

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA VALORACIÓN DE REPERCUSIONES DE LAS INSTALACIONES SOLARES SOBRE ESPECIES DE AVIFAUNA ESTEPARIA



SUBDIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD TERRESTRE Y MARINA
Área de Acciones de Conservación.



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Contenido

RESUMEN.....	3
INTRODUCCIÓN.....	4
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA.....	7
TRABAJO DE CAMPO. DIRECTRICES METODOLÓGICAS.	9
CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD DE LAS INSTALACIONES SOLARES CON LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ESTEPARIAS	15
MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS RECOMENDADAS EN INSTALACIONES SOLARES.....	18
COMPENSACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES	21
RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXO 1	
ANEXO 2	
ANEXO 3	

RESUMEN

Esta guía compila recomendaciones basadas en el conocimiento científico y técnico aplicables a la compatibilización del desarrollo de plantas solares en el territorio español y la conservación de la biodiversidad de los medios esteparios y agrarios, que actualmente se encuentra en claro declive y se enfrenta a procesos de extinción local y regional. En concreto, las aves esteparias, como elemento faunístico singular en el contexto europeo, legado de un pasado en el que su coexistencia con los usos agrarios era posible, constituyen un claro indicador de uso sostenible del espacio y, teniendo en cuenta además que son especies protegidas legalmente por la normativa estatal y comunitaria, deben ponerse todos los medios para su conservación.

*Así, para conseguir dicho objetivo, se proponen una serie de metodologías específicas para la elaboración del inventario ambiental del correspondiente estudio de impacto ambiental, así como unas directrices para valorar la ubicación propuesta en relación a los impactos previsibles sobre las especies de aves esteparias que están actualmente incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas: aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), sisón común (*Tetrax tetrax*), ganga ibérica (*Pterocles alchata*), ganga ortega (*Pterocles orientalis*), alondra ricotío de Dupont (*Chersophilus duponti*), hubara (*Chlamydotis undulata*), corredor sahariano (*Cursorius cursor*) y la subespecie endémica de alcaraván (*Burhinus oediconemus* ssp. *distinctus*).*

Por último, se proponen una serie de criterios y directrices para el diseño de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias que pudieran aplicarse para reducir, o incluso contrarrestar, los efectos residuales de cada proyecto de este tipo sobre las aves esteparias.

INTRODUCCIÓN

La instalación de plantas de energía solar se encuentra actualmente en una fase de desarrollo creciente, tanto en número como en tamaño, en aras del cumplimiento de los compromisos nacionales e internacionales adquiridos por España en materia de energías renovables. Este gran impulso tiene como consecuencia que esté previsto que se multiplique notablemente la presencia de plantas de energía solar fotovoltaica y termosolar en el territorio. Aunque el desarrollo de las energías renovables es necesario por sus innegables beneficios medioambientales, en especial en relación con el cumplimiento de los compromisos internacionales adquiridos en materia de cambio climático al constituir una fuente energética que no supone un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, no es menos cierto que su establecimiento masivo en el territorio puede generar importantes impactos sobre la biodiversidad.

Dadas las características territoriales de la península Ibérica y los requerimientos a la hora de seleccionar el terreno adecuado para la ubicación de estas plantas, la localización de estas instalaciones se está focalizando en el medio agrario, afectando a los hábitats utilizados por las aves esteparias. Estas comunidades de aves se encuentran actualmente en una situación muy preocupante, con importantes declives poblacionales en los últimos años, y se considera uno de los grupos más amenazados a escala nacional, como lo atestiguan numerosas publicaciones científicas (Giralt, D. *et al.* 2018), los informes elaborados por España sobre la aplicación de la Directiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, relativa a la conservación de las aves silvestres, para la que se recopila, con periodicidad sexenal, la tendencia de las especies de aves silvestres, o los datos obtenidos a través de programas de seguimiento de aves comunes por la Sociedad Española de Ornitología, SEO/Birdlife (<https://www.seo.org/resultados-seguimiento-de-aves>).

Las afecciones más conocidas de las plantas solares fotovoltaicas son la destrucción y alteración de los hábitats por ocupación directa de grandes extensiones de terreno (Turney & Fthanakis, 2011) y la fragmentación de los mismos, debido a la propia instalación, pero también al vallado perimetral que la bordea y a las instalaciones accesorias necesarias (carriles de acceso, tendidos eléctricos, etc.). Algunos estudios demuestran que la pérdida de hábitat en especies esteparias genera un efecto negativo que puede condicionar sus poblaciones, como apuntan los trabajos de Morales *et al.*, en 2005 en el caso del sisón (*Tetrax tetrax*), así como en el caso de la avutarda (*Otis tarda*), donde se ha comprobado la disminución poblacional y la pérdida de hábitat en el entorno de nuevas infraestructuras (Torres *et al.*, 2012). Además, la necesidad de evacuar la energía generada mediante tendidos eléctricos aéreos conlleva riesgos para la avifauna, por electrocución y colisión, siendo considerado este último, como la mayor causa de mortalidad para muchas especies de avifauna (Marques *et al.*, 2020). En particular, la colisión contra líneas eléctricas es la principal causa de mortalidad no natural de la avutarda, llegando a afectar al comportamiento y dinámica poblacional de la misma (Barrientos *et al.*, 2012, Palacín *et al.*, 2017). Algunos estudios también han concluido que existe riesgo de colisión con los propios paneles solares y colisiones y quemaduras en las torres de concentración de las plantas termosolares (Kagan *et al.*, 2014).

Por otra parte, las instalaciones fotovoltaicas pueden generar un efecto rechazo sobre las aves, tanto durante las obras, como por la emisión de ruidos o el aumento del trasiego de vehículos y personas durante la fase de funcionamiento.

También se ha estudiado el efecto de las infraestructuras sobre la selección a una escala macropaisajística de las zonas de reproducción o invernada de algunas especies ligadas a medios agrarios o pseudoesteparios. Así, por ejemplo, el trabajo de Silva *et al.*, en 2010, señala que la presencia de tendidos eléctricos a menos de 2.000 metros de áreas de reproducción de sisón, puede alterar las densidades de machos, hecho que puede repetirse durante el periodo invernal con un mayor alcance, ya que los movimientos que realizan los individuos durante la invernada son más largos. Algunos trabajos similares, han dado resultados análogos para la alondra ricotí (*Chersophilus duponti*), habiéndose detectado un aumento en la tasa de desaparición de las poblaciones que se encuentran a menos de 4,5 km de distancia de una planta eólica (Gómez-Catasús *et al.*, 2018).

Teniendo en cuenta, además, que existen grandes extensiones de hábitat de estas especies fuera de espacios protegidos (Suárez-Seoane *et al.*, 2002) y que, en su mayoría no constituyen hábitats de interés comunitario (sembrados, barbechos, eriales, rastrojeras, etc.), se pueden dar situaciones de vulnerabilidad de zonas importantes para las especies mencionadas frente a la instalación de plantas fotovoltaicas o termosolares.

Todos los aspectos referidos justifican que desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico se elabore esta guía metodológica para establecer recomendaciones generales aplicables a la compatibilización del desarrollo de esta tecnología y la conservación de la biodiversidad, atendiendo especialmente a las especies que se encuentran más amenazadas y que, por ello, están en régimen de protección especial en España. En estos medios, dichas especies son fundamentalmente aves, y por ello son consideradas de forma prioritaria en esta guía.

