. En caso de un solo puente central se podría aislar éste y aplicar un aislamiento de la cruceta.
12: Postes de amarre con puentes por encima de los aisladores: Montaje "1"	Tres fases en dos planos horizontales, con la fase central elevada, tensionadas por cadenas de amarre ancladas a ambos lados de una cruceta en forma de cruz, con puentes por encima de los tres pares de cadenas o al menos sobre las cadena de amarre centrales.	Muy elevada para todo tipo de aves.	Aislamiento de los puentes con manta aislante o sustituir el puente por un cable seco. En caso de un solo puente central se podría aislar éste y aplicar un aislamiento de la cruceta.
13: Seccionadores unipolares por debajo. (Ver imágenes 2 y 4)	Postes de amarre de distintos diseños con presencia de tres seccionadores independientes para cada fase, dispuestos bajo la cruceta.	En general moderada, pero equiparable en cada diseño de apoyo a la peligrosidad de los postes de amarre con puentes por debajo.	Aislamiento de los puentes que llegan a cada seccionador unipolar con manta aislante o aislar la cruceta.
14: Seccionadores unipolares por encima. (Ver imagen 7)	Postes de amarre de distintos diseños con presencia de tres seccionadores independientes para cada fase, dispuestos sobre la cruceta.	Muy elevada para todo tipo de aves.	Cambio de posición del seccionador a unipolar por debajo de la cruceta y aplicar las medidas propuestas para este caso; aislar puentes que llegan al seccionador o aislar la cruceta.



15: Seccionador tripolar en vástago con puentes por debajo	Postes con distintos diseños, que suelen ser de amarre y en muchas ocasiones asociados a un transformador, con un seccionador tripolar situado en el vástago del poste y con puentes por debajo de la cruceta.	En general moderada. Depende del tamaño del ave (es mayor para aves grandes).	Aislamiento de los puentes al seccionador con manta aislante. En los finales de línea el seccionador y el transformador en su caso, se dispondrán del lado de los cables (debajo del vano).
16: Seccionador tripolar en vástago con puentes por encima. (Ver imagen 1)	Postes con distintos diseños, que suelen ser de amarre y en muchas ocasiones asociados a un transformador, con un seccionador tripolar situado en el vástago del poste y con puentes por encima de la cruceta.	Muy elevada para todo tipo de aves.	Aislamiento de los puentes con manta aislante o sustituir el puente por un cable seco. En caso de un solo puente central se podría aislar éste y aplicar un aislamiento de la cruceta. En los finales de línea el seccionador y el transformador en su caso, se dispondrán del lado de los cables (debajo del vano).
17: Seccionador tripolar en cabecera. (Ver imagen 6)	Postes con diseño montaje "0", o más raramente montaje "1", que suelen ser de amarre, con un seccionador tripolar situado en la cabecera del apoyo.	Elevada para todo tipo de aves.	Sustitución por un seccionador en vástago y aislamiento de los puentes con manta aislante. En los finales de línea el seccionador, en su caso, se dispondrá del lado de los cables (debajo del vano) para evitar cables por encima de la cruceta.

Tipologías, peligrosidad intrínseca y medidas correctoras.

Tabla 2:

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	EFICACIA	DURABILIDAD
C01: Espiral blanca	Espiral blanca de polipropileno	Buena	Mayor de 3 años
C02: Espiral naranja	Espiral naranja de polipropileno	Buena	Mayor de 3 años
C03: Tiras en X	Tiras en X de neopreno sujetas por mordaza de elastómetro con cinta luminiscente	Buena	Mayor de 3 años
C04: Abrazaderas I	Abrazaderas negras de plástico colgante (55cm x 5cm)	No suficientemente contrastada	Mayor de 3 años
C05: Abrazaderas II	Abrazaderas negras de plástico colgante (70 cm x 0.8cm)	Mala	Mayor de 3 años
C06: Siluetas de aves	Siluetas de aves fluorescentes de plástico	Desconocida	Desconocida
C07: Bolas	Bolas amarillas con banda negra vertical	Buena	Desconocida
Cilindros	Cilindros	Desconocida	Desconocida
E01: Cable trenzado	Cable trenzado	Buena	Mayor de 20 años
E02: Aislante termo-retráctil	Aislante termo-retráctil	Buena	De 3 a 5 años
E03: Forro en aislador y conductor	Forro rígido aislante	Buena	Mayor de 3 años
E04: Aislamiento de puentes	Aislamiento de puentes	Buena	Depende del material
E05: Placa aislante bajo el aislador	Placa aislante bajo el aislador	Buena	Mayor de 3 años
E06: Placa aislante sobre el aislador	Placa aislante sobre el aislador	Buena pero difícil de colocar	Desconocida
E07: Manta aislante en cruceta	Manta aislante en cruceta	Buena	Mayor de 3 años
E08: Placa aislante con manta aislante en la cruceta	Placa aislante con manta aislante en la cruceta	Buena	Mayor de 3 años
E09: Barandillas finas sobre el aislador	Barandillas finas sobre el aislador	No suficientemente contrastada	Mayor de 3 años
E10: Triángulo de plástico bajo el aislador	Triángulo de plástico bajo el aislador	No suficientemente contrastada	Mayor de 3 años
E11: Abrazaderas en peine sobre cruceta	Abrazaderas en peine sobre cruceta	No suficientemente contrastada	Mayor de 3 años
E12: Pletinas de plástico verticales	Pletinas de plástico verticales	Mala	Mayor de 3 años
E13: Varillas blancas verticales	Varillas blancas verticales	Mala	Mayor de 3 años
E14: Posadero en "T" en lo alto del apoyo	Posadero en "T" en lo alto del apoyo	Mala	Mayor de 5 años
E15: Posadero en "T" en la punta de la cruceta	Posadero en "T" en la punta de la cruceta	Mala	Mayor de 5 años
E16: Posadero cuadrangular	Posadero cuadrangular	Desconocida	Desconocida
E17: Escobilla o peine	Escobilla o peine	Mala	Desconocida
E18: Tirantes en combinación con posaderos	Tirantes en combinación con posaderos	Mala	Desconocida
E19: Pletina inclinada	Pletina inclinada	No suficientemente contrastada	Superado ensayo de 6 semanas en cámara climática.
E20: Placa aislante y disuadores triangulares	Placa aislante sobre el aislador y disuadores triangulares	Buena pero de difícil instalación	Desconocida
E21: Manta aislante y pletinas verticales	Manta aislante y pletinas verticales	Buena	Mayor de 3 años
E22: Cambio de aislador	Cambio de aislador rígido por suspendido	Buena	Alta
E23: Cambio de seccionador	Cambio de seccionador en cabecera por uno en vástago	Buena	Alta
E24: Alargamiento de aislador	Alargamiento de aislador	Buena	Mayor de 20 años

Farolillo	Estructura que suspende los puentes por encima	Mala	Desconocida
-----------	------------------------------------------------	------	-------------

Medidas correctoras antielectrocución y anticollisión: descripción, eficacia y durabilidad.

Tabla 3:

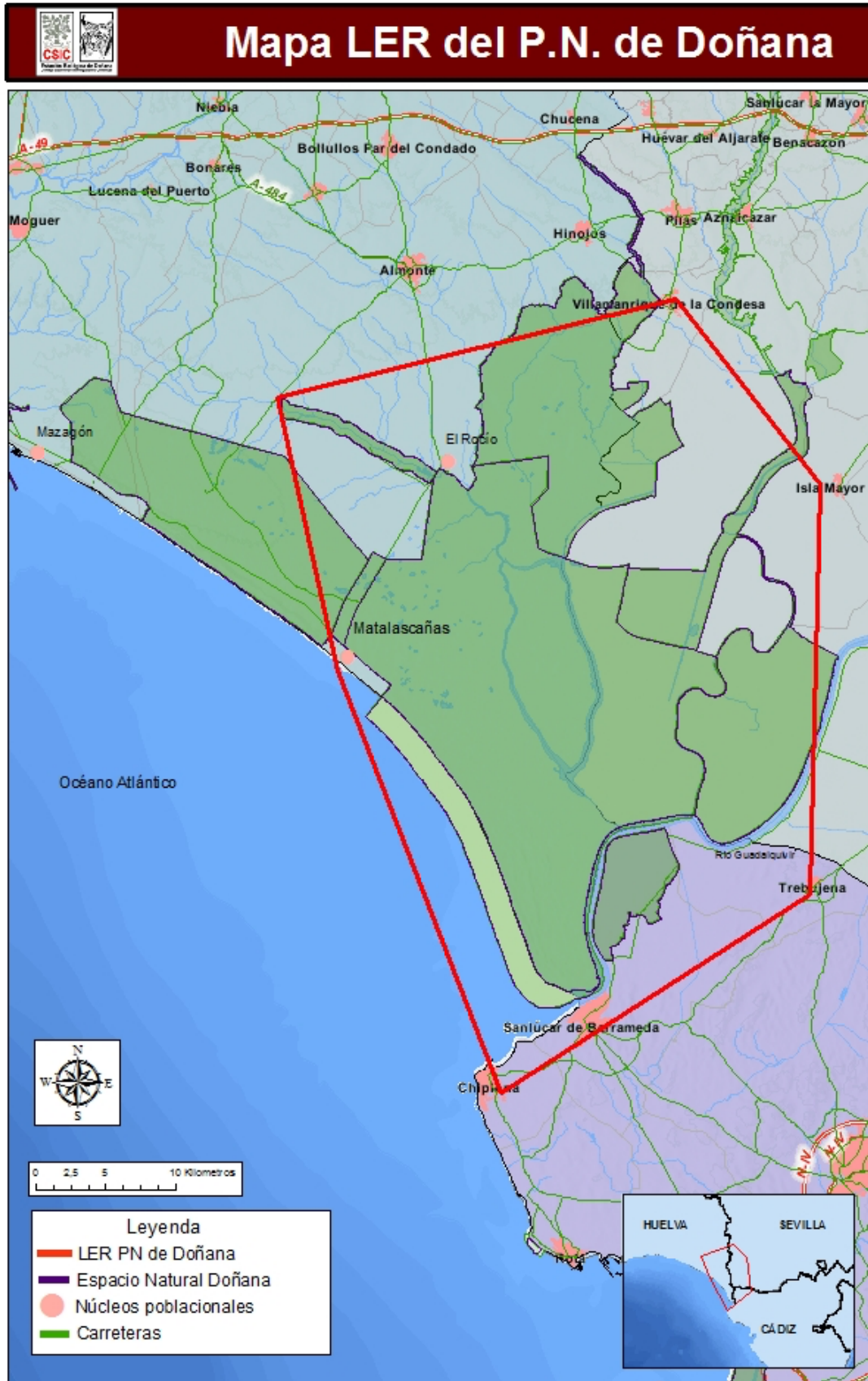
VARIABLE	CARACTERÍSTICA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Nº REGISTRO	Número de registro		
FECHA	Fecha		
AUTOR	Autor		
LÍNEA	Nombre de la línea		
LÍNEA COMPAÑÍA	Nombre de la línea dado por la compañía		
PROPIEDAD	Propiedad de la línea		
ZONA	Unidad zonal responsable de la línea		
TENSIÓN (KV)	Tensión (kV)		
PROVINCIA	Provincia		
TÉRMINO MUNICIPAL	Término municipal		
FINCA	Finca		
Nº APOYO	Número de apoyo dentro de la línea		
Nº ID ELÉCTRICA	Identificador dado por la compañía		
UTM X 29	Coordenada x en huso 29		
UTM Y 29	Coordenada y en huso 29		
UTM X 30	Coordenada x en huso 30		
UTM Y 30	Coordenada y en huso 30		
CADAVERES	Cadáveres: especie y número de acta		
DERIVACIONES	Número de derivaciones	1	Ninguna derivación
		2	Una derivación
		3	Dos derivaciones
		4	Tres derivaciones
HABITAT	Tipo de hábitat	1	Marisma virgen
		2	Dehesa cerrada
		3	Dehesa abierta
		4	Eucaliptal
		5	Pinar
		6	Repoblación de encinas
		7	Olivar
		8	Erial (pastizal, estepas)
		9	Matorral (ribera, jara, lentiscal)
		10	Cultivos de secano
		11	Cultivos de regadío
		12	Construcciones

