



GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS Y MEDIDAS AMBIENTALES ASOCIADAS



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARIA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACION

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD TERRESTRE Y MARINA

Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/>
Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Título: *Guía de buenas prácticas para la integración de la conservación de la fauna en el diseño y evaluación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas.*

A efectos bibliográficos la obra debe citarse como sigue:

MITECO (2024). *Guía de buenas prácticas para la integración de la conservación de la fauna en el diseño y evaluación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas.* Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina; Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Madrid.

Fuente imágenes: *Cerval Studio s.l.* y *Biodiversity Node*



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:
© SUBSECRETARÍA
Gabinete Técnico

NIPO (en línea): 665-24-104-9
Gratuita / Unitaria / En línea / pdf



Aviso legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha en su caso, de la última actualización.

ÍNDICE

1	PRESENTACIÓN	5
2	ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	7
2.1	Alcance de la guía.....	8
2.2	Metodología para la elaboración de la guía.....	9
3	PARTE I. METODOLOGÍAS RECOMENDADAS.	12
3.1	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE FAUNA.....	13
3.1.1	Ámbito de aplicación.....	13
3.1.2	Objetivos y alcance.....	20
3.1.3	Definición del ámbito de estudio	22
3.1.4	Duración y planificación temporal de los trabajos de campo	23
3.1.5	Determinación de la distribución y abundancia.....	24
3.1.6	Determinación de las zonas de interés para la fauna.....	42
3.1.7	Determinación del hábitat para la fauna.....	43
3.2	DETERMINACIÓN DE AFECCIONES.....	51
3.2.1	Introducción	51
3.2.2	Impactos sobre la fauna	51
3.2.3	Grupos faunísticos afectados	56
3.2.4	Resumen de afecciones	68
4	PARTE II. BUENAS PRÁCTICAS Y CASOS DE INTERÉS	77
4.1	MEDIDAS PREVENTIVAS	78
4.1.1	Introducción	78
4.1.2	Ventajas de evitar impactos.....	82
4.1.3	Problemas en el proceso de evitación de impactos.....	84
4.1.4	Selección de la ubicación	88
4.1.5	Diseño de la planta.....	107
4.1.6	Organización temporal o programación.....	117
4.2	MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS.....	120
4.2.1	Gestión adaptativa.....	120
4.2.2	Medidas Correctoras	120
4.2.3	Medidas Compensatorias y complementarias.....	136
4.3	PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	171
4.3.1	Introducción	171
4.3.2	Responsabilidad del seguimiento y equipo de trabajo.....	173
4.3.3	Tipos de informes: ordinario, específico, extraordinario y final.....	173
4.3.4	Fase de construcción	175
4.3.5	Fase de explotación/funcionamiento	177
4.4	PRESUPUESTO Y COSTE DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	180
4.5	CASOS DE INTERÉS.....	181

4.5.1	Implementación de medidas de mitigación de impactos sobre la fauna en la planta solar fotovoltaica "Talayuela solar".....	181
4.5.2	Medidas compensatorias agroambientales en el proyecto de regadíos de Segarra-Garrigues	187
5	BIBLIOGRAFÍA.....	190

1 PRESENTACIÓN

La Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha desarrollado la presente **Guía de buenas prácticas para la realización de estudios de fauna en proyectos de instalación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas**, con el objetivo de recopilar criterios sencillos para ayudar al procedimiento de valoración del impacto sobre la fauna de la implantación de plantas solares fotovoltaicas (PSFV). También constituye una herramienta para promotores de PSFV, para conocer las metodologías, recomendaciones y contenidos que esta Subdirección General considera oportunas para la elaboración de los documentos e informes requeridos dentro de los correspondientes procedimientos de evaluación ambiental.

La **Guía de buenas prácticas para la realización de estudios de fauna** no se centra únicamente en aves esteparias (para la que ya se elaboró una guía específica), sino que contempla también los invertebrados y otros grupos de vertebrados (reptiles, anfibios, mamíferos terrestres y quirópteros) que puedan ser afectados por el desarrollo de estos proyectos de producción de energía solar fotovoltaica. En este sentido, conviene señalar que la Guía está enfocada únicamente hacia las propias infraestructuras fotovoltaicas, es decir, no se tienen en cuenta las infraestructuras de transporte eléctrico. Estas, si bien pueden tener efectos significativos sobre la fauna, no presentan ninguna diferencia con respecto a las que se instalan para otros fines, y por tanto los manuales, guías y directrices existentes son igualmente válidos para las líneas eléctricas de las PSFV.

Para que su consulta y aplicación resulte más sencilla, la Guía se ha dividido en dos partes: una primera parte con las metodologías recomendadas para los estudios previos y estudios de impacto, y una segunda parte con recomendaciones de medidas correctoras, en sentido amplio, y seguimiento de los proyectos de plantas solares fotovoltaicas, en la que se añaden dos casos de ejemplo.

I. Parte I. METODOLOGÍAS RECOMENDADAS

En primer lugar, se abordan las **metodologías de estudio** de los distintos grupos de fauna potencialmente afectados por este tipo de proyectos: aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados. Se tienen en cuenta las distintas características, principalmente la escala de trabajo, entre los estudios a realizar en las fases de planificación previa y las de diseño del proyecto. No sólo se contempla la caracterización de las especies de fauna presentes, también se abordan criterios para la determinación de zonas de interés y del hábitat para la fauna, desde su cartografía el uso de modelos y la consideración de la conectividad.

A continuación, se realiza una **revisión de los impactos** sobre distintos grupos de fauna (aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados) y sus hábitats, a partir de publicaciones científico-

técnicas de fácil acceso, dando prioridad a artículos revisados por pares, informes de administraciones públicas y documentos técnicos reconocidos como fuentes documentales.

II. Parte II. BUENAS PRÁCTICAS Y CASOS DE INTERÉS

Caracterizada la comunidad faunística y conocidos los impactos potenciales, se desarrolla en varios capítulos las **medidas de mitigación**, siguiendo la denominada “jerarquía de la mitigación”, que generalmente se define en cuatro pasos:

- 1°. Anticipar y evitar el impacto.
- 2°. Cuando no es posible, minimizar el impacto.
- 3°. Cuando ocurren los impactos, corregir (rehabilitar o restaurar).
- 4°. Cuando se mantienen impactos residuales significativos, compensarlos.

Consecuentemente al orden anteriormente expuesto, se desarrollan en primer lugar las **medidas preventivas** que buscan evitar el impacto. Es la parte más importante en el desarrollo de un proyecto y se abordan todos los puntos en el proceso de definición de un proyecto donde surgen oportunidades de evitación: la selección de su ubicación, la elección de distintos elementos de diseño, y la organización temporal o programación de su ejecución.

Le siguen las **medidas correctoras**, cuyo fin es reducir o corregir el impacto en todas las fases del proyecto, desde la construcción a la explotación y finalmente su desmantelamiento, y las **medidas compensatorias** (para compensar impactos residuales que no han podido evitarse o corregirse) y medidas complementarias (adicionales que el promotor quiera desarrollar con objeto de mejorar la biodiversidad) más habituales en este tipo de proyectos. Todas las medidas se describen en fichas para las que se desglosan los mismos campos: el impacto, la medida, justificación, descripción, dimensionamiento y cronograma.

Para conocer los resultados que a nivel individual de cada proyecto ofrecen la aplicación de las medidas correctoras y compensatorias, es primordial realizar un seguimiento de su aplicación y efectividad. Esta es la función del **Programa de vigilancia y seguimiento ambiental**, definido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Se dan unas pautas de elementos que deben ser objeto de seguimiento como parte del Programa, así como del contenido de los informes de seguimiento.

Finalmente, la Guía incluye una descripción de **dos casos de proyectos en funcionamiento** que se han considerado de interés como ejemplos en la gestión ambiental. Uno es una planta solar fotovoltaica que ha puesto en práctica varias medidas correctoras, y un segundo es un proyecto de regadíos que tiene una gran experiencia en el desarrollo de medidas compensatorias agroambientales.

2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En el contexto del Cambio Climático, la Hoja de Ruta 2050 de la Unión Europea plantea objetivos ambiciosos de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de hasta el 80% para el año 2050 de cara a una descarbonización absoluta en el tercer cuarto de siglo. Estos compromisos comunitarios conllevan inevitablemente un importante desarrollo de instalaciones energéticas renovables en el territorio español. Así, el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevé duplicar la energía procedente de fuentes renovables en la próxima década.

Pero la acumulación de proyectos en el medio natural puede generar importantes impactos, directos e indirectos, sinérgicos o acumulativos, sobre los mismos elementos o valores naturales. En particular, las características de la España agrícola, con grandes extensiones de terreno despejadas y sin pendientes significativas resultan un importante aliciente para la instalación de estas plantas solares fotovoltaicas (PSFV) y ponen en entredicho la conservación de la biodiversidad ligada a estos medios esteparios y agrarios, que actualmente ya se encuentra en claro declive y se enfrenta a procesos de extinción local y regional.

Este hecho es especialmente preocupante por los impactos que se pueden generar si se tiene en cuenta el gran número de proyectos de gran tamaño, que actualmente se plantean como dominantes a la hora de instalar plantas fotovoltaicas, las cuales ocupan en numerosas ocasiones superficies en torno a los centenares de hectáreas.

Una de las principales herramientas para valorar, corregir y compensar el efecto de los proyectos sobre la biodiversidad es la evaluación ambiental, instrumento regulado a escala estatal por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. A este respecto, la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, cuenta entre sus funciones con la elaboración de los informes previos a los pronunciamientos ambientales de los procedimientos de evaluación ambiental, cuando resulten exigibles por la aplicación de la normativa de medio natural.

Con la experiencia previa en la valoración de efectos sobre la fauna de numerosos proyectos, y en especial de aquellos que se encuentran en auge como las plantas solares fotovoltaicas, se ha observado que los estudios realizados por los promotores tienen con frecuencia ciertas carencias. Su profundidad, a la hora de valorar las afecciones e implementar medidas ambientales, es relativa y variable. Establecer criterios homogéneos en el procedimiento de valoración de afecciones sobre la fauna, indicadores y medidas ambientales de eficacia probada, resulta esencial para agilizar el procedimiento de evaluación, así como para garantizar la compatibilidad de estos desarrollos con la conservación de la biodiversidad.

En este contexto, la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, ha desarrollado ya un documento de referencia para trabajar en esta línea, denominado "*Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia*", publicado al

inicio del año 2021. La presente **Guía de buenas prácticas para la realización de estudios de fauna en proyectos de instalación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas** pretende completar y ampliar la aplicación de dicho trabajo, mediante la recopilación de criterios sencillos para ayudar al procedimiento de valoración sobre la fauna en la implantación de PSFV, abarcando todos los aspectos relacionados con la fauna en el procedimiento de evaluación ambiental: planificación, valoración de impactos, medidas ambientales y programa de seguimiento.

Con este documento, se pretende además proporcionar una herramienta para promotores de PSFV, de modo que estos puedan conocer las metodologías y contenidos que esta Subdirección General considera recomendables para poder elaborar los informes requeridos, con el objeto de mejorar la eficiencia y la eficacia de su participación en los procedimientos de evaluación de impacto ambiental.

2.1 Alcance de la guía

La presente Guía se centra en los estudios previos, impactos, medidas y seguimiento que las PSFV han de tener en cuenta a la hora de contemplar la fauna en sentido amplio. Es decir, no solamente se analizan y describen impactos y medidas de mitigación para las aves esteparias, sino que se contemplan también los invertebrados y otros grupos de vertebrados (reptiles, anfibios, mamíferos terrestres y quirópteros) que puedan ser afectados por el desarrollo de estos proyectos.

La Guía está enfocada únicamente hacia las propias infraestructuras fotovoltaicas, es decir, no se tienen en cuenta las infraestructuras de transporte eléctrico. Estas, si bien pueden tener efectos significativos sobre la fauna, no presentan ninguna diferencia con respecto a las que se instalan para otros fines, y por tanto los manuales, guías y directrices existentes son igualmente válidos para las líneas eléctricas de las PSFV.

Adicionalmente es importante indicar que esta Guía, si bien puede ser tenida en cuenta en la evaluación ambiental de instalaciones de cualquier tamaño, es realmente de utilidad para analizar y prevenir los efectos de proyectos de gran tamaño, entendidos estos como aquellos que por su superficie de ocupación hayan de someterse a un procedimiento de evaluación ambiental ordinaria tal y como establece la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental (Anexo I, Grupo 3, letra j: *Instalaciones para la producción de energía eléctrica a partir de la energía solar destinada a su venta a la red, que no se ubiquen en cubiertas o tejados de edificios existentes y que ocupen más de 100 ha de superficie*).

Por último, cabe mencionar el hecho de que la Guía no se centra únicamente en los impactos negativos de estos proyectos, sino que además busca identificar las oportunidades que los mismos pueden suponer para la mejora de la biodiversidad en general, y de la fauna en particular, si las instalaciones fotovoltaicas son adecuadamente ubicadas, diseñadas y gestionadas.

2.2 Metodología para la elaboración de la guía

La elaboración de la presente Guía ha implicado una serie de actuaciones por parte de un equipo de especialistas en fauna y en evaluación ambiental de proyectos, adicionales para complementar a los conocimientos previamente adquiridos por dicho equipo de trabajo.

Entre estas acciones cabe destacar la recopilación de información bibliográfica existente, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, con especial atención a estudios científicos relevantes, en los que se hayan analizado los efectos de las PSFV sobre la fauna, la correcta metodología para obtener información fidedigna de las comunidades faunísticas del ámbito de actuación, o la eficacia de las medidas que habitualmente se implementan. Igualmente, se ha realizado una búsqueda de referencias técnicas, directrices y guías, que aporten información de utilidad sobre dichos aspectos, con especial foco en documentos similares desarrollados por las diferentes comunidades autónomas españolas. Todas estas referencias aparecen citadas en el texto de la Guía, y pretenden incrementar la fiabilidad y certidumbre de las recomendaciones, indicaciones, etc., que se hacen a lo largo del documento.

Igualmente, se ha realizado una labor de consulta con especialistas y gestores de diversos ámbitos, a través de la realización de dos mesas redondas. En primer lugar, con personal de la administración ambiental en las comunidades autónomas encargado de la evaluación ambiental de este tipo de proyectos y de la gestión y protección de fauna. En segundo lugar, con expertos científicos y técnicos con destacados conocimientos en los grupos de fauna que tiene en cuenta la Guía. En dichas mesas redondas los asistentes fueron preguntados por los aspectos técnicos y normativos que actualmente necesitan de mayor conocimiento, de modo que se establecieron debates de gran interés en torno a aspectos como qué efectos pueden observarse en la construcción y operación de PSFV, o qué recomendaciones han de ser tenidas en cuenta a la hora de planificarlos. La asistencia a dichas mesas redondas, con presencia de varias decenas de expertos en cada una de ellas, son reflejo del interés que el desarrollo de estos proyectos suscita entre ambos colectivos.

También se han realizado reuniones, entrevistas y contactos con diversos promotores de instalaciones fotovoltaicas, así como con asociaciones representantes de promotores, como la Unión Española Fotovoltaica (UNEF), con el fin de conocer datos, opiniones y necesidades de las empresas que actualmente diseñan, construyen u operan PSFV en España.

Por último, cabe indicar igualmente que se han realizado varias visitas a plantas fotovoltaicas de gran tamaño para observar en el terreno los efectos de estas instalaciones, y obtener material gráfico reciente que ayude a ilustrar, y por tanto a entender mejor, las indicaciones de la Guía. Estas visitas han sido guiadas por los operadores y sus contratistas dedicadas al seguimiento ambiental, y en ellas se han ido analizando en detalle los efectos identificados, las medidas implementadas y su efectividad, o las labores de seguimiento que se realizan en dichas PSFV.

La información relevante y de interés obtenida a lo largo de todas estas acciones ha sido progresivamente incluida en el documento.

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS Y MEDIDAS AMBIENTALES ASOCIADAS

Parte I

METODOLOGÍAS RECOMENDADAS

3 PARTE I. METODOLOGÍAS RECOMENDADAS.

En esta primera parte de la **Guía de buenas prácticas para la realización de estudios de fauna en proyectos de instalación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas**, de la Subdirección General de Biodiversidad Terrestre y Marina del MITECO se recoge una propuesta de metodologías de estudio de los distintos grupos faunísticos y una descripción de las principales afecciones derivadas de la instalación de plantas solares fotovoltaicas en el medio natural.

Así, en primer lugar, se aborda las **metodologías de estudio** de los distintos grupos de fauna potencialmente afectados por este tipo de proyectos: aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados. Se tiene en cuenta las distintas características, principalmente la escala de trabajo, entre los estudios a realizar en las fases de planificación previa y las de diseño del proyecto. No sólo se contempla la caracterización de las especies de fauna presentes, también se abordan criterios para la determinación de zonas de interés y del hábitat para la fauna, desde su cartografía el uso de modelos y la consideración de la conectividad.

A continuación, se realiza una **revisión de los impactos** sobre distintos grupos de fauna (aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados) y sus hábitats, a partir de publicaciones científico-técnicas de fácil acceso, dando prioridad a artículos revisados por pares, informes de administraciones públicas y documentos técnicos reconocidos como fuentes documentales.

3.1 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE FAUNA

3.1.1 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Los contenidos de este apartado están diseñados para su aplicación durante la elaboración de todas las fases por las que debe pasar un proyecto fotovoltaico de media o alta capacidad que impliquen cambios significativos en los usos del suelo y que, por norma general, estén sometidos a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental:

- **Planes y programas de infraestructuras energéticas**, sometidos a Evaluación Ambiental Estratégica de Planes y Programas. Secundariamente, también a planes territoriales y urbanísticos con determinaciones sobre infraestructuras de generación fotovoltaica.
- **Estudios informativos o proyectos fotovoltaicos** sometidos a Evaluación de Impacto Ambiental.

El proceso de definición de una infraestructura fotovoltaica, a escalas sucesivamente más detalladas, consta a grandes rasgos de las cinco **fases** que se presentan a continuación. Las escalas indicadas son meramente orientativas, ya que pueden variar en función del ámbito geográfico de aplicación del plan o proyecto que se esté evaluando (por ejemplo, en ámbitos insulares las escalas menos detalladas no son de aplicación).

- 1) El diseño básico de la red de infraestructuras, que comporta la definición inicial de un esquema abstracto de nodos (PSFV-SET) y líneas, o una representación esquemática de baja precisión (escala igual o inferior a 1:1.000.000), de la red de infraestructuras fotovoltaicas prevista, incluyendo los nodos de conexión, las ubicaciones de las plantas fotovoltaicas y sus líneas de evacuación.
- 2) La generación de una cartografía concreta de potenciales actuaciones, entendidas como representaciones geométricas aproximadas de las zonas de implantación y los recorridos que ocuparían las infraestructuras de evacuación hasta la subestación o nodo de conexión disponible (escalas habituales 1:200.000 a 1:500.000).
- 3) El diseño de ubicaciones de planta y corredores de trazado (envolventes de anchura variable) por los que desde un punto de vista técnico se podrían ubicar las infraestructuras fotovoltaicas (escala aproximada 1:50.000).
- 4) La propuesta de alternativas de ubicación, a escala 1:10.000 o superior. Esta propuesta incluye explícitamente la proyección de la nueva infraestructura sobre el terreno, que se suele referir como unas poligonales o trazas.
- 5) La definición final de todos los detalles geométricos de la infraestructura en el proyecto de construcción, diferenciando los diferentes elementos del proyecto: área de implantación, incluyendo la disposición de los paneles fotovoltaicos, inversores, vías de servicio, vallado perimetral, líneas de evacuación, subestaciones.

Esta Guía aborda el estudio de la fauna a lo largo de todo este proceso, teniendo en cuenta la escala y el nivel de detalle requerido en cada fase, en función de los objetivos y las decisiones que de deban adoptar en cada momento. Por ejemplo, en las **fases iniciales de planificación** (1), la información relativa a la fauna debe ir orientada a **definir aquellas áreas de importancia a evitar o, al menos, a tener en cuenta en fases posteriores de definición de los proyectos**, como

los espacios protegidos (Red Natura 2000, Parque Naturales, etc), los planes de aplicación de Planes de Conservación de Especies Amenazadas, infraestructura verde o corredores ecológicos a gran escala (Rodríguez et al., 2018), puntos calientes de biodiversidad o para aves esteparias (Traba et al., 2007), etc. En estas fases, es muy recomendable trabajar con los distintos mapas de Sensibilidad Ambiental (que han surgido recientemente, como el Mapa de sensibilidad ambiental clasificado (energía fotovoltaica) del MITECO (Figura 3-1), entre otras publicadas por algunas Comunidades Autónomas u otras entidades (



Tabla 3-1; Figura 3-2), así como aquellos que se continúen publicando en el futuro. Otras fuentes como las zonas de sensibilidad ambiental para las aves esteparias en España (MITECO), identificadas en la "Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia" pueden permitir completar la información relevante ya existente, permitiendo una síntesis de la información disponible y pudiendo conformar una herramienta de utilidad, especialmente en las fases tempranas del proceso, al permitir identificar los principales condicionantes ambientales asociados a las ubicaciones de los proyectos.

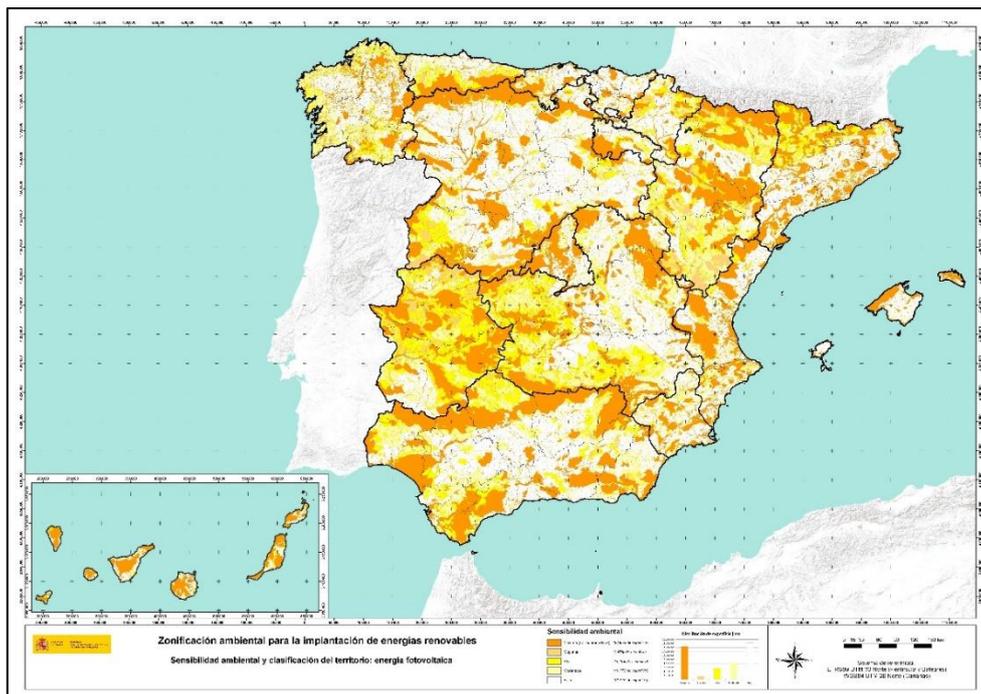


Figura 3-1. Mapa de sensibilidad ambiental clasificado (energía fotovoltaica) de MITECO. Fuente: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx.

Tabla 3-1. Relación de visores cartográficos de las administraciones públicas y ONG de conservación con zonificación ambiental en relación con los proyectos de plantas fotovoltaicas.

Ámbito	Descripción	Dirección de internet
España	Zonificación de la sensibilidad ambiental del territorio frente al desarrollo de infraestructura energética fotovoltaica.	https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx
Castilla y León	Sensibilidad ambiental de las aves esteparias ante la generación de proyectos de energías renovables (Figura 3-2).	https://medioambiente.jcyl.es/web/es/zonas-sensibilidad-ambiental-para.html
Castilla – La Mancha	Clasificación del territorio en función de la regulación ambiental y aptitud para absorber proyectos prioritarios, de acuerdo con la Disposición 1ª y 2ª de la Ley 5/2020 de 24 de julio de medida urgentes para la declaración de proyectos prioritarios en Castilla La-Mancha, y visor.	https://castillalamancha.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d23ff9ad5d8e447b94364410c63fcb76
Andalucía	Zonas Importantes para las Aves Esteparias (ZIAE) de Andalucía.	https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-mapa/-/asset_publisher/wO880PprC6q7/content/mapa-del-c3-a1mbito-de-aplicaci-c3-b3n-del-plan-de-conservaci-c3-b3n-de-aves-esteparias/20151
Murcia	Mapa de adecuación territorial para la generación de energía solar fotovoltaica	Mapa de Adecuación Territorial para la Generación de Energía Solar Fotovoltaica - Destacados - SitMurcia (carm.es)
SEO/BirdLife	Mapas de compatibilidad del proyecto "Renovables Responsables"	https://seo.org/descarga-de-capas-de-mapas-de-compatibilidad-eolica-y-solar/

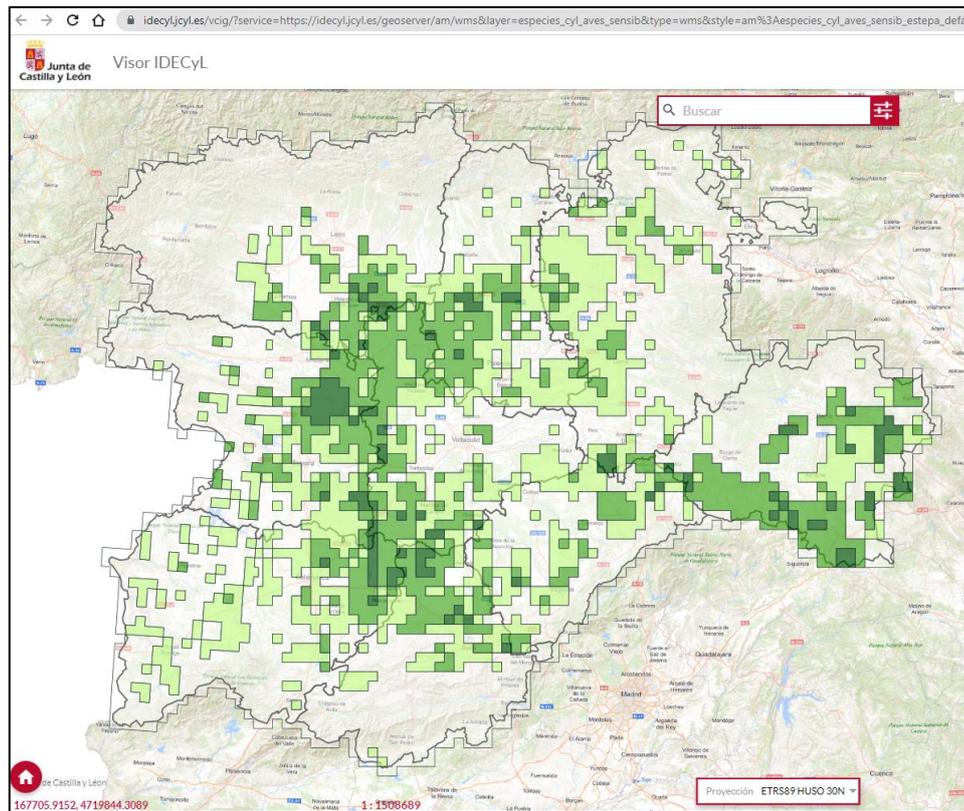


Figura 3-2. Mapa de zonas de sensibilidad ambiental para las aves esteparias en Castilla y León. Fuente: <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/zonas-sensibilidad-ambiental-para.html>.

Si bien la información de los visores existentes puede ser utilizada en las siguientes fases, en fases 2, 3 y 4 ya se requiere información más detallada sobre la distribución de la fauna, acorde con la precisión con que se debe realizar el diseño de los proyectos, la evaluación de su impacto y la definición de medidas, para permitir la concreción de la propuesta inicial de forma sustancial. En estas fases, en una primera aproximación se necesita **recopilar la información sobre la distribución de las especies de fauna y sus hábitats** a partir de los inventarios oficiales (por ejemplo, Inventario Español de Especies Terrestres del MITECO¹, consultas oficiales a los Organismos Ambientales, etc.), para conocer la distribución de las especies potencialmente presentes al menos a escala de cuadrícula UTM de 10 x 10 km (o 5 x 5 km e incluso 1 x 1 km, según los casos). Otra fuente de información son los inventarios y atlas que elaboran asociaciones de

¹<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/default.aspx>

<https://www.gbif.org/es/dataset/23bb2c4c-b027-4eb5-b751-57e5d7ea4af6>

estudio de grupos específicos de vertebrados. Algunos cuentan con visores de consulta de información gratuita a escala 10x10, como la Asociación Herpetológica Española². Otros se encuentran trabajando en la elaboración de un atlas nacional para el Ministerio, como la Sociedad para el Estudio y Conservación de los Murciélagos (SECEMU)³. Otras publicaciones están en formato digital, pero no son consultables, si bien pueden facilitar datos previo pago.

A partir de esta información inicial se debe realizar un **inventario provisional de fauna** que permita identificar las **especies de interés o clave**⁴ a tener en cuenta en el proyecto, y a las cuales se deberá prestar una especial atención tanto en los inventarios y trabajos de campo, como a la hora de analizar el impacto ambiental del proyecto. En relación con el trabajo de campo, conociendo ya las especies de interés que resulten determinantes para la viabilidad del proyecto, se debe proponer unas campañas de prospección sobre el terreno que permitan conocer con suficiente grado de detalle la **distribución, la abundancia y áreas de importancia para la fauna** en el ámbito del proyecto, así como para elaborar el **inventario de fauna definitivo**. En los capítulos siguientes se aborda con más detalle la metodología para llevar a cabo estos estudios de campo, en función de los diferentes grupos faunísticos considerados.

² Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España (<https://siare.herpetologica.es/index.php>)

³ <https://secemu.org/primeros-resultados-del-trabajo-de-campo-2023-del-proyecto-seguimiento-y-atlas-de-quiropteros/>

⁴ **Especies clave** a efectos de la evaluación: especies de fauna que puedan verse afectadas por algún elemento o acción del proyecto en todo su ámbito, y que a) estén consideradas en el territorio como especies en régimen de protección especial o especies amenazadas (listados o catálogos nacional o autonómico), b) figuren como vulnerables o en peligro en el correspondiente libro rojo, c) figuren en el Anexo II de la Directiva Hábitats o Anexo I de la Directiva Aves, y d) otras que también sea necesario considerar por otros motivos.

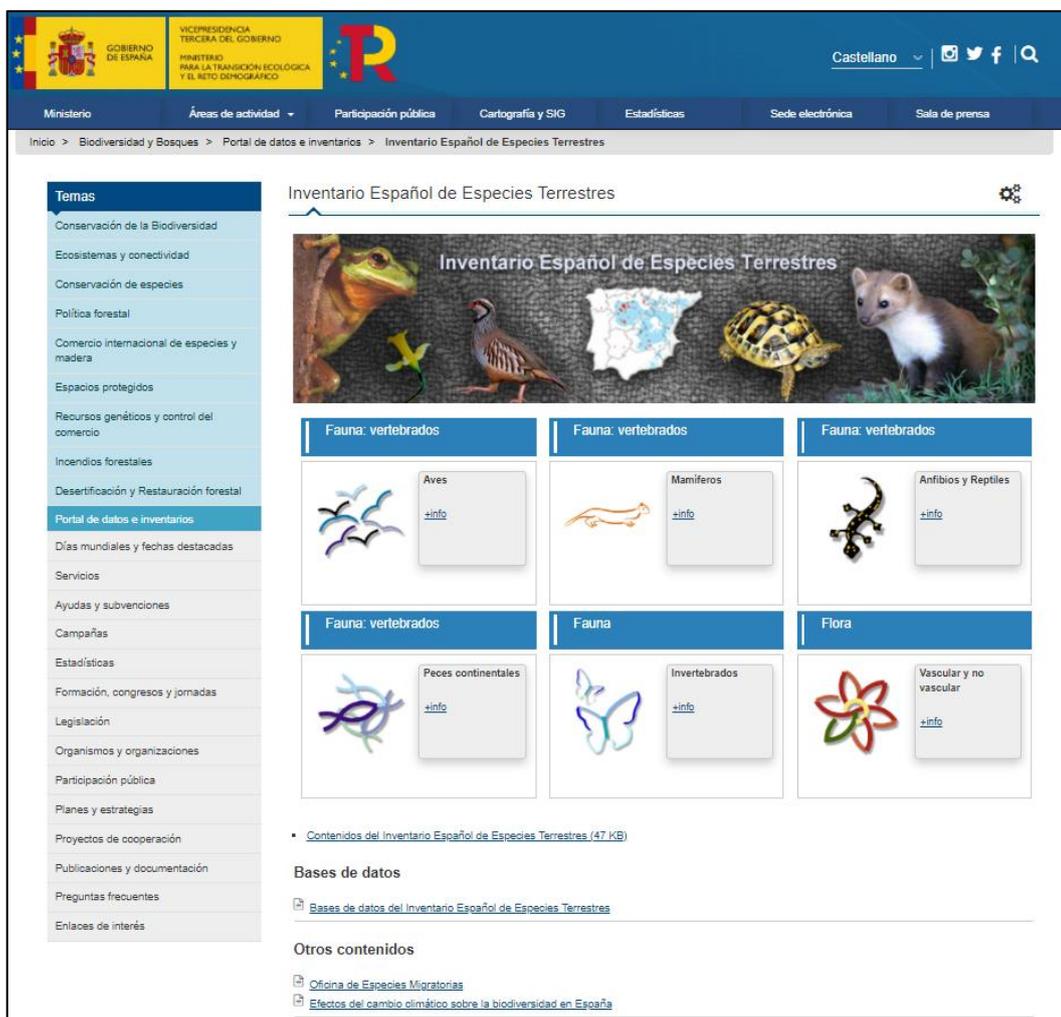


Figura 3-3. Página web del Inventario Español de Especies Terrestres del MITECO. Fuente: <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-especies-terrestres/default.aspx>.

En estas fases también es importante señalar la **importancia de que exista una buena coordinación entre los equipos ambientales y de ingeniería a lo largo de todo el proceso de definición de los proyectos**, de forma que los resultados de los estudios de fauna se puedan ir integrando fácilmente en el diseño del proyecto a medida que los informes parciales o de seguimiento de los trabajos vayan aportando información de interés para la toma de decisiones (por ejemplo, localización de nidos de especies amenazadas en el ámbito del proyecto que impliquen la necesidad de modificar el proyecto para evitar un impacto significativo sobre éstos).

Además, conviene tener en consideración la presencia de otros proyectos de características similares que se estén desarrollando en la zona de modo que puedan empezar a estimarse, y mitigar, los efectos acumulativos y sinérgicos (ver apartado 3.1.3).

Finalmente, en la etapa de elaboración del proyecto constructivo (5), la información relativa a la fauna se centrará en la ubicación exacta, el diseño concreto de actuaciones y las medidas

correctoras y/o compensatorias, teniendo en cuenta la información de detalle generada en las fases anteriores. En esta fase se puede requerir trabajo de campo adicional para comprobar sobre el terreno y con mayor grado de detalle las características ambientales y la funcionalidad de las actuaciones propuestas (por ejemplo, ubicación exacta de las gateras o dispositivos de paso de fauna en el cerramiento o la selección de puntos de instalación de cajas nido para aves).

3.1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

De manera general, el objetivo de dichos estudios es obtener información precisa y actualizada sobre la distribución y abundancia de las especies de fauna de interés presentes en el ámbito de las posibles implantaciones de los proyectos fotovoltaicos, con el fin de apoyar la toma de decisiones en dos procesos críticos:

- i) La planificación y selección de las áreas de implantación de las infraestructuras fotovoltaicas y elementos asociados (líneas de evacuación, subestaciones...) donde desarrollar los proyectos constructivos.
- ii) La evaluación del impacto ambiental de dichos proyectos, desde las etapas iniciales de propuesta y selección de alternativas, hasta la definición de medidas correctoras y compensatorias.

De manera más específica, los estudios de fauna pueden tener que dar respuesta a cuestiones concretas determinadas por las autoridades ambientales, por ejemplo, a partir del Documento **de Alcance** en la fase inicial de un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, en el caso de que se haya presentado un Documento de Inicio (algo, en cualquier caso, recomendable).

Por otro lado, en los últimos años se están publicando una serie de **Guías y Directrices** para abordar el análisis del impacto de los proyectos fotovoltaicos, de manera general o específica para la fauna. Por su parte, el MITECO, ha elaborado una "**Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación**" (MITECO, 2022b), incluyendo indicaciones específicas para la fauna.

De forma más concreta, el MITECO también ha establecido una "**Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las plantas solares sobre especies de avifauna esteparia**"⁵ en la que también se dan orientaciones sobre el alcance y la metodología para evaluar los impactos de este tipo de proyectos sobre este grupo de aves.

⁵https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-hde-especies/guiafotovoltaicas_y_esteparias_tcm30-529601.pdf

Por otro lado, también algunas comunidades autónomas han establecido sus propias directrices en la misma línea, como es el caso de Castilla - La Mancha ("**Buenas prácticas ambientales para la implantación y desarrollo de proyectos prioritarios. Instalaciones de producción de energía Plantas fotovoltaicas y Parques eólicos**"⁶), Castilla y León ("**Instrucción 4/FYM/2020 de la Dirección General de Patrimonio Natural y Política Forestal Contenidos mínimos de los estudios de EIA de instalaciones de energías renovables**"⁷), Cataluña ("**Criterios para compatibilizar las energías renovables con la conservación del águila perdicera y del águila real**"⁸).

Estas directrices e instrucciones han de ser tenidas en cuenta a la hora de realizar un estudio de fauna para un proyecto fotovoltaico, según los condicionantes particulares y el ámbito específico de cada caso, especialmente en lo relativo al alcance de la información que se debe presentar para poder realizar una evaluación adecuada del impacto ambiental de la instalación. En el caso de proponer metodologías alternativas a las propuestas en estas directrices, los resultados obtenidos por la nueva metodología deberán ser, al menos, equiparables en cuanto a la calidad a los obtenidos por las indicaciones metodológicas de las guías y deberá justificarse correctamente la validez técnica y científica de la metodología desarrollada.

Por otro lado, los resultados de los estudios realizados constituyen una fuente de información de la biodiversidad de España de gran relevancia por intensidad de muestreo y por superficie analizada. Sería de gran interés su recopilación por parte de las administraciones públicas para uso en conservación. Para ello, todos los promotores deberían presentar los datos en formatos compatibles, siguiendo **estándares de bases de datos** existentes, como el empleado por el del Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO⁹, denominado *Plinian Core*¹⁰ o el de la

⁶https://www.castillalamancha.es/sites/default/files/documentos/pdf/20210303/instalaciones_de_produccion_de_energia_fotovoltaicas_y_eolicas.pdf

⁷ <https://secemu.org/wp-content/uploads/2021/02/4-Instruccion-4FYM2020-Castilla-y-Le%C3%B3n.pdf>

⁸https://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/energies_renovables/documents/criteris_avaluacio_compatibilitzar_projectes_peolics_plantes_solars_aliga_cuabarrada_daurada_juliol22_signed.pdf

⁹https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/BDN_Modelos_Datos.aspx

¹⁰ <https://github.com/tdwg/PlinianCore/wiki>

Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF en sus siglas en inglés, de *Global Biodiversity Information Facility*), denominado *Darwin Core*¹¹

3.1.3 DEFINICIÓN DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio depende de la fase de desarrollo del proyecto en la que se pretendan evaluar los efectos sobre la fauna, pero también debe tener en cuenta la distribución de las especies clave de especial interés. De manera general, y en cuanto a los datos bibliográficos, en las **fases iniciales de planificación** de los proyectos o de cara a determinar el inventario de especies potencialmente afectadas es recomendable considerar un ámbito de al menos **5-10 km** en torno a los diferentes elementos del proyecto (por ejemplo, cuadrículas UTM donde se localiza el proyecto y las adyacentes). Este rango debe ser también tenido en cuenta a la hora de analizar los **efectos sinérgicos** que puedan producirse por acumulación de proyectos.

Por su parte, en los trabajos de campo para realizar los estudios en las **fases de mayor detalle**, el ámbito del estudio deberá tener en cuenta una banda **entre 1 y 5 km** en torno a cualquiera de los elementos del proyecto o superficies de alteración u ocupación. No obstante, se debe prestar una especial atención a aquellas especies clave que presenten una gran capacidad dispersiva y/o de movimiento que puedan requerir un análisis en un contexto más amplio (por ejemplo, mediante la identificación de los corredores ecológicos entre las poblaciones más cercanas al proyecto). También podría reducirse esta distancia para especies de menor movilidad, como invertebrados, anfibios o reptiles.

Tanto para el ámbito de estudio bibliográfico como para el de campo, el ámbito específico dentro de las bandas mencionadas deberá seleccionarse en función de los elementos ambientales potencialmente afectados (por ejemplo, el área de campeo de especies de interés con alta sensibilidad a la implantación de proyectos fotovoltaicos, o presencia de espacios protegidos).

