

## **PROYECTO “IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CARTOGRAFIADO DE LOS CORREDORES DE VUELO DE LAS AVES QUE INTERACTÚAN CON LAS LÍNEAS DE ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN”**

### **RESUMEN**

Red Eléctrica de España ha llevado a cabo entre 2010 y 2016 el proyecto “Identificación, Caracterización y Cartografiado de los Corredores de Vuelo de las Aves que Interactúan con las Líneas de Eléctricas de Alta Tensión”. Este proyecto se ha planteado en el contexto del estudio y búsqueda de soluciones a los problemas derivados de las interacciones entre aves y tendidos de transporte de electricidad y fundamentalmente a los accidentes de colisión de ejemplares contra los cables de las líneas eléctricas, que afecta de forma más o menos importante a diversas especies, entre ellas varias amenazadas.

La finalidad del proyecto es cartografiar los corredores de vuelo de las especies más sensibles a la colisión contra líneas eléctricas, identificando las áreas y rutas más frecuentadas y utilizadas por las aves en sus desplazamientos regulares, que son los que en mayor medida se asocian a situaciones de riesgo potencial de colisión contra cables. Esta información sobre áreas de presencia y corredores de vuelo es útil principalmente para la toma de decisiones sobre nuevos proyectos (diseño de trazados de mínimo impacto) y para priorizar las actuaciones correctoras (principalmente la señalización de cables con dispositivos anti-colisión) en aquellas zonas que se consideren prioritarias por la mayor presencia de especies sensibles.

El ámbito del proyecto ha cubierto la totalidad del territorio español, de forma que en 2016 se ha podido completar el desarrollo de distintas herramientas que con este propósito se han elaborado para cada una de las 17 comunidades autónomas. Estas herramientas, que constituyen los resultados principales del proyecto, son de tres tipos:

- 1 Los sistemas de información geográfica elaborados para cada territorio, con la información más completa y actualizada sobre las áreas de presencia y rutas de vuelo de un total de 46 especies de aves consideradas propensas o sensibles a la colisión (especies focales: ver anexo);
- 2 Los mapas de sensibilidad, que permiten identificar áreas más o menos sensibles al paso de las líneas eléctricas en función del patrón de agregación intra e inter específico de las especies focales, y que por lo tanto son especialmente útiles para la planificación de nuevos trazados de líneas;
- 3 Los mapas de riesgo, que además de considerar el patrón de distribución de las especies tienen en cuenta la presencia de factores que influyen en la probabilidad de ocurrencia de accidentes, y que son la herramienta principal para la planificación de medidas correctoras priorizando las actuaciones en los tramos de línea con mayor incidencia potencial sobre la avifauna.

## El sistema de información geográfica (SIG)

El sistema de información geográfica del proyecto se ha construido para cada territorio de comunidad autónoma, para finalmente integrar los 17 SIG territoriales en un único SIG global de ámbito nacional.

Cada SIG recoge la información territorial y ambiental recopilada para cada comunidad autónoma y la información avifaunística elaborada a partir de los datos brutos disponibles para cada territorio sobre las áreas de presencia y rutas de vuelo de las especies focales presentes. Estas especies focales, sobre las que se ha llevado a cabo la recogida y análisis de la información geográfica para su incorporación al SIG, se han seleccionado en función de criterios que se relacionan con los objetivos del proyecto: propensión a accidentes de colisión y otros efectos negativos asociados a las líneas de transporte, grado de amenaza, comportamiento de vuelo y predictibilidad de desplazamientos.

La información avifaunística contenida en el SIG no es la información bruta recopilada, sino el resultado de la interpretación de la misma siguiendo distintas pautas y criterios. Esta información ya elaborada se presenta diferenciada para tres niveles de precisión o escalas de trabajo: áreas de presencia (nivel de contexto), áreas de cautela e información de detalle; además se presentan las rutas principales y corredores de vuelo conocidos para cada especie.