		13	Marisma transformada
DISTANCIA CARRETERA	Distancia a la carretera asfaltada más próxima	1	Menos de 10 metros
		2	De 10 a 50 metros
		3	Más de 50 metros
OBSERVACIONES	Observaciones		
TIPO	Tipología del apoyo	1	Postes con aisladores suspendidos: Tresbolillos y asimilados
		2	Postes con aisladores suspendidos: Bóveda
		3	Postes con aisladores suspendidos: Montaje "0"
		4	Postes con aisladores rígidos: tresbolillos y asimilados
		5	Postes con aisladores rígidos: Bóveda
		6	Postes con aisladores rígidos: Montaje "0"
		7	Postes con aisladores rígidos: Montaje "1"
		8	Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Tresbolillo
		9	Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Bóveda
		10	Postes de amarre con puentes por debajo de los aisladores: Montaje "0"
		11	Postes de amarre con puentes por encima de los aisladores: Montaje "0"
		12	Postes de amarre con puentes por encima de los aisladores: Montaje "1"
		13	Seccionadores unipolares por debajo
		14	Seccionadores unipolares por encima.
		15	Seccionador tripolar en vástago con puentes por debajo
		16	Seccionador tripolar en vástago con puentes por encima

		17	Seccionador tripolar en cabecera
MODIFICACION ANTEELECTROCUCION	Modificación antielectrocución		
FECHA MODIFICACION ANTEELECTROCUCION	Año de modificación antielectrocución		
MODIFICACION ANTICOLISION	Modificación anticolisión		
FECHA MODIFICACION ANTICOLISION	Año de modificación anticolisión		
PELIGROSIDAD ELECTROCUCION INTRINSECA	Peligrosidad de electrocución intrínseca		
PELIGROSIDAD ELECTROCUCION ACTUAL	Peligrosidad de electrocución actual		
PELIGROSIDAD ELECTROCUCIÓN	Peligrosidad de electrocución		
PELIGROSIDAD COLISION INTRINSECA	Peligrosidad de colisión intrínseca		
PELIGROSIDAD COLISION ACTUAL	Peligrosidad de colisión actual		
PELIGROSIDAD COLISION	Peligrosidad de colisión		
ZONA ESPECIE AMENAZADA	Zona con presencia de especies amenazadas (Nidificación o dispersión)	0	No
		1	Sí

Listado de variables y códigos de la base de datos tipificacion.xls

8.-ANEXO CARTOGRÁFICO



9.- ANEXO FOTOGRÁFICO

Imagen 1:



Apoyo con seccionador tripolar en vástago con farolillo.

Imagen 2:



Apoyo en montaje "0" con seccionadores unipolares por debajo

Imagen 3:



Apoyo de tipo tresbolillos suspendidos con tres platos

Imagen 4:



Apoyo de tipo tresbolillos con aisladores de amarre, seccionadores unipolares por debajo, puentes y una derivación.

Imagen 5:



Apoyo de tipo tresbolillos con aisladores de amarre con puentes por debajo.

Imagen 6:



Apoyo con seccionador tripolar en cabecera

Imagen 7:



Apoyo en montaje "0" con seccionador unipolar por encima.