¹¹ <https://dwc.tdwg.org/>

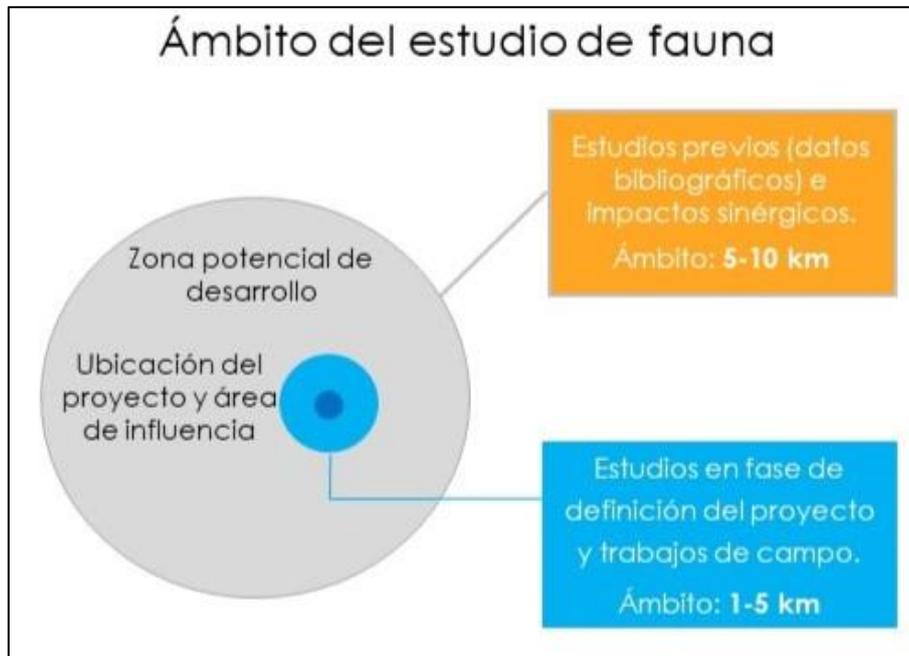


Figura 3-4. Ámbito del estudio de fauna durante el desarrollo de un proyecto de planta solar fotovoltaica. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 DURACIÓN Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

De manera general, el estudio de campo deberá contemplar al menos un **ciclo anual completo**, 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. También es recomendable centrar los esfuerzos de muestreo en los **periodos críticos** para cada grupo faunístico, teniendo en cuenta sus requerimientos ecológicos, pero también **considerando los periodos de máxima actividad y/o mejor detectabilidad** para ser estudiados. Por ejemplo, en el caso de la avifauna se pueden realizar censos con una misma metodología a lo largo de todo el ciclo anual, incluyendo los periodos reproductor, posreproductor e invernal, o los pasos migratorios, concentrando los esfuerzos en las fechas de máxima actividad dentro de estos periodos. Sin embargo, para otros grupos faunísticos la metodología puede o debe ser diferente en función de los periodos del año, por ejemplo, utilizando grabadoras de ultrasonido para determinar la presencia y abundancia de las especies de quirópteros durante el periodo de actividad: al menos en los meses de abril con el comienzo del período de actividad, junio correspondiente al periodo reproductor previo al reclutamiento, y septiembre en la época de celo y paso otoñal (SECEMU, 2023). Además se realizarán prospecciones específicas para localizar refugios invernales o colonias de cría. Y para otros grupos faunísticos, como anfibios, reptiles y la mayor parte de los invertebrados, los trabajos de campo se tendrán que limitar tan solo a los periodos de actividad de cada especie.

Teniendo en cuenta lo anterior, es muy importante, en el contexto de la realización de un estudio de impacto ambiental u otra evaluación, proceder a una **adecuada planificación** de los trabajos

de campo y comenzar con la suficiente antelación para que los resultados de los estudios de fauna puedan ser incorporados de forma adecuada y no se produzcan retrasos en la tramitación de los expedientes. Además, es recomendable establecer un **flujo de trabajo adaptativo**, en el que la metodología general se pueda adaptar en función de las particularidades ambientales (especies de interés, área geográfica) y administrativas (en función de los condicionantes y exigencias particulares de los diferentes Órganos Ambientales implicados) de cada proyecto. Igualmente, se prevé que el nivel de concreción requerido en cada fase del proceso pueda ir evolucionado a medida que se avance en los trabajos, particularmente en relación con el grado de definición de las ubicaciones (lo cual puede afectar a la extensión de las áreas de estudio, pero también a la planificación temporal).

3.1.5 DETERMINACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA

3.1.5.1 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA AVES

La avifauna es un grupo muy diverso que recoge un amplio abanico de especies con diferentes requerimientos ecológicos y comportamentales, lo cual implica que, de manera general, no exista una metodología única que permita estudiar de forma homogénea toda la comunidad de aves presentes en el ámbito de estudio. La mayor parte de las especies presentan unos hábitos diurnos, pero existen algunas con un comportamiento fundamentalmente nocturno o crepuscular que deben ser estudiadas de manera específica.

Por otro lado, como se ha señalado en apartados anteriores, se debe prestar una **especial atención a la obtención de información precisa sobre la distribución y abundancia de las especies clave en el ámbito del proyecto**, por lo que se deben priorizar los métodos más adecuados para las mismas. Según los casos, además de un estudio general de aves, **se pueden requerir muestreos o censos complementarios de algunas especies en particular**. Por ejemplo, como se ha señalado anteriormente, el MITECO ha propuesto una Guía metodológica para las especies de avifauna esteparia, con una serie de recomendaciones particulares para este grupo faunístico.

También se recomienda adaptar metodologías específicas desarrolladas en los censos nacionales (como los coordinados por SEO/BirdLife¹²) o autonómicos disponibles, teniendo en cuenta la escala y el ámbito de los proyectos estudiados. En este sentido es importante señalar que, de manera general, la mayor parte de estos estudios están diseñados para obtener información poblacional a gran escala por lo que los métodos se suelen basar en muestreos con un esfuerzo muy ajustado, con el fin de alcanzar la mayor cobertura espacial posible. Sin embargo, el nivel de detalle requerido en un estudio para una planta fotovoltaica suele ser

¹² <https://seo.org/monografias-de-aves/>

mayor tanto espacial (por ejemplo, con información específica a escala de parcela en el ámbito del proyecto) como temporalmente (por ejemplo, cubriendo todo el ciclo anual), por lo que la metodología de los censos nacionales o regionales no siempre es directamente aplicable.

Por otro lado, teniendo en cuenta que una de las principales afecciones de los proyectos fotovoltaicos está relacionada con la ocupación del terreno y la transformación de los hábitats, **resulta de gran interés proporcionar información espacialmente explícita sobre la distribución de las especies y sus hábitats** (al menos de aquellas consideradas clave).

A continuación, se proponen diferentes **metodologías para el estudio general de aves**, que se deberán ajustar en función de las especies potencialmente presentes y aquellas de mayor interés, pudiendo emplearse de forma complementaria a los censos específicos señalados anteriormente.

Aves diurnas:

- Mapeo de ejemplares: Recorridos en vehículo por toda el área de estudio y geolocalización precisa de las especies de interés. Esta es la metodología general de censo a emplear en todo el ámbito de estudio, particularmente indicada para aves de tamaño mediano o grande, entre las que se incluyen la mayor parte de las especies consideradas clave de forma más habitual (por ejemplo, aves esteparias y aves rapaces).
- Estaciones o transectos. De forma complementaria o alternativa se pueden realizar estaciones de censo puntuales o transectos a pie para estimar también la abundancia de aves de pequeño tamaño u otras especies. En fases iniciales del proceso de planificación de los proyectos fotovoltaicos, este tipo de metodologías también permiten realizar una evaluación preliminar de la avifauna potencialmente presente en un contexto geográfico más amplio.

Aves nocturnas:

- Estaciones de escucha. Muestreo específico para especies nocturnas o crepusculares, basado en la realización de estaciones puntuales de escucha, con el fin de detectar las especies de forma auditiva, apoyado con el uso de grabaciones.

Por otro lado, a lo largo de los trabajos de campo **conviene registrar de forma sistemática todas las especies de aves detectadas, con el fin de confirmar o completar los inventarios faunísticos generales del proyecto**, generados a partir de la revisión inicial de otras fuentes de información.

También de forma complementaria puede resultar necesario realizar **censos específicos de puntos de interés**, como dormideros, colonias de cría u otros focos o zonas de concentración de aves, que pueda requerir una metodología particular (a definir en cada caso).

3.1.5.2 METODOLOGÍA PARA AVES DE HÁBITOS DIURNOS

Se propone realizar un **mapeo de ejemplares sobre unas áreas de estudio determinadas**, cubriendo de forma homogénea mediante recorridos, es decir, una **versión extendida del "método de la parcela"** (Tellería, 1986; Bibby et al., 2000), adaptada al censo de grandes superficies y particularmente a especies de tamaño mediano y grande. Esta metodología, con ligeras adaptaciones, se ha empleado previamente en estudios de aves esteparias (Alonso et al., 2005; Alonso y Alonso, 1990; García de la Morena et al., 2006, 2018; Sanz-Zuasti y García, 2002) y de manera general ha sido utilizada en diversos proyectos sobre estas y otras especies por equipos de investigación como el Grupo de Ecología Terrestre de la Universidad Autónoma de Madrid (TEG-UAM).

Cabe señalar que este método no es un muestreo (parcial), sino que se trata de un **"censo"** relativamente intensivo (asumiendo ciertas limitaciones) de las aves presentes en todo el ámbito de estudio, obteniendo información precisa de su **distribución (a escala de parcela)** (Figura 3-5) así como una **estima poblacional** (Tabla 3-2).

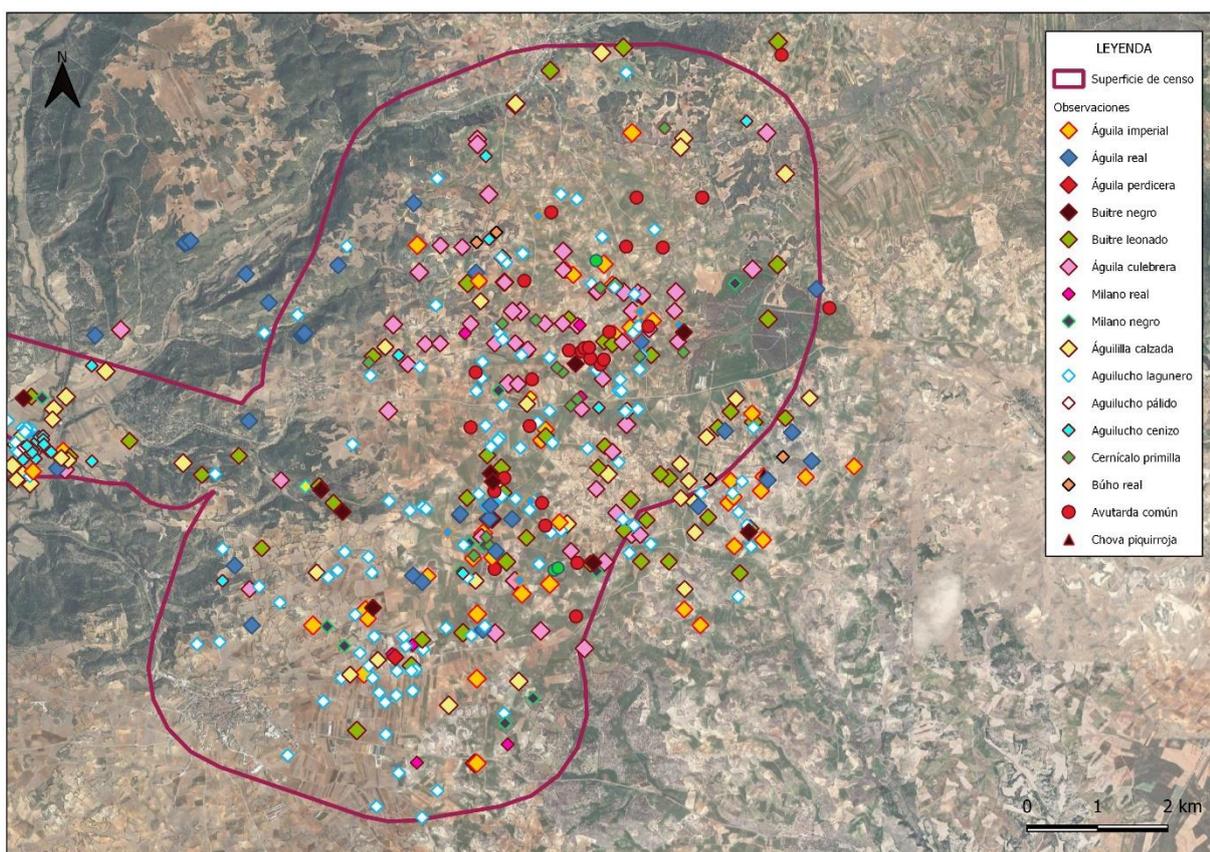


Figura 3-5. Ejemplo de representación en GIS de las observaciones de aves de interés anotadas en un censo de mapeo. Fuente: Biodiversity Node.

Los censos consistirán en **recorridos en coche a escasa velocidad** (10-15 km/h) por la totalidad de caminos (de tierra y asfaltados) de la zona de estudio, **con paradas periódicas**, cada 500-



1.000 m, de una duración mínima de 2-5 minutos, en las que se prospecta el terreno mediante prismáticos y telescopio (dependiendo de la orografía y visibilidad del territorio). El objetivo de estos recorridos es **prospectar visualmente la totalidad del área de estudio** para lo cual se emplea una banda de observación variable en función de la visibilidad del terreno, siendo ésta siempre menor a 1.000 m (500 m a cada lado del observador). Cada censador dispondrá de equipos de óptica para la observación de las aves (prismáticos de 8-10x y telescopio de 20-60x). De existir zonas del territorio a censar que no pudiesen ser claramente observadas durante los recorridos en coche, se accederá a estas andando, y/o se realizarán estaciones de observación desde puntos prominentes del terreno de al menos 15 minutos de duración.

Tabla 3-2. Ejemplo de tabla de datos con los resultados de un censo de mapeo. Fuente: Biodiversity Node.

Tabla. Resumen de las observaciones de aves registradas durante las jornadas de censo realizadas durante el periodo posreproductor de 2021, mediante recorridos en vehículo indicando, para cada especie y cada visita, el número total de aves observadas (Ind. = individuos, descontando los posibles dobles conteo), así como el número de observaciones (n). También se muestra el número máximo de aves registrado en cualquiera de los tres censos y las observaciones acumuladas a lo largo del periodo de estudio. * se señalan las especies de interés catalogadas como amenazadas a nivel nacional y/o regional según los respectivos Catálogos de Especies Amenazadas o incluidas en el Anexo I de la Directiva Aves.

Censo	POS-1		POS-2		POS-3		POS-4		POS-5		Número máximo de individuos	Número total de observaciones (n)
	Ind.	n										
Águila calzada*			1	1					1	1	1	2
Aguilucho cenizo*	1	1			1	1	2	1			2	3
Aguilucho lagunero occidental*							1	1			1	1
Alcaraván común*	1	1			1	1					1	2
Alzacola rojizo*	4	3	2	2							4	5
Buitre leonado*									1	1	1	1
Busardo ratonero	4	3			3	3	2	2			4	8
Cernícalo primilla*	3	1	15	5							15	6
Cernícalo vulgar	2	2			2	1			3	2	3	5
Culebrera europea*	1	1	1	1	2	2	4	4	2	2	4	10
Elanio común*	4	4	3	3	8	6	1	1	1	1	8	15
Milano negro*			2	2	100	6					100	8
Mochuelo europeo			1	1	3	2	2	2	2	2	3	7
Perdiz roja	11	3	13	6	10	3	18	4	4	3	18	19
Total general	31	19	38	21	130	25	30	15	14	12	165	92

El área de estudio deberá ser subdividido en sectores homogéneos de censo que puedan ser **cubiertos por un equipo de observación en una sola jornada** (incluyendo el periodo de mañana y tarde completo), de unas 3.000 ha aproximadamente (dependiendo de la disponibilidad de caminos, los accesos y la visibilidad del terreno), para garantizar un esfuerzo homogéneo y para minimizar la duplicación de individuos o bandos por desplazamientos. Por lo tanto, para **cubrir de forma completa el ámbito de estudio se deberán realizar cuantas jornadas de campo sean necesarias** teniendo en cuenta este esfuerzo de muestreo (no se deben confundir las jornadas de campo con los censos o visitas, que se refieren a cada campaña de censo completo del ámbito de estudio). Cuando el ámbito de estudio requiera más de una jornada de campo para ser completada, será recomendable la participación simultánea de más de un equipo de censo o, en su defecto, realizar los censos de forma continuada y completando de forma secuencial los sectores de censo adyacentes.

Es recomendable la **georreferenciación en campo de todos los bandos e individuos contactados de las especies objetivo**. Para cada observación se registrarán, al menos, los siguientes datos:

- Fecha.
- Hora.
- Observador.
- Especie.
- Número de individuos (incluyendo tamaño de bando, la composición de sexos y edades).
- Tipo de hábitat (a nivel de parcela).
- Comentario.
- Comportamiento.
- Altura y/o dirección de vuelo.
- Posible duplicado (Sí/No)¹³.
- Coordenadas geográficas.

En todos los casos se intentará determinar el sexo y la edad de las aves observadas, designándose como indeterminados en caso contrario.

También resulta de interés **registrar el comportamiento de las aves observadas**, particularmente útil cuando se precise determinar el estatus de las especies (época de cría, pero también a

¹³ Para distinguir las observaciones a tener en cuenta de cara a las estimas poblacionales del resto, que también pueden resultar de interés para determinar la distribución general de las especies. En cada visita (censo completo del ámbito de estudio), se puede obtener un tamaño poblacional mínimo a partir del total de aves observadas, descartando los posibles duplicados.

finales de invierno cuando algunas especies muy tempranas empiezan cortejos y acciones preparatorias de la fase de reproducción), teniendo en cuenta los siguientes comportamientos:

- Posados.
- Vuelo directo.
- Vuelo de cicleo.
- Vuelo de caza.
- Vuelos de cicleo sobre posibles áreas de cría a baja altura.
- Vuelos de cortejo.
- Vuelos en bucle.
- Defensa territorial/hostigamiento.
- Pillaje.
- Aporte de material de construcción o presas al nido.
- Entradas a nido/posadero.
- Salida de nido/posadero.
- Nido con adulto.
- Nido con pollos.
- Ejemplares recién volados o juveniles cerca de nido.
- Nido vacío.
- Dormidero.

Para la georreferenciación de estos datos es recomendable el uso de **dispositivos móviles equipados con GPS y una aplicación que permita el registro de las observaciones** (la localización y, preferentemente, un formulario con los campos indicados), que ofrece diversas ventajas:

- Facilitar las labores de navegación de los censadores y la localización de las aves observadas, utilizando cartografía y ortofotos actualizadas como referencia de base. El posicionamiento del propio observador permite garantizar una cobertura completa y homogénea del área de censo, o la localización precisa de las estaciones o recorridos de censo.
- Recopilar la información de forma precisa (posicionamiento geográfico) y estandarizada, mediante formularios y procedimientos normalizados de gestión de la información generada.
- Mejorar la eficiencia del trabajo de campo, reduciendo las labores de gabinete y facilitando la integración y el análisis de la información obtenida en bases de datos o sistemas de información geográfica (SIG).
- Facilitar el intercambio de información entre los distintos agentes implicados en los estudios de fauna o, en general, los procedimientos ambientales (consultor, promotor, autoridades ambientales).

Además, durante el desarrollo de los trabajos, los observadores deberán completar una serie de **formularios relativos a las condiciones de censo** (horario, meteorología, incidencias, etc.) y se

deberán **registrar los recorridos de censo mediante los dispositivos GPS**, con el fin de poder supervisar el correcto desarrollo y la calidad de los trabajos.

Los recorridos se realizarán preferentemente en **dos periodos diarios, cuando la detectabilidad de las aves es máxima**: entre el orto y las 3-4 horas siguientes al mismo; desde 2-3 horas antes del ocaso hasta el mismo, si bien estos periodos se ajustarán de forma flexible en función de las condiciones meteorológicas y de la propia actividad de las aves (pudiendo extenderse en invierno o acortarse en verano, incluso aprovechando las horas centrales del día cuando resulte de interés para ciertos grupos de aves, como muchas aves rapaces).

Al final de cada jornada de trabajo conviene cotejar las observaciones del día, con el principal fin de **aclara**r posibles **dobles contactos** (que durante la recogida de datos se pueden marcar como "posibles dobles conteos"). En caso de duda siempre se contabiliza el número mínimo de individuos. De forma orientativa los criterios utilizados para considerar la potencial duplicación de una observación son los siguientes:

- i. Intervalo de tiempo entre observaciones idénticas inferior a 15 minutos.
- ii. Número de individuos similar, aceptándose un cierto error en función del tamaño de bando (de modo general, 1 individuo para bandos entre 1 y 10; 1-2 individuos para bandos entre 10 y 50).
- iii. Coincidencia entre la dirección de vuelo observada por el primer observador y la visualización de un grupo de características similares por un segundo o el mismo observador, aplicando también los criterios anteriores.
- iv. Proporción de sexos y/o individuos de diferentes edades similar entre observaciones.
- v. Distancia en la cartografía entre observaciones inferior a 250-500 m.

En general, con esta metodología, se considera que el número de dobles observaciones que han podido quedar sin detectar es muy reducido, lo cual se puede avalar en función de la consistencia que tienen los censos de ciertas especies en distintas fechas.

Los censos se desarrollarán para completar al menos un **ciclo anual completo**, pero **concentrando los esfuerzos de muestreo en los periodos críticos para las aves**, como son:

- **Reproducción.** Primavera: celo y nidificación.
- **Posreproducción.** Verano-otoño: desarrollo de los pollos y dispersión de juveniles-machos, migración.
- **Invernada.** Invierno: supervivencia invernal, migración.

Este planteamiento permite estudiar a las aves cuando sus poblaciones presentan un comportamiento más homogéneo (ajustado a su fenología particular en cada zona y los

requerimientos ecológicos de cada periodo), lo cual facilita la comprensión de resultados y la precisión de las estimas, a diferencia de lo que puede ocurrir cuando se reparte el esfuerzo de forma sistemática a lo largo del año.

Por lo tanto, se propone realizar **un mínimo de 5 repeticiones de censo por campaña o periodo estacional**.

3.1.5.3 METODOLOGÍA PARA AVES DE HÁBITOS NOCTURNOS O CREPUSCULARES

De manera complementaria a la metodología de censo presentada en el apartado anterior, se propone realizar una serie de muestreos dirigidos específicamente a aquellas especies de aves de hábitos crepusculares, cuya detectabilidad durante el periodo diurno es más limitada. Entre estas se incluyen algunas especies de aves esteparias, como el alcaraván, y la mayor parte de las rapaces nocturnas o los chotacabras (*Caprimulgus* sp.).

La metodología que se propone está basada en la empleada en estudios a gran escala por la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife), como el programa NOCTUA, donde se realizan de forma sistemática una serie de **estaciones puntuales de escucha**, con el fin de detectar las especies de forma auditiva, pudiendo apoyarse en este caso con el uso de grabaciones con los reclamos de las especies objetivo (Zuberogoitia y Campos, 1998).

De manera general, el programa Noctua establece un mínimo de 5 estaciones, durante **10 minutos** cada una, para cada cuadrícula de 10x10km, pero este esfuerzo es insuficiente para el detalle requerido en este tipo de estudios. De manera orientativa, puede realizarse un esfuerzo de muestreo equivalente a 5 estaciones de escucha por cada 3.000 ha. No obstante, el número de estaciones y la distancia entre las mismas se podrá ajustar en función de las características de las áreas de estudio. Las estaciones tienen que estar separadas entre sí al menos 1.500 m y, en la medida de lo posible, cada estación se colocará en un ambiente lo más homogéneo posible (tipo de vegetación uniforme) de todos los tipos presentes. La primera estación debe comenzar 15 minutos después del ocaso y se anotarán todos los individuos diferentes de todas las especies detectadas, cada individuo una sola vez. Debe cubrir toda la superficie de la planta, línea de evacuación y los entornos delimitados como ámbito de los trabajos.

Estos muestreos se deberán **repetir al menos en 3 ocasiones**, a repartir entre periodo invernal (1 visita entre diciembre y febrero) y el periodo primaveral (2 visitas entre marzo y junio), ajustando la fenología en función de la región geográfica donde se ubique la zona de estudio (Tabla 3-3).

Tabla 3-3. Fechas de referencia para la realización de los censos según zonas geográficas (fuente: Programa Noctua SEO/BirdLife).

	DICIEMBRE		ENERO		FEB	MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	1-15	16-31	1-15	16-31	1-15	1-15	16-31	1-15	16-30	1-15	16-31	1-15	16-30
ZONA 1	1ª	1ª				2ª	2ª		3ª	3ª			
ZONA 2		1ª	1ª				2ª	2ª		3ª	3ª		
ZONA 3			1ª	1ª				2ª	2ª		3ª	3ª	
ZONA 4				1ª	1ª				2ª	2ª		3ª	3ª

ZONA 1: Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana, sur de Cataluña (no montaña), Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

ZONA 2: Extremadura, Castilla-La Mancha y zona de no montaña de Madrid.

ZONA 3: Castilla y León, La Rioja, no montaña de Aragón y no montaña de Navarra.

ZONA 4: Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco y Aragón (montaña), Cataluña (montaña), Madrid (montaña), Navarra (montaña) y Castilla y León (montaña).

De forma adicional o alternativa, se puede complementar la información mediante el registro de evidencias indirectas como egagrópilas, o incluso realizar censos pasivos acústicos de noches completas mediante el uso de grabadoras, de forma específica para este grupo de fauna o aprovechando los estudios de quirópteros (apartado 3.1.5.4.1.1). El análisis de las grabaciones puede realizarse de forma manual, por reconocimiento del audio reproducido; asistido por programas de visualización de sonogramas y/o organización previa de grabaciones (Kaleidoscope¹⁴, Raven Lite¹⁵); o de forma automatizada mediante la utilización de programas de reconocimiento automático como el mismo Kaleidoscope, BirdNET¹⁶ o Raven Pro. En cualquier caso, las clasificaciones automáticas generadas por estos programas deben ser revisadas y verificadas por especialistas, pues también tienen sus limitaciones y pueden generar errores de identificación u omisiones importantes.

3.1.5.4 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA MAMÍFEROS

3.1.5.4.1.1 Quirópteros

El estudio de los quirópteros, dados sus hábitos nocturnos y su particular comportamiento, para su adecuada descripción dentro del inventario ambiental requiere de la aplicación de una serie de técnicas específicas y de la utilización de equipos especializados, que deberán ser llevadas a cabo por personal experto en este grupo faunístico.

En este caso, se toma como base la "Propuesta de directrices para la evaluación y prevención del impacto de plantas fotovoltaicas sobre los quirópteros" (SECEMU, 2023), donde se detalla la metodología a seguir. A modo de resumen, se consideran necesarias las siguientes tareas:

¹⁴ <https://www.wildlifeacoustics.com/products/kaleidoscope>

¹⁵ <https://ravensoundsoftware.com/>

¹⁶ <https://birdnet.cornell.edu/>

- Revisión bibliográfica y consulta a expertos, con objeto de determinar las especies presentes en la zona, las épocas de presencia y la actividad desarrollada por ellas.
- Estudio de la actividad y uso del espacio de quirópteros en la planta solar y su entorno, por medio del análisis de grabaciones de ultrasonidos. Se realizará, al menos, en los meses de abril (comienzo del período de actividad), junio (período reproductor previo al reclutamiento) y septiembre (celo / paso otoñal), durante 7 noches favorables consecutivas, una grabadora cada 50 ha o por cada polígono ocupado por el proyecto que se encuentra a más de 100 metros de otros polígonos. Se cubrirán todos los hábitats presentes, con especial atención a aquellos de mayor interés para los murciélagos (cursos o masas de agua, pastizales naturales, lindes de arbolado, setos arbolados y roquedos).
- Identificación de refugios de colonias y hábitats favorables. Identificación de forma bibliográfica en un radio de 5 Km alrededor del proyecto y, en caso de presencia, censado en época adecuada. Adicionalmente, se realizará estudio de campo de refugios potenciales en un radio de 1 Km alrededor del proyecto.
- Estudio de efectos acumulativos y sinérgicos de otros proyectos presentes en un radio de 5 km.

El informe que derive del estudio realizado incluirá, al menos, lo indicado en la Propuesta de la SECEMU (SECEMU, 2023):

1. *Número de noches completas muestreadas en los trabajos de campo y fechas en las que se han realizado. Se deberá precisar el número de horas muestreadas. Identificación y características técnicas de los equipos utilizados y los programas empleados para el tratamiento de la información recabada. Se definirá la configuración utilizada en los equipos para la elaboración de los estudios.*
2. *Listado de especies identificadas, diferenciando claramente la información bibliográfica de la obtenida en los trabajos de campo para la realización del EslA.*
3. *Se destacarán las especies catalogadas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011) y en catálogos regionales, con sus estados de amenaza.*
4. *Para los trabajos de campo se presentará una curva de acumulación de especies con relación al esfuerzo de muestreo realizado.*
5. *Se incluirán tablas con información sobre tasas de actividad horaria para cada especie, mes y punto de muestreo.*

6. *Se deberá incluir la cartografía de hábitats favorables para los murciélagos en un área de 1.000 m alrededor de la planta fotovoltaica. En esta cartografía se indicarán además los puntos de muestreo utilizados¹⁷.*
7. *Refugios localizados y censados y otros elementos relacionados de interés (construcciones como puentes y edificios singulares que puedan albergar colonias de quirópteros). Información sobre refugios utilizados que deberá incluirse:*
 - a. *Información sobre colonias: localización, especies y número de ejemplares que las integran, estacionalidad de las mismas.*
 - b. *Valoración de los refugios según su posible interés de conservación para las especies identificadas y el grado de amenaza de las mismas.*
8. *Valoración del posible impacto global de la planta sobre las especies identificadas, teniendo en cuenta tanto la actividad detectada como las posibles pérdidas de hábitat que pudieran afectar al estado de conservación de las poblaciones de quirópteros presentes. En dicha valoración se hará especial hincapié en:*
 - a. *Las especies amenazadas y/o catalogadas,*
 - b. *Las especies que se puedan ver afectadas por el funcionamiento de la planta.*
9. *Número de infraestructuras potencialmente impactantes para los murciélagos (plantas solares, parques eólicos, etc.) instaladas y en proyecto en un radio de 5 km. Para cada infraestructura en funcionamiento se indicará:*
 - a. *Refugios de interés.*
 - b. *Distancia a la planta prevista y extensión de la infraestructura.*
 - c. *Especies catalogadas presentes.*
 - d. *Datos de actividad y de mortalidad de murciélagos.*
10. *Un apartado de recomendaciones de los expertos para la integración de las conclusiones extraídas del estudio.*

3.1.5.5 MAMÍFEROS TERRESTRES

Los mamíferos terrestres también son un grupo heterogéneo que requieren de metodologías específicas en función de las especies o grupos de referencia. De manera general, se pueden considerar dos grandes grupos de interés, como pueden ser, por un lado las especies de tamaño

¹⁷ Por ejemplo, para *Nyctalus lasiopterus*, se debe determinar la presencia de bosque maduro, árboles de diámetro grande (>35 cm) o con oquedades y árboles muertos en pie.

mediano y grande, como carnívoros y ungulados, que suelen presentar amplias áreas de campeo y ser sensibles al efecto barrera y la fragmentación de hábitats; y, por otro lado, pequeños vertebrados, como micromamíferos o el conejo, que pueden resultar de interés como especies clave a gestionar dentro de las instalaciones fotovoltaicas.

De manera general, el objetivo sería identificar las especies presentes en el ámbito de estudio y establecer la distribución y abundancia relativa de los mismos, de cara a evaluar el impacto del proyecto. Los muestreos estarán destinados a la obtención de **índices de abundancia** mediante **transectos** (rastros, huellas, excrementos, etc.) o **fototrampeo**. En casos especiales en los que resulte de interés la obtención de un mayor detalle (especies raras o de gran interés), se realizarán estimas del tamaño poblacional o recuentos de la población.

Por ejemplo, para carnívoros y ungulados se pueden realizar transectos estandarizados para registrar huellas y otros indicios, como los excrementos, que son reflejo de la actividad diaria de los animales en el entorno en el que habitan y, por lo tanto, se pueden considerar como indicadores de la abundancia de dichas especies. Para otros grupos, como los micromamíferos, se recomiendan otros métodos de estimas de densidad basados en sistemas de captura y recaptura, que requieren trampeo y el marcaje de los ejemplares capturados.

Como referencias generales para realizar este tipo de seguimientos se pueden consultar algunos documentos de referencia, como las "**Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte**"¹⁸ del Ministerio de Medio Ambiente (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008) o la "**Guía virtual de los indicios de los mamíferos de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias**"¹⁹, publicada y actualizada periódicamente por la Sociedad Española para la Conservación y Estudio de los Mamíferos (SECEM).

3.1.5.6 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA ANFIBIOS Y REPTILES

Existen diferentes metodologías para el estudio y seguimiento de las poblaciones de anfibios y reptiles, animales poiquiloterms que pueden ocupar tanto ecosistemas acuáticos como terrestres. Como marco de referencia para estandarizar los muestreos de este grupo faunístico se propone tener en cuenta la metodología propuesta por la Asociación Herpetológica Española (AHE) para su Programa de Seguimiento de Anfibios y Reptiles de España (SARE)²⁰, pues además

¹⁸ https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/efecto_barrera_infraestructuras_transporte_tcm30-195793.pdf

¹⁹ <http://www.secem.es/guideindiciosmamiferos/>

²⁰ [Programa S.A.R.E. archivos - Asociación Herpetológica Española \(herpetologica.es\)](#)

de permitir el seguimiento a largo plazo de la fauna herpetológica, contribuye a mejorar la información sobre la distribución de las especies en el ámbito estatal, contribuyendo al Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España (SIARE)²¹. En cualquier caso, la metodología se debe adaptar a las características particulares del ámbito del proyecto objeto de estudio.

En la página web del proyecto SARE se pueden encontrar las fichas con las instrucciones y la metodología detallada para el seguimiento de anfibios y reptiles, que se resume a continuación.

3.1.5.7 ANFIBIOS

El objetivo del muestreo es detectar las especies presentes, las ubicaciones en las que aparecen, y la identificación de lugares de importancia. Se obtendrá un índice de abundancia relativa (número máximo de ejemplares observados) que permitirá contar una línea base que muestre la situación previa al proyecto. A partir de esta imagen inicial, si continúan los muestreos con la misma metodología, permite establecer tendencias poblacionales para cada especie de cara a conocer los efectos de la implantación de un proyecto fotovoltaico.

Se pueden realizar 2 tipos de muestreos: i) un muestreo básico orientado a ejemplares adultos y, por tanto, debe realizarse por la noche; ii) un muestreo complejo orientado a larvas y puestas, por lo que se realizará durante el día. En el primer caso no es necesario contar con permiso de la Consejería de Medio Ambiente correspondiente, pero para el segundo hay que contar con autorización para manejar animales.

Los puntos de muestreo serán zonas que, a priori, parezcan idóneas para la reproducción de anfibios. En cada punto de muestreo, se anotarán las condiciones meteorológicas y la hora de inicio del muestreo, y se realizarán conteos visuales de adultos/larvas o puestas según el diseño de un recorrido establecido.

Se deberán realizar, al menos, dos muestreos al año dentro del período reproductivo de la mayoría de las especies presentes en el ámbito de estudio, teniendo en cuenta diversos factores como:

- La fenología de las especies potenciales que puede haber en la zona.
- Los hábitat preferentes para estas especies.
- Las condiciones meteorológicas para cada una de ellas.

²¹ [S.I.A.R.E. - Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España \(herpetologica.es\)](http://S.I.A.R.E. - Servidor de Información de Anfibios y Reptiles de España (herpetologica.es))

3.1.5.8 REPTILES

El objetivo del muestreo es detectar las especies presentes en la zona elegida para realizar los transectos, obteniendo un índice de abundancia relativa (número de ejemplares observados por hora de censo) que nos permita, a lo largo del tiempo tener series temporales para cada especie y detectar las tendencias poblacionales (declive, aumento, estabilidad, etc.).

Durante el muestreo, se buscarán reptiles activamente en los hábitats adecuados: bajo piedras, observando la vegetación y observando las masas de agua (para las especies acuáticas) cuando el recorrido pase al lado de un punto de agua. Es recomendable el uso de prismáticos para la observación lejana de reptiles sobre piedras, etc.

Se realizarán al menos 2 muestreos durante el periodo primaveral y otros 2 muestreos durante el periodo otoñal. Para la elección concreta de las fechas, se tendrá en cuenta la fenología de las especies potenciales que puede haber en la zona y la meteorología (días cálidos y despejados). El muestreo debe realizarse en las horas de máxima actividad, que en primavera y otoño normalmente coincide con el periodo central del día.

3.1.5.9 METODOLOGÍA ESPECÍFICA PARA INVERTEBRADOS

Al igual que se ha señalado para la avifauna, pero incluso en mayor grado, dentro de los invertebrados se incluye una gran diversidad de grupos taxonómicos de características muy dispares y que, por lo tanto, requieren una aproximación metodológica particular según las especies clave señaladas en cada caso. Hasta la fecha, no es frecuente la realización de estudios de invertebrados en el marco de las PSFV y, cuando se incluyen, suelen referirse al filo de los artrópodos, que cuenta con grupos mejor estudiados y ser más fácil su estudio.

La mayoría de los grupos de insectos son difíciles de identificar a nivel de especie y tienen pocos expertos que los estudien. No obstante, entre los grupos de insectos que cuentan con un mayor grado de conocimiento y resultan más accesibles se encuentran los lepidópteros, por ser relativamente sencillos de identificar, y además son objeto de programas de seguimiento a gran escala, como Programa de Seguimiento de Mariposas (*Butterfly Monitoring Scheme*, BMS siglas en inglés)²². A modo de ejemplo, cuando se quiera evaluar los efectos de la PSFV sobre el grupo de invertebrados, los lepidópteros pueden ser una buena opción, de manera general, por su papel como indicador, por ser un grupo sensible a los cambios del hábitat y, junto a otros insectos, por ser unos elementos clave de las cadenas tróficas, como presas para otros organismos. Otros grupos de insectos, como los ortópteros o los coleópteros, también suelen ser considerados en estudios de disponibilidad de alimento de otros organismos, como las aves.

²² <https://butterfly-monitoring.net/es/spain-bms>

Por supuesto, en el caso de señalarse la presencia de alguna especie de interés en particular, los muestreos deberán realizarse de forma específica y acorde a su fenología. Los trabajos específicos de campo deberán completar el inventario de invertebrados, para determinar la presencia de áreas de interés para las especies.

Los muestreos se realizarán seleccionando áreas representativas de la vegetación de la zona y que presenten todo el rango de variación en cuanto su estructura y composición, en particular aquellos hábitats de especies de interés, en la implantación del proyecto más un buffer de 500 m alrededor del mismo.

En todos los casos, el material que se pueda identificar sobre el terreno volverá a ser liberado inmediatamente. Además, se podrá contar con registro fotográfico con objetivos macro para aquellos ejemplares que precisen un estudio más detallado en el laboratorio para su identificación.

También se prestará una especial atención a la localización de sus hábitats y sus plantas nutricias, cuando exista conocimiento sobre las mismas.

Las visitas de campo se ajustarán a la fenología particular de cada especie, aunque en conjunto los trabajos de campo se centrarán en los periodos primaveral y estival.

A continuación, se detallan las metodologías de muestreo para los principales grupos de insectos que pueden resultar objeto de estudio.

3.1.5.10 MARIPOSAS DIURNAS

Para la caracterización de la fauna de mariposas diurnas es recomendable el muestreo mediante transectos fijos estandarizados conocidos como *Pollard walks* (Pollard y Yates, 1993) (

Figura 3-6A), una metodología ampliamente utilizada en todo el mundo propuesta por el *UK Butterfly Monitoring Scheme* (BMS), también aplicado en España (Paz et al., 2015)²³.

Se realizarán transectos para cubrir los diferentes tipos de hábitats existentes en la zona de forma que sean representativos de los distintos ambientes presentes dentro del de estudio con la finalidad de encontrar una mayor diversidad de especies de mariposas diurnas, muchas de las cuales con requerimientos específicos. Además, se registrará información climatológica al inicio

²³ https://butterfly-monitoring.net/sites/default/files/Pdf/pdf-translated/Butterfly%20Transect%20Counts-%20Manual%20v2_Spanish.pdf

y fin de los transectos como la velocidad del viento, medida en función de la escala de Beaufort (

Figura 3-6B), o el porcentaje de sol/cobertura de nubes, donde un 100% implica un cielo totalmente descubierto.

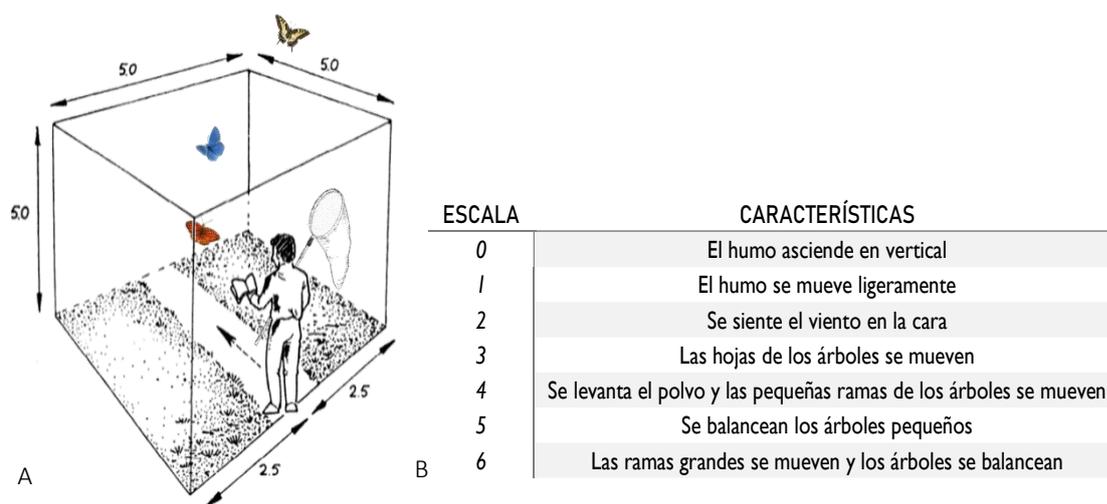


Figura 3-6. A) Representación gráfica de la metodología Pollard walks (Pollard y Yates, 1993). Se muestra al observador desplazándose en dirección recta y contabilizando el número de mariposas, las mariposas de color marrón y azul sí entran dentro del conteo, mientras que la amarilla no porque está fuera del rango establecido. B) Descripción de los diferentes niveles de la escala de viento Beaufort desde el 0 hasta el 6, con sus respectivas características. Fuente: archivo de datos del Grupo de Seguimiento de Biodiversidad UCM.