Esta guía metodológica propone la información que se debería recabar (tanto en gabinete como en campo) para poder valorar el impacto de las instalaciones de energía solar respecto a la conservación de las aves silvestres que habitan de manera exclusiva o preferente medios agrarios o espacios dominados por hábitats pseudoesteparios. Se considera que el análisis debe ser más profundo para aquellas especies que han sido incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (cuyo contenido fue desarrollado a través del Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas), de las que además, se han constatado importantes declives poblacionales en la última década; es el caso del aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el sisón común (*Tetrax tetrax*), la ganga ibérica (*Pterocles alchata*), la ganga ortega (*Pterocles orientalis*) y la alondra ricotí o de Dupont (*Chersophilus duponti*). También cabe destacar la presencia en las Islas Canarias de la hubara (*Chlamydotis undulata*), el corredor sahariano (*Cursorius cursor*) y de la subespecie endémica isleña de alcaraván (*Burhinus oedicephalus* ssp. *distinctus*). Pero también se deberán considerar en la evaluación aquellas especies protegidas por la correspondiente legislación autonómica o especies que cuentan con importantes poblaciones en el territorio español, constituyendo amplios porcentajes del total europeo, como sucede con la avutarda (*Otis tarda*), el alcaraván (*Burhinus oedicephalus*), el aguilucho pálido (*Circus cyaneus*), el cernícalo primilla (*Falco naumanni*) o muchas especies de aves paseriformes de la familia de los aláudidos.

Este documento también propone unos criterios básicos para valorar la compatibilidad de la ubicación de instalaciones fotovoltaicas y termosolares con la conservación de especies de aves esteparias. Se incluye asimismo una serie de propuestas generales acerca de la aplicación de medidas preventivas, correctoras y compensatorias que pudieran ser necesarias para abordar con garantías los correspondientes procedimientos de evaluación de impacto ambiental.

Con todo, esta guía metodológica pretende poner el foco en la necesidad de mantener las comunidades de aves esteparias en buen estado de conservación como parte indispensable de nuestro patrimonio natural, así como para el cumplimiento de la normativa ambiental a escala regional, estatal y comunitaria, y su compatibilidad con el desarrollo de esta fuente de energía renovable. Se abordan a continuación las diferentes etapas que idealmente deberían seguirse tanto para la redacción de proyectos en esta materia como para afrontar su evaluación desde el punto de vista ambiental.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PREVIA

La información inicial que deberá recopilarse en el ámbito de estudio para garantizar el mejor conocimiento de las poblaciones de aves esteparias potencialmente afectadas en un proyecto de planta fotovoltaica o termosolar tendría que considerar, al menos, las siguientes fuentes de información:

- a) Espacios de la Red Natura 2000 próximos al área de actuación, especialmente zonas de especial protección para las aves (ZEPA) y sus planes de gestión. Se deberá recopilar información disponible sobre el estado de conservación actual de los hábitats de interés comunitario ligados a ambientes esteparios y de las poblaciones de las especies de aves de interés comunitario presentes en el entorno. Los estudios específicos publicados, el formulario normalizado de datos de cada uno de los espacios, la consulta a los gestores de estos espacios y el propio plan de gestión, así como los documentos generados para su elaboración, son ejemplos de fuentes básicas que deberían ser analizadas para desarrollar la evaluación de impacto ambiental. En el caso de que resulte necesaria una evaluación de repercusiones sobre la Red Natura 2000, ésta se llevará a cabo conforme a las exigencias legales vigentes y teniendo en cuenta, para su cumplimiento, las distintas guías y directrices publicadas.
- b) Información cartográfica de las superficies agrarias de distintos tipos de cultivos, así como de hábitats naturales y seminaturales, existentes en el área de proyecto, obtenida mediante herramientas como CORINE Land Cover-Copernicus (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>) o SIOSE (Sistema de Información de Ocupación de Suelo en España) (<https://www.siose.es/>). También se documentarán las representaciones de los hábitats de interés comunitario ligados a ambientes esteparios, ya sea dentro o fuera de la Red Natura 2000. Estos hábitats serán definidos y caracterizados; y se calculará la superficie relativa que se perdería o alteraría debido a la realización de las distintas actuaciones del proyecto.
- c) Espacios naturales protegidos y sus instrumentos de gestión (PRUG u otros).
- d) Información recogida sobre las especies de aves esteparias en las áreas importantes para las aves del programa IBA (Important Bird Areas) de SEO/Birdlife (<https://www.seo.org/iba/>). También puede ser de interés la consulta de las monografías de especies elaboradas por SEO/Birdlife, dado que contienen datos poblacionales recientes para las diferentes especies (<https://www.seo.org/monografias-de-aves/>).
- e) Distribución de las especies, tendencias poblacionales y otros datos relevantes según el Inventario Español de Especies Terrestres del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/ieet_aves.aspx). Dicho inventario contiene información oficial sobre el estado de conservación y protección de las diferentes especies de aves, así como sobre sus poblaciones, tendencias, amenazas y medidas de conservación. Esta información procede tanto de las diferentes administraciones competentes como de las diversas fuentes científicas y técnicas existentes, y se remite

sexenalmente a la Comisión Europea en cumplimiento del artículo 12 de la Directiva 2009/147/CE, relativa a la conservación de las aves silvestres.

- f) Resulta recomendable complementar la información anterior con la que disponen las comunidades autónomas. Por ello, se recomienda consultar aspectos como la distribución, abundancia y estado de conservación de las aves esteparias afectadas por el proyecto a los organismos competentes autonómicos en la gestión de la fauna terrestre. También se considera relevante la existencia de áreas críticas o zonas de importancia de especies amenazadas incluidas en sus planes de recuperación o conservación, así como otras consideraciones incluidas en estos instrumentos legales de conservación de las especies.
- g) Además, se recomienda la consulta de otros estudios de impacto ambiental y planes de vigilancia ambiental, anuarios ornitológicos locales, informes de las Administraciones Públicas y artículos científicos, que contemplen los avances tanto en materia de detección de afecciones como de las particularidades de las especies.
- h) Se debe incluir información sobre otras instalaciones fotovoltaicas próximas u otro tipo de cambios de usos de suelo (urbanización, infraestructuras, eólicos, minería a cielo abierto, vertederos, transformaciones agrícolas, etc.) en el entorno de la zona para valorar adecuadamente los efectos acumulados con otros proyectos.
- i) Finalmente, en determinados casos, especialmente si la información es escasa o de difícil acceso, resulta de interés la recopilación y consideración de posibles expertos, tanto científicos como técnicos, que trabajen o lo hayan hecho en las zonas afectadas con las especies objetivo, por si resultara necesario realizar consultas sobre aspectos concretos de las poblaciones de aves presentes.

TRABAJO DE CAMPO. DIRECTRICES METODOLÓGICAS.

Como primer paso para definir los requerimientos básicos del trabajo de campo a desarrollar para llevar a cabo la correspondiente evaluación ambiental, se considera necesario establecer un ámbito de estudio en torno a las actuaciones que dependerá de la situación de cada proyecto, especialmente, de las especies que se vean afectadas por la infraestructura, tanto por la planta solar como por la línea aérea de evacuación de energía.

En dicho ámbito se desarrollarían los trabajos de campo que determinen si hay coincidencia geográfica entre los distintos elementos del proyecto y la distribución de las poblaciones de aves esteparias, y que valoren, de forma general, el hábitat estepario de la zona afectada por el proyecto.

Ámbito de estudio

Para evaluar el efecto de un proyecto fotovoltaico o termosolar sobre las poblaciones de fauna se debe tener en cuenta que su efecto no se limita a la zona de ocupación de la instalación, sino que las alteraciones producidas se extienden en una banda cuyo alcance es difícil de definir, especialmente en el caso de las aves, que muestran a menudo extensas zonas de campeo. Por lo tanto, se debe establecer un ámbito de estudio suficientemente amplio para considerar el eventual impacto negativo del proyecto sobre las poblaciones de aves esteparias que hacen algún uso del territorio en el que se ubica la instalación. Al mismo tiempo, este ámbito de estudio puede y debe variar en función de los elementos naturales que se estén evaluando, especialmente de la categoría de amenaza de las poblaciones de fauna afectadas.