- Nivel de contexto: recoge las “áreas de presencia” de cada especie a partir de distintas fuentes consultadas (áreas de reproducción, áreas de invernada, etc.). Esta información de “tamaño de grano grueso” resulta la más conveniente para su consideración en las primeras fases de la planificación de nuevas instalaciones, para situar proyectos de líneas en su contexto avifaunístico y para generar salidas gráficas de escala regional.
- Nivel de cautela: recoge las áreas potencialmente más sensibles al paso de líneas eléctricas de transporte o “áreas de cautela” (en cuadrículas UTM de 1x1 km). Esta información de “tamaño de grano medio” se genera para cada especie de ave a partir de criterios específicos para cada una, principalmente relacionados con su vulnerabilidad frente a líneas eléctricas de transporte pero también con la precisión de la información disponible, y es el tipo de información más útil para considerar en la fase de definición de trazas de nuevos proyectos, así como para identificar áreas potencialmente problemáticas por colisión de aves contra tendidos.
- Nivel de detalle: recoge los datos más precisos recopilados para cada especie (en cuadrículas UTM de 1x1 km); esta información de “tamaño de grano fino” es útil para el análisis detallado de proyectos y de la problemática asociada a determinados tramos de líneas existentes por su proximidad a puntos de especial importancia (por ejemplo, nidos de especies sensibles, dormideros comunales, áreas de elevada intensidad de uso, etc.).
- Rutas y corredores de vuelo: este nivel integra la información recopilada para algunas especies a partir de distintas fuentes (radiolocalizaciones de ejemplares marcados, avistamiento de grupos de ejemplares en vuelo, evidencias indirectas de movimientos entre áreas, rutas migratorias, etc.). La información es en algunos casos precisa (por ejemplo, rutas generadas a partir de seguimientos exhaustivos de ejemplares radiomarcados) y en otros apenas reflejan flujos entre áreas sin la menor pretensión de precisión (corredores). Identifican las áreas del territorio que se considera que son sobrevoladas regularmente por cada especie en sus desplazamientos entre áreas de presencia, donde se puede detectar la

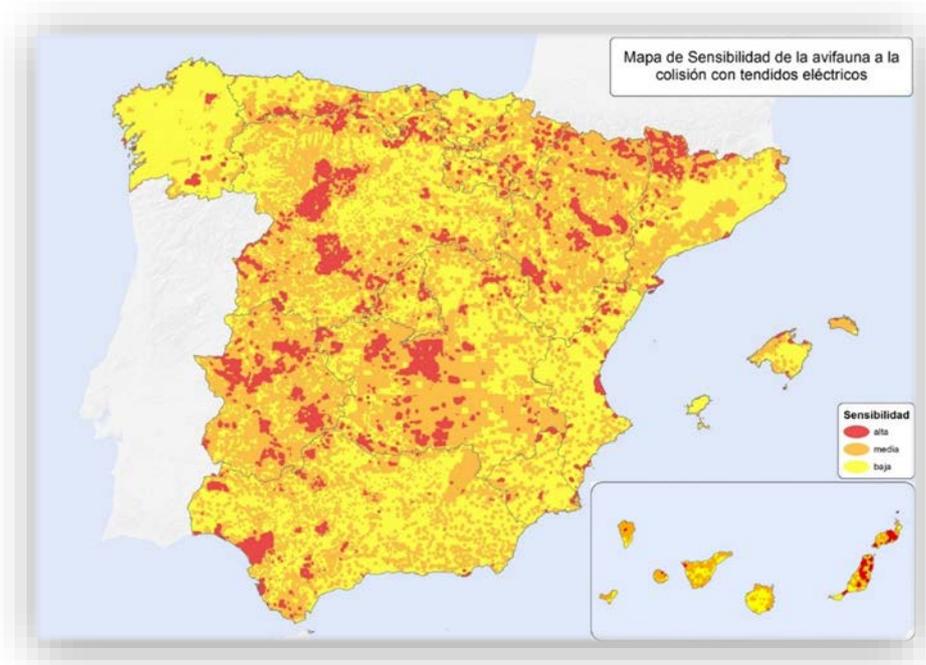


## Los mapas de sensibilidad

Para cada territorio se ha construido un mapa de sensibilidad de la avifauna a las líneas de transporte de electricidad que se basa en el patrón de distribución y agregación de las especies de aves sensibles. La información de partida para la elaboración del mapa de sensibilidad es la que corresponde al “nivel de cautela” para cada una de las 46 especies focales seleccionadas, otorgando a cada especie un peso específico o coeficiente de ponderación diferente.

Es conocido que existen especies más propensas que otras a los accidentes de colisión, y especies más vulnerables que otras a los efectos poblacionales de la siniestralidad asociada a estos factores; esto se tiene en cuenta en la confección de los mapas de sensibilidad asignando a cada especie focal un coeficiente de ponderación que depende de su propensión a los accidentes y de su vulnerabilidad a este tipo de impactos, y que se calcula como el resultado de la consideración y ponderación de distintos aspectos de su anatomía, comportamiento, estado de conservación y distribución.