3.1.5.11 ODONATOS

Para caracterizar la fauna de odonatos presente en el ámbito de estudio se puede prospectar la zona en busca de fuentes de agua que sean susceptibles de albergar individuos adultos o larvas de este grupo de insectos.

Se puede realizar un muestreo exhaustivo de las charcas, arroyos y ríos con el objetivo de tomar una representación de la comunidad de anisópteros y zigópteros que puede habitar la zona. Se realizarán censos estandarizados siguiendo la metodología propuesta en la literatura (Brooks, 1993; Cleary et al., 2004), consistentes en la captura con manga entomológica de ejemplares adultos, que se sexaron e identificaron a nivel de especie. Se llevarán a cabo tandas con una duración determinada (por ejemplo, 1 hora cada una), realizadas en las horas centrales del día (de 12:00 horas a 16:00 horas), cuando la actividad de estos insectos es más alta.

Siempre que sea posible se acompañará la identificación de una fotografía del ejemplar o de la especie.

3.1.5.12 HORMIGAS, COLEÓPTEROS Y OTROS INVERTEBRADOS EPIGEOS

Para el grupo de los formícidos, los coleópteros y otros invertebrados epigeos se proponen dos métodos de captura ampliamente probados para estudiar este grupo de insectos (Agosti *et al.*, 2000), el muestreo directo y el muestreo indirecto.

El **muestreo directo** consiste en la recogida a mano, con pinzas o con aspirador entomológico, de ejemplares de hormigas obreras que se encuentren en las inmediaciones del nido o forrajeando. Para ello, se recorrerá el área de estudio de forma extensiva buscando en una variedad de ambientes. En la mayor parte de los casos, la identificación de las especies puede hacerse *in situ*, liberando a los ejemplares en el lugar de captura, para evitar su muerte.

El **muestreo indirecto** se puede realizar mediante trampas de caída (*pitfall*), constituidas por botes de plástico de unas dimensiones determinadas (por ejemplo, 100 ml y 4,5 cm de diámetro; Figura 3-7). Los botes se llenarán hasta la mitad con una solución jabonosa y las trampas se dejaron enterradas a ras de suelo y destapadas (activas) durante un periodo determinado (por ejemplo, dos días). Los datos de abundancia se consideran teniendo en cuenta la frecuencia de incidencias de cada especie por trampa, es decir, el número de veces que cada especie se registra por unidad de muestreo.

Se realizará un muestreo estratificado repartiendo las trampas en transectos lineales, separadas aproximadamente 15 metros entre sí. Las líneas de trampas se colocarán de manera que ocupen una variedad de microhábitats (debajo de vegetación cerca de piedras, etc.) y hábitats (cultivos, pastizal, matorral, zonas arboladas, etc.) para realizar un muestreo representativo de las características ambientales del entorno del proyecto.

Las muestras recogidas mediante los dos métodos se procesarán en el laboratorio y se identificarán a nivel de especie siempre que fuera posible, mediante una lupa binocular (aumento máximo de 65x) y las claves de identificación específicas (Gómez y Espalader, 2007; Lebas *et al.*, 2017).

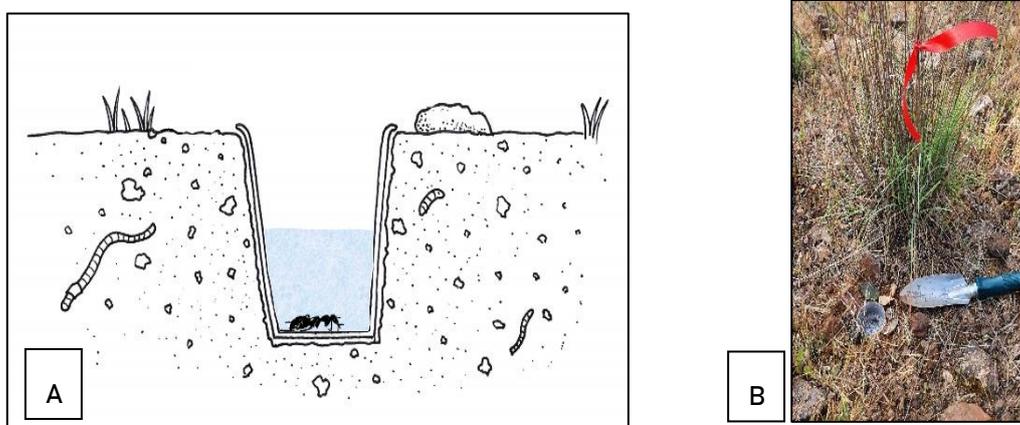


Figura 3-7. A) Esquema de una trampa de caída (*pitfall*). B) Trampa *pitfall* en campo. Fuente: archivo de datos del Grupo de Seguimiento de Biodiversidad UCM.

3.1.5.13 POLINIZADORES

Además de estudios específicos sobre lepidópteros, empieza a ser habitual el estudio del grupo de insectos con una función de gran importancia ecosistémica y económica como son los polinizadores. Incluyen principalmente, además de las referidas mariposas, a las abejas, ciertas especies de moscas y de coleópteros.

La Fundación Global Nature, como parte del Observatorio de la Biodiversidad Agraria (OBA)²⁴, emplea un muestreo simplificado dirigido a ciencia ciudadana para obtener información sobre la abundancia, diversidad y actividad de los polinizadores en parcelas de cultivo, pudiendo inferir el estado de las comunidades de polinizadores asociadas a ciertos medios agrícolas y también evaluar el impacto del contexto paisajístico y las prácticas de manejo locales. Su metodología es la siguiente:

- Por un lado, y de manera principal, está la observación de visitas a flores. El proceso implica escoger uno o varios rodales con vegetación y durante tres minutos identificar todos los polinizadores que se posan en las flores. Es así como se mide su abundancia, diversidad y actividad, y también se puede comparar su actividad entre diferentes ambientes (por ejemplo, entre líneas de frutales y junto a un lindero silvestre).
- Por otro, están los nidos de abejas solitarias. Se construyen e instalan nidos hechos con cañas o tubos para propiciar el anidamiento de las abejas solitarias. Se puede seguir su población viendo cuántos huecos ocupan y distinguirlas según el material de sellado.

Otras metodologías comunes son los censos en transecto, donde se realizan recorridos preestablecidos a baja velocidad mientras se cuenta el número de insectos observado. Para completar la información a nivel de especie, se requiere su captura con red.

Para estos estudios también se emplean las trampas de color (*pan-traps*), que es un método de muestreo pasivo que utiliza cuencos de colores brillantes, llenos de agua, para atraer especies de polinizadores que caen en el agua.

Otras técnicas de estudio más complejas y novedosas, incluyen la bioacústica (Khalil, 2021) y el ADN ambiental (Roger et al., 2022; U.S. Geological Survey, 2022).

Por último, cabe señalar que la Comisión Europea, que en los últimos años está mostrando un interés creciente en desarrollar políticas y medidas en favor de los polinizadores está testando actualmente un método estandarizado para el seguimiento de polinizadores en los Estados

²⁴ <https://oba.fundacionglobalnature.org/>

miembros, el “*EU Pollinator Monitoring Scheme*”, publicado en 2021 como una de las acciones principales de la Iniciativa de la Unión Europea sobre los Polinizadores (Potts et al, 2021).

3.1.6 DETERMINACIÓN DE LAS ZONAS DE INTERÉS PARA LA FAUNA

Como resultado de los censos o muestreos de campo, así como a partir de la información recopilada sobre las especies presentes en el ámbito de estudio, conviene identificar aquellas **zonas de especial interés para los diferentes grupos faunísticos** en general y para las especies de interés en particular. Éstas deben incluir las áreas de concentración por celo o reproducción, alimentación (muladares, basureros), descanso (refugios, dormideros, humedales, paradas migratorias) o migración (pasos obligados), de especial sensibilidad para las especies potencialmente afectadas.

Estas zonas de interés para la fauna deben considerarse para poder determinar, en conjunto, la posible afección sobre la fauna en el ámbito de estudio, pero también son de utilidad para priorizar otras acciones relacionadas con el proyecto, como puede ser la implementación de medidas correctoras y compensatorias. Es decir, son áreas que deben ayudar a la toma de decisiones.

La determinación de estas zonas de interés para la fauna se podrá realizar mediante criterio experto (el promotor de la instalación deberá proporcionar datos y referencias que justifiquen dicho criterio), pero también puede apoyarse con los resultados de los trabajos de campo, particularmente los datos precisos de localización de aves resultantes de los censos de aves o de ejemplares marcados con sistemas de seguimiento (por ejemplo, emisores GPS-GSM), así como la disponibilidad de hábitats para las mismas (por fotointerpretación o cartografía de usos del suelo como apoyo). Para tal fin, se deberán tener en cuenta todas las observaciones, para delimitar de manera más concreta el uso del espacio y, en el caso de disponer de un número suficiente de observaciones, se podrán estimar las áreas de distribución (= áreas de campeo) mediante geoprocésamiento (SIG), por ejemplo, mediante el cálculo del polígono mínimo convexo (PMC o también conocido como MCP por sus siglas en inglés), como un indicador objetivo del rango de distribución general de las especies, o estimadores de la densidad kernel (Worton, 1989): de mayor a menor importancia, 50% (áreas núcleo); 80% (áreas de distribución principal) y 95% (área de distribución general). Estos últimos son más informativos de la importancia de las diferentes áreas del territorio que el PMC ya que expresan la diferente intensidad del uso que hacen del mismo. Para las especies con marcadas diferencias de comportamiento o presencia entre estaciones, se pueden utilizar las observaciones acumuladas correspondientes a cada periodo de censo. También se pueden utilizar las observaciones acumuladas a lo largo de todo el ciclo anual para determinar el área de distribución general de las especies.

3.1.7 DETERMINACIÓN DEL HÁBITAT PARA LA FAUNA

Como se ha puesto de manifiesto en el capítulo relativo a los efectos de las PSFV sobre la fauna, el principal impacto de este tipo de proyectos está relacionado con la transformación del territorio y la ocupación de hábitats, tanto a escala local, por el impacto en las parcelas afectadas directamente por las nuevas infraestructuras, como a escala de paisaje, por los efectos potenciales sobre la conectividad ecológica. Por lo tanto, resulta de gran interés cartografiar los hábitats faunísticos del ámbito de estudio y, preferentemente, evaluar su idoneidad para las especies de fauna clave o de mayor interés.

Entre los elementos de interés a considerar señalados por el MITECO en sus directrices sobre el *Alcance de Estudio de Impacto Ambiental de Proyecto de parque fotovoltaico Terrestre*, mencionado anteriormente, se encuentra la necesidad de “*identificar y cartografiar los elementos de infraestructura verde para la conectividad terrestre formalmente reconocidos / declarados por la administración competente en biodiversidad. En su ausencia, identificación y cartografía de los corredores ecológicos terrestres, incluidas zonas vitales para la movilidad de especies clave, conectores funcionales entre espacios Red Natura 2000 o entre áreas críticas de especies amenazadas, y otros elementos del paisaje que tengan función de conectividad. Para corredores ecológicos de mamíferos de mediano o gran tamaño se sugiere utilizar la información del estudio Autopistas Salvajes de WWF*”. Este enfoque se encuentra en consonancia con los objetivos de la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas²⁵, que incluyen “*que la planificación territorial y sectorial que realicen las Administraciones públicas permita y asegure la conectividad ecológica y la funcionalidad de los ecosistemas, la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, la desfragmentación de áreas estratégicas para la conectividad y la restauración de ecosistemas degradados*”. A tal fin, algunas regiones cuentan con cartografías de corredores ecológicos (Parte II, Tabla 4-5).

²⁵ Aprobada por Orden PCM/735/2021, de 9 de julio y publicada en B.O.E. núm. 166, de 13 de julio de 2021, páginas 83217 a 83470.



Figura 3-8. Mapa de corredores ecológicos para garantizar la conectividad de espacios naturales y la movilidad de la fauna y flora ibérica. Fuente: Rodríguez et al., 2018.

Para tal fin existen diferentes aproximaciones metodológicas, desde una simple cartografía de hábitats faunísticos a partir de la interpretación ecológica de las diferentes clases de uso del suelo, clases de vegetación, etc., hasta aproximaciones más complejas que incluyan además la influencia de otros factores ambientales, como el clima, la topografía o la influencia humana en la idoneidad del hábitat, por ejemplo mediante la realización de modelos de idoneidad del hábitat y modelos de conectividad ecológica.

Por ejemplo, la *Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las plantas solares sobre especies de avifauna esteparia* del MITECO también hace hincapié en la evaluación de los efectos del proyecto sobre el hábitat de este grupo de aves, a partir de una cartografía de hábitats que incluya los tipos de cultivos, teniendo en cuenta la calidad del hábitat, en función de distintas variables (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 3-4. Variables propuestas para definir la calidad hábitat de las aves esteparias según la *Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las plantas solares sobre especies de avifauna esteparia* (MITERD, 2021).

Variable	Calidad de Hábitat	Calidad de Hábitat	Calidad de Hábitat
Superficie de hábitat	>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

Variable	Calidad de Hábitat	Calidad de Hábitat	Calidad de Hábitat
Evaluación del riesgo de colisión	>5 km	>2 km	<2 km
Linderos, cursos de agua, líneas	>50%	>25%	<25%

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico cuenta con un portal web específico sobre infraestructura verde, conectividad y restauración²⁶. Incluye información legal y administrativa, la guía metodológica de identificación de los elementos de la infraestructura verde de España (2ª edición de 2024), un visor cartográfico con la infraestructura verde elaborada por las administraciones autonómicas en España, así como el análisis demostrativo de conectividad ecológica de ecoperfiles de especies en la Península Ibérica junto con su cartografía (presentado en 2024).

En cualquier caso, se requiere el uso de sistemas de información geográfica (SIG) con el fin de poder estimar de forma cuantitativa la cantidad de hábitat disponible, así como las superficies de hábitats de interés afectados por el proyecto. El SIG servirá para integrar la cartografía de hábitats y corredores disponibles o para elaborar una cartografía específica acorde con las necesidades del estudio de fauna.

De manera general, se utilizará como base de referencia, cartografía de usos del suelo o vegetación oficial, actualizada y de una escala adecuada al tamaño del ámbito de estudio. La cartografía disponible conviene que sea contrastada en campo o, al menos, mediante fotointerpretación a partir de ortofotografías recientes.

Para el ámbito nacional se puede consultar la cartografía disponible en el Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica²⁷, que incluye diversa información geográfica temática, incluyendo cartografía de usos del suelo como CORINE *Land Cover*, el Sistema de Información de Ocupación del Suelo en España (SIOSE) o el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC); modelos digitales de elevaciones; información geográfica de referencia..., además del Visualizador de Mapas e imágenes (IBERPIX)²⁸ de este mismo organismo, con acceso a cartografía topográfica y ortofotografías del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA). Además, la mayor parte de las Comunidades Autónomas disponen de sus propios servicios cartográficos, con información específica de su ámbito geográfico.

²⁶ https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/infverde_conectividad.html

²⁷ <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>

²⁸ <http://www.ign.es/iberpix/visor/>

3.1.7.1 CARTOGRAFÍA DE HÁBITATS FAUNÍSTICOS

La cartografía de hábitats faunísticos se puede realizar mediante la interpretación de los usos del suelo en función de las características y requerimientos ecológicos de las especies objeto de estudio, es decir, identificando el tipo de hábitat al que se asocia cada especie. En una primera aproximación se puede evaluar la disponibilidad de hábitats para la fauna en función de la disponibilidad de los diferentes usos del suelo o clases de vegetación, valorando su interés para los diferentes grupos de fauna considerados en el estudio. En estos casos, los corredores ecológicos suelen definirse mediante una simple reclasificación de las manchas de paisaje según su afinidad por el taxón que sirve de objetivo.

A partir de esta cartografía se pueden obtener indicadores sencillos como la superficie o el porcentaje de ocupación de cada clase de hábitat (uso del suelo o clase de vegetación).

3.1.7.2 MODELIZACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL HÁBITAT PARA LA FAUNA

Los modelos de hábitat permiten determinar la calidad del hábitat o la probabilidad de presencia de las especies en el área de estudio, y son la base para elaborar los mapas de resistencias requeridos para calcular las rutas de mínimo coste y la identificación de corredores ecológicos. Los modelos de hábitat se pueden elaborar mediante SIG de forma que se pueda relacionar la distribución de las especies o adecuación de las diferentes capas de información geográfica disponibles, como los usos del suelo, la topografía o factores antrópicos a las preferencias de las especies.

La capacidad de los modelos de hábitat para predecir la presencia o tendencias futuras de cualquier población animal depende, entre otras cuestiones, de la disponibilidad de datos adecuados sobre la propia dinámica poblacional de la especie o sobre la evolución futura de aquellas variables que determinen su distribución y abundancia (por ejemplo, el clima). No obstante, cuando no existe dicha información o ésta no es suficiente para poder predecir espacialmente dichas tendencias, los modelos de idoneidad de hábitat permiten inferir, al menos, aquellas áreas donde existe una mayor probabilidad de presencia de la especie, es decir, donde es más fácil que ésta aparezca, teniendo en cuenta la información disponible en el momento de realizar los análisis. Obviamente, esta información es de gran interés de cara a seleccionar alternativas de proyecto de una forma más predictiva o, directamente, para evaluar el impacto de la alternativa seleccionada. A partir de los modelos de idoneidad de hábitat, además del hábitat disponible afectado se pueden inferir las zonas con mayor probabilidad de cruce de las infraestructuras y que, por lo tanto, deberían ser prioritarias de cara al establecimiento de medidas correctoras para evitar las colisiones de aves (por ejemplo, líneas de evacuación).

A continuación, se presentan los modelos de hábitat más usados, basándose en las recomendaciones y propuesta metodológica presentada por el MITECO en el documento "Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de

planificación y trazado" (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010)²⁹ donde se desarrollan este tipo de aproximaciones en el marco del desarrollo de infraestructuras de transportes, pero que son igualmente aplicables al estudio de las PSFV.

- **Modelos de idoneidad del hábitat:** elaborados cuantificando la cantidad y calidad del hábitat en función de los requerimientos ecológicos de la especie o las especies de interés, pudiendo asumir de manera general, que existe una estrecha correlación entre la calidad del hábitat y la probabilidad de presencia de las mismas. Hay dos formas principales de construir estos modelos:
 - o **Basados en revisión bibliográfica y opinión de expertos.** La metodología más sencilla para estimar cómo las especies focales se desplazan por el territorio se basa en la realización de modelos de idoneidad del hábitat sustentados en el criterio de expertos sobre las características biológicas de las especies focales y en la revisión de datos bibliográficos (Figura 3-9). Dado que estos modelos se encuentran sujetos a cierta incertidumbre y subjetividad por el procedimiento que utilizan para transformar la información básica en valores de adecuación de hábitat, es importante la justificación adecuada de todas las decisiones que conllevan su definición (por ejemplo, la ponderación de la importancia de los factores y clases que determinan la calidad del hábitat), a fin de garantizar la transparencia global del proceso.
 - o **Basados en técnicas empíricas** (datos de campo) y estadísticas: Este tipo de modelos únicamente pueden llevarse a cabo si existe información sobre la presencia-ausencia o la abundancia de las especies en la zona de estudio. Se basa en aplicar modelos empíricos y estadísticos que relacionen la ocurrencia de las especies con los factores del hábitat. Existen numerosas técnicas estadísticas como los modelos lineales generalizados, modelos aditivos generalizados (p.ej., mediante regresión logística o de Poisson), modelos de redes neuronales, árboles de regresión y clasificación, o algoritmos genéticos, que se pueden usar para elaborar mapas de probabilidad de ocurrencia de las especies en cada píxel del territorio. La selección de una u otra técnica dependerá fundamentalmente de la información de partida (p.ej., datos de presencia-ausencia o solo presencias) así como de los medios técnicos y la capacidad de los paquetes o herramientas estadísticas disponibles.
- **Los Modelos Basados en el Individuo:** requieren información muy exhaustiva de las especies y pueden ser útiles aplicados a pequeñas áreas o para taxones de interés de los que se disponga de mucha información. Son modelos de presencia diseñados para

29

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/planificacion_trazado_tcm30-195794.pdf

plasmarse cartográficamente el patrón de movimientos más probables de una especie (p.ej., a partir de datos procedentes del radioseguimiento), pero no tienen en cuenta información relativa al proceso que sigue la población. Se pueden complementar para predecir la posible dinámica poblacional y su persistencia con modelos de Análisis de Viabilidad de Poblaciones (PVA).

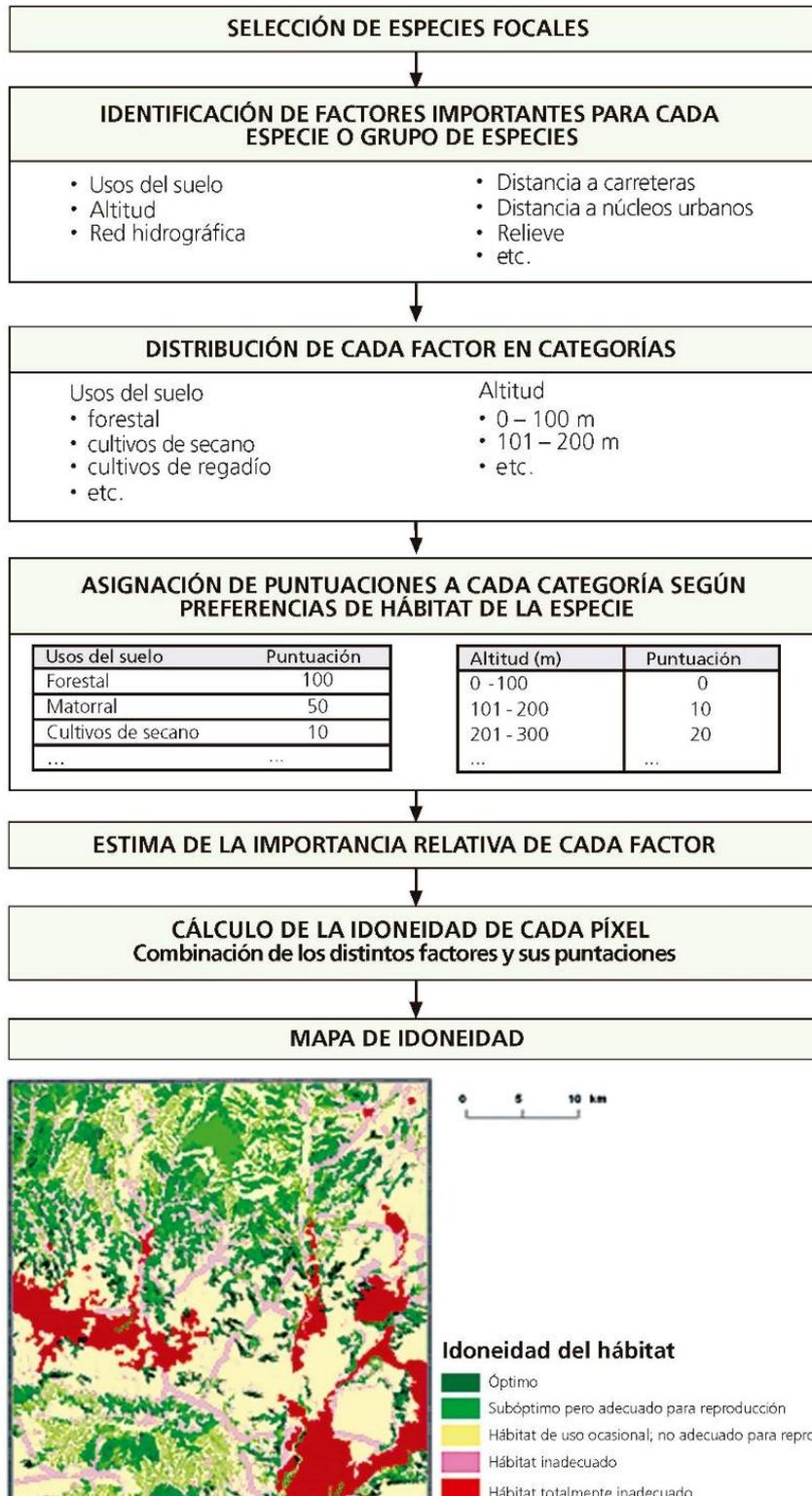


Figura 3-9. Esquema del procedimiento para cartografiar la idoneidad de los hábitats en el ámbito de estudio. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.

3.1.7.3 IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES ECOLÓGICOS

En línea con lo señalado en relación con los modelos de idoneidad del hábitat, también es importante disponer de una cartografía de corredores ecológicos para el ámbito de la actuación que resulte adecuada para evaluar los efectos del proyecto. En este caso, también se puede integrar la información de documentos previos que identifiquen los corredores ecológicos o bien, cuando ésta no esté disponible o no sea adecuada para la escala o los objetivos del estudio, podrá ser elaborada a partir de los modelos de idoneidad del hábitat. En ambos casos, el documento de "Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado" (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010) también aporta orientaciones metodológicas para llevar a cabo estas aproximaciones.

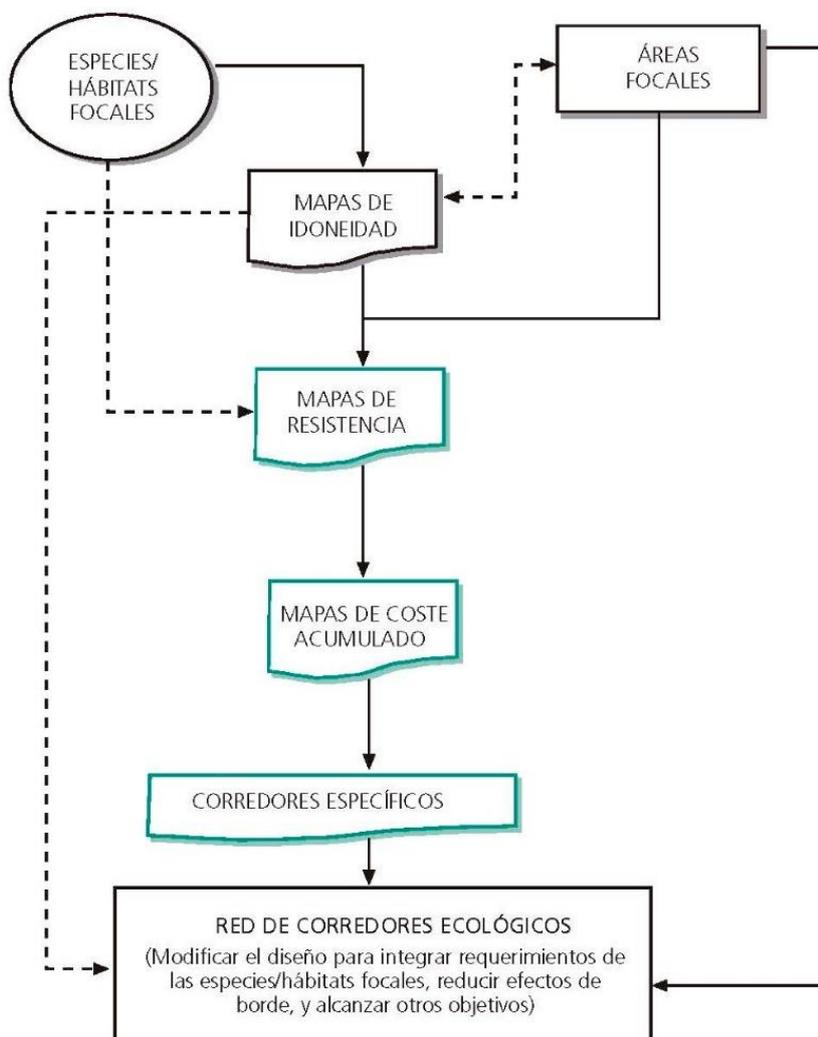


Figura 3-10. Procedimiento general para la identificación de corredores ecológicos. El procedimiento específico para dicha identificación se representa en color verde. La información básica de partida sobre las áreas, especies y/o hábitats focales, en color negro, procede de fases previas, así como los mapas de idoneidad del hábitat. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2010.

3.2 DETERMINACIÓN DE AFECCIONES

3.2.1 INTRODUCCIÓN

En términos generales, se considera que los efectos más comunes de las plantas solares fotovoltaicas (PSFV) sobre la biodiversidad derivan de la transformación del paisaje y cambios de usos del suelo, y de su influencia directa e indirecta en las especies de fauna y flora. No obstante, la literatura también plasma afecciones relacionadas con el aumento de la contaminación lumínica, atmosférica y acústica, campos electromagnéticos, incendios, uso del agua, cambios microclimáticos o la introducción de especies foráneas (Boroski, 2019; Gibson et al., 2017; Smith y Dwyer, 2016; Turney y Fthenakis, 2011; Hernández et al., 2014; Lovich y Ennen, 2011).

Sin embargo, aunque la tecnología fotovoltaica y sus aplicaciones se conocen desde hace tiempo, su aplicación en proyectos a gran escala es relativamente reciente (salvo algunos países, como en Estados Unidos), por lo que el conocimiento acerca de estos impactos sobre los ecosistemas y sus componentes es escaso, en ocasiones complejo de cuantificar y basado muchas veces en análisis hipotéticos u observaciones casuales, no fácilmente extrapolables ni generalizables. En última instancia, su forma de expresión y magnitud se verán condicionadas por las características concretas de cada proyecto y de las especies y hábitats existentes en la zona de implantación (Boroski, 2019; Moore-O'Leary et al., 2017; Smith y Dwyer, 2016; Hernández et al., 2014). En (Gómez Catasús et al., 2024) se realiza un exhaustivo análisis de la carencia de estudios por materias y regiones, destacando el menor número de publicaciones en Asia y Europa, en comparación con Norteamérica donde, sin embargo, el desarrollo en este tipo de proyectos es menor.

La presente revisión de bibliografía que trata el tema de los impactos toma referencias no solo de estudios realizados sobre proyectos de PSFV, si no de plantas de energía solar en general (como las plantas de energía solar termosolar), con el fin de poder tomar al menos una referencia de partida. Estas referencias habrán de ser tomadas, por tanto, con cautela.

3.2.2 IMPACTOS SOBRE LA FAUNA

Los principales impactos de la energía solar sobre la fauna se suelen referir a la pérdida y el deterioro del hábitat, por la superficie ocupada por las instalaciones, así como la mortalidad directa de individuos en distintos elementos de las instalaciones, incluyendo las líneas eléctricas de evacuación (Boroski, 2019; Gibson et al., 2017; Sánchez-Zapata et al., 2016; Smith y Dwyer, 2016; Turney y Fthenakis, 2011; Lovich y Ennen, 2011).

3.2.2.1 EFECTOS SOBRE EL HÁBITAT

Los impactos sobre el hábitat de las especies de fauna se producen como consecuencia de la ocupación física del territorio por las instalaciones (paneles y espejos, carreteras y viales,

edificaciones, vallados, etc.) y los cambios en los usos del suelo a largo plazo, a lo que hay que añadir los efectos indirectos por contaminación acústica, lumínica y atmosférica, y por la actividad asociada a las instalaciones durante la fase de construcción y, en menor medida, la fase de operación (Boroski, 2019; Hernández et al., 2014; Lovich y Ennen, 2011; Sánchez-Zapata et al., 2016).

Uno de los principales condicionantes de las instalaciones fotovoltaicas es la gran superficie requerida por kW, en comparación con otras tecnologías (Boroski, 2019). Por un lado, la superficie de paneles está directamente relacionada con la capacidad de generación de cada celda de los módulos, es decir, que cuanto mayor es la eficiencia del panel, menor superficie de ocupación de placas se requiere. Éste es un parámetro que mejora día a día y si hasta hace poco era habitual en España el uso de paneles de 315 a 435 Wp, actualmente ya se están instalando paneles de 500 ó 610 Wp, lo que implica una importante reducción de los requisitos de terrenos de los proyectos.

Por otro lado, la separación entre líneas es importante para maximizar la densidad de potencia (kW/ha), pero sin afectar al sombreado de los paneles, la cual también afecta a la superficie requerida para la instalación de este tipo de proyectos. En EEUU, las estimaciones sobre la ocupación de las centrales solares de gran escala construidas en el Medio Oeste hasta el año 2018 muestran que la superficie media necesaria para instalar 1 MW de potencia es de unas 3 ha de terreno, incluyendo infraestructuras auxiliares y cerramientos (Ong et al., 2013; Walston et al., 2021). En cambio, en Japón y Corea del Sur la pérdida de superficie se sitúa alrededor de los 1,5 ha por MW instalado y está vinculada a pequeñas centrales fotovoltaicas de menos de 10 MW de potencia (Kim et al., 2021).

En España no hay análisis publicados y la información se encuentra dispersa y fragmentada, ya que los proyectos fotovoltaicos se tramitan según su potencia nominal a través de las comunidades autónomas (PSF <50 MW) o de los órganos ministeriales del Gobierno del Estado (PSF >50 MW). No obstante, las consultas realizadas a distintos promotores y consultoras y la revisión de informes técnicos indican que a fecha de esta redacción el valor de ocupación más habitual se encuentra entre los 1,5-2,0 ha por MW de potencia instalada.

Asimismo, la información de 254 expedientes cursados entre 2021 y 2023 a través del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico refleja que la potencia media de las PSF de gran escala (>50 MW) se encuentra en los 140 MW, con un rango de 50-1000 MW, lo cual se podría traducir en una ocupación media de 210-280 ha por proyecto. Si además tenemos en cuenta que a finales del año 2023 había instalados un total de 26,8 GW³⁰, podemos estimar que para esa fecha la superficie teórica ocupada en España era de 40.200-53.600 ha. Por lo tanto,

³⁰ <https://www.ree.es/es/datos/generacion/potencia-instalada>



es importante señalar que este tipo de desarrollos pueden tener un impacto significativo sobre la fauna a gran escala, incluyendo efectos más allá de la pérdida local de hábitat, como pueden ser el incremento de la fragmentación de hábitat o la pérdida de conectividad ecológica de las poblaciones, en función de la disposición espacial y extensión del proyecto (o conjunto de proyectos).



Foto 3-1. La ocupación de grandes espacios por PSFV implica la pérdida de hábitat para algunas especies. Foto: Daniel Burón.

A escala local, también es importante señalar que, al margen de la notable superficie requerida por las instalaciones (es decir, los recintos que incluyen los paneles, viales de servicio, inversores, casetas auxiliares, etc., que quedan dentro del cerramiento perimetral), la ocupación real del terreno (entendiéndose como superficie ocupada directamente) resultará algo inferior a la inicialmente estimada, ya que el área sombreada por los paneles elevados puede suponer tan solo el 25-40% de la superficie de la instalación, y la ocupación real del terreno por los apoyos, inversores y otros elementos de la instalación puede ser de tan solo el 5-10% del terreno, dependiendo de la técnica constructiva y del diseño de los equipos. Esto implica que, siempre y

cuando se apliquen medidas específicas al respecto, dentro de la instalación fotovoltaica se puede reducir notablemente la afección a la vegetación natural y los suelos existentes, tanto durante la fase de construcción como en la fase de explotación, durante la cual se puede mantener una cubierta vegetal herbácea y arbustiva que no interfiera con la operación de los equipos (básicamente que no de sombra a los paneles ni afecte al movimiento de los equipos o el personal de mantenimiento). Esto supone que, con una buena gestión de los suelos y la cubierta vegetal, se pueden mantener condiciones de hábitat adecuadas para muchas especies de fauna vertebrada o invertebrada de pequeño o mediano porte compatible con dichas cubiertas, incluyendo el aprovechamiento ganadero (salvo el vacuno).

Por otro lado, también se debe tener en cuenta el efecto del cerramiento perimetral (obligatorio según la normativa por tratarse de instalaciones de energía) sobre la movilidad de las especies de fauna, pues si no es permeable para las mismas, presentes en las instalaciones o su entorno, se genera un importante efecto barrera e incrementa la fragmentación del hábitat. El efecto barrera derivado del vallado de la planta, debe evaluarse juntamente con otras infraestructuras colindantes como carreteras o líneas de ferrocarril, tanto por el impacto adicional o sinérgico que pueda ocasionar como en el diseño de medidas de prevención y corrección (ver apartado 4.1.4.1.5.1.2 Corredores ecológicos externos o internos).

A pesar de que la tecnología fotovoltaica ha evolucionado rápidamente hacia una mayor eficiencia productiva y de diseño y un menor coste (International Renewable Energy Agency, 2019), esta demanda de terreno podría afectar a los componentes de la biodiversidad, especialmente si es acumulativa y se producen en sistemas naturales con valor para la biodiversidad (Gibson et al., 2017; Hernández et al., 2015; Lovich y Ennen, 2011; McDonald et al., 2009). Por el contrario, proyectos de menor tamaño y/o ubicados en áreas previamente degradadas (vertederos, antiguas canteras...) o de bajo valor para la fauna, podrían tener efectos positivos sobre la biodiversidad y los hábitats, siempre que vengán acompañados de medidas que mejoren la cubierta vegetal y los recursos disponibles para especies de pequeño o mediano tamaño compatibles con estas instalaciones. Entre los efectos beneficiosos también se describe la generación de refugios para aves que nidifican en cavidades y grietas y la creación de perchas y sombras en ambientes desérticos, el incremento de especies presa para diferentes depredadores, la mejora de las poblaciones de insectos por la creación de microhábitats o la mejora de la diversidad florística, el beneficio de especies antropófilas, la reducción en la depredación o el uso estable del interior de centrales solares por parte de roedores y cánidos salvajes. Otros posibles efectos indirectos, pero potencialmente favorables para la fauna, son la reducción del uso de recursos hídricos, edáficos y de pesticidas y fertilizantes en áreas agrícolas (Blaydes et al., 2021; Chock et al., 2021; Walston et al., 2021; Boroski, 2019; Hernández et al., 2014).

Y si bien las consecuencias ecológicas no están definidas en detalle y es necesario profundizar en el papel de la ubicación, la escala y el efecto a largo plazo de las PSFV sobre las especies (Moore-O'Leary et al., 2017; Hernández et al., 2014) sí es posible adelantar los efectos que implican la modificación del paisaje y los usos del suelo. Así, estas alteraciones podrían provocar



mermas en la superficie y calidad de los parches de hábitat adecuado para las especies, y su fragmentación en teselas de menor tamaño peor interconectadas; lo que derivaría en reducciones de la resiliencia y capacidad de carga de los parches, disminuciones poblacionales, aislamiento de individuos e incrementos en el efecto de borde (Wilson et al. 2016; Santos y Tellería 2006). Además, hay que tener en cuenta que los cambios en los usos del suelo y la modificación de la vegetación son la principal causa de pérdida de biodiversidad a escala global (Goudie, 2018). Por lo tanto, hay que considerar los efectos de este tipo de proyectos sobre el hábitat a escala local, pero también a escala de paisaje, prestando una especial atención a los diferentes requerimientos ecológicos de los distintos grupos faunísticos potencialmente afectados, como se discutirá más adelante.



Foto 3-11. La apertura de caminos de gran anchura implica la eliminación de hábitat faunístico, así como aumento de las posibilidades de atropello o el incremento de ruido y polvo por la circulación de vehículos. Foto: Daniel Burón.

3.2.2.2 MORTALIDAD

Los datos de mortalidad en plantas solares son limitados y la mayor parte se refieren a instalaciones de concentración solar (termosolares). Afecta principalmente a las aves y es consecuencia de colisiones con las estructuras de las centrales (vallados, tendidos eléctricos, torres de concentración, heliostatos y paneles, edificaciones, etc.) y de la interacción con el flujo de calor de los espejos en las plantas termosolares (Kosciuch et al. 2020; Visser et al. 2019; Walston

et al. 2016; Smith y Dwyer 2016; McCrary et al. 1986). De forma más puntual se ha detectado mortalidad por atrapamiento y atropello en reptiles y anfibios (Visser et al., 2019; Domínguez et al., 2014; J. Domínguez obs.per.), ahogamiento de aves, mamíferos y reptiles en balsas de evaporación de plantas termosolares (Jeal et al., 2019) y mortalidad de aves e insectos voladores por el flujo de calor en termosolares de torre central (Diehl et al., 2016).

Pero la información sobre las causas de la mortalidad y sus consecuencias sobre las especies y poblaciones es aún escasa y poco concluyente, no pudiendo asumirse que la mortalidad por colisión con los paneles fotovoltaicos sea un impacto significativo de este tipo de instalaciones, y se cree que podría estar fuertemente condicionada por las características particulares de los proyectos y el contexto ecológico de la implantación (Kosciuch et al., 2020; Walston et al., 2016). Sea como fuere, la mortalidad no natural de fauna en infraestructuras humanas puede llegar a ser perjudicial cuando es acumulativa y actúa sobre especies longevas, con bajas tasas de renovación, raras, con problemas de conservación o en poblaciones aisladas (Walston et al., 2016; Torres et al., 2016; Sánchez-Zapata et al., 2016; Kunz et al., 2007; Drewitt y Langston, 2006).

3.2.3 GRUPOS FAUNÍSTICOS AFECTADOS

A continuación, se exponen las evidencias disponibles sobre los impactos de las centrales solares -con especial atención a las PSFV- en diferentes grupos faunísticos. Esta revisión no pretende recopilar todos los estudios existentes sobre cada grupo taxonómico, pero sí ofrecer una síntesis particularizada para los principales grupos de fauna que se pueden ver afectados por este tipo de instalaciones, a partir de publicaciones científico-técnicas de fácil acceso, dando prioridad a artículos revisados por pares, informes de administraciones públicas y documentos técnicos reconocidos como fuentes documentales.

El examen bibliográfico ha desvelado que los grupos sobre los que existe algún tipo de análisis sobre el efecto de las instalaciones fotovoltaicas son principalmente aves, invertebrados y murciélagos. Aunque algunas referencias sobre otras especies, en la mayor parte de las ocasiones se trata de descripciones poco documentadas, menciones bibliográficas o planteamientos muy hipotéticos, por lo que no se ha contemplado un apartado específico para estos casos dada la falta de evidencia y estudios (ver por ejemplo, Chock et al., 2021; Taylor et al., 2019; Harrison et al., 2017; Moore-O'Leary et al., 2017).

3.2.3.1 AVES

Es el grupo faunístico sobre el que existe más información. Hasta el momento los estudios se han centrado principalmente en el análisis de la mortalidad directa por interacción con las instalaciones y en el desplazamiento y la pérdida de hábitats.