Basado en varios trabajos científicos que sugieren extensas áreas de campeo y alta sensibilidad a la perturbación frente a infraestructuras por parte de distintas especies de aves esteparias (ver, por ejemplo, Silva *et al.*, 2010, Lapiedra *et al.*, 2011, Giuxe & Arroyo, 2011 o Gómez-Catasús *et al.*, 2018), así como en información reciente sobre su biología, recopilada por esta Subdirección General a través de las correspondientes consultas a expertos en estos taxones, se recomienda establecer como ámbito de estudio tanto el espacio ocupado por las infraestructuras que comprende el proyecto como una banda externa que presente la siguiente anchura:

- 2 km en torno a la planta solar, con carácter general.
- 3 km en torno a la línea aérea de alta tensión, con carácter general.
- Para ambas infraestructuras, el ámbito de estudio se deberá ampliar a 5 km en la parte coincidente con la distribución de cualquiera de las especies de aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, información que se precisa en el siguiente apartado.

Trabajos de campo para las especies de aves esteparias

Con carácter general, los trabajos de campo deberían desarrollarse durante al menos un ciclo anual para detectar la presencia y fenología de las diferentes especies presentes en la zona, considerando las distintas fases de su ciclo vital, de manera que se contraste y complete sobre el terreno la información recabada en la fase de gabinete.

Aunque es recomendable que en los muestreos se identifiquen todas las especies de aves detectadas, el estudio deberá centrarse en las especies más representativas de estos ambientes, en concreto, se deberá centrar el estudio en las que figuran en la siguiente tabla (Tabla 1):

Especie	Categoría CEEA
Bisbita campestre (<i>Anthus campestris</i>)	LESRPE
Alcaraván <i>Burhinus oediconemus</i> ssp. <i>oediconemus</i> <i>B. oediconemus</i> ssp. <i>Distinctus</i>	LESRPE V
Terrera común (<i>Calandrella brachydactyla</i>)	LESRPE
Terrera marismeña (<i>Calandrella rufescens</i>)	LESRPE
Alondra ricotí (<i>Chersophilus duponti</i>)	V
Hubara (<i>Chlamydotis undulata</i>)	EP
Aguilucho pálido (<i>Circus cyaneus</i>)	LESRPE
Aguilucho cenizo (<i>Circus pygargus</i>)	V
Corredor sahariano (<i>Cursorius cursor</i>)	V
Cernícalo primilla (<i>Falco naumanni</i>)	LESRPE
Calandria (<i>Melanocorypha calandra</i>)	LESRPE
Avutarda (<i>Otis tarda</i>)	LESRPE
Ganga ibérica (<i>Pterocles alchata</i>)	V
Ganga ortega (<i>Pterocles orientalis</i>)	V
Tarabilla canaria (<i>Saxicola dacotiae</i>)	V
Sisón (<i>Tetrax tetrax</i>)	V

Tabla 1: Especies representativas de los medios esteparios de España. (V vulnerable en el CEEA Catálogo Español de Especies Amenazadas, LESRPE Listado de Especies en Régimen de Protección Especial)

Para ello, se recomienda la realización de un trabajo de campo que abarque un año completo pero centrado en cuatro periodos: primavera (del 15 de marzo al 15 de junio), verano (del 16 de junio

al 15 de agosto), periodo postnupcial (del 16 de agosto al 31 de octubre) e invernada (del 1 de diciembre al 31 de enero).

El esfuerzo de muestreo para cada periodo debería ser variable, pues está enfocado a las particularidades biológicas y ecológicas de las especies en ese momento del ciclo vital, así como flexible en función de las características del proyecto y de las especies potencialmente afectadas. Así, se recomienda seguir, al menos, las siguientes prescripciones técnicas:

- 1) Primavera: el esfuerzo de muestreo debe ser elevado, pues es una época propicia para muchas de las especies ligadas a medios agrarios y pseudoesteparios. Se recomienda, como mínimo, realizar una visita quincenal a la zona de proyecto en este periodo.
- 2) Verano: en este periodo se pueden detectar evidencias de que ha existido reproducción para muchas especies, como hembras con pollos (avutarda, sisón) o ejemplares juveniles (aguiluchos). Se recomienda, al menos, visitar la zona de proyecto una vez cada mes.
- 3) Periodo postnupcial: este muestreo se puede considerar opcional y sólo para la detección de determinadas especies que tienden a realizar agrupaciones postnupciales, como la avutarda y el sisón, o bien tienen una fase de dispersión que conlleva la expansión a través de áreas de mayor o menor tamaño, como es el caso de los aguiluchos cenizo y pálido. Se recomienda visitar la zona de proyecto durante esta época al menos una vez al mes.
- 4) Invernada: aunque este periodo abarca una buena parte del año, se recomienda intensificar los esfuerzos en la ejecución del trabajo de campo durante el periodo en el que las concentraciones invernales están más asentadas, entre el 1 de diciembre y el 31 de enero, ventana en la que se recomiendan visitas quincenales, como mínimo. Durante el resto del periodo invernal, las visitas pueden reducirse a una frecuencia mensual.

Para que resulte adecuado, el trabajo de campo consistirá principalmente en censos de las aves y deberá cumplir una serie de prescripciones técnicas. En primer lugar, el personal que lo realice debe contar con conocimientos adecuados y experiencia para realizar los trabajos. Deben conocerse las especies y saber identificar, tanto *de visu* como a través de sus vocalizaciones características. Con carácter general, los censos primaverales se deben realizar a primera hora de la mañana (no más tarde de 4 horas después de la salida del sol) y los invernales al menos 1 hora después de la salida del sol (salvo que se estén muestreando dormideros), y siempre en condiciones meteorológicas favorables, descartando días con poca visibilidad o fuerte viento. Además, se desarrollarán por caminos poco transitados. Los transectos se plantearán en hábitats favorables y siguiendo metodologías estandarizadas.

Los muestreos incluirán transectos lineales recorridos a pie de aproximadamente 500 m de longitud y estaciones de escucha/observación. La intensidad del muestreo debe ser variable en función del tamaño y del diseño de la planta solar. La cantidad de transectos y de estaciones de escucha establecidos vendrán estimados por la diversidad de aves de la zona de proyecto, así como por la heterogeneidad de los hábitats existentes en su entorno y la superficie de los mismos, de tal manera que es recomendable que en los muestreos se vean representados todos los hábitats ligados al medio agrario o a ambientes esteparios.

No obstante, de modo orientativo, se recomienda que, al menos, se establezcan los siguientes trabajos de campo:

- Muestreos generales para aves esteparias.
 - Dentro de la planta solar: 1 transecto/100 ha de superficie de la planta.
 - Trazado de la línea eléctrica: 3 transectos por cada 10 km de línea.
 - Dentro del ámbito de estudio de la planta solar: 5 transectos

- Dentro del ámbito de estudio de la línea eléctrica: 6 transectos por cada 10 km de línea eléctrica
- Muestreos específicos. Cuando el proyecto sea coincidente con cuadrículas UTM de 10 x 10 km con presencia de especies de aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (ver más adelante las figuras 1 y 2 y el Anexo 1), o se encuentre a menos de 500 metros de las mismas se deberá prospectar de forma específica dichas cuadrículas para detectar poblaciones de estas aves, utilizando para ello metodologías diseñadas y contrastadas para cada especie, que pueden ser consultadas en el Anexo 2. El ámbito de estudio estimado para los muestreos específicos se establece en una banda de 5 km alrededor de la zona de actuación.