Los mapas de sensibilidad se construyen mediante una secuencia de tratamientos numéricos y análisis geométricos de la información original, las áreas de cautela delimitadas para cada especie. Estos tratamientos incluyen análisis tipo kernel, tratamientos numéricos de censos poblacionales y análisis tipo cluster de agregación de valores. Se identifican así áreas de distinta sensibilidad (alta, media o baja) dependiendo de las especies presentes y de sus patrones de agregación en el territorio; las áreas de sensibilidad alta son aquellas en las que se detecta una agregación significativa de valores altos de densidad de presencia de especies focales; las áreas de sensibilidad media son aquellas con presencia de especies pero donde no se detecta una agregación significativa de valores altos de densidad; y finalmente son áreas de sensibilidad baja aquellas sin presencia de especies focales. De la representación de estas áreas sobre la cartografía resulta el mapa de sensibilidad de cada territorio.



## Los mapas de riesgo

Los mapas de riesgo de colisión tienen como objeto servir de base para un plan de corrección de líneas que identifique con criterios objetivos aquellos tramos de líneas de transporte de Red Eléctrica de España en los que priorizar la adopción de medidas correctoras frente a la colisión de aves. Esta priorización tiene como finalidad dirigir los recursos económicos disponibles en cada momento hacia los tramos de la red en los que previsiblemente los resultados de las actuaciones correctoras generarán un máximo de efectos positivos sobre las comunidades de aves por disminución de la siniestralidad. Como resultado del análisis se identifican áreas de mayor riesgo para las aves sensibles y, consecuentemente, los tramos de líneas en los que sería prioritario actuar para minimizar de forma significativa la incidencia de la colisión de aves (mapa de riesgo).

Los mapas de riesgo se pueden construir tanto para una línea en concreto, como para un conjunto de líneas de un territorio o para un ámbito territorial concreto en el que se quiere analizar el riesgo para la avifauna asociado a la colisión contra líneas. Red Eléctrica ha elaborado los mapas de riesgo correspondientes a la malla de la red de líneas de transporte correspondiente a cada territorio de comunidad autónoma y tiene valorado por tanto el riesgo que para la avifauna pueda suponer cada uno de los vanos que integran la red de transporte nacional.

El punto de partida para la construcción de estos mapas son los mapas de sensibilidad, sobre los que se cartografía la presencia y concurrencia espacial de distintos factores que incrementan el riesgo de colisión. Entre éstos se consideran los puntos de atracción de aves (como vertederos de RSU, muladares, puntos de agua, zonas húmedas, etc.), la topografía (y más en concreto las formas del terreno que puedan actuar canalizando el paso de las aves a alturas coincidentes con la de los cables, como valles, collados, cursos fluviales, etc.), la frecuencia de nieblas (ya que limitan la visibilidad e incrementan la frecuencia de colisiones), la presencia de otras instalaciones que suponen riesgo (parques eólicos, cruzamientos o paralelismos entre líneas existentes) y las características del hábitat. También se considera la existencia de registros de colisión en líneas existentes como un indicador del riesgo para las aves. El cartografiado se realiza con un nivel de resolución de cuadrículas UTM de 1x1 km.

Es posible por lo tanto determinar para cada cuadrícula UTM de un territorio concreto un valor de coeficiente de riesgo estimado a partir de la concurrencia de los distintos factores analizados. La combinación del nivel de sensibilidad y del coeficiente de riesgo permite asignar a cada zona del territorio un nivel combinado de sensibilidad y riesgo.

Finalmente, superponiendo el trazado de una línea o conjunto de líneas de un territorio al mapa así elaborado se genera el mapa de riesgo correspondiente, que asigna a cada vano o tramo de línea el coeficiente de sensibilidad y riesgo que corresponde a la cuadrícula UTM en la que se localiza. Se elabora así el mapa de riesgo final para cada línea o conjunto de líneas, a partir del cual es posible identificar los vanos de mayor riesgo para las aves y por lo tanto aquellos que deben ser considerados prioritarios para la adopción de medidas correctoras.