3.2.3.1.1 Pérdida y fragmentación de hábitat

Las principales consecuencias para las aves de la ocupación de los hábitats por infraestructuras son el desplazamiento de individuos y la reducción de las densidades poblacionales (Benítez-López et al., 2010; Drewitt y Langston, 2006). Estos impactos también se han identificado como propios de las centrales solares, pero la evidencia disponible es escasa y parcial, y no permite extraer patrones consistentes. En términos generales se admite que la influencia del deterioro del hábitat está muy condicionada por las características de las instalaciones, así como el contexto ecológico y de composición de especies y de la ubicación (Chock et al., 2021; Moore-O'Leary et al., 2017; Smith and Dwyer, 2016; Hernandez et al., 2014).

En este sentido, mientras hay estudios que muestran descensos en la riqueza y abundancia de aves comunes en el interior de las centrales (Jeal, Perold, Ralston-Paton, et al., 2019; Visser et al., 2019), otros mencionan pérdida de especies, pero mayores densidades de individuos por superficie (DeVault et al., 2014), o incluso la ausencia de cambios en la composición y abundancia (Domínguez et al., 2015). Similar situación nos encontramos con las aves rapaces, donde los postulados son principalmente hipotéticos y no siempre coincidentes. Algunos autores sostienen que la fragmentación del hábitat no les afectará y que las centrales podrían beneficiar a determinadas especies (Moore-O'Leary et al., 2017), e incluso se ha informado del uso de las instalaciones como posaderos y lugares de reproducción (Boroski, 2019; Jeal, Perold, Ralston-Paton, et al., 2019). Pero también hay estudios que describen desplazamientos y descensos de las abundancias en el entorno de los proyectos (Boroski, 2019; DeVault et al., 2014). En cuanto a las evidencias sobre la influencia en aves vinculadas a estepas naturales, pseudoestepas cerealistas y otros hábitats herbáceos abiertos o agroecosistemas, como otífidas (sisones y avutardas) o pteróclidos (gangas), son meramente testimoniales. Únicamente se ha localizado una publicación con revisores por pares donde se cita a la avutarda kori (*Ardeotis kori*) en el área de estudio de una planta solar en Sudáfrica, pero sin especificar su posible afección (Jeal, Perold, Ralston-Paton, et al., 2019). No obstante, el extenso conocimiento sobre los requisitos de hábitat de otífidas y pteróclidas, que señalan tanto su dependencia de medios abiertos y el rechazo de estructuras artificiales, incluyendo tendidos eléctricos o incluso viñedos en espaldera (estructuralmente presentan bastante similitudes con este tipo de instalaciones), permiten asumir que las plantas fotovoltaicas suponen una pérdida directa de hábitat (Silva et al., 2010; Torres et al., 2016; Casas et al., 2020), si bien aún falta información sobre los efectos indirectos y las bandas de afección existentes en torno a las mismas. En otras especies de aves esteparias, como el cernícalo primilla, se ha observado que los impactos de plantas fotovoltaicas sobre sus áreas de campeo no producirán alteraciones importantes siempre y cuando se mantenga una cantidad suficiente de hábitats adecuados y una buena disponibilidad de presas en el resto de su territorio (Vidal-Mateo; Romero; y Urios 2019). De todos modos, las investigaciones existentes sobre las aves esteparias ya definen la pérdida y transformación del hábitat como las principales causas de su declive en nuestro país y a escala global (Traba y Morales, 2019; Bota et al., 2005). Y así se ha incluido como amenaza para las siete especies que incluye la Estrategia de

conservación de aves amenazadas ligadas a medios agrarios y esteparios de España (MITECO, 2022a).

La actividad y el comportamiento de las aves también pueden verse afectadas durante y después de la construcción de la planta solar. Por ejemplo, se ha observado como en California la mayor parte de las aves rapaces son desplazadas por estos proyectos, pero ciertas especies se ven atraídas y beneficiadas por las nuevas perchas elevadas que ofrece la infraestructura solar sobre los pastizales (Boroski, 2019). Este comportamiento también se empieza a observar en España con especies como el cernícalo vulgar, el mochuelo común o los milanos real y negro, si bien no existen estudios que determinen formalmente estos efectos, al igual que las cuestiones planteadas sobre la disponibilidad de presas en el interior de este tipo de instalaciones.

De nuevo, la ausencia de evidencias sólidas y generalizables sobre las consecuencias de la transformación de hábitat producida por las PSFV pone de manifiesto la necesidad de estandarizar los protocolos de evaluación durante las fases previas y operacionales, y recomienda los estudios específicos con BACI (*Before-After Control Impact*) que permitan análisis comparativos y replicables (Conkling et al., 2021; Agha et al., 2020; Visser et al., 2019; Smith y Dwyer, 2016). Igualmente, es necesario aumentar el conocimiento sobre la influencia de la estacionalidad, los tipos de hábitats en el área de ubicación, o las prácticas de mejora ecológica y manejo de la vegetación en el interior de las centrales sobre las poblaciones de aves que potencialmente pueden utilizar las instalaciones fotovoltaicas (Chock et al., 2021; Visser et al., 2019; Moore-O'Leary et al., 2017). Se requiere, por tanto, de un análisis de los resultados de los seguimientos que se realicen para que, con el diseño adecuado, permitan despejar las incertidumbres expuestas, siendo de gran relevancia la ejecución y divulgación de estos trabajos.

3.2.3.1.2 Mortalidad

Se definen dos causas principales de mortalidad en aves: 1) por traumatismo por impacto directo contra las instalaciones -paneles y heliostatos, tendidos eléctricos y vallados, edificios y ventanas, etc.-, y 2) por exposición a los flujos de calor que generan los espejos en centrales termosolares de concentración, que afectan al plumaje y a la orientación de los individuos induciendo la colisión (Smith y Dwyer, 2016; Walston et al., 2016; Kosciuch et al., 2020). Sin embargo, a la mayoría de las incidencias no se les puede atribuir una causa concreta de mortalidad (Kosciuch et al., 2020; Visser et al., 2019).



Foto 3-12. Las colisiones de aves con los vallados implican un impacto que debe ser considerado adecuadamente en el EIA del proyecto. Foto: Daniel Burón.

La información sobre el alcance de este impacto es aún incompleta, pero las proyecciones llevadas a cabo en EEUU estiman que el conjunto de tecnologías de energía solar provoca la muerte de 37.800-138.600 aves al año en todo el país, lo que se traduce en 2,7-9,9 aves/MW/año (Walston et al., 2016). Seguimientos realizados en una planta termosolar de espejos parabólicos de la Provincia Cabo del Norte (Sudáfrica) han descrito mortalidades de 0,1 aves/MW/año (Jeal, Perold, Ralston-Paton, et al., 2019). En sistemas exclusivamente fotovoltaicos se han determinado tasas medias de 2,5 aves/MW/año en 10 implantaciones del medio oeste de EEUU (Kosciuch et al., 2020), y de 4,5 aves/MW/año en una PSFV de 96 MW en Sudáfrica (Visser et al., 2019). En una revisión de datos procedentes de 14 proyectos en California (EE.UU.) (Smallwood, 2022) en el que se aplicaron correcciones de detectabilidad, se estimó una mortalidad de 11,61 aves/MW/año (intervalo de confianza 95% = 8,37–17,56) y 0,06 murciélagos (I.C. 95% = 0,01–0,10). No se ha encontrado que los ratios de mortalidad estén relacionados con la potencia instalada de la PSFV (Kosciuch et al., 2020). Algunos estudios sugieren que la mortalidad de aves es mayor en las centrales termosolares, especialmente en las de torre central, mientras que en las PSFV parece ser reducida (Harrison et al., 2017; Walston et al., 2016) y no necesariamente asociada a colisión con las instalaciones. Por ejemplo, Boroski (2019) señala como el efecto barrera producido por el cerramiento perimetral podría incrementar los riesgos de depredación del correcaminos grande (*Geococcyx californianus*).

La mortalidad registrada afecta a una variedad amplia de especies (anátidas, limícolas, rapaces, rálidos, páridos, colúmbidos, etc.), pero son los paseriformes y los columbiformes los que más incidentes acumulan (Kosciuch et al., 2020; Smith y Dwyer, 2016; Visser et al., 2019). También se ha teorizado que las aves dependientes de humedales podrían verse especialmente afectadas al confundir los paneles y espejos con láminas de agua por la luz ultravioleta que emiten, y colisionar contra ellos (Chock et al., 2021; Moore-O'Leary et al., 2017; Smith y Dwyer, 2016). No obstante, meta-análisis recientes argumentan que los datos sobre el "efecto lago" son escasos como para definir una relación clara de causalidad, y que no se puede descartar que el patrón observado esté influido por las condiciones ambientales y la fenología de las especies a escala local (Kosciuch et al., 2020).

También se han señalado riesgos de mortalidad asociados a otros materiales utilizados para la construcción, como los postes huecos (cerramientos, estructuras de paneles...) que pueden actuar como trampas para las aves (Malo et al., 2016; Boroski, 2019).

La información recogida en EEUU refleja que la mayoría de los registros se producen durante el otoño y que predominan las especies de carácter antropófilo y que viven sobre el suelo en hábitats de vegetación baja, con poblaciones de millones de individuos a escala regional (Kosciuch et al., 2020). En cambio, no se ha detectado una relación directa entre la abundancia y la mortalidad, indicando que, al igual que en los parques eólicos, factores específicos de las especies (morfología, comportamiento, fenología, etc.) influyen en el riesgo de colisión (Kosciuch et al., 2020; Visser et al., 2019; Marques et al., 2014).

Por el momento los datos sobre mortalidad deben contemplarse con precaución y no es recomendable extrapolarlos directamente, ya que podrían estar sesgados por las características concretas de las centrales y del contexto de estudio -mayoritariamente áreas desérticas y semidesérticas del suroeste de EEUU-, y por no haberse obtenido bajo protocolos de seguimiento estandarizados y comparables (Kosciuch et al., 2020; Walston et al., 2016). En cualquier caso, las valoraciones preliminares apuntan a que la influencia de las plantas de energía solar es considerablemente menor que la de otros factores de mortalidad no natural de fauna, como carreteras, edificaciones, otras centrales energéticas, etc. (Walston et al., 2016) (

Tabla 3-5).

En relación con las necesidades de conocimiento, el hecho de que aún existan incógnitas sobre las causas y el alcance de mortalidad en PSFV, aconseja establecer protocolos de evaluación estandarizados y comparables que aborden los mecanismos causales subyacentes, como la influencia del diseño de las centrales, el contexto ecológico de la ubicación, o la composición y particularidades de las especies presentes (Kosciuch et al., 2020; Moore-O'Leary et al., 2017; Hernández et al., 2014).

Tabla 3-5. Mortalidad de aves por infraestructuras en EE. UU. Tomado y adaptado de (Walston et al., 2016).

Causa	Nº individuos	% promedio
Centrales energía solar	37.800 – 138.600	0,01
Centrales energía eólica	140.000 – 573.000	0,04
Centrales energía fósil	14.500.000	1,6
Torres de comunicación	4.500.000 – 6.800.000	0,6
Carreteras	89.000.000 – 340.000.000	23,5
Edificios y ventanas	365.000.000 – 988.000.000	74,2

3.2.3.2 MAMÍFEROS

La mayor parte de los estudios y referencias relativas al impacto de las PSFV sobre los mamíferos se han centrado en los quirópteros, particularmente en la mortalidad, pero por el momento no hay evidencias empíricas directas sobre estos efectos (ver por ejemplo, Taylor et al., 2019; Harrison et al., 2017). También se consideran los efectos sobre el hábitat de murciélagos y otros mamíferos terrestres.

3.2.3.2.1 Mortalidad

Se especula que las centrales termosolares de torre central podrían provocar mortalidad a través del flujo de calor concentrado (Moore-O'Leary et al., 2017; Manville, 2016), pero hasta la fecha no se han reportado incidencias de estos mamíferos en ninguna de las tecnologías de energía solar a gran escala (ver apartado 3.2.3.1.2. MORTALIDAD y referencias allí dadas). Otra de las afecciones planteadas es el incremento del riesgo de colisión contra los paneles solares al confundirlos con masas de agua donde beber o cazar (Boroski, 2019; Harrison et al., 2017). Esta hipótesis surge a raíz de varios estudios que analizan, en un contexto sobre el funcionamiento de los mecanismos sensoriales de los murciélagos, cómo perciben las láminas de agua y si son capaces de distinguirlas de otras superficies de su entorno de forma innata a través de la ecolocación (Greif et al., 2017; Russo et al., 2012; Greif y Siemers, 2010). Las investigaciones explican cómo los murciélagos confunden las superficies artificiales lisas de los experimentos con agua e intentan beber en ellas, premisa que sirve de base para teorizar que este comportamiento incrementaría el riesgo de colisión contra los paneles fotovoltaicos. Sin embargo, este enfoque presenta algunos inconvenientes de interpretación: i) los objetivos de estos estudios eran distintos a la evaluación del impacto de las PSFV y, de hecho, en ninguno se plantea las afecciones de la energía solar, ii) los modelos experimentales no reproducen las condiciones de los paneles solares, y trabajan con superficies de otros materiales (plástico, madera y metal) en posición horizontal y vertical iii) ninguno de los estudios detecta colisiones de ejemplares contra las láminas artificiales, y iv) no hay registros de mortalidad de murciélagos por

colisión en PSFV. Por tanto, no parecen existir evidencias consistentes que sugieran que esta vía pueda ser una fuente de impacto para los quirópteros. En definitiva, la evidencia disponible no refleja que la mortalidad sea un problema real para los murciélagos en las PSFV.

3.2.3.2.2 Efectos sobre el hábitat

Frente a la ausencia de información sobre impactos como el deterioro y fragmentación de los hábitats o los efectos de la restauración ambiental asociada a las plantas fotovoltaicas señalada en bibliografía (Harrison et al., 2017; Taylor et al., 2019), en 2023 se publicaron dos estudios al respecto del uso de las PSFV por los murciélagos. Cuando se compara la actividad dentro de la planta con un área de hábitat similar próxima, la actividad es menor dentro de esta (Tinsley et al., 2023). Si lo que se compara es el uso de una variedad de hábitats (bosques, cultivos, pastizales, asentamientos humanos, humedales y PSFV), se encuentra que la actividad de murciélagos presente dentro de las plantas se corresponde con especies comunes adaptadas a medios antropogénicos y es similar a la detectada en cultivos (Szabadi et al., 2023; Tinsley et al., 2023). No obstante, también deberá evaluarse el posible efecto positivo de atracción de murciélagos insectívoros a las PSFV como zonas de forrajeo si la instalación promueve la disponibilidad de presas mediante una adecuada gestión de la cubierta vegetal o facilita la presencia de refugios para quirópteros, como apuntan ocurre en algunos lugares, en comparación con la actividad agraria presente (Szabadi et al., 2023).

Para el resto de las especies de mamíferos, lógicamente también hay que considerar los efectos de la transformación del hábitat, así como el efecto barrera de los cerramientos perimetrales de seguridad, que deben de ser permeables para la fauna. No se han encontrado estudios sobre el efecto de plantas fotovoltaicas en mamíferos terrestres en España, si bien hay trabajos que demuestran instalaciones bien diseñadas, mantenidas y operadas pueden mantenerse y potenciarse poblaciones de mamíferos de interés, como los ejemplos señalados por Boroski (2019) relativos al zorro kit de San Joaquín (*Vulpes macrotis*) y la rata canguro gigante de Norteamérica (*Dipodomys ingens*). Trasladando estas experiencias a las especies ibéricas, parece factible que mesocarnívoros de medios abiertos, como el zorro, y otros pequeños mamíferos, como el conejo, también se puedan ver favorecidos por la disponibilidad de hábitat adecuado dentro de las plantas que estén gestionadas adecuadamente (con cobertura vegetal, con poca presencia humana y vedadas a la caza), como ya se ha constatado en otra serie de instalaciones con vallado perimetral, como carreteras y ferrocarriles de alta capacidad (Planillo y Malo 2013; Planillo y Malo 2018; Planillo et al. 2018). Y esto a su vez puede generar otra serie de efectos sobre las especies y los hábitats del entorno, por ejemplo, por el incremento de la disponibilidad de presas (conejos, micromamíferos) o la generación de daños por estos mismos animales tanto dentro de las instalaciones como en los terrenos adyacentes (cultivos).



Foto 3-13. La presencia de vallados perimetrales de gran longitud y altura impacta significativamente en la conectividad territorial de la fauna terrestre. Foto: Daniel Burón.

3.2.3.3 INVERTEBRADOS

La información de los impactos de las PSFV sobre la fauna invertebrada es limitada, en muchos casos sin evidencias concluyentes y se circunscribe en gran medida a la atracción que generan los paneles solares al reflejar la luz polarizada, y a la influencia de la disponibilidad de hábitat y los cambios en los usos del suelo. También existen diversas menciones a la potencialidad de este tipo de instalaciones para favorecer la biodiversidad de invertebrados, mediante una adecuada gestión de las cubiertas vegetales y una mejora de la diversidad florística, si bien los estudios detallados también son escasos. Respecto a los impactos por mortalidad en este grupo, las referencias encontradas tan solo se circunscriben a centrales termosolares de torre central (Diehl et al., 2016).

3.2.3.3.1 Efectos sobre el hábitat

Se han localizado pocas publicaciones que hayan evaluado la influencia específica de las PSFV sobre los hábitats de los invertebrados. Los datos recabados en ambientes agroforestales del sureste de Francia, donde se analizó la interferencia de una PSFV en los movimientos a nivel de paisaje de dos comunidades de mariposas asociadas a pastizales (sedentarias y dispersantes), mostraron que los individuos fueron capaces de desplazarse sin inconvenientes significativos

aprovechando elementos lineales como ribazos, setos y otras formaciones herbáceas como los pastos entre paneles. Los autores mencionan que la utilización de áreas degradadas para instalar PSFV (como el caso de este estudio) ayudaría a mitigar los impactos e incluso beneficiar a los lepidópteros a escala de paisaje, pero que su implantación en hábitats diversos sería contraproducente (Guiller et al., 2017).

Por otra parte, estudios realizados en una central termosolar situada en hábitats secos de matorral y herbazal en la Provincia Cabo del Norte (Sudáfrica), revelaron cambios en la diversidad de especies de invertebrados voladores y de suelo entre las áreas interiores de la central y el entorno exterior, que achacaron a una combinación de factores relacionados con las instalaciones y el contexto ecológico (Jeal, Perold, Seymour, et al., 2019). Del mismo modo, investigaciones llevadas a cabo en el Desierto de Mojave (EEUU) detectaron que la riqueza de especies polinizadoras que no eran abejas (escarabajos, moscas polillas y avispas) fue sustancialmente menor en el interior de las centrales termosolares que en las zonas control no alteradas, y que las medidas de mejora ambiental como la reproducción de parches de hábitat natural no habían podido mitigar la influencia de las instalaciones (Grodsky et al., 2021). Estos resultados son consistentes con los obtenidos en el sureste de España en entornos agrícolas mediterráneos de secano, donde se ha descrito que el número de especies de invertebrados de suelo resultó significativamente más bajo en el interior de la PSFV que en las zonas control exteriores (Domínguez et al., 2014).



Foto 3-14. La eliminación de la tierra vegetal en grandes superficies implica una pérdida de hábitat significativa para los invertebrados, al no encontrar sustrato vegetal del que alimentarse o en el que encontrar refugio, afectando igualmente a la práctica totalidad de especies de fauna. Foto: Daniel Burón.

No obstante, se requiere de más investigación para determinar qué grupos son los más afectados, cuál es la combinación de factores que definen mejor la influencia sobre los invertebrados, el efecto de la acumulación de proyectos, cómo actúan los fenómenos de cascada trófica o qué papel juega la restauración ambiental en el entorno de las PSF (Blaydes et al., 2021; Grodsky et al., 2021; Jeal, Perold, Seymour, et al., 2019; Guiller et al., 2017).

3.2.3.3.2 Influencia de la luz polarizada

La relación entre la luz polarizada y los insectos ha despertado el interés de la ciencia desde hace décadas, pues juega un papel clave en su comportamiento (Fraleigh et al., 2021; Wehner, 1984; Kalmus, 1958), pero no es hasta 2010 cuando aparece la primera publicación que analiza el efecto de la luz polarizada emitida por los paneles solares (Horváth et al., 2010). Los autores de esta investigación, realizada en el Parque Nacional del Danubio-Ipoly (Hungría), observaron que la luz polarizada de los paneles atraía a insectos vinculados al agua (efímeras, tricópteros, dolícopódidos y tábanos) más que otras fuentes de emisión del entorno -incluida la superficie del

agua-, y condicionaba comportamientos reproductivos en los individuos. Además, advirtieron que las placas que tenían bordes y cuadrículas blancas no polarizadas en su superficie reducían la atracción de insectos entre 10 y 26 veces, proponiendo la aplicación de estos diseños para mitigar su influencia. El estudio concluye que, aunque las consecuencias no están claras, esta afinidad podría actuar como una “trampa ecológica” y afectar a la supervivencia de las poblaciones de los insectos acuáticos, especialmente en la cercanía de zonas húmedas y masas de agua. Posteriormente, este mismo equipo evaluó la influencia de la luz polarizada emitida por los recubrimientos antirreflectantes (ARC) de los paneles sobre tres grupos de insectos acuáticos (efímeras, tábanos y quironómidos) en diferentes condiciones de inclinación y de luminosidad ambiental (Száz et al., 2016). Detectaron que los ARC reducían la contaminación polarizada -especialmente en días soleados- pero que provocaban una respuesta diferencial en los insectos analizados, ya que mitigó la afinidad de los tábanos, no tuvo una influencia sobre los quironómidos pero aumentó la atracción en las efímeras. Inferieron que la influencia de los ARC es muy dependiente de las condiciones de iluminación del sol y el estado del cielo, generando más luz polarizada y atracción bajo cielos nublados, y menos en días despejados. Los investigadores matizan que el uso de estos revestimientos, que son efectivos para reducir la contaminación polarizada en buenas condiciones de iluminación, podría no ser adecuado en latitudes templadas húmedas, con una media de días nublados elevada y masas de agua cercanas. Más tarde, otra investigación realizada con efímeras, tricópteros, simúlidos y quironómidos en hábitats forestales del estado de Nueva York (EEUU), demostró que el ancho de las bandas de las cuadrículas no polarizadas de los paneles solares podía oscilar entre 1 y 5 mm sin perder eficacia, confirmando su validez para minimizar el posible afecto de “trampa ecológica” en las PSF (Black y Robertson, 2020).

Aunque las evidencias son reducidas y proceden de simulaciones experimentales, apuntan a que la utilización de paneles mates en combinación con dibujos en malla no polarizada puede mitigar la influencia de la contaminación lumínica de las PSF sobre las especies acuáticas. Si bien, las características ambientales del área de implantación -presencia de agua en superficie y condiciones de luminosidad- y la acumulación de proyectos, parecen ser factores clave para definir la magnitud del impacto potencial a escala local. Con todo, la ausencia de información sobre las consecuencias poblacionales, la respuesta de otros grupos de insectos, la eficacia de patrones de líneas no polarizadas diferentes, el peso relativo de los hábitats, la falta de replicación en condiciones reales o el casi total desconocimiento sobre los mecanismos que desencadenan las “trampas ecológicas”, sugieren la necesidad de ampliar los estudios para dar respuesta a estas incógnitas (Black y Robertson, 2020; Száz et al., 2016; Horváth et al., 2010).

3.2.3.4 ANFIBIOS Y REPTILES

Apenas hay referencias sobre el impacto de PSFV sobre anfibios y reptiles. Por ejemplo, se ha evaluado la influencia de las centrales solares sobre estos últimos, como en el caso de la tortuga del desierto de Mojave (*Gopherus agassizii*), especie para la que se ha descrito pérdida y fragmentación del hábitat, desplazamiento y mortalidad por atropello como consecuencia de

la implantación de centrales solares e infraestructuras asociadas, dentro de su área de distribución en los desiertos del suroeste de EEUU (Agha et al., 2020; Lovich y Ennen, 2011).

De forma más puntual se ha detectado mortalidad por atrapamiento y atropello en reptiles y anfibios (Visser et al., 2019; Domínguez et al., 2014; J. Domínguez obs. per.).

Por lo tanto, los principales impactos sobre este tipo de vertebrados vendrían derivados de la afección directa a sus hábitats, siendo particularmente sensibles las charcas y humedales que son críticos para la reproducción de los anfibios, o las zonas rocosas, majanos, muros secos y otros elementos del paisaje que pueden resultar de interés para reptiles.

También se debe prestar una especial atención a aquellos elementos que habitualmente se consideran trampas o barreras para los anfibios, como ciertas estructuras de drenaje y zanjas.



Foto 3-15. Las cunetas y drenajes han de ser correctamente diseñados para evitar impactos de atrapamiento en fauna terrestre de movimientos limitados, como determinados anfibios y reptiles. Foto: Daniel Burón.

3.2.4 RESUMEN DE AFECCIONES

A pesar de la incertidumbre en algunas de las afecciones descritas en los apartados anteriores, se resumen en la siguiente tabla los posibles impactos sobre la fauna. Para algunos de ellos, los estudios futuros basados en el seguimiento de los proyectos en fase de funcionamiento deberán aclarar su probabilidad de ocurrencia.



Tabla 3-6. Resumen de los impactos analizados de las plantas solares sobre los distintos grupos de fauna.

GRUPO	NIVEL	IMPACTO	
AVES Afección diferente según las especies	Efectos sobre los individuos	Mortalidad	Impacto con instalaciones de la planta
		Mortalidad	Colisiones con instalaciones (vallado, tendido eléctricos, ventanas) Colisiones con paneles
	Efectos sobre el hábitat	Ocupación/transformación	Reducción hábitat disponible Desplazamiento de individuos Reducción de las densidades poblacionales Cambios etológicos
MAMÍFEROS	Efectos sobre los individuos	Mortalidad	Incierto – murciélagos
	Efectos sobre el hábitat	Ocupación/transformación	Pérdida para algunas especies, especialmente si afecta puntos críticos como colonias. Oportunidad para otras
		Fragmentación	Desplazamiento de individuos Reducción de las densidades poblacionales
INVERTEBRADOS	Efectos sobre los individuos	Luz polarizada	Cambios etológicos
	Efectos sobre el hábitat	Ocupación/transformación	Oportunidad si genera nuevo hábitat Pérdida si reduce diversidad del medio
ANFIBIOS Y REPTILES	Efectos sobre los individuos	Mortalidad	Atrapamiento y atropello
	Efectos sobre el hábitat	Ocupación/transformación	Reducción hábitat disponible Desplazamiento de individuos Reducción de las densidades poblacionales

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA CONSERVACIÓN DE LA FAUNA EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE PLANTAS SOLARES FOTOVOLTAICAS Y MEDIDAS AMBIENTALES ASOCIADAS

Parte II

BUENAS PRÁCTICAS Y CASOS DE INTERÉS

4 PARTE II. BUENAS PRÁCTICAS Y CASOS DE INTERÉS

En el presente apartado se recogen las recomendaciones de medidas correctoras, en sentido amplio, y seguimiento de los proyectos de plantas solares fotovoltaicas incluidas en la presente **Guía de buenas prácticas para la realización de estudios de fauna en proyectos de instalación de plantas solares fotovoltaicas y medidas ambientales asociadas**.

Así, una vez caracterizada la comunidad faunística y conocidos los impactos potenciales que se abordan en la primera parte, se desarrolla en varios subapartados las **medidas de mitigación**, siguiendo la denominada "jerarquía de la mitigación", que generalmente se define en cuatro pasos:

- 5º. Anticipar y evitar el impacto
- 6º. Cuando no es posible, minimizar el impacto
- 7º. Cuando ocurren los impactos, corregir (rehabilitar o restaurar)
- 8º. Cuando se mantienen impactos residuales significativos, compensarlos.

Consecuentemente al orden anteriormente expuesto, se desarrollan en primer lugar las **medidas preventivas** que buscan evitar el impacto. Es la parte más importante en el desarrollo de un proyecto y se aborda todos los puntos en el proceso de definición de un proyecto donde surgen oportunidades de evitación: la selección de su ubicación, la elección de distintos elementos de diseño, y la organización temporal o programación de su ejecución.

Le siguen las **medidas correctoras**, cuyo fin es reducir o corregir el impacto en todas las fases del proyecto, desde la construcción a la explotación y finalmente su desmantelamiento, y las **medidas compensatorias** (para compensar impactos residuales que no han podido evitarse o corregirse) y medidas complementarias (adicionales que el promotor quiera desarrollar con objeto de mejorar la biodiversidad) más habituales en este tipo de proyectos. Todas las medidas se describen en fichas para las que se desglosan los mismos campos: el impacto, la medida, justificación, descripción, dimensionamiento y cronograma.

Para conocer los resultados que a nivel individual de cada proyecto ofrecen la aplicación de las medidas correctoras y compensatorias, es primordial realizar un seguimiento de su aplicación y efectividad. Esta es la función del **Programa de vigilancia y seguimiento ambiental**, definido en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Se dan unas pautas de elementos que deben ser objeto de seguimiento como parte del Programa, así como del contenido de los informes de seguimiento.

Finalmente, se incluye una descripción de **dos casos de proyectos en funcionamiento** que se han considerado de interés como ejemplos en la gestión ambiental. El primero de ellos es una planta solar fotovoltaica que ha puesto en práctica varias medidas correctoras, y el segundo es un proyecto de regadíos que tiene una gran experiencia en el desarrollo de medidas compensatorias agroambientales.

4.1 MEDIDAS PREVENTIVAS

4.1.1 INTRODUCCIÓN

Una aproximación metodológica a la corrección de impactos sobre la biodiversidad es la ofrecida por la denominada “jerarquía de mitigación” (CSBI, 2013) (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) que generalmente se define en cuatro pasos:

- 9°. Anticipar y evitar el impacto
- 10°. Cuando no es posible, minimizar el impacto
- 11°. Cuando ocurren los impactos, corregir (rehabilitar o restaurar)
- 12°. Cuando se mantienen impactos residuales significativos, compensarlos.



Figura 4-1. Jerarquía de mitigación. Elaboración propia a partir de BBOP (Ekstrom et al., 2015).

La Jerarquía de Mitigación permite identificar riesgos e impactos físico-ecológicos y socioculturales asociados a las actividades antrópicas en su fase de planificación, contribuyendo a prevenirlos, mitigarlos y gestionarlos (Fundación Global Nature, 2016). En concreto, establece una secuencia de pasos para planificar proyectos y actividades que comienza con el estudio y conocimiento de los ecosistemas (biodiversidad, procesos biológicos, factores y procesos abióticos) y los servicios que prestan en el área donde se pretende desarrollar la actividad. Sobre este conocimiento se deben identificar los impactos previstos y, en función de los mismos, evitar los que se pueda (prevención), minimizar los no evitables (minimización), restaurar el ecosistema alterado resultante y compensar los impactos residuales (ni evitables, ni corregibles, ni restaurables). Todo ello con el objetivo de conseguir un Impacto Neto Cero, sin pérdida neta de biodiversidad (*No Net Loss, NNL*), recursos y servicios ecosistémicos, o en el mejor de los casos, un

Impacto Neto Positivo (*Net Positive Impact, NPI*), es decir, recuperar la biodiversidad, recursos y servicios ecosistémicos del área en la que se interviene con valores mayores a los de su situación de partida (Ekstrom *et al.*, 2015).



Foto 4-2 Vista general de una PSFV. Autor: Daniel Burón.

En el ámbito de las energías renovables, para el caso de los proyectos eólicos, esta jerarquía se ha particularizado en: 1) evitar durante la planificación, 2) minimizar en la fase de diseño, 3) reducir durante la construcción, 4) compensar en la fase de funcionamiento, y 5) restaurar como parte del desmantelamiento (Bennun *et al.*, 2021). Esta aproximación puede trasladarse directamente a los proyectos fotovoltaicos que motivan el desarrollo de esta Guía.

Las actuaciones de prevención o evitación se definen como:

- Medidas tomadas para anticipar y prevenir impactos adversos en la biodiversidad antes de que sean tomadas acciones y decisiones que podrían conducir a tales impactos (Ekstrom *et al.*, 2015).
- Medidas adoptadas para evitar crear impactos desde el inicio, tales como ubicar cuidadosamente en el tiempo y el espacio los elementos de infraestructura, con el objetivo de evitar completamente los impactos sobre ciertos componentes de la biodiversidad (PricewaterhouseCoopers, 2010).

Los impactos de los proyectos sobre la biodiversidad cuentan con cierto grado de incertidumbre, más aun teniendo en cuenta el alcance temporal de los proyectos de instalaciones fotovoltaicas (aproximadamente 25 años). Y también existe cierto desconocimiento sobre el efecto de las medidas de mitigación. Por tanto, debe tenerse en cuenta que se parte de un importante nivel de incertidumbre y riesgo. Por este motivo, la aplicación de medidas debe tener un desarrollo adaptativo, esto es, un control y una vigilancia de los efectos inesperados, de la efectividad de

las medidas desarrolladas, de la evolución de las comunidades biológicas y contar con una buena disposición a cambiar o introducir nuevas medidas durante toda la vida del proyecto (CSBI, 2013).

Este capítulo se centra en el primer paso de la mitigación de impactos, esto es, en las medidas para evitarlos o prevenirlos.

La evitación de impactos se puede alcanzar de cuatro formas, básicamente relacionadas con la selección de alternativas:

- **No realización del proyecto.** Esto es, la selección de la alternativa 0 o la desestimación del proyecto por la afección a elementos irremplazables y la inexistencia de alternativas viables, o en el que las medidas compensatorias no conseguirían los objetivos de No pérdida Neta (*No Net Loss, NNL*) con gran probabilidad (Phalan *et al.*, 2018).
- **Selección de la ubicación** (espacial). Supone la reubicación de la localización del proyecto o de sus componentes fuera de un área reconocida por sus altos valores en biodiversidad y servicios ecosistémicos (CSBI, 2013).
- **Diseño de la planta.** Una vez seleccionada la ubicación, se pueden evitar impactos a través de la elección entre tipologías de la infraestructura, la ubicación precisa de los distintos elementos que componen el proyecto y de la elección de los métodos constructivos y de funcionamiento posterior (CSBI, 2013).
- **Organización temporal o Programación (*scheduling*).** Consiste en evitar impactos mediante cambios en el desarrollo temporal de las actividades asociadas al proyecto. Se llega a través de la consideración de patrones estacionales y diarios en el comportamiento de las especies (por ejemplo, cría, migración, dormidero) y el funcionamiento del ecosistema (caudal de los ríos, temporada de fructificación de plantas, ciclos de crecimiento de la vegetación) y en el uso de los recursos naturales por la población local (por ejemplo, temporadas y zonas de caza y pesca) (CSBI, 2013).



Foto 4-3 El planteamiento y selección adecuada de alternativas de una PSFV puede ayudar a mitigar los impactos. Autor: Daniel Burón.

Cada una de estas aproximaciones tiene un momento temporal en la definición del proyecto. Así, la opción de no desarrollar el proyecto y una selección preliminar del emplazamiento para evitar impactos en la biodiversidad se sitúan de forma previa a la evaluación de impacto ambiental, durante los estudios previos de viabilidad (Ekstrom *et al.*, 2015). A través del diseño y la programación se persigue evitar o minimizar impactos en la redacción del proyecto.

La evitación o prevención de impactos debe empezar en fases muy tempranas en la concepción de los proyectos, mucho antes de comenzar la redacción del proyecto constructivo y el estudio de impacto ambiental donde el diseño del proyecto está ya muy avanzado, lo que impide intervenir en estrategias de prevención de impactos, incluyendo el perder la oportunidad de identificar alternativas de localización/ubicación (Hayes *et al.*, 2015).

Sin embargo, la evitación de impactos sobre la biodiversidad debe seguir realizándose a lo largo de la operación del proyecto, así como de su desmantelamiento, en aplicación del concepto de gestión adaptativa.

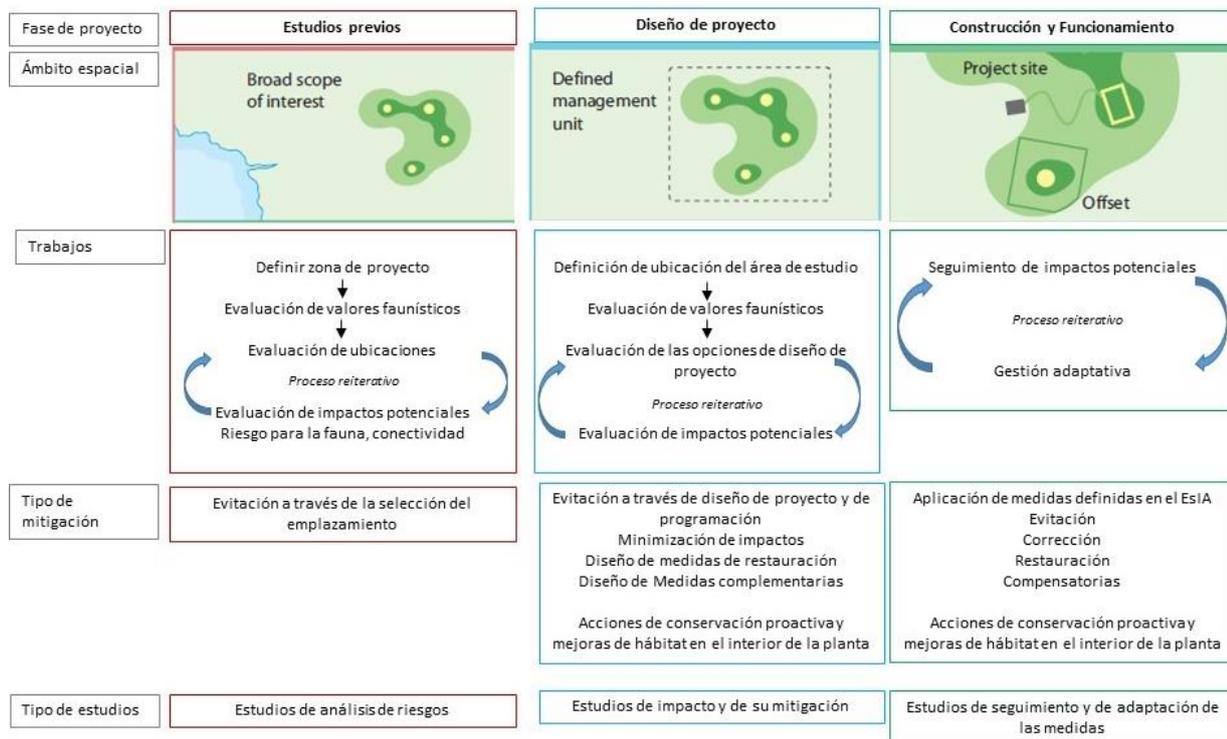


Figura 4-4. Fases de proyecto y jerarquía de mitigación. Elaboración propia a partir de (Ekstrom et al., 2015) y (Bennun et al., 2021).

4.1.2 VENTAJAS DE EVITAR IMPACTOS

Las ventajas de evitar impactos no benefician sólo a los ecosistemas y la biodiversidad sino también a los promotores. Con ello se consigue:

- Evitar costes futuros tanto por trabajos adicionales, (por ejemplo, la implementación de nuevas medidas correctoras), como por retrasos en el tiempo en la consecución de permisos y, por tanto, puesta en funcionamiento de la planta.
- Cumplir con los criterios legales de evitar afecciones a los hábitats y las especies reflejadas en las Directivas Hábitat y Aves (transpuestas al ordenamiento jurídico español en la Ley del Patrimonio natural y de la biodiversidad), y en la legislación de evaluación ambiental (Cuadro 1).
- Facilitar el proceso de aprobación del proyecto (si con las medidas de evitación planteadas se consigue una mitigación real de los impactos), ya que es muy probable que desde la administración competente en evaluación de impacto como desde las alegaciones al proyecto, se haga hincapié en la realización de una verdadera y correcta selección de alternativas.
- Mejorar la imagen de sostenibilidad de la empresa.

Cuadro 1. Menciones en la legislación a la prevención o evitación de impactos

Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Artículo 6. 2. Los Estados miembros adoptarán las medidas apropiadas para evitar, en las zonas especiales de conservación, el deterioro de los hábitats naturales y de los hábitats de especies, así como las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de las zonas, en la medida en que dichas alteraciones puedan tener un efecto apreciable en lo que respecta a los objetivos de la presente Directiva.

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Artículo 2. Principios.

c) La utilización ordenada de los recursos para garantizar el aprovechamiento sostenible del patrimonio natural, en particular, de las especies y de los ecosistemas, su conservación, restauración y mejora y evitar la pérdida neta de biodiversidad.

Artículo 44. Zonas de Especial Protección para las Aves.

Los espacios del territorio nacional y del medio marino, junto con la zona económica exclusiva y la plataforma continental, más adecuados en número y en superficie para la conservación de las especies de aves incluidas en el anexo IV de esta ley y para las aves migratorias de presencia regular en España, serán declaradas como ZEPA, y se establecerán en ellas medidas para evitar las perturbaciones y de conservación especiales en cuanto a su hábitat, para garantizar su supervivencia y reproducción. Para el caso de las especies de carácter migratorio que lleguen regularmente al territorio español y a las aguas marinas sometidas a soberanía o jurisdicción española, se tendrán en cuenta las necesidades de protección de sus áreas de reproducción, alimentación, muda, invernada y zonas de descanso, atribuyendo particular importancia a las zonas húmedas y muy especialmente a las de importancia internacional.

Artículo 46. Medidas de conservación de la Red Natura 2000.

2. Igualmente, las Administraciones competentes tomarán las medidas apropiadas, en especial en dichos planes o instrumentos de gestión, para evitar en los espacios de la Red Natura 2000 el deterioro de los hábitats naturales y de los hábitats de las especies, así como las alteraciones que repercutan en las especies que hayan motivado la designación de estas áreas, en la medida en que dichas alteraciones puedan tener un efecto apreciable en lo que respecta a los objetivos de la presente ley.

Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.

Artículo 5. (con relación a proyectos que deban seguir una evaluación de impacto ambiental).