Por otro lado, se podrán plantear estudios de caracterización de la comunidad de aves esteparias de la zona basadas en metodologías alternativas a la propuesta anteriormente, siempre y cuando los resultados obtenidos por la nueva metodología sean, al menos, equiparables en cuanto a la calidad a los obtenidos por la propuesta metodológica de la presente guía y se justifique correctamente la validez técnica y científica de la metodología desarrollada.

El diseño del muestreo será estratificado; los transectos se dispondrán abarcando los diferentes tipos de hábitats afectados por la infraestructura de manera proporcional y siempre cubriendo representaciones de todos los hábitats presentes. No obstante, cada transecto deberá trazarse, recorriendo, en términos generales, un único tipo de hábitat. En ellos se anotarán todas las aves observadas o escuchadas, además de sus rastros -excrementos, nidos o plumas-, en la medida de lo posible. En cuanto a las observaciones, con carácter general, se recomienda anotar las aves identificadas dentro de una banda de 50 metros a ambos lados del transecto, lo que permitirá calcular las densidades de las especies detectadas si es preciso, así como las aves observadas fuera de esa banda para completar los datos de riqueza específica de la zona. Además del número de ejemplares observados, y el sexo y la edad cuando sea posible, se deberán tomar datos de altura y dirección de vuelo, comportamiento, e indicios de reproducción (cantos territoriales, presencia de leks, vuelos de cortejo, nidos, cebas, restos de huevos, hembras con pollos, grupos familiares, individuos juveniles, etc.). Las anotaciones de campo en relación a los movimientos de las aves identificadas tienen una gran importancia de cara a analizar el riesgo de colisión con el tendido eléctrico planificado. En el Anexo 2 se incluye más información sobre los datos a recopilar y otros tipos de censos de aplicación.

Estudio del hábitat favorable

La distribución de la avifauna esteparia es dependiente de la cobertura y estructura de la vegetación, del uso de la tierra, de la topografía, y de factores humanos (Suárez-Seoane *et al.*, 2002), como perturbaciones por presencia de infraestructuras u otras molestias. Por tanto, a la par que se realiza la detección de las especies de avifauna esteparia en el ámbito de estudio, se deberían desarrollar una serie de trabajos dirigidos a valorar la calidad del hábitat favorable para la avifauna esteparia en el área de estudio, y que incluirán la estimación de distintos factores y variables. Estos trabajos estarán apoyados principalmente en un sistema de información geográfica y serán complementados con los trabajos de campo necesarios. Como primer paso, se

deberá disponer de una cartografía lo más completa posible de los tipos de hábitat (incluyendo los tipos de cultivos) presentes en el ámbito de estudio.

Las variables a estudiar serán las siguientes:

- 1) **Superficie de hábitat favorable:** determinación del porcentaje de hábitat propicio para la especie en el ámbito de estudio, definido fundamentalmente por eriales, pastizales naturales, barbechos (con un papel clave de las estepas cerealistas para la supervivencia de las especies esteparias según Giralt *et al.*, 2018), parameras, saladares y áreas de cultivos de secano. En el caso de que se identifiquen otros hábitats favorables, se propondrá una metodología de valoración de los mismos.
- 2) **Gestión favorable del hábitat:** se define como el porcentaje del ámbito de estudio en el que el tratamiento y la gestión de las parcelas agrarias son compatibles con la conservación de las aves esteparias; en concreto, las parcelas en las que no se aplican pesticidas, en las que no se roturan los barbechos (ausencia de barbecho labrado o barbecho blanco). Asimismo, se incluirán en la definición de hábitat con gestión favorable las parcelas con cultivos ecológicos.
- 3) **Fragmentación del hábitat:** consiste en el análisis del cambio en la conectividad que se genere tras la implementación de la planta solar en el ámbito de estudio, teniendo en cuenta el impacto acumulado. Esta variable se determina mediante el cálculo de la superficie ocupada por infraestructuras tanto lineales como poligonales (carreteras, líneas de ferrocarril, instalaciones energéticas, etc.), incluyendo el propio proyecto analizado.
- 4) **Distancia a infraestructuras:** consiste en valorar la distancia de los hábitats esteparios presentes en el ámbito de estudio a todo tipo de infraestructuras, tanto lineales como no lineales, o a núcleos de población, ya que algunas especies evitan las áreas densamente pobladas (Estrada *et al.*, 2016, Torres *et al.* 2012) o cercanas a carreteras o líneas eléctricas (Giralt, *et al.*, 2018, Palacín *et al.*, 2012).
- 5) **Evaluación del riesgo de colisión con tendidos eléctricos:** la implantación de líneas eléctricas en ámbitos esteparios influye de diferente manera en las distintas especies (Marques *et al.*, 2020). Esta variable se analizará calculando la distancia de los hábitats esteparios a líneas eléctricas dentro del ámbito de estudio.
- 6) **Linderos, cursos de agua, líneas de árboles y otros elementos del paisaje:** su presencia se valora positivamente por ofrecer refugio a determinadas especies, así como por constituir un indicador indirecto de la disponibilidad de alimento, por su relación con la presencia de insectos, principal fuente de proteínas de la mayoría de aves esteparias en sus primeras fases vitales, así como de presas potenciales para los aguiluchos pálido y cenizo. Su estimación se obtendría del porcentaje del ámbito de estudio en el que se mantienen estos tipos de elementos con plena funcionalidad.

Para cada una de las variables se ha planteado la siguiente clasificación de la calidad del hábitat, conforme a los umbrales recogidos en la siguiente tabla:

Variable	Calidad de Hábitat Alta	Calidad de Hábitat Media	Calidad de Hábitat Baja
Superficie de hábitat favorable	>50%	>25%	<25%
Gestión favorable del hábitat	>75%	>40%	<40%
Fragmentación del hábitat	<10%	<30%	>30%
Distancia a infraestructuras	>5 km	>1 km	<1 km
Evaluación del riesgo de colisión	>5 km	>2 km	<2 km
Linderos, cursos de agua, líneas de árboles, etc.	>50%	>25%	<25%

Tabla 2: Variables propuestas para definir la calidad del hábitat de las aves esteparias.

CRITERIOS PARA LA VALORACIÓN DE LA COMPATIBILIDAD DE LAS INSTALACIONES SOLARES CON LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES ESTEPARIAS

Además de identificar la información que se considera necesaria para poder valorar los impactos de proyectos de plantas solares sobre las poblaciones de aves esteparias, este documento pretende reflejar los criterios que aplica la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para identificar aquellos proyectos que presenten una ubicación problemática en relación a la compatibilidad del proyecto con la conservación de especies amenazadas de aves esteparias. Dentro de este análisis se han previsto los estudios y condiciones que permitirían garantizar dicha compatibilidad para aquellos casos en los que no resulte viable el cambio de ubicación. Todo esto, sin perjuicio de las conclusiones que establezca la correspondiente resolución de impacto ambiental conforme a la evaluación practicada respecto a éstos u otros componentes de la biodiversidad.

Los presentes criterios de evaluación de la localización de los proyectos solares se basan exclusivamente en la distribución de las especies de aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas: el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*), el sisón común (*Tetrax tetrax*), la ganga ibérica (*Pterocles alchata*), la ganga ortega (*Pterocles orientalis*) y la alondra ricotí o de Dupont (*Chersophilus dupontii*) para todo el territorio español, y la hubara (*Chlamydotis undulata*), el corredor sahariano (*Cursorius cursor*) y la subespecie *distinctus* de alcaraván (*Burhinus oedicephalus*) presente en las Islas Canarias. De este modo, estas especies, las más amenazadas y también algunas de las más representativas de los hábitats esteparios y medios agrarios, ejercerían de especies paraguas para amparar al resto de taxones de fauna con los que comparten comunidad.