## ANEXO ESPECIES FOCALES

Las especies focales, sobre las que se ha llevado a cabo la recogida y análisis de la información para su incorporación al sistema, se han seleccionado en función de criterios que se relacionan con los objetivos del proyecto:

- Interacción con tendidos eléctricos de transporte: especies de aves propensas a la colisión contra cables, usualmente registradas como víctimas de colisión o registradas con una frecuencia que excede de la esperada por su mera abundancia. Se incluyen especies para las que no se dispone de datos de siniestralidad pero que se consideran propensas a la colisión por sus características biométricas, comportamiento de vuelo y similitud con otras especies propensas y especies consideradas poco propensas a estos accidentes pero sensibles a otros efectos como las perturbaciones y la alteración del hábitat.
- Comportamiento gregario: especies con un conspicuo comportamiento gregario, propensas a formar grandes concentraciones de ejemplares y a desplazarse en grupo, al menos en algún momento del periodo anual o de su ciclo vital, dado que este tipo de comportamiento se relaciona por un lado con una mayor susceptibilidad a los accidentes de colisión y por otro con una mayor disponibilidad de información sobre su patrones de agregación y movimientos, al resultar éstos más detectables.
- Predictibilidad de movimientos: especies con patrones de desplazamientos regulares y predecibles.
- Grado de amenaza: especies de aves consideradas amenazadas, incluidas en las categorías de “en peligro” o “vulnerable” en el catálogo español de especies amenazadas.

GRUPO	ESPECIES
ESTEPARIAS	Avutarda común ( <i>Otis tarda</i> )
	Avutarda hubara ( <i>Chlamydotis undulata</i> )
	Sisón común ( <i>Tetrax tetrax</i> )
	Ganga ortega ( <i>Pterocles orientalis</i> )
	Ganga ibérica ( <i>Pterocles alchata</i> )
	Cernícalo primilla ( <i>Falco naumanni</i> )
	Alondra ricotí ( <i>Chersophilus duponti</i> )
	Alcaraván canario ( <i>Burhinus oedicephalus</i> sbsp.)
	Corredor sahariano ( <i>Cursorius cursor</i> )
NECRÓFAGAS	Buitre leonado ( <i>Gyps fulvus</i> )
	Buitre negro ( <i>Aegypius monachus</i> )
	Alimoche ( <i>Neophron percnopterus</i> sbsp.)
	Quebrantahuesos ( <i>Gypaetus barbatus</i> )
	Milano real ( <i>Milvus milvus</i> )
RAPACES	Águila imperial ibérica ( <i>Aquila adalberti</i> )
	Águila perdicera ( <i>Hieraaetus fasciatus</i> )
	Águila real ( <i>Aquila chrysaetos</i> )
	Águila pescadora ( <i>Pandion haliaetus</i> )
	Halcón tagarote ( <i>Falco pelegrinoides</i> )



GRUPO	ESPECIES
ZANCUDAS	<b>Cigüeña negra</b> ( <i>Ciconia nigra</i> )
	<b>Cigüeña común</b> ( <i>Ciconia ciconia</i> )
	<b>Grulla común</b> ( <i>Grus grus</i> )
	<b>Flamenco común</b> ( <i>Phoenicopterus roseus</i> )
	<b>Espátula</b> ( <i>Platalea leucorodia</i> )
	<b>Morito común</b> ( <i>Plegadis falcinellus</i> )
	<b>Ibis eremita</b> ( <i>Geronticus eremita</i> )
	<b>Avetoro</b> ( <i>Botaurus stellaris</i> )
	<b>Garcilla cangrejera</b> ( <i>Ardeola ralloides</i> )
ACUÁTICAS	<b>Focha moruna</b> ( <i>Fulica cristata</i> )
	<b>Malvasía cabeciblanca</b> ( <i>Oxyura leucocephala</i> )
	<b>Cerceta pardilla</b> ( <i>Marmaronetta angustirostris</i> )
	<b>Porrón pardo</b> ( <i>Aythya nyroca</i> )
	<b>Ánsar común</b> ( <i>Anser anser</i> )
	<b>Pagaza piconegra</b> ( <i>Sterna nilotica</i> )
	<b>Tarro canelo</b> ( <i>Tadorna ferruginea</i> )
	<b>Tarro blanco</b> ( <i>Tadorna tadorna</i> )
OTRAS	<b>Urogallo</b> ( <i>Tetrao urogallus</i> )
	<b>Paloma turqué</b> ( <i>Columba bollii</i> )
	<b>Paloma rabiche</b> ( <i>Columba junoniae</i> )
	<b>Pinzón azul</b> ( <i>Fringilla teydea subsp.</i> )
	<b>Cuervo canario</b> ( <i>Corvus corax canariensis</i> )
	<b>Canastera</b> ( <i>Glareola pratincola</i> )
	<b>Perdiz pardilla</b> ( <i>Perix perdix</i> )
	<b>Perdiz nival</b> ( <i>Lagopus mutus</i> )
	<b>Pico dorsiblanco</b> ( <i>Dendrocopos leucotos</i> )