3. La información a proporcionar por el promotor de conformidad con el apartado 1 contendrá, al menos:

b) una descripción de las medidas previstas para evitar, reducir, y, si fuera posible, compensar, los efectos adversos significativos.

Artículo 9.

1. Cuando se adopte una decisión de conceder o denegar una autorización, la o las autoridades competentes informarán de ello al público y, de conformidad con los procedimientos apropiados, pondrán a su disposición la información siguiente:

c) una descripción, cuando sea necesario, de las principales medidas para evitar, reducir y, si es posible, contrarrestar los principales efectos adversos.

Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental

Artículo 35. Estudio de impacto ambiental.

1. Sin perjuicio de lo señalado en el artículo 34.6, el promotor elaborará el estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, la siguiente información en los términos desarrollados en el anexo VI:

e) Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los posibles efectos adversos significativos sobre el medio ambiente y el paisaje.

ANEXO VI. Estudio de impacto ambiental, conceptos técnicos y especificaciones relativas a las obras, instalaciones o actividades comprendidas en los anexos I y II

5. Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.

Se describirán las medidas previstas para prevenir, corregir y, en su caso, compensar, los efectos adversos significativos de las distintas alternativas del proyecto sobre el medio ambiente, tanto en lo referente a su diseño y ubicación, como en cuanto a la explotación, desmantelamiento o demolición.

4.1.3 PROBLEMAS EN EL PROCESO DE EVITACIÓN DE IMPACTOS

La bibliografía específica sobre mitigación de impactos ya ha ido recogiendo algunos problemas, barreras o inconvenientes, compartidos por el equipo redactor de esta Guía, a la hora de implementar de forma efectiva esta fase en la jerarquía de la mitigación, por ejemplo, (Hayes *et al.*, 2015). Este trabajo lo resume en tres puntos: (i) conocer qué evitar, (ii) falta de incentivos a la evitación y (iii) el asegurar una evitación óptima y de largo plazo.

En el ámbito de esta guía son de interés los puntos primero y tercero, ya que se asume que el promotor debería tener suficientes incentivos para aplicar la evitación de impactos suficientemente claros (ver sección 4.1.2).

4.1.3.1 CONOCER QUÉ EVITAR

La biología no es una ciencia exacta y no se cuenta con información de base todo lo precisa que se requeriría para la toma de decisiones en fase de planificación, siendo muy débil según el grupo de organismos considerado. Además, la biodiversidad es compleja y tiene muchos valores, a menudo en competencia, para diferentes grupos de interés (por ejemplo, agricultores, ganaderos, conservacionistas, cazadores y empresas de turismo). Entre estos valores se pueden mencionar los valores de vulnerabilidad e irremplazabilidad, así como de servicios ecosistémicos (Hayes *et al.*, 2015).

Tabla 4-1 Posibles soluciones a las carencias de información de base. Elaboración propia a partir de (Hayes *et al.*, 2015).

Factores que facilitan la evitación	Entidad	Acciones recomendadas
Acceso a buenos datos	Administración	<p>Poner a disposición del promotor los datos sobre la existencia de especies de interés, protegidas y/o amenazadas de los que dispongan. En el caso de que la administración que reporta la información considere que dichos datos podrían ser considerados sensibles, se aplicarán máscaras adecuadas a los mismos, de manera que, protegiendo la información considerada sensible, se garantice que la correspondiente evaluación cuenta con información precisa para considerar adecuadamente los posibles impactos.</p> <p>Establecer y comunicar al promotor unas exigencias claras en cuanto a lo que ha de presentar el promotor a la hora de realizar estudios de base detallados en biodiversidad y servicios ecosistémicos.</p> <p>Exigencia en los estudios de impacto ambiental.</p> <p>Seguimiento a lo largo de todo el proyecto.</p>



Factores que facilitan la evitación	Entidad	Acciones recomendadas
	Promotores	<p>Elegir consultores con experiencia demostrada en aplicación de la jerarquía de mitigación.</p> <p>Establecer una comunicación fluida entre los equipos de diseño del proyecto, la toma de decisiones y los especialistas ambientales.</p> <p>Considerar enfoques de priorización existentes (áreas clave para la biodiversidad, áreas importantes para las aves, alto valor de conservación, hábitat crítico), las herramientas disponibles (por ejemplo, Banco de datos de la biodiversidad) y documentos y organismos orientadores (por ejemplo, CSBI, BBOP, MITECO).</p> <p>Considerar procesos clave temporales (hibernación, estivación, reproducción, alimentación).</p> <p>Realizar estudios de línea de base y evaluaciones de impacto utilizando equipos multidisciplinarios para identificar impactos sobre la biodiversidad.</p> <p>Asegurarse de que los resultados se interpretan e incorporan en el proceso de toma de decisiones, en lugar de simplemente generar listas de especies y hábitats. Por ejemplo, utilizar los resultados de censos de fauna para mapear áreas de mayor sensibilidad que sean adecuados para orientar las decisiones de diseño de proyectos.</p>
Incentivos a la evitación	Administración	<p>Establecer transversalmente en la legislación la consideración de la evitación.</p> <p>Desarrollar una legislación que requiera la aplicación de la jerarquía de mitigación en todos los proyectos de forma previa a la concesión de licencias y permisos.</p> <p>Clarificar en la legislación las áreas que deban ser evitadas basadas en una base sólida de conocimiento científico e inclusión de las partes interesadas.</p>
Mención explícita a la evitación de impactos en los principios propios de sostenibilidad ambiental de las empresas	Administración	<p>Apoyar la implementación de estrategias de evitación voluntarias que reconozcan áreas designadas de importancia para la biodiversidad no reconocidas legalmente, como las áreas clave de biodiversidad y las de alto valor de conservación.</p> <p>Incluir en Pliegos de contratación incentivos para las empresas que cuenten con principios de sostenibilidad ambiental que incluyan la evitación.</p>
	Promotores	<p>Cumplir con los estándares internacionales (por ejemplo, Corporación financiera Internacional (IFC), <i>Forest Stewardship Council</i> (FSC)) como un medio para ir más allá de los requisitos</p>

Factores que facilitan la evitación	Entidad	Acciones recomendadas
		<p>nacionales a través de las políticas de subcontratación y abastecimiento.</p> <p>Desarrollar compromisos de política interna hacia la obtención de resultados netos positivos o sin pérdida neta para la biodiversidad y defender la aplicación temprana de la jerarquía de la mitigación como marco fundamental para lograr este compromiso.</p> <p>Incluir en Pliegos de contratación incentivos para las contrataciones que cuenten con principios de sostenibilidad ambiental que incluyan la evitación.</p>
Evaluación de prioridades en competencia o contrapuestas	Administración	Instituir colaboración y cooperación entre administraciones con diferentes competencias para compartir datos e información que reduzcan potenciales conflictos de prioridades.
	Promotores	<p>Identificar zonas a evitar siguiendo las estrategias nacionales, los tratados internacionales con objetivos ambientales y los valores de las partes interesadas.</p> <p>Buscar ONG y consultores expertos.</p>
Viabilidad de las opciones de evitación	Promotores	<p>Identificar el potencial de evitación en la etapa más temprana posible y asegurar que haya suficiente presupuesto disponible para el diseño y la ingeniería del proyecto, para permitir la mayor evitación posible de la biodiversidad sensible.</p> <p>Utilizar rutas preexistentes o hábitats ya perturbados / degradados cuando sea posible.</p> <p>Aplicar el principio de la mejor técnica ambiental disponible y el pragmatismo con respecto a la viabilidad de las estrategias para evitar impactos.</p>

4.1.3.2 MANTENER LA EVITACIÓN Y PREVENCIÓN A LARGO PLAZO

El mantenimiento a largo plazo de los valores de la biodiversidad que se consigan salvaguardar mediante la evitación espacial no siempre está garantizado. Esto incluye tanto la posibilidad de que las áreas evitadas en un proyecto sean desarrolladas por otro, de igual o diferente tipo, en otro momento en el que las decisiones se tomen por otras personas y/o con otros criterios, como con el mantenimiento de las áreas evitadas por parte de los operadores a medida que el proyecto avanza o se amplía (Hayes *et al.*, 2015).

Por ello, resulta conveniente consultar con la administración ambiental correspondiente, de forma previa a la selección de la ubicación (apartado 3.1), sobre la existencia de otros proyectos, la información ambiental generada previamente por otros promotores, la existencia de áreas excluidas previamente por sus valores ambientales, de modo que ubicaciones que han sido evitadas, sean de nuevo comprometidas por la presentación de futuros o siguientes proyectos o promociones, y las zonas donde se estén desarrollando medidas compensatorias (apartado 4.2.3). Esta información resultará fundamental en la elección de localización de futuras implantaciones.

En (Hayes *et al.*, 2015) se indican tres formas de abordar el problema de que ciertas áreas que no cuentan con protección legal, donde se ha puesto de manifiesto su valor ambiental y han sido evitadas en el proceso de selección de ubicaciones de proyectos, mantengan su integridad a largo plazo:

- Su protección legal ya sea a nivel autonómico o local;
- Acuerdos de custodia del territorio;
- Compra de terrenos, a propiedad de la propia empresa o mediante una asociación con ONG.

Tabla 4-2. Posibles soluciones al conseguir una evitación óptima y a largo plazo. Elaboración propia a partir de (Hayes *et al.*, 2015).

Factores de facilitación de la evitación	Entidad	Acciones recomendadas
Capacidades y procedimientos apropiados	Administración	Garantizar que las empresas desarrollen experiencia técnica local en biodiversidad y temas relacionados, y también brinden oportunidades a través de cursos universitarios, por ejemplo.
	Promotores	Incluir la evitación en la etapa más temprana posible. Asegurar que todo el personal clave esté al tanto de los valores de la biodiversidad: formación, cláusulas en los acuerdos de los contratistas Obtener personal con habilidades técnicas adecuadas: especialista en biodiversidad, analista de sistemas de información geográfica (SIG).
Estrategia de evitación transparente	Administración	Incluir en el Plan de Vigilancia Ambiental informes transparentes/públicos y regulares sobre los compromisos de evitación; puede ser un proceso de verificación. Propuestas de mecanismos de gestión adaptativa en el caso de que se detecten desviaciones sobre los compromisos.
	Promotores	Informar públicamente sobre los impactos ambientales, sociales y económicos y la toma de decisiones. Diálogo continuo con las partes interesadas clave para comunicar la evitación y otras actividades de corrección del impacto.
Planificación temprana y evitación a largo plazo	Administración	Planificar para la protección permanente de las áreas.
	Promotores	Desarrollar planes para asegurar la permanencia de los valores de biodiversidad que se han evitado. Por ejemplo, asegurando la gestión enfocada a la conservación de las áreas evitadas por importancia para la biodiversidad a largo plazo.
Objetivos y gestión adaptativa	Administración	Exigir a las empresas y desarrolladores que establezcan y cuantifiquen objetivos realistas y realicen un seguimiento del progreso.
	Promotores	Cuantificar impactos y establecer objetivos: trabajar hacia la no pérdida neta o ganancia neta. Establecer indicadores clave de desempeño para los objetivos de evitación, monitorear el progreso hacia el logro de estos y adaptar las acciones de gestión para lograr los objetivos. Evaluar el potencial de evitación a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

4.1.4 SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN

La principal herramienta para evitar impactos irreversibles en la biodiversidad es la selección de la ubicación del proyecto dejando fuera zonas de alto valor. Para ello se requiere una labor de conocimiento de los componentes de la biodiversidad en una fase temprana en la definición del proyecto, seguido de un análisis de alternativas de ubicación. Por tanto, es necesaria información espacial a varios niveles (nacional, regional, en la zona de desarrollo, entorno inmediato al proyecto) que permita la toma de decisiones de la mejor localización del conjunto del proyecto, siendo de gran importancia que esta información sea de varias localizaciones posibles, para contar con alternativas realistas y viables que comparar en la evaluación de impacto ambiental. Avanzando en el conocimiento de los valores de la primera ubicación seleccionada, aún puede ser necesaria una reubicación del proyecto o de alguno de sus elementos, en otro lugar para evitar ubicaciones con alto valor para la biodiversidad. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el proceso de evaluación y de mitigación en relación con la selección de la ubicación del proyecto.



Figura 4-5. Relación entre planificación espacial, mapa de sensibilidad y selección de ubicación. Traducido de (Bennun et al., 2021).

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en la Memoria de su herramienta de *Zonificación ambiental para la implantación de energías renovables: eólica y fotovoltaica* (MITECO, 2020c), presenta una forma de elaborar un modelo territorial que agrupa los principales factores ambientales. En sus Anexos incluye una detallada recopilación de la información ambiental disponible.

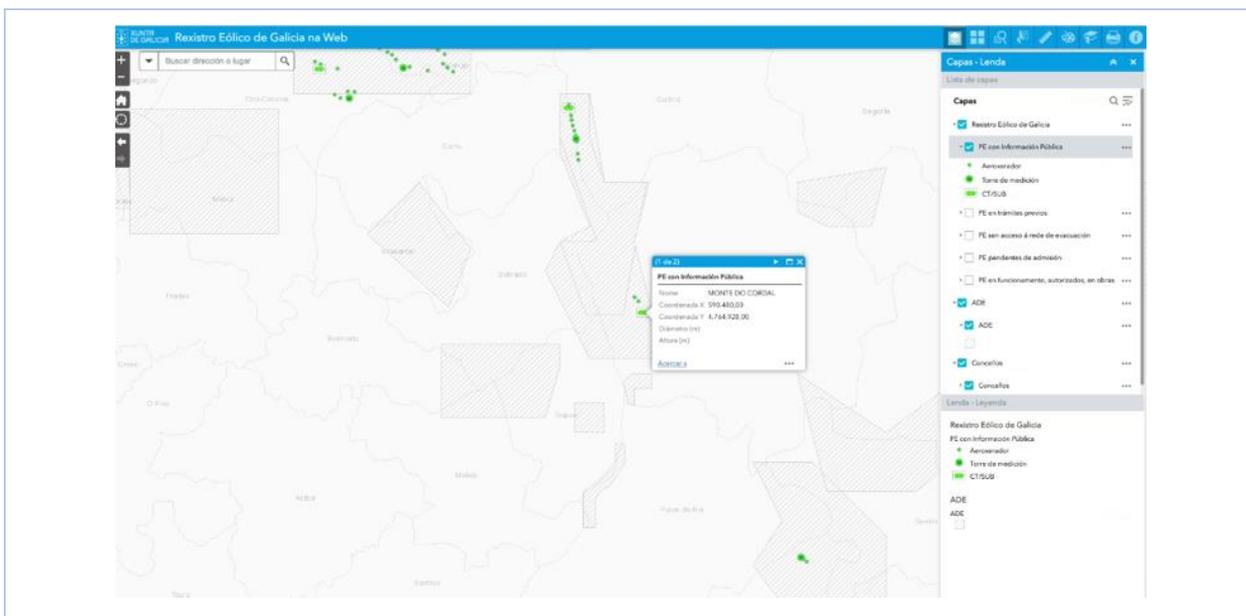
4.1.4.1 FUENTES DE INFORMACIÓN BASE Y CONSULTAS PREVIAS

El promotor debe partir de la mejor información disponible sobre los componentes de biodiversidad en el ámbito espacial en el que planea el proyecto de planta fotovoltaica. De una escala de menos a más detalle, la aproximación espacial se mueve con datos a nivel de administraciones públicas, organismos de investigación y conservación, entidades no gubernamentales de investigación y conservación de biodiversidad, de ámbito estatal, autonómico, provincial y local (supramunicipal y municipal).

Si bien mucha información, y cada vez más, se encuentra disponible de forma pública en páginas oficiales de Internet, no todos los datos existentes se pueden obtener por este medio. Por ello, es de gran interés realizar consultas específicas a las entidades referidas anteriormente solicitando datos con los que cuenten, datos no publicados o en fase de estudio, pero con resultados preliminares.

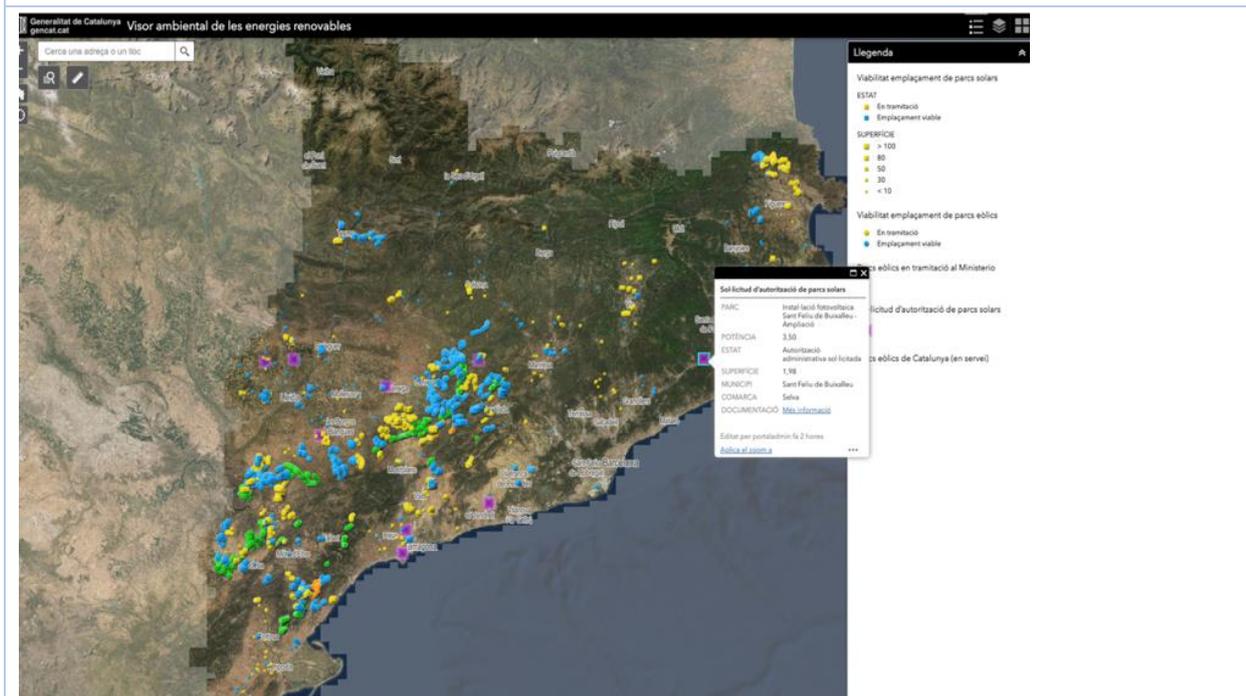
Aunque no se ha desarrollado en España ni a nivel ministerial ni a nivel autonómico, desde la Unión Europea se promueve, a través de las guías que edita, la recopilación de los datos recogidos en las evaluaciones ambientales y en los programas de seguimiento (Comisión Europea, 2016). Se recomienda la solicitud de esta información por parte de los promotores, siendo una herramienta que incrementaría la eficacia en la preparación de las evaluaciones ambientales. La disposición de datos de entidades públicas al promotor es una obligación derivada del artículo 5(4) de la Directiva de evaluación de impacto ambiental.

La información de interés a solicitar no se limita a factores medioambientales, sino también a la existencia de otros proyectos, la información ambiental generada previamente por otros promotores, la existencia de áreas excluidas previamente por sus valores ambientales, de modo que, ubicaciones que han sido evitadas, sean de nuevo comprometidas por la presentación de futuros o siguientes proyectos o promociones, y las zonas donde se estén desarrollando medidas compensatorias.



Visor Parques Eólicos Galicia. Fuente:

<https://www.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=4bae3fad95b6439bacef9d1a316765e9>



Visor Energías renovables Cataluña. Fuente:

<https://agportal.sig.gencat.cat/portal/apps/webappviewer/index.html?id=596279561d0e4b46b79a43151303e17c&locale=ca#>



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE
DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD TERRESTRE Y MARINA

Visor 2D del Gobierno de Aragón. Búsqueda por energía fotovoltaica. Fuente: <https://idearagon.aragon.es/visor/>

Visor cartográfico de la Generalitat Valenciana, búsqueda por “Energías renovables”. Fuente: <https://visor.qva.es/visor/?extension=266363,4115432,1161436,4619187&nivelZoom=8&capasids=Imagen;Energias Renovables;1&tcapas=1.0,1.0&idioma=es>

Figura 4-6. Ejemplos de visores existentes de proyectos de renovables en distintas comunidades autónomas.

Puesta toda la información de forma espacial, para lo que es de gran utilidad los sistemas de información geográfica (SIG), y al mayor detalle de escala posible dentro de las escalas de estudio de alternativas de ubicación, se debe realizar una primera valoración de impactos sobre la fauna. Es importante realizar esta primera valoración cuando aún es posible modificar el proyecto. Además, una identificación temprana de alternativas e impactos permite centrarse de forma más eficiente en la obtención de datos (Banfi *et al.*, 2017). Evitar zonas de alto valor supondrá un ahorro en medios y en tiempo que se puedan requerir en estudios específicos posteriores, en fase de evaluación de impacto ambiental, para mostrar la no pérdida neta de biodiversidad.

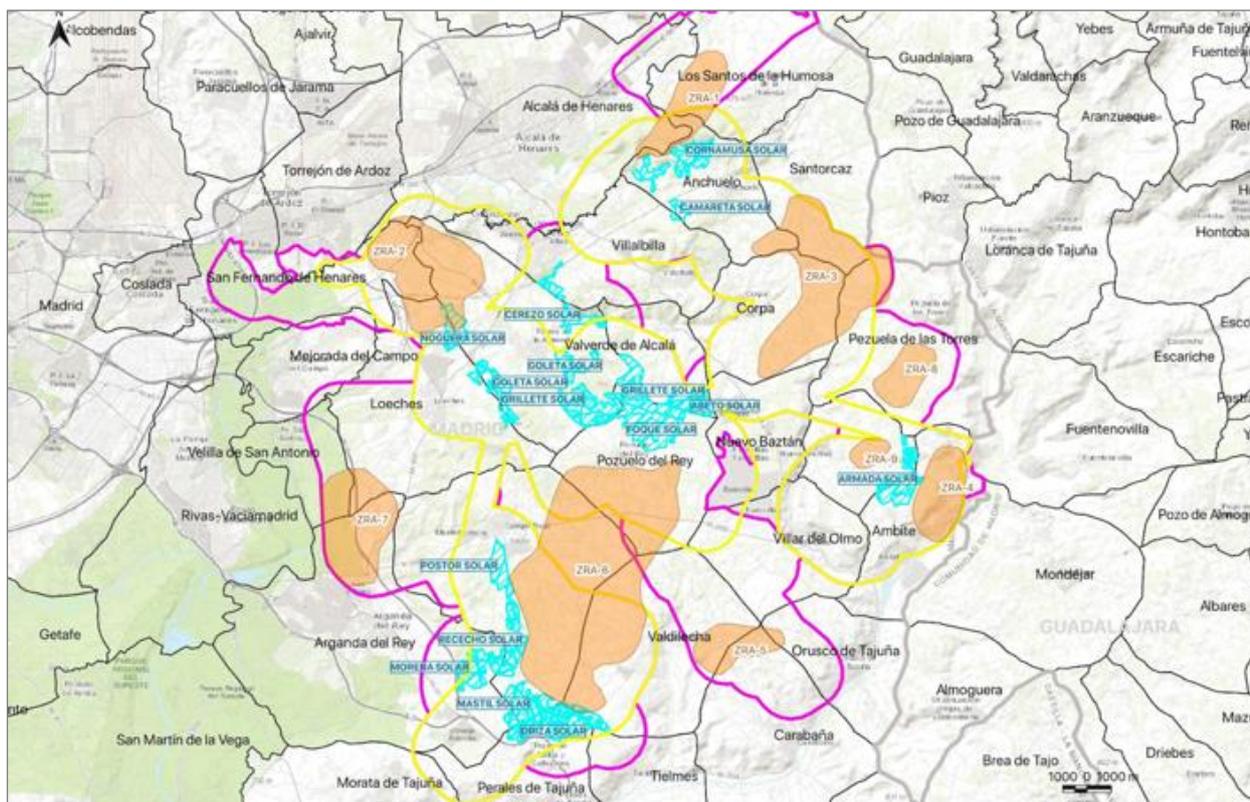


Figura 4-7. Ejemplo de análisis de identificación de zonas importantes para la avifauna. Autor: Biodiversity Node.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental contempla dentro del procedimiento de evaluación de impacto ambiental una fase potestativa, cuya aplicación se considera muy recomendable, que facilita la consulta de datos inicial en una etapa temprana

del procedimiento. Se trata del documento de alcance del estudio de impacto ambiental (artículo 34. Actuaciones previas: consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas y elaboración del documento de alcance del estudio de impacto ambiental). Procede de la trasposición de la Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. La Comisión Europea, siguiendo la terminología anglosajona, se refiere a esta etapa como *scoping* y, al incluir consultas públicas, además permite obtener información a nivel local (Banfi *et al.*, 2017).

Finalmente, avanzando a escalas de trabajo a nivel regional, y en los casos en que la información de algunos grupos faunísticos es escasa, la información existente debe ser complementada con estudios de campo específicos (ver Parte I. METODOLOGÍAS RECOMENDADAS).

4.1.4.2 ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA FAUNA

Con la información base recopilada, se entra una fase identificación de riesgos mediante su interpretación por especialistas, en la que se obtiene un listado de aspectos prioritarios (especies, ecosistemas y lugares) de especial sensibilidad, acompañados de mapas que ayudan a identificar espacialmente las áreas de mayor valor de conservación. Entre estos aspectos prioritarios se encuentran los hábitats críticos, según la definición del Banco Mundial (Banco Mundial y Corporación Financiera Internacional, 2012), definidos como áreas de gran importancia o valor en términos de biodiversidad que incluyen:

- a) *hábitats de importancia significativa para especies en peligro de extinción o en peligro de extinción crítico, según se enumeran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o enfoques nacionales equivalentes;*
- b) *hábitats de gran importancia para especies endémicas o de rango de distribución restringido;*
- c) *hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones importantes a nivel mundial o nacional de especies migratorias o gregarias;*
- d) *ecosistemas altamente amenazados o únicos;*
- e) *funciones ecológicas o características que son necesarias para mantener la viabilidad de los valores de biodiversidad descritos anteriormente en los incisos a) a d).*

Realizar esta identificación temprana de riesgos permite (Bennun *et al.*, 2021):

- Informar en fases tempranas de planificación y de alcance del estudio de impacto ambiental.
- Ayudar en la caracterización del sitio y comparar los riesgos potenciales en un conjunto de sitios como parte del proceso de selección de la ubicación.
- Evitar a futuro el consumo de tiempo y recursos al permitir la identificación y evitación de los riesgos más serios de forma temprana en la definición del proyecto.

- Focalizar los trabajos de obtención de datos en campo y del estudio de impacto ambiental al identificar y abordar los riesgos clave.

No obstante, se necesitarán más estudios de campo y la participación de especialistas en diversidad biológica para confirmar el estado de la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas e informar las decisiones del proyecto. Por ejemplo, una evaluación puede señalar la presencia potencial de una especie de anfibio altamente amenazada en el área, basándose en la superposición con su área de distribución conocida. Sin embargo, los estudios de campo específicos podrían encontrar que es poco probable que la especie esté presente ya que el área no es compatible con el hábitat de humedal específico que requiere. Al contrario, los estudios de campo podrían identificar especies sensibles que no señaladas en el examen a partir de datos bibliográficos. (Bennun *et al.*, 2021).

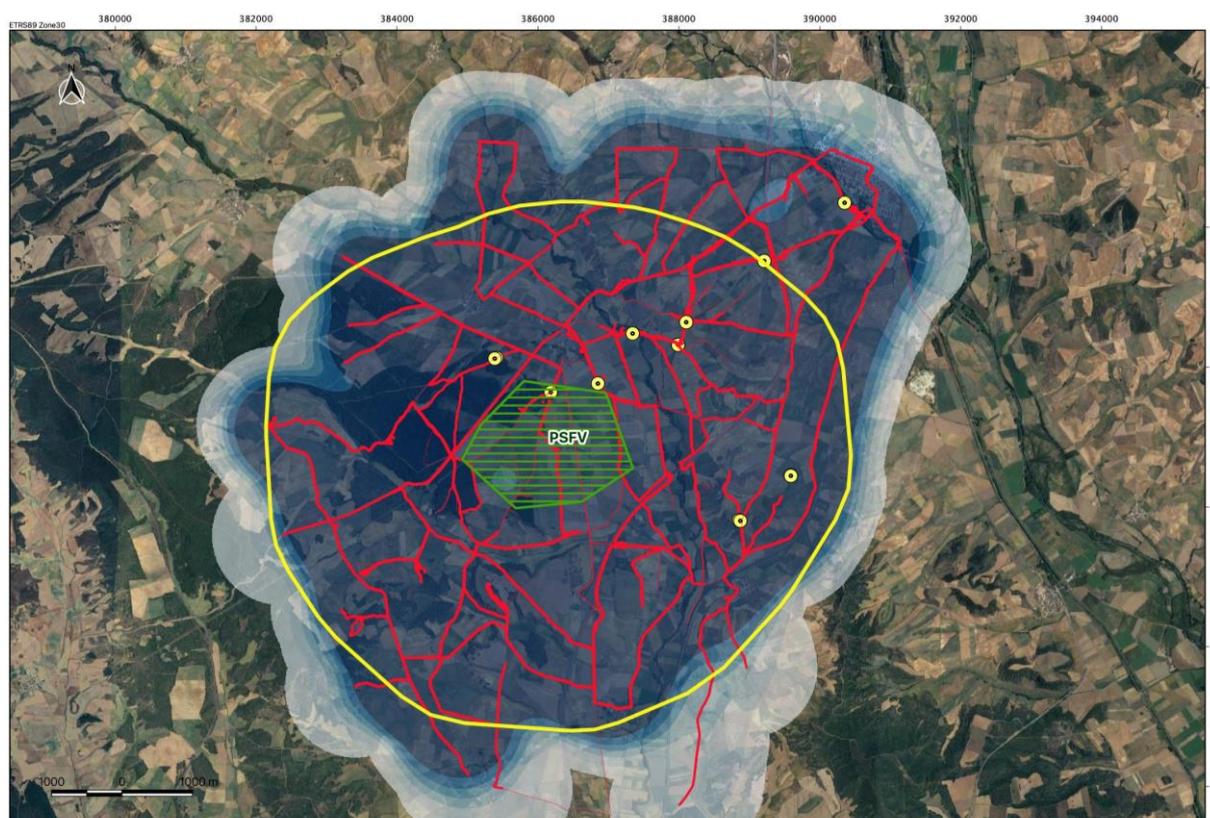


Figura 4-8. Ejemplo de esfuerzos de muestreo en campo para estudiar un territorio. Con línea amarilla se delimita la zona de censo. Con trama rayada horizontal se marcan el área prevista de implantación del proyecto. Se señalan los recorridos de censo con líneas rojas. La intensidad de muestreo en función del tiempo de observación acumulado en los recorridos y estaciones de censo se representa mediante un estimador de tiempo de observación (calculado como densidad de puntos en un radio de 1.000 m, a partir de las localizaciones GPS registradas) que aumenta de forma creciente del azul claro al azul oscuro. Autor: Biodiversity Node.

La definición de hábitats críticos de fauna requiere la identificación de:

1. Especies clave, como aquellas amenazadas, endémicas o de rango de distribución restringido y potencialmente vulnerables a posibles impactos del proyecto.
2. Hábitats clave para la supervivencia de las especies clave y hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones importantes de fauna.
3. Superficie de hábitat requerida para cada especie clave presente en el área de estudio. Ver Parte I. METODOLOGÍAS RECOMENDADAS.
4. Definición de un área perimetral de protección, o buffer de protección, de los hábitats críticos.

4.1.4.3 ESPECIES DE INTERÉS

Se trata de las especies amenazadas, endémicas o de rango de distribución restringido, y que son particularmente vulnerables a los potenciales impactos del proyecto (MITECO, 2022b). Se encuentran recogidas en los siguientes listados:

- ✓ Anexos II y IV Directiva hábitats (Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres).
- ✓ Anexo I de la Directiva Aves (2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres).
- ✓ Anexo II, IV y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (transpone a la legislación española las dos Directivas anteriores).
- ✓ El Anexo 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, dentro del Catálogo Español de Especies Amenazadas (categorías En peligro de extinción y Vulnerable).
- ✓ Catálogos autonómicos de especies protegidas.
- ✓ Especies incluidas en las categorías de amenaza "En Peligro Crítico" (CR), "En Peligro" (EN) o "Vulnerable" (VU) de la Lista Roja de las especies de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN, <https://www.iucnredlist.org/>).
- ✓ Especies identificadas como especialmente vulnerables a estas infraestructuras en publicaciones científico-técnicas, informes de administraciones públicas y documentos técnicos reconocidos como fuentes documentales, como la Estrategia de conservación de aves amenazadas ligadas a medios agro-esteparios en España (MITECO, 2022a)

Otro criterio de identificación de especies de interés es la selección de especies con mayor vulnerabilidad a estas infraestructuras.

4.1.4.4 HÁBITATS CRÍTICOS PARA LA FAUNA

Se trata de los hábitats de mayor importancia para la supervivencia de las especies clave y los hábitats que sustentan la supervivencia de concentraciones importantes de fauna (Tabla 4-3).

Tabla 4-3. Identificación de hábitats críticos para la supervivencia de las especies de interés

GRUPO TAXONÓMICO	HÁBITATS CLAVE
Aves rapaces	Puntos de nidificación como cortados (Real <i>et al.</i> , 2016), bosquetes, árboles de porte elevado. Zonas de alimentación (Guixé y Arroyo, 2011), (Caro, 2010). Puntos de concentración migratoria e invernada. Dormideros.
Aves esteparias	Áreas críticas y áreas de importancia (zonas de alimentación y zonas de concentración posreproductiva o invernada, bebederos) (Bennun <i>et al.</i> , 2021; MITECO, 2022b, 2022a).
Otras especies de aves	Puntos de concentración migratoria e invernada. Dormideros (Bennun <i>et al.</i> , 2021).
Anfibios	Puntos de agua y humedales, utilizados en la reproducción (charcas temporales, fuentes, manantiales) (Ferreira y Beja, 2013). Puntos de hibernación y estivación (Sutherland <i>et al.</i> , 2021), páginas 9-64.
Reptiles	Puntos de refugio, hibernación y estivación: roquedos naturales o artificiales (muros piedra seca, majanos), edificaciones abandonadas/rurales. (Márquez-Ferrando <i>et al.</i> , 2009). Zonas de vegetación arbustiva baja (Martín y Lopez, 2002).
Micromamíferos	Humedales incluyendo vaguadas con elevada humedad freática, hábitat del topillo de Cabrera (Pita <i>et al.</i> , 2006).
Murciélagos	Refugios de hibernación (edificaciones, arbolado con huecos, cuevas). Refugios de reproducción, incluyendo todas sus fases, enjambrado (<i>swarming</i>) y maternidad (edificaciones, arbolado con huecos, cuevas) (Parsons y Jones, 2003). ³¹ Puntos de alimentación y de agua (humedales) (Lisón y Calvo, 2014), (Stahlschmidt <i>et al.</i> , 2012).
Insectos polinizadores	Plantas nutricias, plantas con flor a lo largo de todo el año (ciclo floración largo y variedad). Refugios hibernación/estivación/reproducción. (Dicks <i>et al.</i> , 2020)
Invertebrados del suelo	Suelos sin compactación, refugios.

Cuadro 2. Ejemplo de hábitats críticos para la conservación del Águila perdicera (*Aquila fasciata*) en Castilla y León. Decreto 83/2006, de 23 de noviembre, por el que se aprueba el Plan de Conservación del Águila Perdicera en Castilla y León. (BOCyL 29-11-2006)

³¹ Los refugios de hibernación suelen ser diferentes a los de reproducción, por lo que generan modelos de uso del territorio distintos (Smeraldo *et al.*, 2018).

Artículo 4. – Áreas críticas.

1. Se declararán como áreas críticas aquellos territorios incluidos dentro del ámbito de aplicación del Plan de Conservación que se consideren vitales para la supervivencia y recuperación de la especie, donde se aplicarán medidas específicas de protección para el Águila perdicera.

2. Los criterios para la selección de dichas áreas críticas podrán ser los siguientes:

a) Importancia para la nidificación. Son aquellas zonas donde existen nidos, territorios ocupados por individuos o parejas. Se podrán tener en cuenta aquellos lugares donde se haya constatado la reproducción al menos una vez durante los últimos diez años y sea necesario adoptar medidas de protección específicas.

b) Alimentación. Son las áreas asociadas a las zonas de nidificación y donde se alimentan los individuos que regentan un territorio.

c) Dispersión. Aquellas zonas que se identifiquen como áreas de concentración de juveniles o de ocupación por adultos durante el periodo no reproductor.

Una metodología para la identificación de las áreas clave para la conservación de la biodiversidad del territorio, es la presentada en la “*Guía metodológica para la identificación de los elementos de infraestructura verde de España*” (TRAGSATEC, 2020). Considera un valor ponderado de conservación de la biodiversidad amenazada a través de: (A) “Selección de las especies de estudio” + (B) “Asignación de valores a las variables” (grado de amenaza, papel ecosistémico, disponibilidad y calidad de la información) + (C) “Valor del índice y representación espacial a partir del área de distribución”. A partir de los resultados obtenidos, se establecen los intervalos de valores del indicador que permiten identificar las áreas clave para la conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, si bien no se consideran hábitats críticos, en el análisis de riesgos para la fauna a través de la determinación de sus hábitats de mayor importancia, se debe considerar la componente temporal, en dos sentidos:

- Zonas que en tiempos recientes han albergado especies de interés, que en el momento de los estudios previos no tengan población o bien en una cantidad baja.
- Zonas que albergan unas características similares a los hábitats críticos y que podrían, en el futuro, constituir áreas de dispersión de la especie clave.

En ambos casos, se consideran espacios de oportunidad para la expansión de los núcleos poblacionales actuales, especialmente si son colindantes con hábitats críticos existentes.

Finalmente, cabe destacar en este sentido las recomendaciones realizadas por varias administraciones autonómicas en los momentos iniciales de ubicar las instalaciones fotovoltaicas:

- Evitar ubicar los proyectos en áreas incluidas en la Red Natura 2000, incluso en aquellos casos en los que sus instrumentos de ordenación no dejen claro la prohibición de instalar estas infraestructuras.
- Procurar ubicar los proyectos en áreas previamente degradadas (canteras, graveras).

- Seleccionar preferentemente áreas de escasa relevancia para las especies más sensibles por el desarrollo de estos proyectos, como son las grandes aves esteparias y rapaces. Un ejemplo mencionado en varias ocasiones son los olivares cultivados de modo intensivo o las zonas de regadío.

4.1.4.5 SUPERFICIES DE HÁBITAT

En biología de poblaciones no hay datos fijos de superficie mínima requerida por una especie, al ser dependiente de múltiples factores que se podrían englobar en el concepto "calidad de hábitat". En principio, con una mayor calidad de hábitat cabría esperar menor superficie necesaria para la conservación a largo plazo de una especie. Y la calidad de hábitat no es fija ni constante ni en el lugar ni en el tiempo, de modo que cada especie ocupará un lugar en el que se cumplan los requerimientos de hábitat específicos para el momento vital en el que se encuentre, o al menos, lo intentará. Por eso la bibliografía no ofrece datos concretos, sino los resultados del estudio de determinadas poblaciones (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), lo que nos indica que resulta necesario estudiar caso por caso la(s) superficie(s) de hábitat mínima requerida para la conservación de determinada(s) especie(s) en lugares concretos.

Tomando como ejemplo el sisón, especie de interés al ser potencialmente bastante estudiada por las afecciones por el desarrollo de plantas fotovoltaicas, las *Bases científicas para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación del sisón común (Tetrax tetrax)* no hablan de superficies, sino de requerimientos por temporada o momento vital de los distintos ejemplares: machos, hembras y juveniles (García de la Morena *et al.*, 2020).



Foto 4-9 . Nido con huevos de sisón común. Esta especie puede verse afectada sensiblemente por la pérdida de hábitat durante el desarrollo de grandes plantas fotovoltaicas. Autor: Eladio García de la Morena

Teniendo presente estas consideraciones previas se presentan, a modo de ejemplo, los datos ofrecidos por algunos estudios y documentos técnicos, para los que se indica la fuente.

Tabla 4-4. Superficies de territorio por especie según algunos estudios de poblaciones concretas.

TIPO	ESPECIE	SUPERFICIE TERRITORIO, EJEMPLOS
Aves esteparias	Avutarda (Otis tarda)	Machos en Villafáfila: Movimientos de 3 a 20 km del lek. La distancia de migración desde la coordenada de cópula fue significativamente mayor en los machos que en las hembras, siendo los valores respectivos: mediana 12483 m > rango= 5946-20062 m, n= 6 y mediana 3981 m, rango= 2405-1 0892 m, n= 10 (Z= 304, p= 0.002) (Morales Prieto, 2003).
	Sisón (<i>Tetrax tetrax</i>)	Migraciones tras la reproducción y en invierno, desde los puntos de reproducción, de hasta 400 km (García de la Morena, 2016). Área de campeo, periodo reproductor, hembras+pollos, valor de referencia para población en estado favorable de 40 ha, promedio >140 ha (MITECO, 2020b).
	Ganga ibérica (<i>Pterocles alchata</i>)	Movimientos estacionales de hasta 65 km (Tarjuelo <i>et al.</i> , 2020) Diferentes zonas de reproducción de las de invernada. Área de campeo, valor de referencia (favorable) de 40 ha. área con hábitat de cría menos favorable: >20 km ² (MITECO, 2022a). Bebederos: Valor de referencia para población en estado favorable: Presencia de al menos un bebedero en un radio de 10 Km sin alteración antrópica negativa a menos de 1 km de radio. Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: ningún bebedero en un radio de 10 Km o presencia de alteración antrópica negativa a menos de < 0,5 km (MITECO, 2022a). Otras áreas de concentración: Valor de referencia (favorable): Presencia de al menos un área de concentración en un radio de 5 Km sin alteración antrópica negativa a menos de 1 km de radio. Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: ningún área de concentración en un radio de 5 Km o presencia de alteración antrópica negativa a menos de < 0,5 km (MITECO, 2022a).
	Ganga ortega (<i>Pterocles orientalis</i>)	Área de campeo, valor de referencia para población en estado favorable: 12 km ² . Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: 55 km ² . Bebederos: Valor de referencia para población en estado favorable: Presencia de al menos un bebedero en un radio de 10 Km sin alteración antrópica negativa a menos de 1 km de radio. Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: ningún bebedero en un radio de 10 Km o presencia de alteración antrópica negativa a menos de < 0,5 km (MITECO, 2022a).