Para desarrollar los criterios geográficos de este trabajo se han identificado las cuadrículas UTM 10 x 10 km con presencia de alguna de las especies indicadas, a partir de la información existente en el Inventario Español de Especies Terrestres, en concreto provenientes del Atlas de las Aves Reproductoras de España (Martí & Del Moral, 2003), actualizada con datos de los censos nacionales de los programas de seguimiento de aves comunes realizados por SEO/Birdlife y de los datos de los últimos informes sexenales para el cumplimiento del Artículo 12 de la Directiva Aves (ver Anexo 1).

Como resultado de este análisis cartográfico, se han generado dos mapas, uno para la España peninsular e Islas Baleares (Figura 1) y otro para Islas Canarias (Figura 2), que muestran el área de distribución conocida de las especies que se encuentran en el Catálogo Español de Especies Amenazadas en cuadrículas UTM de 10 x 10 km. Estas áreas se consideran como zonas altamente sensibles para la conservación de las aves esteparias. En estos mapas no se hace distinción entre las especies y tan solo se muestra un entramado de presencia/ausencia (negro/blanco) de alguna de las especies catalogadas. Por otra parte, es necesario mencionar que dada la naturaleza de estas especies y la mejor información disponible que va siendo actualizada

principalmente por las comunidades autónomas, los mapas serán revisados y actualizados periódicamente.

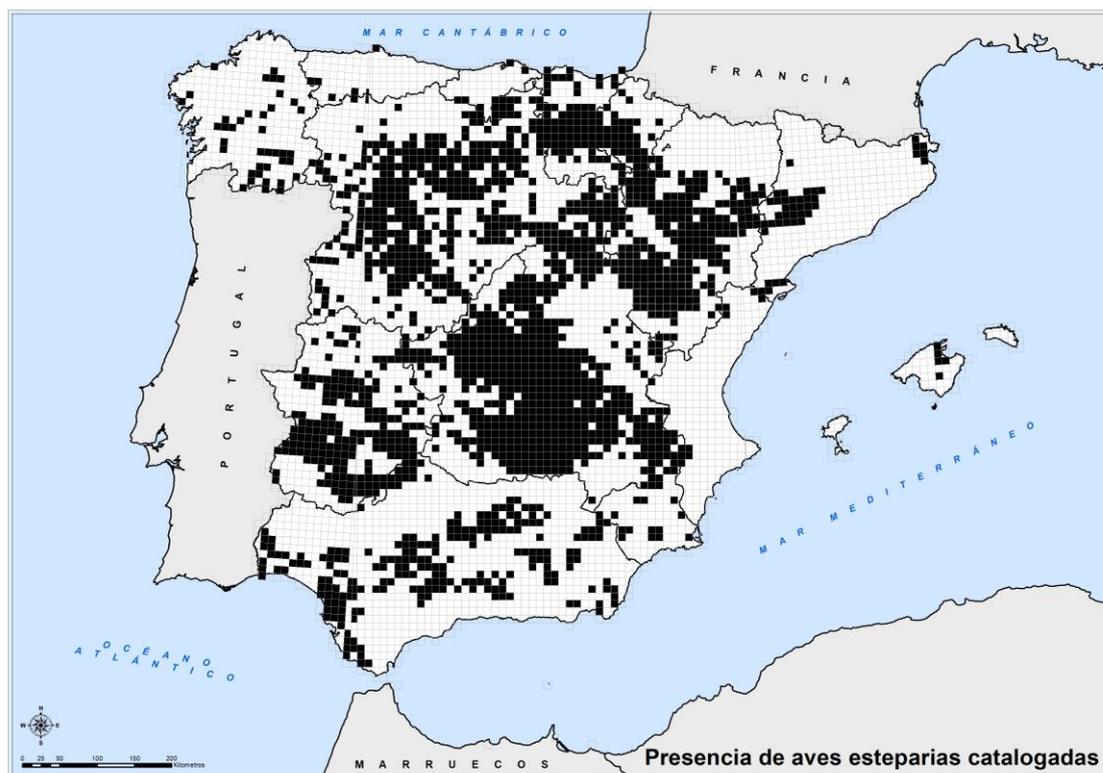


Figura 1. Zonas altamente sensibles para la conservación de las aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (*Chersophilus duponti*, *Circus pygargus*, *Tetrax tetrax*, *Pterocles alchata* y *Pterocles orientalis*) en la España peninsular e Islas Baleares.

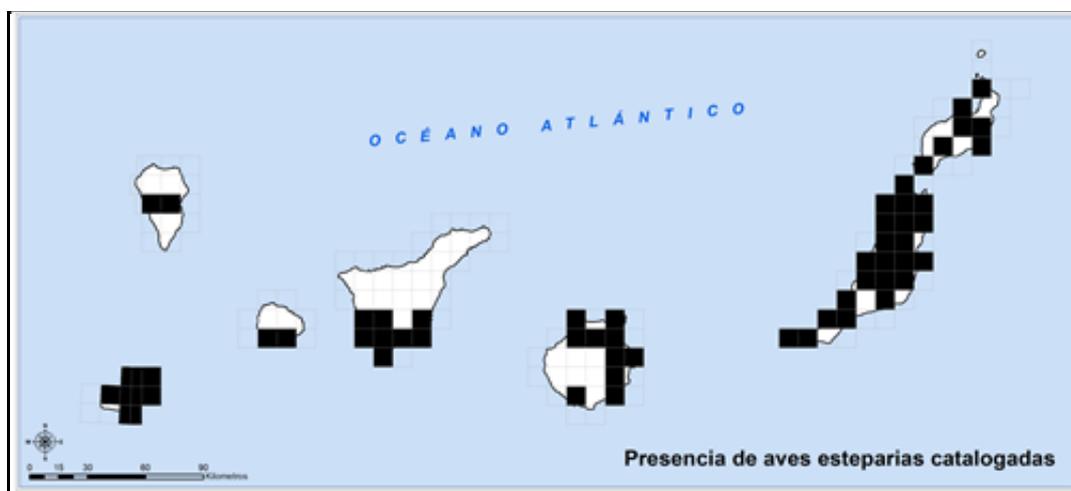


Figura 2. Zonas altamente sensibles para la conservación de las aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (*Chlamydotis undulata*, *Cursorius cursor* y *Burhinus oedichnemus ssp. distinctus*) en Islas Canarias.

Si el proyecto a analizar se situase en una de estas zonas sensibles (cuadrículas negras) o a menos de 500 metros de una de ellas, se considera que el proyecto se plantea en una ubicación comprometida, en lo que se refiere a la conservación de las especies esteparias amenazadas. Por tanto, se recomienda buscar una ubicación alternativa o, en caso de que no se considere esta opción, se deberán plantear los estudios que demuestren, de manera fehaciente, que el proyecto no afectará a las poblaciones de aves esteparias amenazadas presentes en la zona.

Se considera que ocurre esta ausencia de afecciones si se cumple alguna de las condiciones, algo que se deberá acreditar durante la evaluación ambiental correspondiente.