TIPO	ESPECIE	SUPERFICIE TERRITORIO, EJEMPLOS
		Otras áreas de concentración: Valor de referencia (favorable): Presencia de al menos un área de concentración en un radio de 5 Km sin alteración antrópica negativa a menos de 1,5 km de radio. Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: ningún área de concentración en un radio de 5 Km o presencia de alteración antrópica negativa a menos de < 1 km (MITECO, 2022a).
	Alcaraván (<i>Burhinus oedicephalus</i>)	Área de campeo de 1 km en Inglaterra. Citado en (Atienza <i>et al.</i> , 2011). Área de campeo, valor de referencia para población en estado favorable: día ≤ 3ha y noche ≤ 21 ha (MITECO, 2022a).
	Alondra ricotí (<i>Chersophilus duponti</i>)	Dispersión media de 100 m, densidad elevada en manchas de hábitat pequeñas. La población en la Comunidad Valenciana se distribuye en cinco parches de reducido tamaño (<200 ha) (Pérez-Granados, 2016).
	Avutarda hubara (<i>Chlamydotis undulata</i>)	Valor de referencia (favorable): <17 Km ² y valor umbral entre desfavorable malo e inadecuado: >100 km ² (valores para subespecie nominal) (MITECO, 2022a).
Aves rapaces	Buitre negro (<i>Aegypius monachus</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 350. Radio área de campeo (km): 10,5 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Águila imperial (<i>Aquila adalberti</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 60. Radio área de campeo (km): 4 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Milano real (<i>Milvus milvus</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 18. Radio área de campeo (km): 2,4 (Junta de Castilla y León, 2021b). Distancia área campeo a dormitorio en Doñana: 2 – 14 km; al nido > 20 km en España (Atienza <i>et al.</i> , 2011).
	Águila real (<i>Aquila chrysaetos</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 125. Radio área de campeo (km): 6 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Buitre leonado (<i>Gyps fulvus</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 375. Radio área de campeo (km): 10 – 15 – 20 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Alimoche (<i>Neophron percnopterus</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 90. Radio área de campeo (km): 5 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Quebrantahuesos (<i>Gypaetus barbatus</i>)	Superficie área de campeo (km ²): 120. Radio área de campeo (km): 6 (Junta de Castilla y León, 2021b).

TIPO	ESPECIE	SUPERFICIE TERRITORIO, EJEMPLOS
	Águila de Bonelli (<i>Aquila fasciata</i>)	Área media de campeo desde nido (kernel 95%) de hasta 50 km (Bosch et al., 2010). Superficie área de campeo (km ²): 60. Radio área de campeo (km): 4 (Junta de Castilla y León, 2021b).
	Aguilucho cenizo (<i>Circus pygargus</i>)	Área media de alimentación (kernel 90%) de más de 100 km ² (Guixé y Arroyo, 2011). Área de campeo: 5 km media (85% intentos < 10 km) en Cataluña; 1-8,5 km en Extremadura. Citado en (Atienza et al., 2011). Área de campeo, valor de referencia para población en estado favorable: ≤20 km ² para machos y ≤5 km ² para hembras. Umbral diferenciador entre hábitat desfavorable malo e inadecuado: 100 km ² para machos y 20 km ² para hembras (MITECO, 2022a).
	Aguilucho pálido (<i>Circus cyaneus</i>)	Área de campeo en Escocia: 1- 2 km. Citado en (Atienza et al., 2011).
	Halcón peregrino (<i>Falco peregrinus</i>)	Área de campeo en Europa central: 15 Km; 2-6 km en hembras en Escocia; de 2-4 km hasta 15-25 km en Túnez. Citado en (Atienza et al., 2011).
	Cernícalo primilla (<i>Falco naumanni</i>)	Área de campeo en una colonia en Castilla La Mancha: hasta 2 km. Citado en (Atienza et al., 2011).
	Búho real (<i>Bubo bubo</i>)	"El área de campeo media de individuos dentro de áreas protegidas fue de 400,3 ± 216,0 ha, mientras que la de individuos de la periferia fue de 1.115,5 ± 712,9 ha, por último la de los individuos de fuera de áreas protegidas fue de 1.248,8 ± 695,7 ha"(León Ortega, 2016).
Micromamíferos	Murciélagos	Distancias del lugar de enjambrado (<i>swarming</i>) de 27 km en <i>Myotis daubentonii</i> y 25 km en <i>Myotis nattereri</i> . Polígonos mínimos convexos del área de captura desde el lugar de <i>swarming</i> de 254 km ² en <i>M. daubentonii</i> y 497 km ² en <i>M. nattereri</i> . La inclusión de ejemplares anillados amplía el área de movimiento hasta 4118 km ² (Parsons y Jones, 2003).

En Castilla y León, la definición de *Zonas de alta sensibilidad para las aves planeadoras durante el periodo reproductor* (Junta de Castilla y León, 2021b), incluyó una revisión bibliográfica de áreas de campeo para adultos de cada especie durante el periodo reproductivo (Superficie área campeo, tabla 2.4; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) utilizando diferentes referencias bibliográficas, que se aplicó como superficie de área de campeo entorno de las zonas de nidificación de cada especie. Dada la alta variabilidad en los datos recogidos en la bibliografía, asignaron un área de campeo promedio que incluyera las principales áreas de alimentación utilizadas durante el periodo reproductor. Además, se priorizaron los trabajos realizados en Castilla y León frente a trabajos realizados en otras zonas de la distribución. En el

caso del buitre leonado, se asignó un valor de radio en función del tamaño de la colonia o del número de individuos por cuadrícula UTM 5x5 km: 10 km para colonias/cuadrículas menores de 25 parejas, 15 km para colonias/cuadrículas de entre 25 y 150 parejas y 20 km para aquellas de más de 150 parejas.

En cambio, para el establecimiento *Zonas de sensibilidad ambiental para las aves esteparias en Castilla y León*, en lugar de trabajar con áreas de campeo o con superficies mínimas de hábitat, se empleó como unidad mínima la cuadrícula 5x5 Km (Junta de Castilla y León, 2021a).

4.1.4.6 APLICACIÓN DE BUFFER DE CONSERVACIÓN Y SEGURIDAD

Estudios realizados para otro tipo de infraestructuras han mostrado el efecto de borde y de margen (MITECO, 2019). Esto es, los efectos que emanan desde la infraestructura en dos sentidos espaciales: uno perpendicular introduciéndose hacia el paisaje circundante y atenuándose con la distancia y otro longitudinal, a lo largo del límite de la infraestructura. El efecto es de fragmentación del hábitat disponible y de evitación o atracción hacia la infraestructura por parte de algunas especies.

A nivel teórico, cabe pensar que las PSFV no van a tener un efecto tan amplio desde su límite hacia el exterior como las autovías y carreteras por su menor frecuentación humana y emisión de luces y ruidos, pero sí el suficiente como para considerarlo como una distancia adicional en la protección de hábitats de especies de interés. En principio, no tienen la frecuentación humana de una carretera y a veces incluso es menor que el entorno agrícola en el que se encuentran muchas, o de los caminos próximos a núcleos urbanos que concentran actividades de ocio.



Foto 4-10 Vista general de una PSFV. El efecto borde de estas infraestructuras ha de ser cuidadosamente analizado. Autor: Daniel Burón.

Para el caso de las aves, puede tomarse como referencia los estudios de distancia de inicio de vuelo de huida para las distintas especies, de los que puede encontrarse una buena recopilación en (Livezey *et al.*, 2016). A nivel general, referencias técnicas administrativas, han sugerido distancias entre 500 y 1.000 m entre enclaves importantes para la fauna y los elementos del parque como las actividades generadoras de ruido y las vías de circulación de vehículos o maquinaria (MITECO, 2020a). Estas distancias también se recomiendan en la "Estrategia de conservación de aves amenazadas ligadas a medios agrarios y esteparios de España" (MITECO, 2022a) pero desde el punto de vista de las áreas críticas y de importancia, como distancias que mantengan unas áreas de amortiguación en torno a las mismas de 500 y 1000 m, respectivamente. Se trata, por tanto, de distancias mínimas que deberán estudiarse caso por caso y acordadas por las partes interesadas.

4.1.4.7 MANTENIMIENTO DE CONECTIVIDAD

Con el análisis anterior se conseguía cartografiar las áreas críticas para las especies de interés, más una zona de protección adicional de modo que queden excluidas del territorio en el que ubicar varias alternativas del proyecto. En el momento de barajar varias ubicaciones posibles para presentar alternativas, es el momento de realizar una evaluación preliminar de esas ubicaciones (Strickland *et al.*, 2011).

En esta valoración se deben concretar, a través de estudios en el lugar de ubicación, las especies de fauna realmente presentes dentro y en el entorno. También evaluar si la ubicación supone un conflicto en la conectividad entre hábitats críticos conocidos. Dado el crecimiento en superficie de los proyectos, así como su acumulación, es previsible que la fragmentación de hábitat no afecte sólo a especies de pequeño tamaño y territorios reducidos, como pudo ocurrir en el pasado con pequeños proyectos, sino también a especies con mayores capacidades de movimiento, incluyendo las aves.



Foto 4-11 Vista aérea de una PSFV. Es importante que las instalaciones respeten áreas sin ocupar, con el fin de mantener la permeabilidad y conectividad territorial a escala de paisaje. Autor: Daniel Burón.

Por este motivo, en los estudios de localización de alternativas de ubicación del proyecto, se debe tener presente tanto el tamaño superficial propio del proyecto como la acumulación superficial con otros proyectos y otros agentes causantes de fragmentación ya existentes o proyectados en el territorio de estudio, como urbanizaciones, infraestructuras lineales e intensificación agrícola como los grandes productores de fragmentación ecológica (Gil Hernández *et al.*, 2017). El diseño de las plantas y de los corredores no debe olvidar que el mantenimiento o apertura de éstos no deben conducir a las especies a trampas de mortalidad como líneas eléctricas o infraestructuras de transporte, existentes o proyectadas.

Cuadro 2. Conceptos básicos en conectividad

La **conectividad ecológica** tiene que ver con la configuración de los paisajes y cómo ésta afecta al desplazamiento y dispersión de las especies. Puede hablarse de conectividad estructural, referida a patrones del paisaje, corredores ecológicos o matrices espaciales, y la conectividad funcional, relacionada con la capacidad de movimiento de una determinada especie para desplazarse a través del territorio (Gil Hernández *et al.*, 2017).

Además, hay que tener en cuenta el concepto de **permeabilidad**, como la capacidad del territorio de permitir la conectividad para el conjunto de las diferentes especies de fauna y flora silvestres que lo habitan (De Lucio Fernández *et al.*, 2003), es decir, para permitir el flujo de las distintas especies silvestres entre las diferentes teselas de hábitat existentes en el paisaje.

Y por último, queda por enmarcar el concepto de **corredor ecológico**, que en la Ley del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, se define como: "territorio, de extensión y configuración variables, que, debido a su disposición y a su estado de conservación, conecta funcionalmente espacios naturales de singular relevancia para la flora o la fauna silvestres, separados entre sí, permitiendo, entre otros procesos ecológicos, el intercambio genético entre poblaciones de especies silvestres o la migración de especímenes de esas especies". Los corredores ecológicos son, por tanto, zonas que permiten la conectividad ecológica y con ello ayudan a conservar la biodiversidad.

4.1.4.7.1 Metodologías de análisis de conectividad

La inclusión en la referida Ley del Patrimonio natural y de la biodiversidad de un capítulo (Título I, Capítulo II) dedicado a la *Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas*, dio pie al desarrollo de su contenido a nivel estatal y autonómico. Existe por ello abundante bibliografía y documentación administrativa de referencia con metodologías para el estudio de la fragmentación y conectividad, pero también con cartografía ya elaborada para la protección o, al menos, consideración de los corredores ecológicos en la planificación y desarrollo urbanístico y de infraestructuras. Se recopila parte de esa información base en la Tabla 4-5.

Esta información de referencia ya existente debe incluirse en la primera etapa de selección de ubicación, junto con la información sobre las especies y hábitats críticos, de modo que la

conectividad quede incluida en la selección de la ubicación de proyecto. Las alternativas posibles deben contemplar varias localizaciones que eviten afectar los corredores ecológicos existentes y así evitar negativamente a la conectividad ecológica. Si no existe información previa, el promotor debe incluir en su análisis de ubicación, estudios que analicen la existencia de corredores y que el proyecto no afecta a la conectividad.

Por citar un ejemplo, en el documento *Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado* (Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, 2020), se describe una metodología para la determinación de la fragmentación o grado de conectividad del territorio. De forma resumida, se elabora (1) un mapa de sensibilidad o de zonas de exclusión adicionando información que se va elaborando en pasos: a) áreas focales, b) modelos de idoneidad del hábitat, c) identificación de corredores ecológicos. Posteriormente se realiza (2) una evaluación de la conectividad en el ámbito de la actuación y, finalmente, (3) una clasificación del territorio según su interés frente a la fragmentación: Zonas del máximo interés a no fragmentar; Zonas de alto valor para la conectividad de hábitats; y Zonas de menor valor por el interés de sus hábitats y para la conectividad.

Otra metodología es la empleada en el documento *Guía metodológica para la identificación de los elementos de infraestructura verde de España. Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas* (TRAGSATEC, 2020). En este documento se muestra una aproximación a la valoración de la conectividad ecológica en varios pasos: a) evaluación de especies y agrupación por ecoperfiles, b) definición de superficies de resistencia; c) caracterización de corredores ecológicos para cada especie; d) solapamiento de la información con índices para cada especie; y d) resultados esperados.

Tabla 4-5. Referencias a documentos técnicos sobre conectividad ecológica en España.

Documento	Tipo de información
Orden PCM/735/2021, de 9 de julio, por la que se aprueba la Estrategia Nacional de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas. https://www.boe.es/boe/dias/2021/07/13/pdfs/BOE-A-2021-11614.pdf Estrategia: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/eniv_2021_tcm30-515864.pdf	Metodología, estrategia
Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado. Documentos técnicos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 3. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/conectividad-fragmentacion-de-habitats-y-restauracion/fragm-documentos-grupo-trabajo.aspx	Metodología
Conectividad del paisaje para tipos de hábitat zonales de interés comunitario en España . https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/conectividad_paisaje_habitat_zonales_ic_tcm30-197175.pdf	Análisis de conectividad de Natura 2000 a través de los hábitats de interés prioritario.

Documento	Tipo de información
Análisis demostrativo de conectividad ecológica de ecoperfiles de especies en la Península Ibérica. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/infraestructura-verde/iv-ecoperfiles.html	Ejemplo práctico de análisis de conectividad por ecoperfiles. Incluye cartografía a nivel nacional.
Estudio para la identificación de redes de conectividad entre espacios forestales de la red natura 2000 en España . http://awsassets.wwf.es/downloads/Informe_final_estudio_conectores_UPM.pdf	Análítico Asocia conectividad a vegetación leñosa.
Cuantificación y cartografía de las funciones y servicios de los ecosistemas de Cataluña . Incluye un mapa de conectividad ecológica y otro de polinizadores. http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/avaluacio_ambiental/infraestructura-verda-i-serveis-ecosistemics/els-serveis-ecosistemics/cartografia/	Cartografía
Sistema de Información Territorial de la Red de Espacios Libres de la provincia de Barcelona (SITxell). Incluye mapa de Hábitat para especies. https://parcs.diba.cat/web/documentacio/articles/article-2	Cartografía
Cartografiado de los servicios de los ecosistemas Euskadi . Incluye mapa de polinizadores y de hábitats: https://www.euskadi.eus/informe_estudio/cartografiado-de-los-servicios-de-los-ecosistemas/web01-a2ingdib/es/	Cartografía
Red de corredores ecológicos de la comunidad autónoma de Euskadi . https://www.euskadi.eus/web01-a2ingdib/es/contenidos/documentacion/corredores_ecologicos/es_doc/index.shtml	Análisis y cartografía
Planificación de la red de corredores ecológicos de la Comunidad de Madrid . 2010. https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/aud/urbanismo/cma_urb_es_memoria_corredores_ecologicos_-_parte_1.pdf http://www.madrid.org/cartografia/planea/planeamiento/html/web/corredores.htm	Análisis y cartografía
Plan director para la mejora de la conectividad ecológica en Andalucía . https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-planificacion/-/asset_publisher/Jw7AHlmcvbx0/content/plan-director-para-la-mejora-de-la-conectividad-ecol-c3-b3qica-en-andaluc-c3-ada/20151	Análisis y cartografía
Identificación y diagnóstico de la red de corredores ecológicos de la Región de Murcia . 2007. https://murcianatural.carm.es/c/document_library/get_file?uuid=9cb17911-df85-4d4e-aa22-fcc3cdc2261e&groupId=14	Análisis y cartografía
Infraestructura verde de la Comunidad Valenciana , Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje de la Comunitat Valenciana. https://politicaterritorial.gva.es/va/web/planificacion-territorial-e-infraestructura-verde/infraestructura-verde	Estrategia de planificación territorial y Cartografía

4.1.5 DISEÑO DE LA PLANTA

En la jerarquía de la mitigación, la minimización de impactos se asocia a la fase del diseño y planificación del proyecto en un área concreta, aunque aún no dibujada con detalle en planos. En esta etapa aún se pueden plantear tipos y ubicaciones concretas de los elementos, técnicas constructivos y diseño de los elementos del proyecto (por ejemplo, componentes, acabados, materiales), así como modificar las dimensiones de la planta o estudiar modelos más eficientes por superficie que requieren ocupaciones más reducidas.

4.1.5.1 ORGANIZACIÓN SUPERFICIAL DEL INTERIOR DE LA PLANTA

La organización de los elementos de la planta (paneles, convertidor, subestación) en el área de ubicación del proyecto puede permitir evitar que se sitúen sobre ciertos hábitats, o afectarlos indirectamente, de modo que se pueda compatibilizar el mantenimiento de la biodiversidad (no pérdida neta), incluso mejorar sus condiciones (impacto neto positivo).

4.1.5.1.1 Hábitats críticos de pequeño tamaño

- Humedales (charcas, manantiales, fuentes, cauces, vaguadas extendidas en una banda de protección de al menos 15 m por cada lado (reservas en vaguadas) (MITECO, 2020a). Para el caso de las charcas y abrevaderos de ganado, y a partir de conversaciones con ganaderos y gestores de fincas agropecuarias, es recomendable ampliar esta banda hasta los 25 m si estos elementos van a ser utilizados por el ganado en el interior de la planta, con el fin de no acumular a las reses en torno a los puntos de abrevadero. En este sentido, es importante limitar el acceso del ganado a solo una parte de las charcas, de modo que en el resto de la charca pueda crecer vegetación riparia y acuática, que de otra manera son consumidas por el ganado. Esta vegetación es clave para la presencia de numerosas especies de fauna (vertebrados e invertebrados). El mantenimiento o construcción de charcas es una medida eficaz para la conservación de anfibios (Alarcos *et al.*, 2003; Reques y Tejedro, 2008) y aves esteparias (Cirujano Bracamonte *et al.*, 2019).

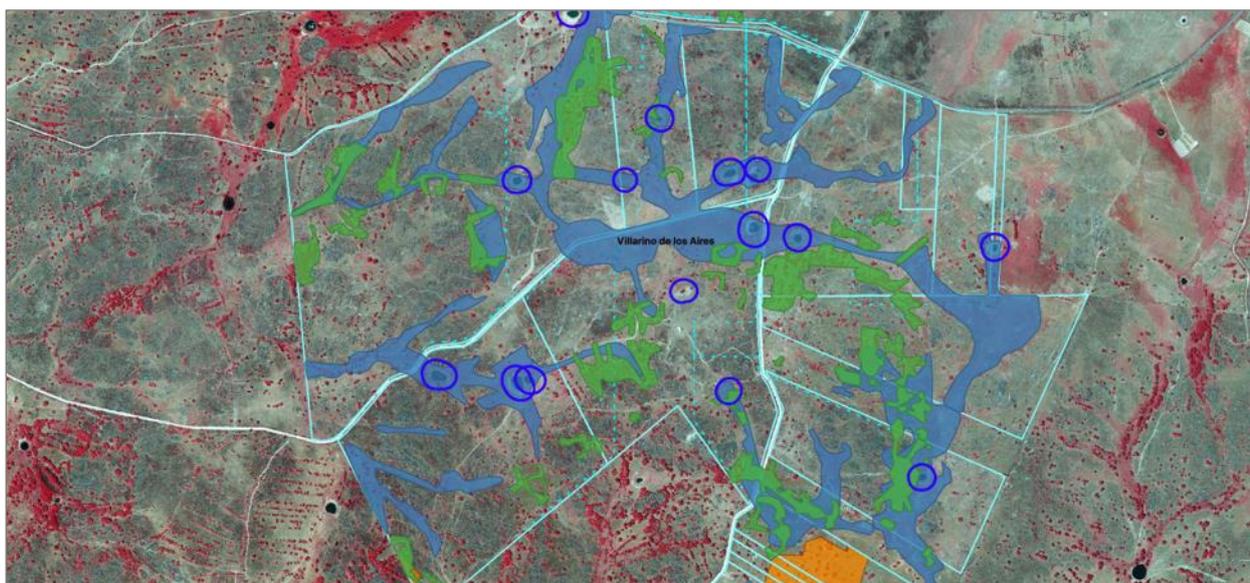


Figura 4-12. Ejemplo de análisis de ubicación de placas fotovoltaicas con herramientas SIG para evitar zonas de alto valor para la fauna, como charcas, vaguadas o zonas con vegetación de interés. Círculos azules: 25 m protección de las charcas existentes. En azul: vaguadas a conservar. En verde: vegetación a conservar. Autor: Biodiversity Node.

- Edificaciones tradicionales, muros de piedra seca, majanos. Si su estado es ruinoso, es aconsejable realizar labores de mantenimiento para garantizar su durabilidad. Estas labores de reparación deberán evitar el uso de materiales no naturales, como plásticos, hormigón, etc. Antes de las reparaciones, expertos en biodiversidad deberán garantizar que no hay riesgo de afección a especies que habitan estos lugares, como quirópteros, reptiles, hirundínidos, cernícalo primilla, lechuza común, etc., y garantizar que su presencia es posibilitada (o incluso aumentada) con las labores de mantenimiento a realizar.
- Arbolado refugio o de nidificación (elevado porte, presencia de huecos). Las labores de mantenimiento a medio o largo plazo del arbolado (podas, aprovechamiento de la bellota por el ganado, etc.), deberán garantizar la mínima afección posible a fauna que esté utilizando este arbolado.
- Cualquier otro que los estudios de fauna identifiquen como clave o crítico.

4.1.5.1.2 Corredores ecológicos externos o internos

Es recomendable la realización de un estudio de conectividad para los distintos grupos faunísticos de los terrenos ocupados por la planta, que analice las posibilidades de mantenimiento de pasillos o corredores cuando la extensión de la planta suponga una barrera infranqueable a las especies. Son importantes a proteger como corredores las zonas de movimientos vitales de especies de interés, el entorno de arroyos, de humedales y de vaguadas, las zonas de vegetación natural, los bosques isla, el arbolado (si se sitúa en ámbito agrícola) (MITECO, 2020b). Según el destino posterior de las plantas al final de su vida útil, si es hacia una

superficie natural, el proceso de renaturalización de vería beneficiado de la presencia de estas zonas internas naturales, siguiendo el modelo de renaturalización basado en islotes (Benayas *et al.*, 2008).

En el diseño de la planta se deben estudiar como oportunidades de aprovechamiento para mantener áreas naturalizadas, las zonas excluidas por otros motivos (riesgos de inundación, protección de elementos del patrimonio cultural, inestabilidad geomorfológica). Por ejemplo, evitar ubicar elementos del proyecto en zonas de flujo preferente o en zonas inundables con periodo de retorno de 100 años (MITECO, 2020a). En ocasiones, estos pasillos son clave para garantizar la conectividad a través del área afectada por el proyecto. Es importante maximizar su anchura, y evitar en lo posible su aprovechamiento por el ganado, o realizar éste de modo que permita la conservación o recuperación de la vegetación de ribera.

Además, es necesario contemplar los elementos externos, como carreteras, tendidos eléctricos, ferrocarriles, etc. que puedan comprometer el funcionamiento de corredores diseñado para la planta, de modo que no se conduzca a la fauna hacia elementos con potencial impacto por mortalidad (como vías de comunicación y líneas eléctricas) o que no mantengan condiciones de corredor ecológico (por ejemplo, suelo urbano).

4.1.5.1.3 Vegetación

Resulta conveniente y, en algunos casos, obligado, suprimir o modificar la localización de los elementos del proyecto que causen impacto sobre las comunidades vegetales naturales de mayor valor ambiental (MITECO, 2020a):

- Comunidades o especies protegidas por normativa nacional o regional.
- Comunidades o especies que, aunque no estén incluidas en la legislación, publicaciones científicas reconocidas de revisión de su estado de conservación, (como los libros rojos) las consideren con estado de conservación desfavorable inadecuado o desfavorable malo.
- Comunidades cuyo restablecimiento tras una perturbación requiere largos periodos de tiempo (bosques). En el caso de que exista escasa vegetación arbustiva o arbórea en estos corredores, dotarlos de elementos de refugio, a través de revegetaciones lineares, colocación de troncos, rocas, o majanos a intervalos regulares, facilitará que la fauna pueda utilizarlos como corredor.
- Comunidades ligadas a singularidades edáficas, topográficas, hidrológicas o microclimáticas (vegetación azonal).
- Comunidades que suponen manifestaciones aisladas o relicticas.

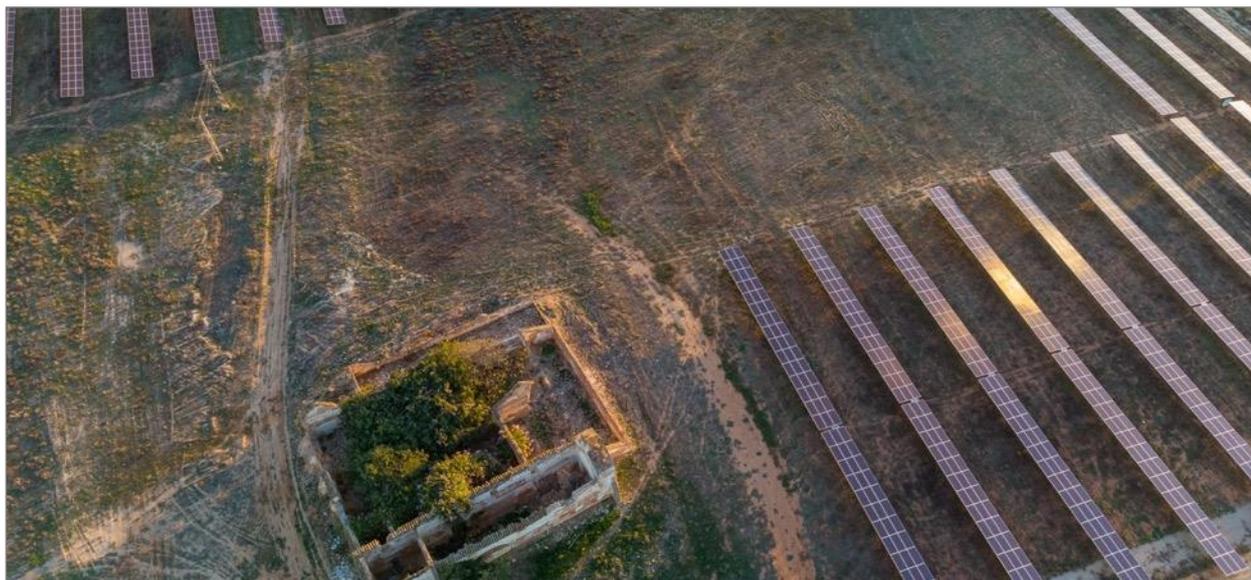


Foto 4-13 Allí donde se instalan las PSFV, es importante mantener las singularidades del territorio que supongan un elemento de refugio para la biodiversidad, incluso cuando estos lugares sean ruinas de edificios abandonados Autor: Daniel Burón.

4.1.5.1.4 Otros

- Adaptación del diseño del proyecto, abriendo huecos y excluyendo superficies diseñadas estratégicamente como islas o corredores para ser ocupados por vegetación natural y fauna silvestre, sin incrementar en exceso la ocupación total (Figura 4-14). Es una medida de diseño que incrementa su importancia cuanto mayor es la superficie total y que puede perder efectividad en pequeños proyectos fotovoltaicos, si bien siempre tendrá efectos positivos.
- Diseño del parque evitando ocupar enclaves importantes para las especies de fauna clave, y alejando de dichos enclaves tanto los elementos del parque (por ejemplo, subestaciones eléctricas), como las actividades generadoras de ruido y las vías de circulación de vehículos/ maquinaria.



Figura 4-14. Apertura de corredores dentro de una planta solar fotovoltaica aprovechando vaguadas y puntos con arbolado.

4.1.5.2 TÉCNICAS CONSTRUCTIVAS Y PLANIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Los proyectos de PSFV pueden incluir desde su redacción una elección de técnicas de construcción que ayuden a evitar o minimizar impactos sobre la fauna. Algunas de ellas son:

- ✓ Avance en la construcción ocupando el terreno de forma progresiva, no simultánea.
- ✓ Selección de paneles con instalación mediante hincado, de menor ocupación y remoción del suelo, frente a otras opciones que altera en mayor profundidad y superficie el suelo.
- ✓ Evitar terraplenados y decapados generalizados innecesarios. Control en obra.
- ✓ Cruce de cauces por elementos del proyecto (conducciones) sin afectar la calidad de las aguas (impacto indirecto en la fauna), eligiendo métodos constructivos ya descritos para otro tipo de infraestructuras que cuentan con estos elementos. Ver, por ejemplo, apartado 2.1.3 *Construcción sin zanja* del documento *Guía sobre técnicas de cruce por infraestructuras lineales enterradas para la EAE de planes de infraestructuras* (CEDEX, 2011).

- ✓ Ubicar las instalaciones de construcción lejos de las áreas sensibles y limitar los vehículos de trabajo, las áreas de almacenamiento y maquinaria a las zonas de construcción y de acceso designadas.
- ✓ Evitar apertura de nuevos accesos, empleando carreteras existentes siempre que sea posible.
- ✓ Limitar la eliminación de la vegetación natural al mínimo necesario.



Foto 4-15 La no retirada de la tierra vegetal en el terreno de implantación de la PSFV posibilitará la aparición de vegetación herbácea con rapidez y sin necesidad de realizar siembras. Autor: Daniel Burón.

4.1.5.3 COMPONENTES, ACABADOS Y MATERIALES

La tipología de materiales empleados en la PSFV, que quedarán definidos en la redacción del proyecto, tendrá una influencia posterior en posibles impactos a la fauna, por lo que desde esta fase de redacción deben quedar establecidos diseños que eviten o minimicen impactos futuros.

4.1.5.3.1 Paneles fotovoltaicos

Con objeto de reducir la ocupación de superficie, y mantener el hábitat de las especies, es aconsejable seleccionar tecnologías de paneles con elevada ratio producción/ocupación de suelo (MITECO, 2020a), reduciendo al máximo la superficie de implantación de paneles solares mediante placas lo más eficientes posible o ajustando la separación entre líneas.

La superficie de ocupación de las plantas solares, además de la topografía, está condicionada por el tipo de soporte de los paneles y el espaciado interior entre pasillos de paneles. En líneas generales, los paneles solares fijos (no siguen el movimiento de la luz solar), requieren mayores cantidades de superficie por MW de producción, seguido de los paneles con rotación en un eje



(Ong *et al.*, 2013). La eficiencia en producción de energía por superficie no es lineal, sino que depende de la distribución de las hileras de paneles.

A pesar de que los paneles que rotan en 2 ejes son más eficientes produciendo energía que los que sólo rotan en un eje, y mucho más que los fijos, respecto a los de rotación en un eje en la práctica, ocupan más superficie al requerir mayor espaciamiento para no arrojar sombras una sobre otra, incrementando las necesidades de superficie por unidad por MW producido. Y se debe a que requiere mayor espaciamiento. En todo caso, los fijos son menos eficientes, incrementándose las diferencias cuanto menor es la radiación directa normal (radiación que llega a un determinado lugar procedente del sol, medida en la dirección del rayo incidente).



Figura 4-16 . Tipos de estructura fotovoltaica. (a) Seguidor a dos ejes. (b) Seguidor a un eje (horizontal). (c) Fija.

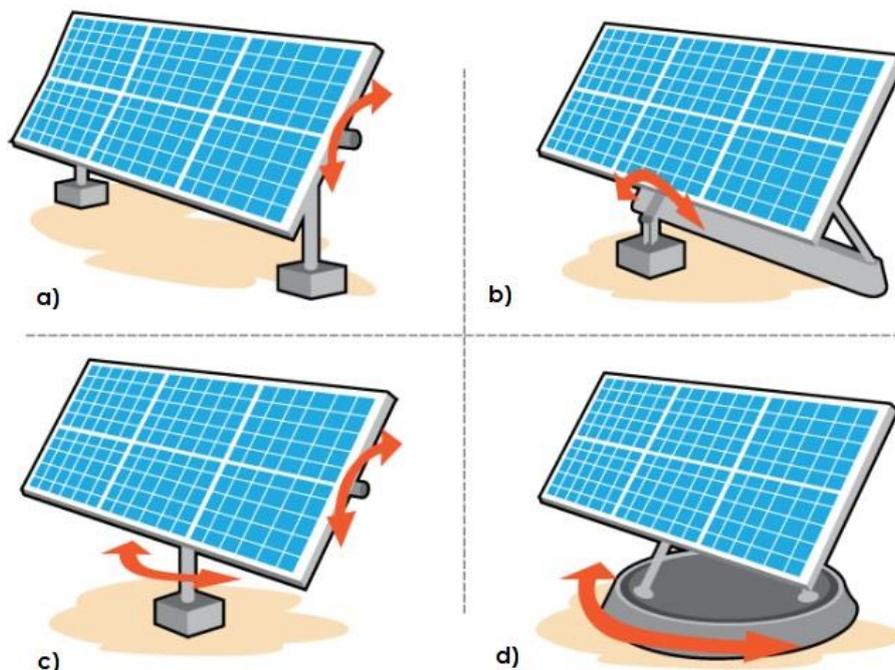


Figura 4-17. Otros modelos de estructura. (a), (b) y (d) rotación en un sentido. (c) rotación en dos sentidos.
De: <https://sinovoltaics.com/learning-center/csp/solar-tracker/>

En los últimos años están apareciendo nuevas soluciones en la búsqueda de la eficiencia de los paneles, como son los módulos bifaciales. Estos módulos generan energía tanto en el frente como el dorso del módulo solar. El frente recibe luz solar directa, en tanto el dorso recibe la luz reflejada y dispersa. Con ello se consiguen incrementos de hasta un 25% de capacidad adicional de generación.

El uso de materiales eficientes cobra especial importancia en el caso de las plantas fotovoltaicas en su situación actual, ya que en el tiempo que tarda en aprobarse un proyecto expuesto al análisis de sus impactos, información pública y aprobación definitiva del mismo, la tecnología fotovoltaica puede haber evolucionado lo suficiente como para que existan paneles más eficientes que minimicen, entre otros aspectos, la superficie afectada por el proyecto. Es importante por tanto que el promotor y la contrata de construcción muestren suficiente flexibilidad como para implantar la tecnología disponible que menor impacto tenga (espacial o de cualquier otro tipo). Lógicamente, este proceso de revisión de las tecnologías disponibles ha de hacerse igualmente al fin de la vida útil de los paneles fotovoltaicos si se plantea continuar con la explotación de la concesión, de modo que se sustituya la infraestructura fotovoltaica obsoleta por la más eficiente disponible.



Foto 4-18. Vista del interior de una PSFV con tecnología de seguidores. Autor: Daniel Burón.

Por otra parte, la instalación de los paneles debe buscar la menor cimentación posible con el fin de reducir el impacto sobre el suelo y la vegetación, priorizando sistemas de hincado frente a sistemas de zapata corrida.

Respecto a evitar impactos sobre insectos por efectos de luz polarizada, como ya se vio en el capítulo 3.2 no está suficientemente demostrado. De modo que, por el momento, medidas como la eliminación o alejamiento de paneles susceptibles de reflejar luz polarizada del entorno de ríos

o humedales o alternativamente selección de tipos de panel que incorporen un diseño de líneas blancas en forma de retícula o bordes blancos o que no reflejen luz polarizada (MITECO, 2020a), pueden aplicarse de forma preventiva hasta que nuevos estudios confirmen o no tanto la existencia del impacto como la efectividad de la medida.

4.1.5.3.2 Cerramiento exterior

Los impactos asociados a este elemento del proyecto se deben a su contribución al efecto barrera y de fragmentación del territorio, así como a la mortalidad por colisión. Las medidas de diseño aconsejables se refieren a (MITECO, 2020a):

- Instalación de vallado de tipo ganadero o cinegético, de altura no superior a 2 m. No utilizar alambre de espino ni concertina. Diseño permeable a la fauna terrestre de pequeño y mediano tamaño. Cuadrícula más amplia en la base y habilitación de pasos / gateras permitiendo la movilidad de las especies de interés, sin anclaje ni sujeción inferior al suelo. Alternativamente a las gateras, se puede instalar el vallado elevado 20 cm entre el suelo y el primer alambre.
- Supresión de cables tensores.
- Evitar el fraccionamiento y la separación de los sectores cuando se prevean problemas de colisión de aves con el cerramiento.
- Evitar la instalación de cerramientos en zonas de orografía y geomorfología compleja (valles, lomas, llanos, etc.). Figura 4-19.
- Modificación del trazado del cerramiento para evitar/minimizar los accidentes de colisión de las aves en sectores de concentración de vuelo rasante o de reducida visibilidad.
- En algunos casos, puede ser necesario retirar vallados preexistentes, para evitar la coincidencia de dobles vallados que incrementen el efecto barrera.

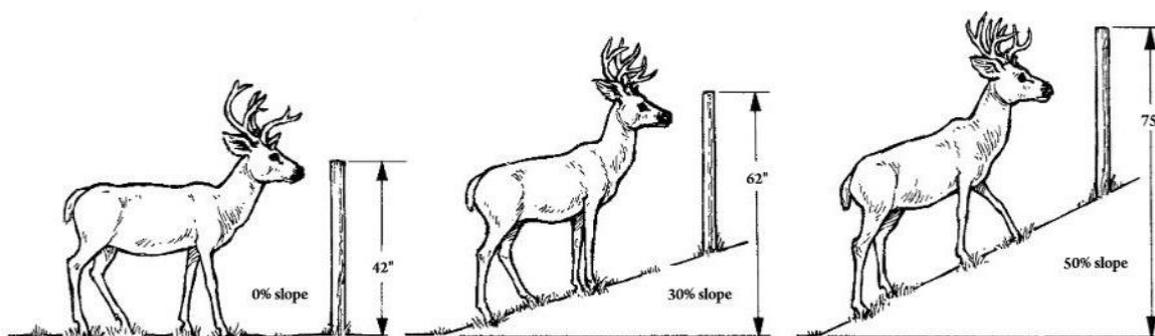


Figura 4-19. Efecto de la topografía en la altura real del vallado para la fauna. De (Paige, 2012).

Algunas comunidades autónomas cuentan con legislación específica para regular los cercados, con el fin de favorecer su permeabilidad. Los criterios que incluyen son igualmente válidos para el mantenimiento de la permeabilidad de los cercados de las plantas solares fotovoltaicas.

Tabla 4-6. Ejemplos de legislación autonómica referida a cercados y vallados permeables para la fauna silvestre.

NORMA	DESCRIPCIÓN
Ley 8/2003, de 28 de octubre, de flora y fauna silvestre de Andalucía	<p>Artículo 22. Infraestructuras y barreras a la circulación de la fauna.</p> <p>2. Con carácter general los cercados en el medio natural deberán permitir la libre circulación de la fauna silvestre</p> <p>NO CONFUNDIR CON Artículo 50. Cercados cinegéticos. 1. Los cercados cinegéticos son aquellos destinados a <u>impedir</u> el tránsito de las especies cinegéticas de caza mayor.</p>
Decreto 126/2017, de 25 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación de la Caza en Andalucía	<p>Artículo 70. Características de los cercados de gestión.</p> <p>1. Las vallas de los cercados de gestión serán de tela metálica con una altura máxima de 210 centímetros y una distancia mínima entre postes de entre 5 y 6 metros, salvo que puntualmente no lo admita la topografía del terreno.</p> <p>No se permite el asiento de la tela metálica sobre obra de fábrica ni la ampliación de la malla en la superficie y en el subsuelo mediante estructura alguna.</p> <p>2. Su retículo deberá ajustarse indistintamente a los siguientes modelos:</p> <p>a) Con retículo mínimo de 300 centímetros cuadrados, teniendo la hilera situada a sesenta centímetros del borde inferior hacia arriba una superficie mínima de 600 centímetros cuadrados, con una dimensión mínima de lado de 20 centímetros.</p> <p>b) Con un número de hilos horizontales que sea como máximo el entero que resulte de dividir la altura de la cerca en centímetros por diez, guardando los dos hilos inferiores una separación mínima de 15 centímetros, y estando los hilos verticales de la malla separados entre sí por 30 centímetros como mínimo.</p> <p>c) Con pasos de fauna cada 50 metros a ras de suelo, contruidos con material rígido, de dimensiones 30 centímetros horizontal y 20 centímetros vertical, con una superficie total de 600 centímetros cuadrados.</p>
Decreto 178/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen las condiciones de los vallados en el medio natural y de los cerramientos cinegéticos. Comunidad Valenciana	<p>Artículo 3. Condiciones de los vallados</p> <p>3. Los vallados y cercados que se listan a continuación deberán cumplir las condiciones relativas a la libre circulación de la fauna no cinegética y de la caza menor establecidas para los cerramientos cinegéticos de caza mayor en el artículo 9, apartado 2, del presente Decreto [...]</p> <p>Artículo 9. Requisitos y condiciones de los cerramientos cinegéticos de caza mayor. 2. Los cerramientos cinegéticos de caza mayor permitirán el paso de todas las especies cinegéticas de caza menor y de todas las especies no cinegéticas. A estos efectos, con carácter general, las cercas no tendrán una altura superior a 2 metros y el número de hilos horizontales será, como máximo, el entero que resulte de dividir la altura total de la cerca en centímetros por 10. Los hilos verticales estarán separados un mínimo de 30 cm. y los vanos de los hilos inferiores entre postes carecerán de anclajes al suelo. Asimismo, carecerán de alambre de espino y, en cuanto a la separación de los dos hilos horizontales inferiores, ésta será como mínimo de 10 cm.</p>

NORMA	DESCRIPCIÓN
<p>Decreto 226/2013, de 3 de diciembre, por el que se regulan las condiciones para la instalación, modificación y reposición de cerramientos cinegéticos y no cinegéticos en la comunidad autónoma de Extremadura, y Decreto 34/2016, de 15 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regula el ejercicio de la caza, la planificación y ordenación cinegética.</p>	<p><i>Artículo 3. Características generales de los cerramientos</i></p> <p><i>j) En zonas esteparias, deberán estar señalizados con placas de color blanco y acabado mate de 25x25 cm, instaladas cada tres vanos en la parte superior del cerramiento. Estas placas no deberán tener ángulos cortantes. En su defecto, deberán contar con una pantalla vegetal que minimice el riesgo de colisión de la avifauna silvestre.</i></p> <p><i>Artículo 17. Instalación de cerramientos no cinegéticos que no requieren autorización ambiental.</i></p> <p><i>f) Los cerramientos de seguridad de plantas fotovoltaicas cuando se utilice un cerramiento igual o inferior a 2 metros de altura y presenten una cuadrícula inferior de la malla igual o superior a 15 x 30 centímetros, o bien una malla de simple torsión con gateras o portillos de, como mínimo, 20 x 20 centímetros cada 20 metros, y en cualquier caso, esté integrado paisajísticamente mediante el empleo de pantallas vegetales o pintándolo en tonos que permitan la minimización del impacto visual.</i></p>

4.1.5.3.3 Iluminación

Los impactos asociados a este elemento del proyecto se refieren a alteraciones en el comportamiento y al efecto de borde (alejamiento de la fauna de la infraestructura). Las medidas de diseño aplicables son:

- a. Limitar a lo imprescindible por seguridad la instalación de puntos de luz en la planta (MITECO, 2020a).
- b. Implementar sistemas de vigilancia alternativos como el uso de cámaras de infrarrojos.
- c. Instalar sistemas automáticos de regulación del flujo luminoso y/o de encendido y apagado selectivo de lámparas. Sensores de movimiento.
- d. Alejamiento de los puntos de luz de zonas potenciales de colisión (vallados, tensores, líneas aéreas) para evitar mortalidad en ellos por deslumbramiento.
- e. Utilizar luminarias que tengan el vidrio refractor de cerramiento plano y transparente, para evitar afectar los hábitos de las especies nocturnas.
- f. Aplicar 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. En particular, Instrucción Técnica Complementaria EA – 03. Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta (Ministerio de Industria, 2013)
- g. 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.
- h. Limitar la emisión de luz en el espectro del azul (Gaston *et al.*, 2017).

4.1.6 ORGANIZACIÓN TEMPORAL O PROGRAMACIÓN

A través de una programación en el año y en el momento del día de la ejecución de algunos trabajos en la fase de construcción, establecida desde la redacción del diseño del proyecto, pueden evitarse impactos sobre el comportamiento de la fauna (por ejemplo, reproducción y

migración, actividad diurna/nocturna) y la calidad de sus hábitats (por ejemplo, calidad de aguas en cauces) (Hayes *et al.*, 2015), protegiéndola de mortalidad directa o indirecta. En general, las actividades de construcción a programar son las iniciales y las que más ruido producen: desbroces, cortas y talas, explanaciones y perforados en roca.

La planificación de la construcción del proyecto debe tener en cuenta:

- a. Evitar la actividad constructiva en zonas o épocas críticas (reproducción de especies de interés (habitualmente entre febrero y junio), concentraciones migratorias, refugios de hibernación). Especialmente se deberán planificar fuera de estas épocas las labores de podas, talas, desbroces o retirada de la tierra vegetal. En la planificación espacio/temporal de los trabajos salvando las zonas y épocas críticas, se debe valorar las especies del entorno de cada proyecto y sus requerimientos temporales del hábitat a ocupar. Puede ser necesario el balizado o cercado de dichas zonas (si están en el interior de la planta, como charcas, arbolado...).
- b. Si la planta ha sido ubicada correctamente, se habrá evitado la cercanía a nidos de especies de interés o protegidas, dormideros o puntos de acumulación temporal de fauna. Sin embargo, si este impacto no hubiera sido adecuadamente evitado y se detectaran este tipo de elementos antes de la construcción, o aparecieran nuevos elementos de interés, deberá evitarse la realización de labores de construcción en las cercanías de estos elementos (las distancias de exclusión variarán en función de las diferentes especies).
- c. Evitar trabajos nocturnos, de modo que, para limitar el efecto borde, se permita la existencia de momentos sin actividad de obra para el refugio de la fauna, así como para no afectar a especies nocturnas.
- d. Realización de los trabajos de movimiento de tierras en cauces en época de estiaje. Alternativas constructivas que eviten obras en el cauce según la importancia de conservación de las especies presentes y del caudal de este.
- e. En determinadas circunstancias, puede plantearse la recreación de hábitats similares a los que van a ser afectados antes de la alteración de estos, de modo que las especies de fauna que habitan dichos hábitats se desplacen, o puedan ser traslocados, a las recreaciones (por ejemplo, con pastizales, charcas o instalaciones para quirópteros) en caso de eliminación de pequeños refugios.
- f. Cabe resaltar la importancia de la evitación de impactos mediante una correcta planificación temporal y espacial en el momento del desmantelamiento, ya que, si se toman como ejemplo los 25 años con los que actualmente se están planificando el fin de la vida útil de una instalación fotovoltaica, y si las medidas correctoras se han aplicado correctamente, numerosas especies de fauna habrán colonizado el espacio interior del proyecto y sus inmediaciones. Una correcta planificación del desmantelamiento o de la sustitución de la infraestructura, ha de contemplar los periodos de reproducción de la fauna que habite la instalación, así como respetar las áreas no ocupadas por placas

fotovoltaicas (islas de vegetación, dominio público hidráulico), o las áreas destinadas a medidas compensatorias, entre otras medidas, a la hora de ubicar las instalaciones temporales (casetas de obra o áreas de acopio, por ejemplo).

4.2 MEDIDAS CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

4.2.1 GESTIÓN ADAPTATIVA

Tras la fase de diseño en la que se procura evitar y minimizar al máximo posible los impactos negativos, sólo queda procurar corregir los impactos generados o compensar los impactos residuales (aquellos que no han podido evitarse, minimizarse ni corregirse).

La aplicación de las medidas correctoras y compensatorias definidas durante la planificación tiene un momento dentro de la vida de los proyectos, correspondiente a las fases de construcción, funcionamiento y desmantelamiento. Aunque se prevean desde la fase de diseño (redacción de proyecto y evaluación de impacto ambiental), no han de considerarse como medidas estáticas. Requieren verificación de su efectividad y evolución en el tiempo, ya que se basaron en predicciones de impactos a largo plazo (la vida prevista en las PSFV es de unos 25 años).

Durante la construcción o funcionamiento del proyecto puede encontrarse nueva información, surgir circunstancias imprevistas o producirse cambios que originen alteraciones en la eficacia de las medidas correctoras y compensatorias, o que generen resultados no previstos. Por este motivo, es importante realizar un seguimiento de estas y realizar cambios en su diseño original a partir de la información obtenida con dichos seguimientos, en lo que se denomina una **gestión adaptativa**. De especial importancia resultan los avances tecnológicos en el seguimiento de la biodiversidad, como los surgidos y desarrollados en las últimas décadas, de los que cámaras trampa, drones o emisores GPS son solo algunos ejemplos de ello.

Con la gestión adaptativa se debe buscar y tener previsto que, si una medida propuesta no es efectiva, requerirá su revisión o cambio. Si no es tan efectiva como se preveía originalmente, deberá cambiarse. Y si se observan buenos resultados, puede contemplarse su potenciación. Para ello resulta fundamental contar con un programa de seguimiento basado en indicadores que anticipen problemas antes de que sean graves o incluso irreversibles (Banco Mundial, 2018).

4.2.2 MEDIDAS CORRECTORAS

4.2.2.1 INTRODUCCIÓN

Se describen en este apartado medidas dirigidas a corregir los impactos previstos y que no pueden evitarse. En general su efecto es el de evitar o reducir impactos derivados de elementos de la construcción del proyecto. Se determinan y diseñan en coherencia con la previsión de impactos del proyecto, y deben ser evaluadas durante su implementación y en sus resultados, en un programa de vigilancia y seguimiento ambiental que igualmente guarde coherencia con impactos previstos y medidas proyectadas.

Como se ha comentado anteriormente, son medidas que evolucionan en el tiempo según los resultados de su seguimiento, pero en la medida del conocimiento existente, se prevén ya en la redacción del proyecto. Por tanto, deben ir descritas, justificadas en la memoria del proyecto, **contar con una partida económica en el presupuesto**, señalar su ubicación y diseño con el resto de los planos del proyecto y, en su caso, definir todos los detalles de ejecución en el pliego de prescripciones técnicas para el contratista de la obra.

Se incluye a continuación un listado de las fichas con medidas correctoras que se desarrollan seguidamente:

FICHA 4.2.1. BALIZADO PROVISIONAL DE PROTECCIÓN.....	121
FICHA 4.2.2. RESCATES PREVIOS.....	122
FICHA 4.2.3. CORRECCIÓN DE EMISIONES Y CONTAMINANTES.....	123
FICHA 4.2.4. CORRECCIONES EN ZANJAS Y OBRAS DE DRENAJE.....	123
FICHA 4.2.5. PASOS PARA ANFIBIOS.....	124
FICHA 4.2.6. CUBIERTA VEGETAL DENTRO DE LA PLANTA.....	126
FICHA 4.2.7. ESPECIES EXÓTICAS INVASORAS DENTRO DE LA PLANTA.....	127
FICHA 4.2.8. SEÑALIZACIÓN DE CERCADOS Y VALLADOS.....	128
FICHA 4.2.9. PANTALLA VEGETAL PERIMETRAL.....	129
FICHA 4.2.10. GESTIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL INTERIOR DE LA PLANTA.....	131
FICHA 4.2.11. CONTROL DE LA EROSIÓN.....	133
FICHA 4.2.12. GESTIÓN BIOLÓGICA DE ESPECIES QUE PUEDEN CAUSAR DAÑOS.....	134

4.2.2.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se recopilan en este apartado medidas de corrección para aquellos impactos que habitualmente surgen o pueden surgir en la fase de construcción de una PSFV.

Ficha 4.2.1. Balizado provisional de protección.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Balizado provisional de protección
<p>Justificación</p> <p>Para proteger hábitats de fauna que vayan a quedar próximos o en el interior de la PSFV, se requiere una barrera física que impida su afección accidental durante las obras, dada la alta actividad de vehículos, maquinaria y personal. Se trata de una medida tradicionalmente aplicada en las obras de infraestructura civil.</p>	<p>Descripción</p> <p>Vallado/balizado de elementos importantes para la fauna dentro de la planta preservados en fase de diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Refugios de fauna: cuevas, arbolado, humedales, edificios, majanos, matorral - Puntos de alimentación: puntos de agua y humedales, plantas nutricias - Lugares de cría o nidificación: edificaciones, cuevas, humedales, fuentes
<p>Dimensionamiento</p>	<p>Cronograma</p>

<p>Protección y señalización mediante vallado temporal de obra alrededor del elemento a proteger, que deben ser permeables para la fauna. Por ejemplo, mediante instalación de una malla plástica de, al menos, 1 m de alto, que deje por debajo un hueco de 50 cm para el paso de fauna, de colores vivos, sostenida por jalones o algún otro elemento, hincados en el terreno cada 1 a 3 metros. Es importante la revisión y mantenimiento de estos jalonamientos. En el caso de elementos naturales especialmente relevantes puede ser conveniente que se instale un cerramiento metálico que permita también el paso inferior.</p>	<p>Esta medida se restringe a la fase de construcción del proyecto.</p>
--	---

Ficha 4.2.2. Rescates previos.

Impacto: Mortalidad directa	Medida: Rescates previos
<p>Justificación</p> <p>El Estudio de Impacto Ambiental puede haber encontrado especies de reducida movilidad y establecido una minimización del impacto si se realiza un rescate de ejemplares en la superficie afectada por las obras. Según la especie, el EslA deberá establecer el destino de dichos ejemplares, preferiblemente en áreas próximas seguras, con el mismo hábitat y condiciones ecológicas.</p> <p>También puede darse el caso de que, a pesar de ajustar el cronograma de obras, entre en conflicto con la temporada de reproducción de alguna especie clave y sea necesario prospectar y rescatar nidos.</p> <p>Las translocaciones de mamíferos, siempre que sean bien llevadas, han resultado ser eficaces en algunas especies para establecer nuevas poblaciones, sin causar daños significativos a los ejemplares (Sutherland <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>En reptiles, no hay evidencia de que sea una medida que pueda compensar la pérdida de poblaciones (Nash, 2017).</p> <p>En anfibios ha habido casos de éxito, a veces confirmado después de un seguimiento de varios años siempre que el hábitat de suelta sea adecuado (Gustafson <i>et al.</i>, 2016).</p>	<p>Descripción</p> <p>La recogida de animales previa a la fase de construcción debe llevar una metodología particular según la especie, de captura, manejo y reubicación, a establecer en el EslA.</p> <p>En caso de localizar nidos de especies protegidas, paralizar obras en la zona y reducir molestias en un radio adecuado según la especie, debidamente señalado y jalonado. Avisar a los agentes con competencias en medio ambiente. No desarrollar actuación alguna, más allá del seguimiento del nido, confirmando que no se producen alteraciones en el desarrollo de la reproducción y cría.</p> <p>El manejo de fauna silvestre debe seguir la legislación vigente, contar con las autorizaciones que sean necesarias y ser realizado por personal con experiencia para evitar daños a los ejemplares.</p> <p>Se deben seguir protocolos estrictos al llevar a cabo estas intervenciones para minimizar la posible propagación de enfermedades o de sus vectores.</p> <p>En algunos casos, puede ser recomendable el mantenimiento de los ejemplares en un espacio cerrado o cercado, acondicionado y protegido, durante un tiempo de aclimatación, protección y alimentación asegurada (Rouco <i>et al.</i>, 2010), (Mathews <i>et al.</i>, 2006).</p>

Impacto: Mortalidad directa	Medida: Rescates previos
<p>Dimensionamiento</p> <p>La superficie de la planta que quede reflejada en el EslA: puede ser de cobertura total o centrada en hábitats concretos, como puedan ser los de alimentación (puntos de agua) o de refugio (majanos, muros, edificaciones).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante el replanteo de la obra, previo al inicio de los movimientos de tierra.</p>

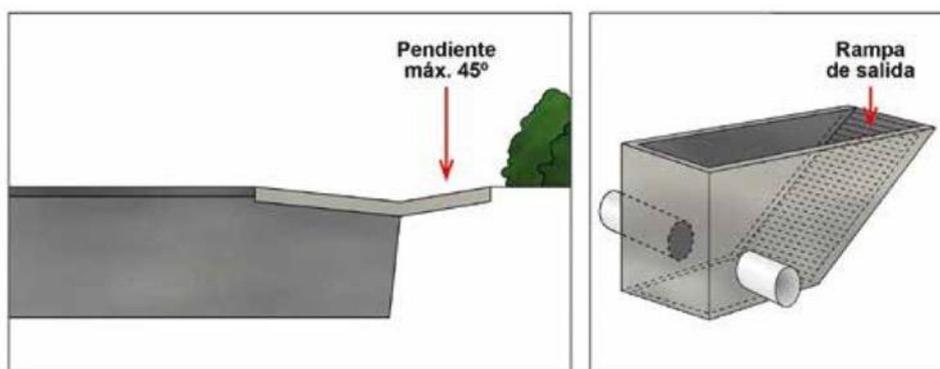
Ficha 4.2.3. Corrección de emisiones y contaminantes.

Impacto: Mortalidad indirecta	Medida: Corrección de emisiones y contaminantes
<p>Justificación</p> <p>La emisión de polvo, ruido, luz, vibraciones, sólidos en suspensión, derrames de sustancias contaminantes producen contaminación del medio, con posibles repercusiones negativas indirectas en la fauna.</p>	<p>Descripción</p> <p>Aplicación de medidas de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - reducción de la emisión de partículas. - control de vertidos y derrames que puedan contaminar suelos y aguas. <p>Limitación de obras en horario nocturno.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Ejemplo de referencia técnica, IGP-6 de ADIF. Capítulo 2.4 Protección atmosférica y 2.2. Protección del sistema hidrológico y la calidad de las aguas (ADIF, 2011)</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante la fase de construcción.</p>

Ficha 4.2.4. Correcciones en zanjas y obras de drenaje.

Impacto: Mortalidad directa	Medida: Correcciones en zanjas y obras de drenaje
<p>Justificación</p> <p>La experiencia en obras de infraestructura civil ha mostrado una mortalidad de pequeños vertebrados en zanjas, cunetas y arquetas de obras de drenaje cuando caen accidentalmente y no son capaces de salir. Las medidas correctoras se conocen desde hace tiempo (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).</p>	<p>Descripción</p> <p>En las zanjas que queden abiertas al final de cada jornada de trabajo, se procederá a dejar rampas con la misma tierra de excavación, en los extremos de las mismas, con el fin de facilitar la salida de los animales que caigan en ellas.</p> <p>Para evitar la mortalidad de fauna de pequeño tamaño en las obras de drenaje de la planta y viales interiores y exteriores, se deben aplicar diseños ya conocidos para otro tipo de infraestructuras que también cuentan con estos elementos. Por ejemplo, ver Ficha 20 del documento Prescripciones técnicas para el diseño de</p>

	pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada) (MAGRAMA, 2015).
Dimensionamiento Las rampas de salida de zanjas se dispondrán siempre que queden tramos abiertos de más de 25 m de longitud y tendrán una pendiente inferior a 45 grados. Las adecuaciones de las obras de drenaje en cunetas y arquetas deben aplicarse conforme la Ficha 20 de las Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada) (MAGRAMA, 2015)	Cronograma Durante la apertura de zanjas para conducciones, mientras se mantengan abiertas. Durante la ejecución de obras de drenaje en la fase de construcción.



Esquema de una cuneta y de la rampa de salida de arquetas u otros elementos del sistema de drenaje de viales. De (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Ficha 4.2.5. Pasos para anfibios.

Impacto: Mortalidad directa y fragmentación de hábitat de fauna vertebrada de pequeño tamaño	Medida: Pasos para anfibios
Justificación Como en el caso anterior, de proyectos de diferente tipología, se conocen impactos y medidas correctoras para vías de circulación que producen mortalidad por vehículos, o suponen una barrera para los movimientos estacionales y diarios de vertebrados de pequeño tamaño (anfibios, micromamíferos terrestres, reptiles). Dado que en las PSFV no hay vías de comunicación con mucho tráfico, pero que puede darse la situación de que una vía de comunicación, de acceso a la planta o interior, interrumpa la conectividad entre hábitats clave	Descripción Pasos por debajo de la vía que deben contar con estructuras de guía constituidas por cerramientos totalmente opacos que conducen al vertebrado al lugar de paso. Se localizarán en zonas de vaguada y en el entorno de cursos y masas de agua.



Impacto: Mortalidad directa y fragmentación de hábitat de fauna vertebrada de pequeño tamaño

Medida: Pasos para anfibios

(reproducción, alimentación, refugio), puede ser necesario la aplicación de estas medidas en la construcción de este tipo de proyectos.

Se trata de una medida cuya efectividad ya ha sido validada en estudios previos (Jarvis *et al.*, 2019).

Dimensionamiento

Fuente: (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015) y (Gobierno de Extremadura, 2015)

RECTANGULAR (m)	1,00 x 0,75	1,50 x 1,00	1,75 x 1,25	2,00 x 1,50
CIRCULAR (m)	Ø 1,00	Ø 1,40	Ø 1,60	Ø 2,00

Distancia máxima entre los pasos: 60 m; puede ampliarse hasta 100 m si el vallado de guía se dispone ligeramente en forma de embudo para facilitar el desplazamiento hacia el paso.

La estructura de guía estará constituida por una pequeña valla de 40-60 cm de altura, de hormigón, madera tratada u otro material opaco.

Cronograma

En la fase de construcción, durante la construcción de viales de acceso externos e internos.



Paso para anfibios bajo carretera con estructura de guía que conduce a los microvertebrados hacia el conducto. De (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).

Ficha 4.2.6. Cubierta vegetal dentro de la planta.

Impacto: Fragmentación de hábitat	Medida: Cubierta vegetal dentro de la planta
<p>Justificación</p> <p>Con objeto de corregir varios impactos derivados de la desprotección del suelo que quede libre de ocupación entre las estructuras de soporte de los paneles, y a la vez, favorecer el uso de estos espacios por la fauna, es aconsejable cubrir estas zonas con vegetación herbácea, tipo pradera, o matorral subarbuscivo o mata. En cuanto a la fauna, podría considerarse una medida de conservación proactiva por parte del promotor (4.2.3 Medidas Compensatorias).</p> <p>En los proyectos situados sobre parcelas de cultivo, en muchos casos será una mejora para la biodiversidad, aspecto del que hay numerosas referencias, por ejemplo, (Montag <i>et al.</i>, 2016), (Sinha <i>et al.</i>, 2018) o (Bennun <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>En otros, en los que haya sido necesaria la tala y desbroce de plantas leñosas, cuando el trasplante se demuestre inviable, se quedará en una medida de minimización del impacto, en comparación con superficies desnudas o afirmadas.</p> <p>También serán objeto de siembras y plantaciones aquellas zonas dentro de la planta que no acojan ningún elemento. Serán de enriquecimiento en el caso de manchas de vegetación existentes que queden como islas, y de implantación de cubierta herbácea y leñosa donde se parta de superficies sin vegetación silvestre anterior (cultivos).</p> <p>Se conservarán los ejemplares de cultivos arbóreos que no requieran riego como olivos y almendros.</p>	<p>Descripción</p> <p>Se recuperará la capa de suelo fértil que vaya a ser afectado por excavaciones, retirándola como una capa de forma previa y acopiándola en montones de no más de 2 m de altura técnicas de hincado soportes para paneles fotovoltaicos (ADIF, 2011). Se aprovechará este recurso para recubrir zonas alteradas al finalizar la obra o que presenten un suelo escaso. Esto permitirá conservar el banco de semillas y organismos del suelo que albergue.</p> <p>Sobre suelos de pasado agrícola o desprovistos de cubierta vegetal silvestre, se realizará una siembra con especies herbáceas, lo más diversa posible, incluyendo gramíneas, leguminosas y otras plantas de flor (compuestas, por ejemplo), propias de la región biogeográfica de la localidad.</p> <p>En el caso de que el EslA haya detectado la existencia de lepidópteros de interés, se incorporarán semillas de sus plantas nutricias. En las zonas libres de instalaciones, o bien se reforzará la vegetación silvestre existente con plantaciones de especies leñosas propias de la localidad si se observa empobrecimiento en especies o baja cobertura, o bien se implantará una cubierta nueva a través de plantaciones de plántones de especies de la región biogeográfica.</p> <p>En caso de realizarse plantaciones arbustivas, es recomendable la utilización de especies de fruto, de modo que se maximice la atracción de estas zonas por parte de fauna frugívora.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Las coberturas con suelo recuperado, o tierra vegetal, tendrán un mínimo de 15 cm (ADIF, 2011).</p> <p>Densidades orientativas de plantación: general 800-1.100 plantas/ha; 300-500 plantas/ha en plantaciones de enriquecimiento; 100-300 plantas/ha para regeneración de dehesas; 200-500 plantas/ha en el caso de restauración de riberas; 1000 plantas/ha en plantaciones arbustivas (Comunidad de Madrid, 2006).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Una vez finalizada la instalación de los elementos del proyecto, avanzando según finalicen las obras por fases o zonas, y antes de la recepción final de la obra.</p> <p>Las plantaciones de refuerzo pueden retrasarse al primer año de funcionamiento.</p>

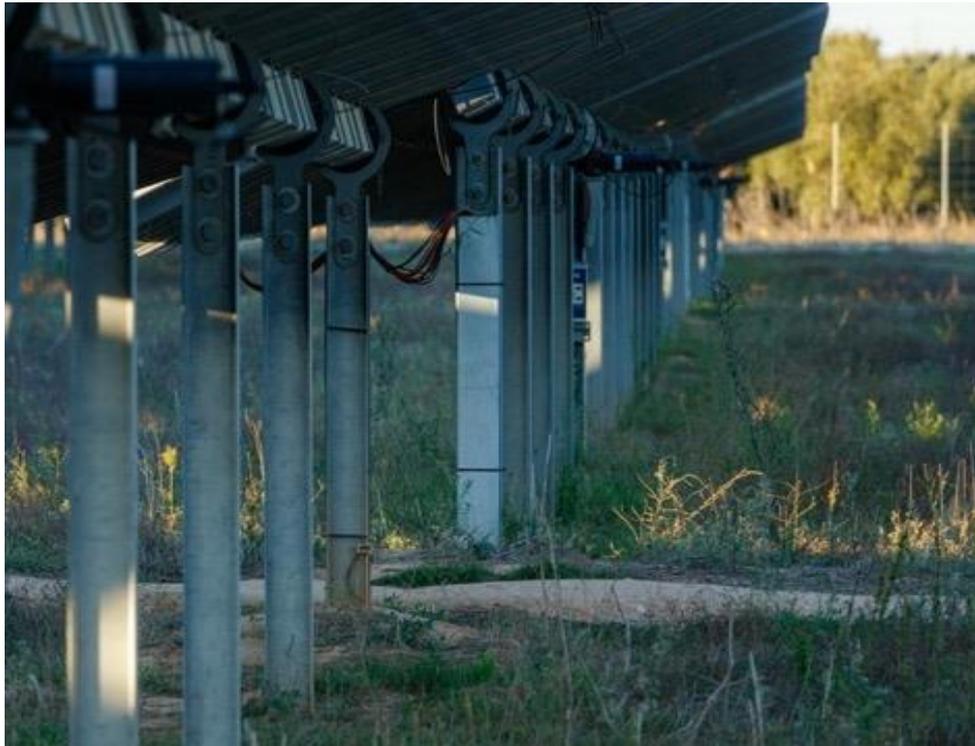


Foto 4-20 Mantenimiento de la cubierta vegetal bajo placas fotovoltaicas. Autor Daniel Burón

Ficha 4.2.7. Especies exóticas invasoras dentro de la planta.

Impacto: Especies Exóticas Invasoras	Medida: Erradicación previa dentro de la planta
<p>Justificación</p> <p>Las especies exóticas invasoras plantean una amenaza para la biodiversidad y los servicios asociados de los ecosistemas, con efectos graves sobre las especies autóctonas, así como sobre la estructura y función de los ecosistemas: la alteración de los hábitats, de la depredación y la competencia, la transmisión de enfermedades, la sustitución de especies autóctonas en una proporción considerable de su área de distribución y la hibridación.</p> <p>El desarrollo de los proyectos debe evitar la introducción y/o propagación de este tipo de especies en su ámbito de actuación.</p>	<p>Descripción</p> <p>Se realizará un estudio previo sobre las especies exóticas invasoras que puedan estar presentes en el entorno del proyecto. Su identificación permitirá valorar la necesidad de erradicarlas antes del inicio de las obras.</p> <p>Se tomarán medidas de prevención de su introducción, por ejemplo, en el material vegetal para plantaciones. Y se realizará un seguimiento específico durante la fase de funcionamiento y desmantelamiento.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Se realizará una prospección de toda la superficie de la planta: puede ser de cobertura total o centrada en</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante el replanteo de la obra, previo al inicio de los movimientos de tierra.</p>

Impacto: Especies Exóticas Invasoras	Medida: Erradicación previa dentro de la planta
hábitats concretos, como puedan ser refugios (majanos, muros, edificaciones), cauces y puntos de agua o bordes de vías de comunicación.	Seguimiento durante toda la vida útil de la planta.

4.2.2.3 FASE DE FUNCIONAMIENTO O EXPLOTACIÓN

En este apartado se recopilan medidas de corrección para aquellos impactos que habitualmente surgen o pueden surgir durante la fase de funcionamiento, o explotación, de una PSFV. Cabe recordar dada la longevidad de esta fase, la importancia del seguimiento de las medidas y de los posibles efectos no previstos que puedan surgir.

Ficha 4.2.8. Señalización de cercados y vallados.

Impacto: Mortalidad de fauna	Medida: Señalización de cercados y vallados
<p>Justificación</p> <p>Para evitar mortalidad de aves en vallados por colisión, se requiere incrementar la visibilidad de estos. Hay dos métodos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Con elementos de alta visibilidad (Baines y Andrew, 2003). Con pantallas vegetales adicionales, acordes con el paisaje de la zona. 	<p>Descripción</p> <p>Instalación de elemento visible en la trama del vallado, sujetos en dos puntos con alambre liso acerado, de modo que haga visible el obstáculo a las aves.</p> <p>En (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015) se definen placas de color blanco, dispuestas en dos hileras a distinta altura y de forma alterna, recomendándose el uso de placas metálicas preferentemente, ya que son menos susceptibles al deterioro que las placas de plástico.</p> <p>En Aragón (Resolución de 5 de febrero de 2021, del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental) se abre la opción de marcaje, además de con placas, con el uso de flejes dispuestos verticalmente cada metro, modelo tipo Sabird Nature©, desarrollado para evitar colisiones en viñedos en espaldera.</p> <p>En el Parque Nacional Cairngorms (Escocia) se manejan diversas opciones según el entorno para proteger al gallo lira y el urogallo. En zonas poco forestales, se utilizan palos de madera enredados y anclados en la malla del vallado, en vertical o en diagonal (Forest Research, 2012).</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Placas de color blanco, de 20-30 cm x 15-25 cm, con una separación en horizontal entre ellas de 2-3 m, al menos una</p>	<p>Cronograma</p>



Impacto: Mortalidad de fauna	Medida: Señalización de cercados y vallados
<p>entre postes, y dispuestas en dos hileras a distinta altura y de forma alterna. Estas placas se sujetarán a cerramiento en 2 puntos con alambre liso acerado para evitar su desplazamiento y con una distribución al tresbolillo en diferentes alturas. Carecerá de elementos cortantes o punzantes, no se utilizarán colores llamativos o destellantes y quedará, en la medida de lo posible, integrado en el paisaje</p> <p>En el caso escocés (Baines y Andrew, 2003) se marcaron con red de plástico naranja con una malla de 0,7 cm y altura de 93,5 cm. Se fijaron dos bandas, cada una de 25 cm de alto, a la valla, una en la parte superior y la segunda a medio camino hacia abajo.</p>	<p>Se instalarán en la fase de construcción y su mantenimiento se realizará durante toda la fase de explotación y hasta el desmantelamiento del vallado.</p>
<p>Figure 4a 1.8 m pales attached diagonally at wide spacing cause relatively low windage for their visibility.</p>  <p>Figure 4c 0.9 m wooden droppers fixed vertically at close spacing.</p> 	<p>Figure 4b Angled 1.8 m pales near a lek provide a very visible effect.</p>  <p>Figure 4d 1.8 m pales fixed vertically at wide spacing.</p>  <p>De (Forest Research, 2012)</p>

Ficha 4.2.9. Pantalla vegetal perimetral.

Impacto: Mortalidad de fauna	Medida: Pantalla vegetal perimetral
Justificación	Descripción

<p>No se han encontrado referencias bibliográficas que respalden la efectividad de esta medida para evitar la mortalidad por colisión en vallados, aunque es frecuentemente solicitada desde autoridades ambientales en España.</p> <p>Complementariamente puede mejorar el impacto paisajístico e incrementar la biodiversidad del entorno, según el estado inicial del área y el diseño de la pantalla vegetal.</p> <p>La implantación y el diseño de una pantalla vegetal alrededor de la planta debe estudiarse caso por caso pues, dependiendo de la situación de partida y del objetivo perseguido, los efectos en la fauna son muy variados en función de la especie, desde positivos a negativos (Sutherland <i>et al.</i>, 2021), <i>Bird Conservation</i>, páginas 137-281. Habrá especies que se vean favorecidas por la presencia de matorral y de arbolado (especies que crían o se refugian en esta vegetación), pero a otras les puede afectar negativamente (esteparias, por ejemplo).</p> <p>En zonas amplia e intensamente agrícolas, donde sea escasa la superficie de vegetación silvestre, estas plantaciones pueden añadir complejidad ambiental y ser fuente adicional de alimento y cobijo y favorecer servicios ecosistémicos como la conectividad. Sin embargo, como se indicaba en el párrafo anterior, si los censos de línea base han detectado especies esteparias amenazadas y sensibles a la presencia de matorral denso o arbolado alto, como sisón, aguilucho cenizo o avutarda, el diseño de la plantación deberá contemplar esta circunstancia y elegir solo especies que no supongan un elemento más que aumente la exclusión de estas especies, o aumenten los riesgos de depredación.</p>	<p>Implantación de pantallas vegetales en la parte exterior/interior del vallado. No es necesario donde linden con teselas de vegetación natural. Se emplearán especies propias de la zona biogeográfica mediante plantaciones al tresbolillo de plantas procedentes de vivero de al menos 2 savias en una densidad suficiente. Puede aprovecharse el trasplante de ejemplares que se encuentren en zonas del proyecto cuya ocupación no haya podido ser evitada en la fase de diseño.</p> <p>En los casos en los que la fauna objetivo no se vea afectada por la presencia de especies arbóreas, se incorporarán dentro de la pantalla vegetal, considerando en su disposición el efecto de sombra que causarán con los años.</p> <p>Se realizarán riegos periódicos al objeto de favorecer el más rápido crecimiento durante al menos los 3 primeros años desde su plantación. Asimismo, se realizará la reposición de marras que sea necesaria para completar el apantallamiento vegetal.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Franja de plantas leñosas de entre 2 y 8 m de ancho con trasplantes y plantación de especies de fruto de especies de la región biogeográfica. Entre el vallado de seguridad y la planta.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Se plantará una vez terminada la instalación del vallado perimetral en la fase de construcción y su mantenimiento se realizará durante toda la fase de explotación y hasta el desmantelamiento del vallado.</p>



Foto 4-21 Plantación reciente de seto perimetral en PSFV. Es importante incluir diversas especies en la plantación, incluyendo especies que generen cobertura y especies que aporten frutos atractivos para las aves (rosáceas, ramnáceas...). Autor: Daniel Burón.

Ficha 4.2.10. Gestión de la vegetación en el interior de la planta.

Impacto: Mortalidad de fauna	Medida: Gestión de la vegetación en el interior de la planta
<p>Justificación</p> <p>El control del crecimiento de la vegetación dentro de la planta, en el caso de las herbáceas, puede realizarse a través del uso de químicos (herbicidas), de trabajo mecánico (siegas y desbroces) o de animales herbívoros (ganado).</p> <p>El uso de herbicidas da lugar a la pérdida de biodiversidad en una cadena de eliminación de vegetación, la fauna que alberga, contaminación de aguas, entre otros efectos negativos (Piñar Fuentes <i>et al.</i>, 2021) y (Schütte <i>et al.</i>, 2017).</p>	<p>Descripción</p> <p>En ningún caso se utilizarán herbicidas para el control del crecimiento de la vegetación. Sólo se utilizarán bien siegas anuales, bien pastoreo, y preferiblemente esta última opción.</p> <p>En el caso del pastoreo, debe calcularse, según la producción vegetal, la cantidad de unidades ganaderas máximas a emplear, que dependerá de la climatología y el suelo local. También es importante considerar periodos de protección de la pradera para evitar daños a la avifauna reproductora en el suelo. Como carga</p>

<p>La utilización del pastoreo ha mostrado producir mayor diversidad vegetal que la siega (Moinardeau <i>et al.</i>, 2019), en general (Tälle <i>et al.</i>, 2016), siempre que la presión no sea excesiva. Una mayor diversidad vegetal cabe suponer que producirá mayor diversidad faunística (Zhu <i>et al.</i>, 2021). En este sentido cabe destacar el favorecimiento de numerosas especies de invertebrados coprófagos que aprovechan los excrementos del ganado.</p>	<p>orientativa, en el proyecto LIFE Estepas de La Mancha – LIFE15 NAT/ES/000734, se llegaron a acuerdos de 0,14 animales/ha. Y en la comarca de Los Pedroches (Andalucía), los ganaderos tienen una carga entre 2,8 y 4,8 ovejas/ha (0,37-0,72 UGM/ha) (García Trujillo y Rebollo Vergara, s. f.). Puesto que en una planta no se busca rentabilidad económica ni tampoco coste de alimentación, este intervalo debería ajustarse al tramo más bajo.</p> <p>En ambos casos, el manejo deberá tener en cuenta el uso del sustrato como lugar de cría o refugio por las especies, de modo que la atracción por la creación de un hábitat para algunas especies no lo convierta en una trampa. Durante el periodo de reproducción de las aves terrestres, puede ser necesaria la gestión del ganado mediante cercas para posibilitar la cría fuera de las mismas, o directamente no permitir el pastoreo.</p> <p>Otra opción de la gestión del ganado es la siega o pastoreo alterna con ciclos largos sin intervención, de modo que no se haga un mantenimiento preventivo, sino una siega o pastoreo solo cada cierto número de años. Esto permitirá el crecimiento de especies herbáceas, y la fauna asociada, que no soporten un ramoneo continuo, si bien debe tenerse en cuenta la prevención de incendios, adaptando el Plan de Prevención de Incendios a esta circunstancia. En cualquier caso, si el método elegido es el pastoreo, deberá realizarse sin la intervención de perros, y con la mínima presencia humana posible.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Toda la superficie de vegetación del interior de la planta.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante toda la fase de explotación y hasta el final de la de desmantelamiento.</p>



Foto 4-22 Manejo de la vegetación con pastoreo de ganado ovino. Se aprecian diferentes alturas de la vegetación herbácea, fruto de la aplicación de distintas cargas ganaderas. Autores: Elena Baonza (izquierda) y Daniel Burón (derecha).

Ficha 4.2.11. Control de la erosión.

Impacto: alteración calidad de hábitat	Medida: Control de la erosión
<p>Justificación</p> <p>Los proyectos de PSFV deben evitar la contaminación de aguas por arrastre de sedimentos producidos en el interior de sus instalaciones, para no alterar los hábitats acuáticos. Conservar el suelo en el interior se trata además de una medida de conservación proactiva y que evitará mayores costes en la fase de desmantelamiento y restauración del espacio.</p>	<p>Descripción</p> <p>Se aplicarán medidas para evitar la erosión de las superficies, con medidas de protección y, para cuando éstas fallen, medidas para evitar que los arrastres lleguen a las aguas superficiales.</p> <p>Estas medidas incluyen restauración fisiográfica (perfiles similares a los naturales), edáfica y vegetal de las superficies temporalmente alteradas, accesos temporales, desmontes, terraplenes y superficies auxiliares tras las obras, de forma progresiva según finalización.</p> <p>De preverse arrastres importantes, se incorporarán medidas de ingeniería como albarradas, fajinas y geotextiles.</p> <p>Como medidas finales, barreras de retención de sedimentos antes de su llegada a puntos de agua.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Estimación del riesgo de erosión mediante la ecuación general de pérdidas de suelo RUSLE (MITECO, 2020a).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante toda la fase de funcionamiento y hasta el final del desmantelamiento y restauración.</p>

Ficha 4.2.12. Gestión biológica de especies que pueden causar daños.

Impacto: facilitación de especies invasoras o capaces de generar perjuicios económicos o molestias	Medida: Gestión biológica de especies que pueden causar daños
<p>Justificación</p> <p>Aunque no está probado que la instalación de PSFV tenga como efecto la facilitación de desequilibrios poblacionales en determinadas especies que en el exterior de la planta puedan generar perjuicios económicos o molestias, el riesgo puede existir al generarse unas condiciones inusuales de baja frecuentación humana, existencia de zonas de vegetación (alimento y refugio) y ausencia de actividad cinegética.</p> <p>También existe el riesgo de introducir o facilitar el crecimiento de especies exóticas invasoras, según la definición y el catálogo del Real Decreto 630/2013, de 2 de agosto, por el que se regula el Catálogo español de especies exóticas invasoras.</p> <p>Por otro lado, se empieza a contemplar los terrenos ocupados por las PSFV como áreas en las que compatibilizar la producción energética con la oferta o mejora de servicios ecosistémicos, como la polinización (Walston <i>et al.</i>, 2018), hidrología local o el control de especies que en determinadas situaciones generan perjuicios económicos o molestias (Nordberg <i>et al.</i>, 2021) y (Semeraro <i>et al.</i>, 2018).</p>	<p>Descripción</p> <p>Anticipar la posible generación de conflictos con los usos del suelo colindantes mediante un manejo del hábitat que facilite el control biológico de especies que puedan generar perjuicios económicos o molestias, tales como algunos insectos, micromamíferos, conejo o jabalí.</p> <p>Además de un seguimiento de las poblaciones de fauna en el interior de la planta (4.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL), pueden introducirse elementos que den complejidad a la comunidad faunística en el interior de la planta, en contraposición con una simplificación que podría dar lugar a crecimientos descontrolados de alguna población. Se manejará el sustrato de la planta solar para reducir sus lugares de refugio, alimentación o cría con medidas dirigidas únicamente a la especie que cause daños.</p> <p>En general, la existencia de grandes áreas homogéneas sin diversidad estructural es más proclive a la aparición de especies dominantes que puedan convertirse en problemáticas. Por ello, es importante la instalación de elementos diversificadores del hábitat:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cajas nido de rapaces. Según el lugar, puede considerarse que sean específicas para cernícalo vulgar y primilla, mochuelo, autillo, cárabo. ✓ Refugios para murciélagos. ✓ Refugios en suelo que pueden ser tanto para predadores como presas: muros de piedra, majanos. ✓ Hoteles de insectos. ✓ Posaderos de rapaces, alejados de tendidos eléctricos. ✓ Mantenimiento de vegetación (matorral denso) que actúe como refugio de mamíferos predadores. <p>En ningún caso, se utilizarán métodos no selectivos como venenos, que pueden producir mortalidad en otras especies no objetivo.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>El número de cajas nido y refugios se estudiará en función de la disponibilidad de zonas libres de la planta y en el entorno, así como de los datos de seguimiento de las poblaciones.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante toda la fase de explotación y hasta el final de la de desmantelamiento.</p>

Impacto: facilitación de especies invasoras o capaces de generar perjuicios económicos o molestias

Medida: Gestión biológica de especies que pueden causar daños



Foto 4-23 La inclusión de cajas nido, posaderos para rapaces, islas de vegetación o acúmulos de piedras diversifican el hábitat y permiten la presencia de especies de invertebrados, aves, reptiles, anfibios y mamíferos que de otro modo no tendrían posibilidad de reproducirse o refugiarse en el territorio. Autor: Biodiversity Node

4.2.2.4 FASE DE DESMANTELAMIENTO

Se indican algunas medidas que puedan tenerse en cuenta para una fase que, en lo que respecta a las grandes plantas fotovoltaicas que actualmente se están instalando, puede parecer lejana y, por tanto, con gran incertidumbre.