- 1) **CONDICIÓN 1:** El proyecto se ubica en suelo urbano o industrial.
- 2) **CONDICIÓN 2:** El proyecto no afecta a áreas clave de especies incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, entendiendo por áreas clave sus zonas de reproducción (incluyendo “leks” y áreas de nidificación), invernada, concentración postnupcial y alimentación. Esta situación se podría acreditar mediante el desarrollo de trabajos de campo destinados a demostrar que no existe coincidencia geográfica ni efectos indirectos sobre dichas áreas clave. Los resultados del informe deberán acompañarse del correspondiente certificado de la administración competente en la conservación de la biodiversidad de la comunidad autónoma en la que se desarrolle el proyecto.
- 3) **CONDICIÓN 3:** La implantación del proyecto no supondrá una disminución en el estado de conservación de las poblaciones afectadas de especies de aves esteparias incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas presentes en el territorio.

Para valorar si puede lograr el cumplimiento de la Condición 3 se recomienda aplicar la metodología para evaluar el estado de conservación de las especies incluidas en el proyecto “Bases científico-técnicas de taxones de fauna incluidos en el Catálogo Español de Especies Amenazadas” realizado por científicos expertos en cada taxón y que puede consultarse en el Anexo 3 del presente documento. A este respecto, se recomienda sustituir el empleo de determinadas variables que pueden suponer cierto riesgo para los ejemplares, al implicar captura y manejo, empleando aproximaciones alternativas obtenidas mediante métodos no invasivos, o bien minimizar el manejo de ejemplares a lo estrictamente necesario, para lo que se seguirán de forma obligatoria todos los protocolos publicados, tras haber solicitado las correspondientes autorizaciones administrativas. En cualquier caso se estudiará y valorará cualquier método alternativo de medición del estado de conservación de las especies que se proponga por el promotor siempre y cuando se acompañe de la correspondiente justificación y de una validación técnico-científica de la bondad de la aplicación de dicho método.

En todo caso, se recuerda que aquellos proyectos situados en zonas altamente sensibles para la conservación de las aves esteparias y que justifiquen alguna de las condiciones antes indicadas, estarán sometidos a los habituales análisis de las potenciales repercusiones de las actuaciones sobre estos y otros elementos dentro del procedimiento de evaluación ambiental y cuyas conclusiones serán independientes de la aplicación de los criterios incluidos en este documento. En este sentido, se debe recordar la importancia de que los estudios de impacto ambiental incorporen una valoración de las afecciones acumuladas sobre estas especies, puesto que la acumulación de varios impactos de magnitudes pequeñas pueden suponer afecciones en la viabilidad de las poblaciones a medio – largo plazo muy importantes.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS RECOMENDADAS EN INSTALACIONES SOLARES

Con el objetivo de compatibilizar adecuadamente el desarrollo de un proyecto solar con la conservación del medio natural y su biodiversidad, y sin menoscabo de las consideraciones incluidas anteriormente en este documento, se recomienda considerar la adopción de las siguientes medidas preventivas y correctoras para evitar o minimizar los efectos negativos de las infraestructuras en la biodiversidad:

- Medidas preventivas y correctoras en el tendido eléctrico y la subestación.
 - La alternativa de soterrado de la línea eléctrica siempre se considerará prioritaria, y en su diseño se evitará afectar a hábitats naturales.
 - En el caso de presentar trazado total o parcial en aéreo, se seleccionará la alternativa de ubicación que genere un menor riesgo de colisión y electrocución para las especies de la zona de proyecto, implementando además las siguientes medidas:
 - Se incrementará la visibilidad de los cables, mediante la utilización de dispositivos salvapájaros, seleccionando los modelos que estén obteniendo mejores resultados, según los estudios más recientes.
 - Se elegirán los tipos de apoyos y crucetas, su disposición y los materiales óptimos para reducir el riesgo de colisión y electrocución.
 - Los diseños de apoyos y crucetas deberán cumplir las condiciones de distancias de seguridad establecidas en el Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, y procurando suplementariamente en la medida de lo posible que desde cada zona de posible posada de un ave existan más de 150 cm de distancia hasta la zona donde se presente un elemento conductor. Adicionalmente, se aislarán los elementos que generen un riesgo de electrocución tanto en la subestación como en la línea aérea.

- Respecto al vallado.

Para evitar la colisión de aves con el vallado perimetral, así como otros efectos negativos derivados de la pérdida de conectividad en la zona de proyecto, se consideraría muy favorable para la movilidad de la fauna prescindir de dicho vallado. No obstante, teniendo en cuenta la dificultad en la mayor parte de los casos de prescindir de esta estructura, por motivos de seguridad de la instalación, se recomienda el empleo de malla cinegética con las siguientes características:

- Señalización del vallado con elementos de alta visibilidad, prioritariamente naturales, para evitar la colisión de las aves. Empleo de pantallas vegetales adicionales, acordes con el paisaje de la zona.
- Diseño constructivo para evitar el efecto barrera:
 - Luz de la malla superior a 15 cm.
 - No se enterrará el mallado para que puedan pasar pequeños vertebrados (ver Figura 3). Se evitará cementación de bloque de hormigón en la parte inferior para permitir a ciertos mamíferos excavar pasos que comuniquen el exterior con el interior del recinto.

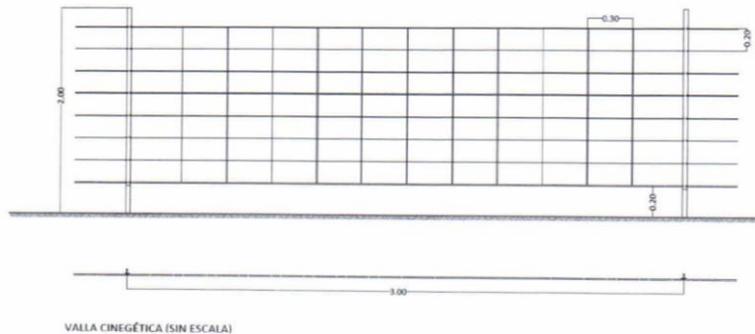


Figura 3. Modelo propuesto de vallado.

- Se evitará la presencia de elementos punzantes que puedan causar heridas a la fauna.

- Dentro de la planta solar.

- Diseño de la superficie ocupada para minimizar la pérdida de hábitats naturales y/o valiosos, priorizando la ocupación de hábitats ya alterados.
- Evitar la aplicación de herbicidas para realizar el control de la vegetación. Se recomienda la gestión de la vegetación mediante desbrozadora o por pastoreo, priorizando siempre que sea posible, el pastoreo.
- Mantener vegetación natural en los márgenes de la planta solar y calles intermedias entre filas de paneles.
- Seleccionar el tipo de panel que suponga la menor excavación y ocupación del suelo.
- Diseñar la planta solar de modo que no suponga un efecto barrera para las especies amenazadas y protegidas presentes en el territorio. Establecer una red de corredores continua que mantenga zonas de vegetación natural favorece la integración de la infraestructura (Montag et al., 2016), pudiendo mantener ciertos procesos beneficiosos para determinadas especies de fauna. En especial se deben aprovechar las vaguadas que existan en la zona para ser incluidas en la citada red de corredores. Además, facilitaría en la fase de abandono la recuperación del suelo, al poder establecerse mejor las especies vegetales del entorno más cercano.

- Evitar la iluminación de la planta siempre que sea posible, pues no existe una solución óptima basada en franjas horarias o diseño de las lámparas para evitar los perjuicios a todos los grupos potencialmente afectados, incluida la flora (https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/7_efectos_bordes_y_margenes_tcm30-505618.pdf). En el caso de que sea inevitable la iluminación en *áreas de entornos oscuros*, el Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 recomiendan disponer de lámparas que emitan luz con longitudes de onda superiores a 440 nm. Se indican a continuación otras recomendaciones adicionales a considerar:
 - Utilizar un régimen nocturno reducido a lo imprescindible.
 - Los puntos de luz nunca serán de tipo globo y se procurará que el tipo empleado no disperse el haz luminoso, que debe enfocarse hacia abajo.
- Finalmente, se llevará a cabo un programa de restauración, limpieza y seguimiento de las zonas aledañas, que normalmente suelen degradarse más al estar más accesibles al tránsito humano.

COMPENSACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Con el objetivo de contrarrestar los efectos sobre las aves esteparias que se produzcan por la construcción y explotación de aquellos proyectos solares ambientalmente viables, o de aquellos que sean objeto de procedimiento de excepción relativa a efectos significativos sobre estas especies (artículo.12 Ley 21/2013 y artículos 46.4 y 61 de la 42/2007), se considera necesario incorporar en el estudio de impacto ambiental una valoración del impacto residual generado sobre estas especies. Sobre esa determinación, y siempre tras haber considerado la aplicación de medidas preventivas y correctoras que resulten viables, se plantearán una serie de medidas compensatorias, con el objetivo de evitar la pérdida neta de biodiversidad.

La determinación del impacto residual de la planta solar, se realizará a partir de la valoración de la cantidad de hábitat estepario perdido o alterado. Para ello, se considera oportuno determinar los siguientes tipos de superficies:

- Superficie de hábitat que alberga poblaciones de aves esteparias (en base al listado de la Tabla 1) utilizando como unidad espacial mínima las parcelas agrícolas o teselas de hábitat coincidentes con la planta solar.
- Superficies en las que, a pesar de no haber localizado esas especies, presenten una buena calidad de hábitat para especies esteparias.

La primera de ellas se establecerá a partir de los trabajos de campo llevados a cabo sólo en la zona de implementación de la planta solar. Su estimación se realizará mediante la suma de la superficie de las parcelas agrícolas o teselas de hábitat estepario en las que se haya localizado alguna de las especies de la Tabla 1. Al considerarse como unidad básica la parcela o representación de hábitat, se considerará en su totalidad la superficie del mismo (si presenta especies esteparias) independientemente de que la misma se encuentre total o parcialmente dentro de la zona ocupada por la planta solar.

El segundo criterio para el cálculo de superficie a compensar consiste en incluir áreas en las que, aunque no se han encontrado especies de aves esteparias, presentan, a priori, una buena estructura ecológica para albergarlas. Para ello, se identificarán aquellas parcelas agrícolas o representaciones de hábitats esteparios afectados por la planta valorados como aquellas que presenten una superficie de hábitat favorable clasificada como alta según la metodología que figura en el apartado 3 (Trabajo de campo y directrices metodológicas) u otras metodologías adecuadas que proponga el promotor.

Por tanto, las compensaciones ecológicas se realizarán sobre la suma de estos dos tipos de superficies para contrarrestar la pérdida de las unidades espaciales mínimas (teselas de hábitat o parcelas agrícolas) con presencia de especies, así como las superficies que alberguen hábitats con calidad alta identificadas.

Por otro lado, se deberán establecer medidas compensatorias para contrarrestar los efectos residuales que pudieran generar la **línea eléctrica**, tanto por pérdida de hábitats como sobre las poblaciones de aves esteparias presentes en la zona. Estos efectos se deberán compensar de manera adicional e independiente a las prescripciones mencionadas en los párrafos anteriores.

En todo caso, se atenderá a las siguientes indicaciones:

- Se primará el diseño de proyectos de restauración ecológica, según los criterios de Mola *et al.* (2018), enfocados a alcanzar un nivel alto de calidad (conforme a la Tabla 2). La compensación del impacto residual se realizará siempre en proporción de superficie 1:1 cuando la actuación a realizar sea una recreación o restauración ecológica del hábitat y en una proporción 1:1,5 cuando se trate de una actuación dirigida a cambios en la gestión de usos agrícolas.
- La superficie de hábitat a compensar que en su momento se determine deberá permitir la permanencia y evolución poblacional de las comunidades de aves esteparias contrarrestando el efecto tanto para la planta solar como la línea eléctrica.
- La mejora de las condiciones de conservación de las zonas de reproducción cercanas de las especies sensibles mediante la adopción de medidas de conservación o la eliminación de amenazas sobre las mismas será un aspecto relevante a tener en cuenta en el proyecto de restauración ecológica.

A continuación, se indican criterios adicionales que podrán ser aplicados para la elaboración de los correspondientes proyectos de medidas compensatorias:

- La mejora o la creación de una superficie de hábitat idóneo para las aves esteparias afectadas partirá de la selección de terrenos con potencialidad para albergar a las especies y que precise una transformación técnica y ambientalmente viable.
- La elección de las parcelas a restaurar se realizará, entre otros criterios, atendiendo a la importancia de las mismas para reducir la fragmentación de hábitat. En este sentido se podrá proponer la mejora de hábitats conectores, “*stepping stones*”, o a lo largo de los corredores ecológicos que cruzan o rodean las infraestructuras.
- La compensación de impactos sobre parámetros poblacionales de las aves esteparias, se podrá abordar mediante la señalización, aislamiento general y enterramiento de puntos negros en líneas eléctricas situadas en un radio de 10 km de la instalación fotovoltaica.
- El diseño de las actuaciones agroambientales que estén encaminadas a promover especies concretas, se basará en los estudios y artículos científicos más recientes, para promover manejos adecuados dirigidos a establecer una estructura de vegetación óptima para sus procesos vitales (obtención de alimento, refugio, reproducción y sitios de nidificación, etc.). Concretamente, se recomienda la utilización del “Manual de gestión de barbechos para la conservación de aves esteparias” (Giralt *et al.*, 2018) para medidas de gestión del hábitat de las aves esteparias.
- Se recomienda seleccionar, prioritariamente, ubicaciones en las proximidades de la zona de actuación, y con carácter general en la provincia de implantación del proyecto. En cualquier caso, se desarrollarán las medidas dentro del área de distribución de las especies afectadas. Asimismo, y para evitar la fragmentación de hábitats, se escogerán prioritariamente parcelas colindantes, para llegar a alcanzar las hectáreas a compensar; si no fuese posible adoptar esa opción, se seleccionarán parcelas que sean colindantes a hábitats esteparios existentes, de forma que se propicie la creación de una mancha continua adecuada para las aves esteparias.
- Las medidas compensatorias se podrán implementar mediante la compra de terrenos, arrendamientos, contratos de custodia del territorio, por medio del pago y establecimiento de medidas agroambientales en terrenos de los agricultores, o bien mediante la adquisición de valores naturales generados mediante el ejercicio del derecho de conservación de los propietarios de terrenos agrícolas de las proximidades. También podrían incluir, entre otras actuaciones, el desmantelamiento de infraestructuras que supongan un riesgo de

colisión/electrocución, y su sustitución, si fuera necesario, por otros diseños menos peligrosos; la inclusión de estructuras de enriquecimiento ambiental como caballones con vegetación natural, linderos, balsas específicas para la avifauna esteparia, hoteles de insectos con distintas morfologías, majanos o estructuras específicas de refugio o reproducción para fomentar la presencia de invertebrados, reptiles, pequeños mamíferos, etc.

RECOMENDACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Para verificar el adecuado funcionamiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias ejecutadas y detectar impactos no tenidos en cuenta durante la evaluación ambiental del proyecto, se debería diseñar un programa de vigilancia ambiental que incluya la realización de muestreos de avifauna tanto dentro de la instalación como en parcelas control situadas en las cercanías, al objeto de identificar las variaciones en la riqueza y abundancia de las comunidades tras la construcción de la planta. Idóneamente, las parcelas control deberían contener los mismos hábitats que los afectados por el proyecto.

Por otra parte, puesto que algunos estudios han demostrado, aunque con baja frecuencia, colisiones con los paneles solares o daños producidos sobre las aves en las torres de concentración de las plantas termosolares, se recomienda realizar un seguimiento de mortalidad de aves en el interior del recinto de la planta solar, que se lleve a cabo mediante transectos para la búsqueda de cadáveres, y que pueden venir apoyados por el empleo de otros métodos específicos (como perros entrenados para su detección). Las carreteras, zonas de acceso, arquetas, etc., también se revisarán para detectar posibles puntos negros de atropello o caída. Además, se revisará la subestación eléctrica ligada al proyecto con el objeto de detectar posibles electrocuciones.

En relación al vallado de la planta solar fotovoltaica, se incluirán revisiones periódicas donde se comprobará la presencia de individuos muertos o atrapados, en cuyo caso se determinará la probable causa, subsanando el problema lo antes posible.

Respecto a la línea eléctrica, se diseñarán muestreos periódicos bajo los tendidos eléctricos que permitan la detección de colisiones y electrocuciones, así como de cualquier otro impacto que se produzca por la presencia de la infraestructura. Este control permitirá la localización de puntos críticos de mortalidad de aves para la posterior adopción de medidas adicionales que reduzcan el impacto en estos puntos. Respecto al seguimiento de la mortalidad de aves accidentadas, es importante que se tenga en cuenta la tasa de desaparición natural de cadáveres. En este sentido, se recomienda el empleo de patrullas cinológicas de apoyo en los transectos, al ser más eficaces en la detección de cadáveres. Por otra parte, se deberá realizar un seguimiento de la efectividad de los dispositivos anticolidión instalados para acometer la rectificación de los que no sean efectivos.

Se estudiará la posibilidad de incorporar en el seguimiento el establecimiento de grupos de identificación y vigilancia activa de zonas sensibles. Estos grupos serían los encargados del seguimiento e identificación y control de zonas de interés local para la avifauna (áreas de reproducción, alimentación, descanso, incluyendo abrevaderos o dormideros), pudiendo proponer el implementar medidas ambientales adicionales relacionadas con los problemas que se detecten.

El seguimiento ambiental del proyecto, deberá abarcar todas las fases del proyecto, adaptando la intensidad del mismo a los periodos y resultados que se obtengan, remitiendo informes periódicos al Órgano Ambiental correspondiente y publicando sus resultados de manera que sean accesible por cualquier administración afectada o entidad interesada.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrientos, R. C. Ponce, C Palacín, C. A. Martín, B. Martín, J. C. Alonso. 2012. Wire marking results in a small but significant reduction in avian mortality at power lines: a BACI designed. PLoS One 7 (3), e32569.
- Estrada A, Delgado MP, Arroyo B, Traba J, Morales MB (2016) Forecasting Large-Scale Habitat Suitability of European Bustards under Climate Change: The Role of Environmental and Geographic Variables. PLoS ONE 11(3): e0149810. doi:10.1371/journal.pone.0149810.
- Giralt, D., Robleño, I., Estrada, J., Mañosa, S., Morales, M.B., Sardà-Palomera, F., Traba, J. y Bota, G., 2018. Manual de gestión de barbechos para la conservación de aves esteparias. Fundación Biodiversidad - Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya.
- Gómez-Catasús J, Garza V, Traba J. 2018. Wind farms affect the occurrence, abundance and population trends of small passerine birds: The case of the Dupont's lark. J Appl Ecol. 2018; 00:1–10.
- Giuxe, D. & Arroyo, B. 2011. Appropriateness of Special Protection Areas for wide-ranging species: The importance of scale and protecting foraging, not just nesting habitats. Animal Conservation. February 2011.
- Harrison, C., Lloyd, H. & Field, C. 2017. Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology. Manchester Metropolitan University.
- Kagan, R.A., Viner, T.C., Trail, P.W., and Espinosa, E.O. (2014). Avian mortality at solar energy facilities in Southern California: a preliminary analysis. U.S National Fish and Forensics Laboratory.
- Lapedra, O., Ponjoan, A., Gamero, A., Bota, G. y Mañosa, S. 2011. Brood ranging behaviour and breeding success of the threatened little bustard in an intensified cereal farmland area. Biological Conservation, 144: 2882-2890.
- Marques, A. T., Martins, R. C., Silva, J. P., Palmeirim, J. M., Moreira, F. 2020. Power line routing and configuration as major drivers of collision risk in two bustard species. Oryx 14 February 2020: 1-10.
- Martí, R. & Del Moral, J. C. (Eds.) 2003. Atlas de las Aves Reproductoras de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Sociedad Española de Ornitología. Madrid.
- Martínez, J. E. y Calvo, J. F. 2000. Selección de hábitat de nidificación por el búho real (*Bubo bubo*) en ambientes mediterráneos semiáridos. *Ardeola*, 47: 215-220.
- Ministerio para la Transición Ecológica. 2019. Efectos de Borde y Efectos en el Margen de las Infraestructuras de Transporte y Atenuación de su Impacto sobre la Biodiversidad. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por

infraestructuras de transporte, número 7. Ministerio para la Transición Ecológica. 98 pp. Madrid.

- Montag, H., Parker, G. & Clarkson, T. 2016. The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity; A Comparative Study. Clarkson and Woods and Wychwood Biodiversity.
- Morales, M. B., García, J. T., Arroyo, B. (2005). Can landscape composition changes predict spatial and annual variation of little bustard male abundance? *Animal Conservation*, 8: 167-174.
- Mola, I., Sopeña, A. y de Torre, R. (editores). 2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid. 77 pp (disponible en <https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/content/guia-practica-de-restauracion-ecologica>).
- Palacín, C., Alonso, J. C., Martín, C. A., Alonso, J. A. 2017. Changes in bird-migration patterns associated with human-induced mortality. *Conservation Biology*, 31, 106–115.
- Palacín, C., Alonso, J. C., Martín, C. A., Alonso, J. A. 2012. The importance of traditional farmland areas for steppe birds: A case study of migrant female great bustards *Otis tarda* in Spain. *Ibis*, 154, 85–95.
- Sánchez Balibrea, J. M., Díez de Revenga Martínez, E., Aledo Olivares, E., Martínez Torrecillas, J. E., Fernández de Córdoba Sempere, E. 2007. Actas del IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, IV CONEIA. Madrid.
- Sánchez-Zapata, J. A., Botella Robles, F., Anadón Herrera, J. D., Reques, R., Barros, D., y Ríos, D. 2004. Estudio de la avifauna reproductora de la Sierra de Garabitos y alrededores, *Cartagena (Murcia)*, Ornitour, S.L. y Universidad Miguel Hernández para Urbaenergía.
- Silva, J.P., Santos, M., Queirós, L., Leitão, D., Moreira, F., Pinto, M., Lecoq, M. Y Cabral, J.A. 2010a. Estimating the influence of overhead transmission power lines and landscape context on the density of little bustard *Tetrax tetrax* breeding populations. *Ecological Modelling*, 221: 1954-1963.
- Suárez, F. (Ed.) 2010. La alondra ricotí (*Chersophilus dupontii*). Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid.
- Suárez-Seoane, S., Osborne, P. E., Alonso, J. C. 2002. Large-scale habitat selection by agricultural steppe birds in Spain: identifying species–habitat responses using generalized additive models. *Journal of Applied Ecology*, 39, 775-771.
- Torres, A., Palacín, C., Seoane, J., Alonso, J. C. 2011. Assessing the effect of a highway on a threatened species using BDA and BDACI designs. *Biological Conservation* 144: 2223-2232.
- Turney D & Fthanakis V (2011) Environmental impacts from the installation and operation of large scale solar power plants, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 3261–3270.