En general, hay tres caminos tras el fin de la vida útil de las instalaciones fotovoltaicas: (i) prolongar la vida operativa de los elementos existentes sin realizar ninguna intervención, (ii) actualizar la instalación (*repowering*), y (iii) desmantelar la instalación. En los casos ii y iii surgen ocasiones para la aplicación de medidas de mitigación.

Si se elige la opción de actualización de la instalación, se abre un nuevo proceso de aplicación de la jerarquía de la mitigación, volviendo a un nuevo proyecto. Sería deseable aplicar el conocimiento que se haya adquirido de las relaciones del proyecto con el entorno y la fauna, así como la experiencia adquirida en otros proyectos. Cabe plantarse, por ejemplo, la distribución de los diferentes elementos en el interior de la planta y replantearse la superficie de ocupación.

Para el proceso de propiamente de desmantelamiento de la instalación, se detallan a continuación algunas de las medidas a contemplar.

- ✓ Caben las mismas consideraciones en cuanto a la evitación de impactos a través de la planificación temporal, así como muchas de las medidas correctoras de obra (control de emisiones, por ejemplo). Así, deben limitarse los trabajos de desmantelamiento fuera de periodos y hábitats críticos para la fauna, concretándolos.
- ✓ Cobra especial relevancia la gestión de los residuos, procurando una gestión acorde al conocimiento científico-técnico del momento, que favorezca la reutilización y reciclado, lo cual redundará de manera indirecta en la conservación de la biodiversidad. Esto es especialmente relevante en el caso de los paneles fotovoltaicos, puesto que la instalación de grandes superficies de paneles puede llegar a necesitar en el futuro grandes vertederos, como está sucediendo con las palas de aerogeneradores, lo cual aumentaría el impacto sobre la biodiversidad en el momento de crear dichos vertederos.
- ✓ Las obras deben procurar minimizar el uso de nuevas superficies auxiliares, mediante técnicas de desmantelamiento de instalaciones y acopio y gestión de los materiales resultantes que reduzcan la necesidad de ocupación espacial y temporal, evitar nuevos impactos con estudios previos de sensibilidad faunística y reducir impactos alejando nuevas ocupaciones de hábitats críticos.
- ✓ Las grandes infraestructuras industriales suelen realizar los desmantelamientos "a cota cero", es decir, no se retiran las instalaciones subterráneas como tuberías y cableados, por lo complejo y caro de su eliminación total. Sin embargo, los cables que se instalan en las plantas fotovoltaicas no son estructuras difíciles de eliminar. Además, en áreas que vayan a volver a dedicarse a la agricultura es importante eliminarlos para permitir de nuevo el arado con vertedera. Si la parcela va a dedicarse a proyectos de regeneración de la vegetación natural, en principio el cableado subterráneo no afectaría al desarrollo de la vegetación natural, pero no deja de ser un elemento no natural, por lo que es importante realizar su retirada.
- ✓ Tras el desmantelamiento, toda la zona debe ser restaurada a su estado anterior o según lo que se determine con las autoridades ambientales o los propietarios de los terrenos. En cualquier caso, es importante que en el proceso de cambio de uso se garantice la permanencia y efectividad los aspectos positivos conseguidos en conservación de la biodiversidad, como zonas de reserva, elementos de diversificación del hábitat (charcas, majanos, cajas nido, etc.), setos perimetrales, e incluso la cobertura herbácea generada y su aprovechamiento sostenible mediante pastoreo extensivo. De lo contrario, el desmantelamiento en sí mismo podría tener efectos perjudiciales significativos para la biodiversidad.

4.2.3 MEDIDAS COMPENSATORIAS Y COMPLEMENTARIAS

4.2.3.1 INTRODUCCIÓN

Las medidas compensatorias se consideran dentro del último paso en la jerarquía de la mitigación y son medidas adoptadas para compensar los impactos residuales adversos significativos que no pueden evitarse, minimizarse o corregirse (Bennun *et al.*, 2021). Las

compensaciones sólo deben considerarse como un último recurso para abordar los impactos residuales sobre la biodiversidad, y sólo después de que se hayan agotado todas las opciones de evitación, minimización y restauración o corrección.

Las **medidas compensatorias**, en el contexto de este documento, se definen en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental como "medidas excepcionales que se aplican ante impactos residuales" (artículo 5, letra k). Implican intervenciones positivas de conservación para generar ganancias de biodiversidad, ya sea evitando la pérdida (abordando las amenazas para prevenir la pérdida prevista de biodiversidad) o restaurando (por ejemplo, mejorando la calidad del hábitat degradado) siguiendo los principios de No Pérdida Neta de Biodiversidad y Ganancia Neta. Están dirigidas a la compensación de los impactos residuales identificados y valorados.

Existen otro tipo de medidas que buscan mejorar y restaurar la biodiversidad, pero no están relacionadas con los impactos derivados del proyecto. Suelen aplicarse por los promotores de forma voluntaria. Se denominan **medidas complementarias, o Acciones de Conservación Proactiva (ACP)** (Bennun *et al.*, 2021) y se tratarán de forma conjunta en este apartado. Los conceptos indicados para las medidas compensatorias son igualmente de aplicación para las medidas complementarias.

En el diseño de las medidas de compensación, conviene plantearse si se cumplen una serie de principios y criterios, recogidos ampliamente en la bibliografía internacional que trata de este tema, por ejemplo, (Ekstrom *et al.*, 2015), (Bennun *et al.*, 2021), (Business y Biodiversity Offsets Programme, 2012) y (Bennett *et al.*, 2017):

- 1) Aplicación de la jerarquía de mitigación: Una compensación de biodiversidad es un compromiso para compensar impactos adversos residuales significativos sobre la biodiversidad, identificados después de que se hayan tomado medidas adecuadas de evitación, minimización y corrección *in situ*.
- 2) Reconocimiento de los límites que se pueden compensar: ¿es realmente posible la compensación de las pérdidas atribuibles al proyecto? Situaciones de imposibilidad de sustitución o vulnerabilidad de la biodiversidad afectada.
- 3) Contexto paisajístico: Una compensación de biodiversidad debe diseñarse e implementarse en un contexto de paisaje para lograr los resultados de conservación medibles esperados, teniendo en cuenta la información disponible sobre toda la gama de valores biológicos, sociales y culturales de la biodiversidad y apoyando un enfoque ecosistémico.
- 4) Equivalencia: ¿es la compensación un intercambio justo por lo que se pierde? La compensación debe diseñarse e implementarse para lograr que no se produzca una pérdida neta y preferiblemente una ganancia neta de biodiversidad.
- 5) Resultados adicionales de la conservación: Una compensación por pérdida de biodiversidad debe alcanzar resultados de conservación por encima y más allá de los resultados que habrían ocurrido si no se hubiera dado la compensación. El diseño y la

- implementación de la compensación deberían evitar el desplazamiento de actividades que causan daño a la biodiversidad a otras localizaciones.
- 6) Participación de las partes interesadas: ¿han participado las partes interesadas en la planificación y el diseño de la compensación, y seguirán participando en su ejecución?
 - 7) Equidad: Una compensación de biodiversidad debe diseñarse y aplicarse de forma equitativa, lo que significa el reparto entre las partes interesadas de los derechos y las responsabilidades, los riesgos y las recompensas asociadas a un proyecto y la compensación es de una manera justa y equilibrada, respetando los acuerdos legales y consuetudinarios.
 - 8) Resultados a largo plazo: El diseño y la aplicación de una compensación de biodiversidad deben basarse en un enfoque de gestión de gestión adaptativa, incorporando el seguimiento y la evaluación, con el objetivo de asegurar resultados que duren al menos tanto como los impactos del proyecto y preferiblemente a perpetuidad.
 - 9) Transparencia: El diseño y la aplicación de una compensación de biodiversidad, así como la comunicación de sus resultados al público, deben llevarse a cabo de manera transparente y oportuna.
 - 10) Ciencia y conocimiento tradicional: El diseño y la implementación de una compensación de biodiversidad debe ser un proceso documentado e informado por una ciencia sólida, que incluya una consideración adecuada de los conocimientos tradicionales.

Para consultar un sistema de evaluación de las medidas compensación, a través de estos principios, desglosados en criterios e indicadores, se puede consultar el documento *Estándar sobre compensaciones por pérdida de biodiversidad* (Business y Biodiversity Offsets Programme, 2012).

Para facilitar a los promotores la implementación de este tipo de medidas, y centralizar los esfuerzos de una forma ordenada y a largo plazo, en algunos países, a nivel práctico o teórico, se han establecido los denominados *mercados de medioambiente*. En España, un concepto similar se introdujo en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental dentro de la Disposición adicional octava que trata sobre los denominados *Bancos de conservación de la naturaleza*, si bien no se ha desarrollado todavía una reglamentación detallada de su funcionamiento y regulación. De forma muy resumida, se trataría de una herramienta para conducir las aportaciones de diferentes promotores hacia una serie de proyectos de conservación ambiental a largo plazo.

4.2.3.2 PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE LAS MEDIDAS COMPENSATORIAS. CRITERIOS GENERALES

Antes de diseñar un **programa o plan de medidas compensatorias**, hay que tener muy claro qué impactos se consideran residuales porque no se han podido evitar, minimizar ni corregir, o no en la suficiente medida como para garantizar una No Pérdida Neta de biodiversidad, o una afección significativa para una especie de interés. Porque serán sobre esos impactos, sobre esos hábitats y especies hacia donde se dirigirán las medidas y esfuerzos, evitando convertir las

medidas en un aglomerado de propuestas destinadas a mejorar la imagen del proyecto pero que no contribuyan a alcanzar el objetivo, que es la compensación de impactos residuales. Por eso, conviene establecer de manera clara qué medidas realmente son compensatorias, de aquellas dirigidas a mejorar el ambientalmente el entorno, las que se ha llamado complementarias o acciones de conservación proactiva.

No hay que olvidar otro aspecto importante en las posibilidades de alcanzar el objetivo de estas medidas, y es el aumento de las posibilidades de éxito si todas las fases del procedimiento para su diseño (Tabla 4-7) se llevan a cabo con la participación de todos los grupos de interés: población local, organismos y entidades de desarrollo y conservación, que puedan tener un papel en su aplicación (Bennun *et al.*, 2021). Dado el desarrollo simultáneo de proyectos fotovoltaicos en comarcas o territorios próximos, hay que considerar, de manera prioritaria, dentro de la optimización de esfuerzos y consecución de objetivos, la colaboración y participación de todos los promotores que promuevan o tengan ya implantaciones en una misma zona.

Un ejemplo de coordinación desde la administración pública en la aplicación de las medidas compensatorias a diferentes proyectos y promotores de plantas fotovoltaicas se encuentra en la Comunidad de Madrid. En esta comunidad autónoma los informes de la Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales (DGBRN) dirigidos a los promotores incluyen indicaciones acerca de:

- El programa de medidas compensatorias será global, para el conjunto del proyecto y de otros proyectos del mismo promotor.
- Las medidas compensatorias por pérdida de hábitat se desarrollarán, al menos en un 75% de la superficie a compensar, en las zonas de relevancia para la fauna esteparia definidas por la DGBRN.

Es decir, desde la administración se cartografían las zonas de relevancia para las aves esteparias, donde se desarrollará el grueso de las medidas de compensación de todos los proyectos fotovoltaicos desarrollados en su territorio.

El procedimiento de diseño debe considerar una serie de criterios y pasos que se detallan en la Tabla 4-7, en el que se pueden destacar dos puntos clave:

- El momento → el diseño arranca desde la fase de planificación de modo que se analicen todas las opciones de prevención, minimización y corrección del impacto.
- Estudio de viabilidad de las medidas → para evitar medidas que no se pueden llevar a cabo, son arriesgadas o no encajan en los principios de buenas prácticas.

Tabla 4-7. Proceso y criterios de diseño y definición de las medidas compensatorias. Elaboración propia a partir de (Bennun *et al.*, 2021) y (Ekstrom *et al.*, 2015).

Fase de diseño de las medidas / fase del proyecto	Objetivos	Resultados
Planificación de las medidas / fase de proyecto inicial y EIA.	<p>Determinar los impactos residuales significativos sobre la fauna clave.</p> <p>Cuantificar, cualitativa o cuantitativamente, la magnitud de esos impactos.</p> <p>Revisar estrategias y objetivos de conservación, nacionales y regionales, para identificar los posibles lugares o proyectos con capacidad de compensación.</p> <p>Listar todas las opciones posibles de medidas compensatorias, considerando criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teóricos: existencia de amenazas en otros lugares para especies similares; existencia de hábitats que puedan ser restaurados; mantenimiento de servicios de los ecosistemas o posibilidad de compensación a personas que se vean afectadas. - Técnicos: existencia de medidas eficaces que puedan aplicarse para lograr ganancias suficientes en el plazo requerido y con un coste realista. - Sociopolíticos: existencia de suficiente apoyo gubernamental y social para la intervención propuesta y de mecanismos de gobernanza y financiación que puedan facilitar la aplicación de la compensación. <p>Valorar si hay medidas que no se puedan desarrollar y los impactos residuales son inaceptables → volver al inicio de la jerarquía de mitigación. En caso contrario, proseguir.</p>	Listado de posibles medidas compensatorias.
Definición de las medidas / Fase de definición detallada del proyecto o proyecto constructivo.	<p>Realizar una valoración previa de lugares/proyectos propuestos, incluyendo la contabilidad de pérdidas/ganancias para las ganancias de biodiversidad previstas frente a los impactos residuales y la evaluación de las opciones de acuerdos institucionales y asociaciones. Realizar la selección final del emplazamiento/proyecto.</p> <p>Buscar aceptación y apoyo de la Administración y partes interesadas.</p> <p>Coordinación y cooperación entre promotores con implantaciones próximas para la aplicación de las medidas.</p> <p>Llegar a acuerdos con otras entidades para el desarrollo de las medidas de compensación y su seguimiento.</p> <p>Desarrollar con detalle el diseño y plan de gestión de las medidas de compensación, basadas en el conocimiento científico y experiencias demostrables previas, dando respuesta y dimensionando las preguntas QUÉ (definición de la medida), CÓMO (descripción de la medida), CUÁNDO (cronograma de las actuaciones, incluyendo preparación, ejecución, mantenimiento y duración), DÓNDE (ubicación y extensión de la medida), CUÁNTO (unidades de la medida, como hectáreas o número de individuos en los que se aplica), y COSTE (presupuesto detallado). Se deberán desarrollar detalladamente las siguientes secciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parte técnica: Investigar y elegir entre los posibles tipos de intervención de conservación. Asegurarse de que se abordan 	<p>Selección de ubicación de las medidas compensatorias.</p> <p>Plan de medidas compensatorias, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acciones detalladas. - Previsión de ganancias netas de biodiversidad. - Indicadores y umbrales para medir el progreso hacia el objetivo final.

Fase de diseño de las medidas / fase del proyecto	Objetivos	Resultados
	<p>claramente las cuestiones de equivalencia, adicionalidad y permanencia, y de que las estimaciones de los posibles beneficios frente a los impactos residuales están bien fundamentadas, se basan en buenos datos de campo y en hipótesis realistas, e incorporan incertidumbres/riesgos de fracaso y desfases temporales. Incluir indicadores y umbrales de respuesta en la gestión para supervisar pérdidas y ganancias y progresar hacia los objetivos de No Pérdida Neta/ Ganancia Neta llevando una gestión adaptativa.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parte social: desde las primeras etapas, ir construyendo un compromiso social en las medidas de las partes interesadas, incluyéndolas en la planificación. Establecer una estructura de gestión incluyente. - Parte de gestión: Considerar las opciones de gestión: tipo de propiedad del terreno, funciones y responsabilidades de cada parte implicada. - Parte económica: Garantizar viabilidad económica de las medidas durante el periodo de responsabilidad de un proyecto. Como mínimo, debe haber recursos para los primeros años tras su establecimiento, con un plan de provisión viable posterior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de gestión de las medidas.
Desarrollo de las medidas / fase de construcción y funcionamiento del proyecto.	Llevar a cabo el plan de medidas compensatorias. Realizar un seguimiento y presentación de informes que determine el progreso hacia la No Pérdida Neta/Ganancia Neta.	Informes de seguimiento y evaluación, incluyendo gestión adaptativa en respuesta a la información

4.2.3.3 MÉTODO DE GESTIÓN DE LA PROPIEDAD DE TERRENOS

Uno de los aspectos que más dificultades acarrearán en la ejecución de medidas compensatorias es la gestión de la propiedad en la que se ejecuten las medidas compensatorias, en aquellas en las que sea necesario realizar modificaciones en los sistemas de explotación de dichas propiedades, tanto si se trata de zonas agrícolas y ganaderas, como si se trata de edificaciones o instalaciones. El desarrollo de las medidas de compensación en terrenos ajenos a la planta solar puede ejecutarse a través de diversos modos de gestión de la propiedad del suelo.

- ❖ Propiedad pública
 - Compromisos, acuerdos o contratos con la Administración pública propietaria o gestora del suelo, en los que cada parte se comprometa a una parte de la ejecución de las medidas (facilitación, financiación contratación de personal, etc.).
 - Acuerdos de Custodia del territorio con la Administración pública propietaria o gestora del suelo, incluyendo terceras partes como ONG y otras partes interesadas.
 - Arrendamiento del suelo.
- ❖ Propiedad privada

- Pagos compensatorios al agricultor o parte gestora, no necesariamente propietaria, del suelo.
- Acuerdos de Custodia del territorio entre promotor, propietarios y gestores del suelo, y otras partes interesadas como ONG.
- Arrendamiento del suelo.
- Compra de suelo.

En el caso de las medidas agroambientales, incluyendo la creación de reservas de fauna, para su implementación será necesario realizar acuerdos de colaboración con los propietarios de las tierras, por los cuales se comprometan a llevar a cabo estas medidas, mediante las correspondientes compensaciones económicas. Estas compensaciones pueden servir para complementar y mejorar las rentas de los agricultores que se acojan a ayudas de la PAC por actuaciones similares y servir de aliciente para incrementar el número y superficie de explotaciones donde se aplican medidas agroambientales. En este sentido, cabe destacar que algunos de los eco-regímenes planteados en el Plan Estratégico de la Política Agraria Común de España 2023-2027³², además de establecer una condicionalidad para la recepción de ayudas que contempla varios requisitos medioambientales, remunerarán prácticas como el pastoreo extensivo, la cubierta vegetal espontánea o sembrada en cultivos leñosos, las islas de biodiversidad o siega sostenible, la rotación de cultivos con especies mejorantes, el establecimiento de espacios de biodiversidad o gestión de la lámina de agua.



³² <https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/plan-estrategico-pac.aspx> (Consultado el 15/02/2023).

Foto 4-24 La adquisición o arrendamientos de terrenos colindantes a las PSFV para desarrollar medidas agroambientales es una medida compensatoria de gran interés en la mitigación de los impactos residuales de grandes proyectos. Autor: Daniel Burón.

Dada la coincidencia de varios proyectos en las mismas áreas con impactos similares en la fauna, organizadas por nudos de conexión a la red de distribución eléctrica, puede ser de interés concentrar los esfuerzos en un mismo sentido y coordinar las medidas compensatorias de varios proyectos hacia los mismos objetivos, que pueden ser más ambiciosos en lo que a conservación de la biodiversidad se refiere. Es esta es una recomendación planteada en documentos técnicos de referencia como en (Bennun *et al.*, 2021) y (Ekstrom *et al.*, 2015), que las denomina **medidas compensatorias agregadas**. Tiene sus dificultades de coordinación y de establecimiento del nivel de contribución de cada proyecto, pero tiene la ventaja en ser más eficiente y efectivo en el uso de los recursos puestos a disposición de su desarrollo. Otras desventajas señaladas en la bibliografía, y a las que el programa de medidas compensatorias deberá dar respuesta en su diseño de detalle, son:

- i) las dificultades para cuantificar para cada proyecto la equivalencia de sus impactos negativos/positivos, o No Pérdida Neta;
- ii) la dilución, de cara al público, del compromiso ambiental de cada promotor y consiguiente riesgo a su reputación.

4.2.3.4 SUPERFICIE DE COMPENSACIÓN

Cuando sea necesario compensar el impacto residual sobre una especie o un grupo de especies, la elección del lugar y tamaño donde aplicar las medidas ha de seguir unos criterios, basados en:

- El impacto residual que compensar, llegando al mayor grado de definición y cuantificación posible: cuantificar población, territorio que ocupa, condiciones del hábitat. Incluir las superficies en las que, a pesar de no haber localizado esas especies, presenten una buena calidad de hábitat, y por tanto son susceptibles de ser compensadas por pérdida de hábitat.
- Los requerimientos de hábitat de la población objetivo: en cuanto a superficie media, mínima si es hábitat sub-óptimo, condiciones mínimas del hábitat imprescindibles para desarrollo o supervivencia, condiciones deseables.
- Otras consideraciones de la biología de las especies objetivo: estado de conservación a nivel regional o estatal, estrategias reproductivas...
- Tipo de gestión más adecuada, teniendo en cuenta la casuística del territorio: predominio de propiedad privada *versus* pública, tamaños de parcelas, estructura o tejido social que pueda ser parte interesada (ONG conservacionistas, asociaciones de agricultores, de empresas de turismo de naturaleza, sociedades de cazadores).

En general, las compensaciones ecológicas se realizarán sobre la suma de superficie de hábitat ocupado y superficie potencial de hábitat para contrarrestar la pérdida de las

unidades espaciales mínimas (teselas de hábitat) con presencia de especies, así como las superficies que alberguen hábitats con calidad alta identificadas (MITECO, 2020b).

4.2.3.5 DIMENSIONAMIENTO DE MEDIDAS COMPLEMENTARIAS O ACCIONES DE CONSERVACIÓN PROACTIVA (ACP)

En la siguiente sección se describen medidas a menudo propuestas en los estudios de impacto ambiental que, si no se seleccionan con el fin de compensar una pérdida de estos elementos durante la ejecución del proyecto, es decir, compensar un impacto residual, deberán ser consideradas como medidas complementarias. Por ejemplo, la instalación de cajas nido, bebederos, posaderos, acúmulos de rocas y troncos, charcas, etc.

Si el proyecto trata de compensar una pérdida concreta de hábitat (3 lugares de nidificación, 2 charcas, un manantial, etc.), el dimensionamiento y la selección de estas medidas deberá estar encaminado a compensar dichos impactos.

Si, por el contrario, se seleccionan estas medidas como complementarias y se busca enriquecer y diversificar el hábitat con el fin de alcanzar impactos positivos netos en la biodiversidad, el dimensionamiento de estas medidas (es decir, cuántas unidades de cada tipo han de incluirse en el proyecto), puede ser complejo. Una posible orientación para el número de unidades a incluir puede ser el siguiente, utilizado ya en algún informe emitido por consejerías de medio ambiente para plantas fotovoltaicas: instalar una unidad por cada hectárea afectada por el proyecto, teniendo en cuenta todos los tipos de medidas que se incluyan. Es decir, si la PSFV ocupa una superficie de 50 ha, se colocarían este tipo de medidas en un total de 50, por ejemplo 23 cajas nido (de diferentes tipos), 5 majanos, 5 posaderos, 5 bebederos, 5 elementos para invertebrados y 2 charcas.

Estas cantidades, y los elementos a elegir, obviamente deberán ser seleccionadas conforme a los hábitats circundantes: no tendría sentido realizar charcas si existen numerosas masas de agua en el entorno cercano, o instalar numerosas cajas nido y posaderos si la planta está rodeada de bosques maduros. Es decir, que la propuesta debe estar razonada y justificada con unos objetivos claros de promoción de la biodiversidad, por ejemplo, mediante el desarrollo de un Plan de Acción de Biodiversidad.

4.2.3.6 DESCRIPCIÓN DE MEDIDAS COMPENSATORIAS Y COMPLEMENTARIAS

Se incluye a continuación un listado de fichas con medidas compensatorias y complementarias que se desarrollan seguidamente:

FICHA 4.2.13. CREACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE RESERVA ESTRICTA	145
FICHA 4.2.14. CREACIÓN DE ÁREAS VEDADAS A LA CAZA	146
FICHA 4.2.15. CAMPAÑAS DE PROTECCIÓN DE ESPECIES COMO EL AGUILUCHO CENIZO.....	147
FICHA 4.2.16. ELIMINACIÓN O CORRECCIÓN DE CAUSAS DE MORTALIDAD: TENDIDOS ELÉCTRICOS, BALSAS, CARRETERAS.....	150
FICHA 4.2.17. CREACIÓN DE UNIDADES CANINAS Y EDUCACIÓN AMBIENTAL CONTRA EL VENENO.....	151

FICHA 4.2.18. MEJORA EN EL CONOCIMIENTO PARA ADOPTAR MEDIDAS DE CONSERVACIÓN	152
FICHA 4.2.19. MEJORA DE LA PERCEPCIÓN DE ESPECIES POCO VALORADAS COMO MURCIÉLAGOS Y REPTILES	153
FICHA 4.2.20. RESTAURACIÓN O CREACIÓN DE PUNTOS DE AGUA.....	155
FICHA 4.2.21. RESTAURACIÓN DE VEGETACIÓN DE RIBERA.....	157
FICHA 4.2.22. MEJORAS EN EL HÁBITAT.....	158
FICHA 4.2.23. PROGRAMA DE MEDIDAS AGROAMBIENTALES PARA AVES ESTEPARIAS.....	159
FICHA 4.2.24. CREACIÓN DE PUNTOS DE ALIMENTACIÓN SUPLEMENTARIA (PAS) DE AVES RAPACES.....	161
FICHA 4.2.25. MEDIDAS DE MEJORA DEL HÁBITAT DE ESPECIES PRESA PARA AVES RAPACES.	164
FICHA 4.2.26. INSTALACIÓN DE CAJAS NIDO O REFUGIO PARA AVES Y MURCIÉLAGOS.	165
FICHA 4.2.27. CONSTRUCCIÓN DE MAJANOS, RESTAURACIÓN DE MUROS DE PIEDRA SECA PARA REPTILES.....	166
FICHA 4.2.28. CONSTRUCCIÓN DE REFUGIOS DE HIBERNACIÓN/ESTIVACIÓN PARA ANFIBIOS.	167
FICHA 4.2.29. CONSTRUCCIÓN DE HOTELES DE INSECTOS COMO PUNTOS DE CRÍA Y REFUGIO PARA INVERTEBRADOS.....	169

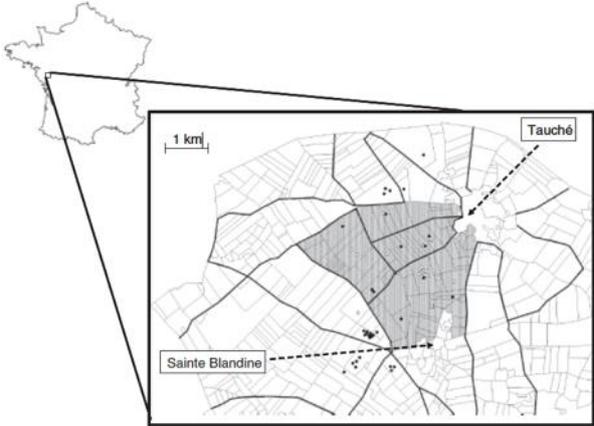
Ficha 4.2.13. Creación y mantenimiento de áreas de reserva estricta

Impacto: Reducción de hábitat	Medida: Creación y mantenimiento de áreas de reserva estricta
<p>Justificación</p> <p>Medida aplicable para cualquier especie clave, con beneficios para otras especies que compartan hábitat (especie paraguas). En general, es más fácilmente aplicable a grupos de fauna de pequeño a mediano tamaño, las cuales pueden requerir superficies de reserva en el orden de decenas a cientos de hectáreas respectivamente, que no requieran grandes extensiones de terrenos cuya gestión quede fuera del alcance de la capacidad de los promotores de proyectos fotovoltaicos.</p> <p>La protección de puntos de agua mejora la supervivencia de anfibios si se añade una zona perimetral de protección adicional (buffer) a establecer según la especie. Por ejemplo, en sapo común (<i>Bufo spinosus</i>), 5 m resultó insuficiente (Cooke, 2000).</p> <p>La protección de refugios de murciélagos, y mejor aún, su hábitat, también está demostrada como una medida efectiva de conservación (Sutherland <i>et al.</i>, 2021). Qué y cómo proteger, dependerá de las especies objetivo de las medidas, existiendo grandes diferencias de requerimientos de hábitat entre las distintas especies.</p>	<p>Descripción</p> <p>La creación de un área de reserva estricta debe planificarse dependiendo de la especie o grupo de fauna para el que se mantenga un impacto residual tras la aplicación de medidas correctoras.</p> <p>Claramente debe tratarse de zonas que constituyan hábitat óptimo para las especies objetivo, o bien subóptimo pero plantear medidas de mejora para alcanzarlo.</p> <p>El éxito y permanencia será mayor si se cuenta con la propiedad del suelo, de forma propia o a través de una entidad de custodia del territorio. También si, con la cooperación de la autoridad ambiental, se consigue la protección legal de la zona por motivos ambientales.</p> <p>Si esto no fuera posible, los acuerdos de creación de reservas en terrenos no propiedad del promotor deberán ser alcanzados con el máximo tiempo posible de permanencia, ya que el objetivo es generar zonas con ausencia de perturbaciones durante un tiempo muy prolongado (decenas de años), y que de este modo se generen condiciones específicas para la recuperación de la biodiversidad.</p>
Dimensionamiento	Cronograma

<p>Superficie necesaria para compensar el impacto ocasionado por el proyecto.</p>	<p>Toda la vida útil del proyecto.</p>
	
<p>Foto 4-25 Reserva de terrenos dedicados a posibilitar la presencia de una especie de flora amenazada, en este caso la malva trilobada (<i>Lavatera triloba</i>), que a su vez es la planta nutricia del escarabajo avispa español (<i>Plagionotus marcorum</i>). La creación de este tipo de reservas puede ser clave para garantizar la presencia de especies amenazadas. Autor: Elena Baonza.</p>	

Ficha 4.2.14. Creación de áreas vedadas a la caza

Impacto: Molestias y mortalidad indirecta	Medida: Creación de áreas vedadas a la caza
<p>Justificación</p> <p>Para algunas especies de aves esteparias (avefría, chorlito dorado, ganga ibérica y sisón) se ha demostrado el impacto que la actividad cinegética desarrollada en su hábitat, al recorrer zonas poco frecuentadas fuera de caminos, tiene en comportamiento y consumo de energía en periodo sensible como la invernada (Casas <i>et al.</i>, 2009), (Casas <i>et al.</i>, 2016) y (Mougeot y Arroyo, 2017).</p> <p>Por tanto, la adopción de esta medida en determinadas áreas importantes para la conservación de estas especies, puede suponer una mejora en sus oportunidades de supervivencia.</p>	<p>Descripción</p> <p>Prohibición de la caza en determinadas áreas que se consideren de importancia, que constituyan refugios de suficiente extensión sin molestias donde las aves, los días de caza, puedan alimentarse y descansar con niveles menos altos de estrés. Puede reforzarse, en el caso de que además exista una densa red de caminos, con la limitación de acceso a otros usos recreativos. Igualmente, y con el fin de conseguir la colaboración de los cazadores, puede aumentarse la efectividad con la instalación de puntos de agua, la instalación de chozos para perdiz, o la plantación sin cosechado de pequeñas parcelas de cereal/girasol sin herbicida y sin uso de semillas blindadas, de modo que agua y alimento estén a disposición de las especies cinegéticas (especialmente perdiz, tórtola, paloma torcaz, conejo), que a la postre serán potencialmente especies presa para rapaces amenazadas, o incluso para mejorar las disponibilidad de especies cazables en otros puntos del coto (ver Ficha 4.2.24. Creación de puntos de alimentación suplementaria (PAS) de aves rapaces.).</p>

	<p>Toda medida dirigida a limitar actividades tradicionales debe contar con una buena comunicación previa para explicar la motivación, los objetivos y la contribución de la comunidad local a su consecución.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>La bibliografía no aporta superficies mínimas. En (Casas <i>et al.</i>, 2009) se estudiaron áreas libres de caza establecidas en Francia por los propios cazadores, circunstancia que no se ha encontrado en España, ni estudios ni experiencias previas sobre las que basarse.</p>  <p>Situación y mapa del área de estudio en (Casas <i>et al.</i>, 2009). En blanco, campos no vedados y en gris área vedada a la caza. Los puntos negros marcan la situación de bandos de avefría (<i>Vanellus vanellus</i>) y chorlito dorado (<i>Pluvialis apricaria</i>) en días sin caza, y en blanco en días de caza.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Toda la vida útil del proyecto.</p>  <p>Foto 4-26. Perdices (<i>Alectoris rufa</i>) bajo olivares en zona de reserva de caza creadas en el marco de un proyecto de una PSFV. Autor: Daniel Burón</p>

Ficha 4.2.15. Campañas de protección de especies como el aguilucho cenizo

<p>Impacto: Mortalidad en rapaces que crían en suelo</p>	<p>Medida: Campañas de protección de especies como el aguilucho cenizo</p>
<p>Justificación</p> <p>Para el caso concreto del aguilucho cenizo (<i>Circus pygargus</i>), una de las medidas que mejor resultado está dando para mejorar la supervivencia de los pollos, es la disminución del impacto producido por el cosechado de herbáceas cuando el nido se ha instalado en este tipo de cultivos. Existen ejemplos de colaboraciones con ONG conservacionistas que demuestran su utilidad y eficacia (Bennun <i>et al.</i>, 2021)- caso de estudio 5).</p>	<p>Descripción</p> <p>Programa de seguimiento de la reproducción del aguilucho cenizo, incluyendo la determinación de su reproducción, la protección de los nidos detectados mediante el no cosechado (compensando al agricultor), y colocación de mallazos protectores de la depredación y de la maquinaria agrícola. Como caso de eficacia contrastada, se puede tomar como ejemplo el aplicado en Lleida o en Extremadura, donde se protege el nido</p>

	<p>para evitar la depredación además de dejar un rodal con retraso de cosecha. Dicha protección consta de vallado de malla galvanizada cuadrada de 1,9 cm de lado, con paneles o paños de 1 m de longitud y mínimo 1 m de altura y forma hexagonal (superficie 3m²) o bien cuadrada de 2x2 m (superficie 4m²). Cuenta con varillas que entran 20 cm en el suelo y se ponen piquetas intermedias para evitar la entrada de depredadores por debajo, así como una visera hacia el exterior de unos 25 cm de alto en la parte superior que dificulte el salto de los depredadores hacia dentro. Conviene suministrar sombra, con un tablón de madera apoyado en el vallado o con un elemento rectangular de madera de sección en "U" (60x40x40 cm) en cuyo interior puedan refugiarse del sol los pollos (XVI Congreso Ibérico de Aguiluchos).</p> <p>Esta acción debe encargarse a profesionales con experiencia en la detección y protección de la especie. Estos profesionales deberán estar en contacto y coordinación continuo con los servicios de protección del medio natural de la Comunidad Autónoma en la que se realice la acción, de modo que existan directrices claras sobre cómo actuar, por ejemplo, en caso de que haya que retirar los pollos de algún nido a un centro de recuperación de fauna, si no existe garantía de que el cosechado no pueda detenerse.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>El área que cubra la campaña debe ser, al menos, equivalente a la de afección a la especie. Esto es, no limitada a la superficie de ocupación de la planta, sino a todo el ámbito que ocupe la población o ejemplares que vaya a ser afectada.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Toda la vida útil del proyecto.</p>



Foto 4-27 Vallado de protección de nido de aguilucho cenizo durante el cosechado de cereal, acción clave para evitar la mortalidad no natural de la especie. Autor: Biodiversity Node.

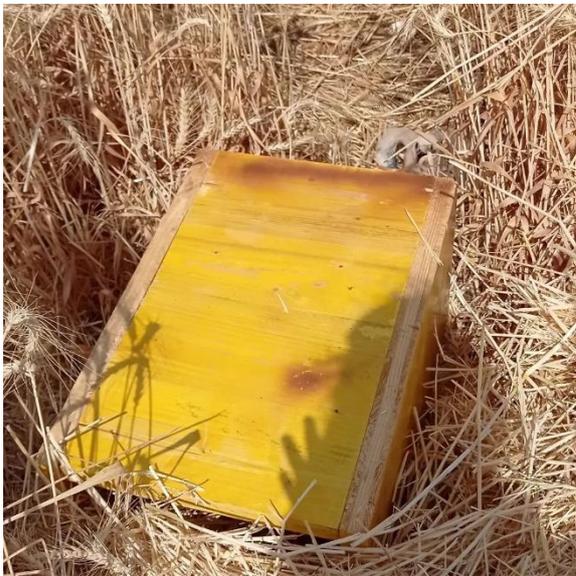


Figura 4-28. Cajas de madera de sección "U" para proporcionar sombreado en nidos protegidos de aguilucho cenizo. Fuente: Grupo Extremeño de Aguiluchos (GEA) y Asociación Naturalista de Amigos de La Serena (Anser).

Ficha 4.2.16. Eliminación o corrección de causas de mortalidad: tendidos eléctricos, balsas, carreteras.

Impacto: Mortalidad en infraestructuras	Medida: Eliminación o corrección de causas de mortalidad: tendidos eléctricos, balsas, carreteras.
<p>Justificación</p> <p>La corrección de tendidos para evitar la electrocución de aves rapaces, como el águila imperial, ha sido una de las causas relevantes en la recuperación de la especie, como demostró un estudio realizado en Andalucía con datos antes y después de la implementación de esta medida (López-López <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Otras experiencias similares se han estudiado en Murcia como resultado del proyecto LIFE 06NAT/E/000214 para la Corrección de tendidos eléctricos peligrosos en ZEPA de la Región de Murcia entre 2007-2010 (Abellán, Olivares, Cerezo, Manso, & Escarabajal, 2012). Tras la aplicación de la corrección de tendidos, la mortalidad de aves por electrocución se redujo un 70% en las ZEPA en las que se implementó.</p> <p>El ahogamiento de aves en balsas de agua para riego y conrainscendios se está documentando como una amenaza más, por ejemplo para las águilas perdiceras (López <i>et al.</i>, 2016), siendo objeto de investigación por la Fiscalía de Medio Ambiente en España (EFE, 2021). También se está detectando mortalidad de fauna en canales (Roa, 2021).</p> <p>La mortalidad de anfibios y otros vertebrados en carreteras y las medidas correctoras ya quedaron recogidas en el documento del Ministerio de Medio Ambiente sobre fragmentación, ficha 11 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015).</p>	<p>Descripción</p> <p>En coordinación con la administración ambiental con competencias, se identificarán tramos de tendidos eléctricos, balsas, canales y tramos de carretera que hayan sido demostrados como de riesgo máximo en los municipios del entorno del proyecto y su línea eléctrica de evacuación. El promotor del proyecto contratará los servicios de empresas cualificadas para la adecuación de estas infraestructuras.</p> <p>Si en la zona de implantación del proyecto no se tuviera constancia de la existencia de este tipo impactos en estas infraestructuras, se realizará un estudio previo de identificación de puntos negros.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Se realizará esta actuación en tramos de longitud equivalente a la longitud de los tendidos aéreos previstos a instalar por el proyecto.</p> <p>En otros casos, equivalente al impacto residual causado.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Esta actuación comenzará en la fase de construcción, pudiéndose alargar a los primeros años de la fase de funcionamiento habida cuenta de las dificultades de su implementación (localización, permisos, instalación).</p>



<p>Impacto: Mortalidad en infraestructuras</p>	<p>Medida: Eliminación o corrección de causas de mortalidad: tendidos eléctricos, balsas, carreteras.</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Foto 4-29 Presencia de tendidos en las instalaciones fotovoltaicas. La implementación de medidas anticollisión y antielectrocución para evitar mortalidad en aves previamente existente a la implantación de PSFV puede limitar la aparición de efectos acumulativos y sinérgicos. Autor: Daniel Burón</p>	

Ficha 4.2.17. Creación de unidades caninas y educación ambiental contra el veneno

<p>Impacto: Mortalidad por envenenamiento</p>	<p>Medida: Creación de unidades caninas y educación ambiental contra el veneno</p>
<p>Justificación</p> <p>La afección por veneno sigue siendo uno de los principales problemas de conservación del milano real, y otras muchas rapaces, especialmente las carroñeras, por su condición de punto final de las cadenas tróficas. Entre 1992 y 2017 los envenenamientos más frecuentes correspondieron, por este orden, al buitre leonado (<i>Gyps fulvus</i>), milano real (<i>Milvus milvus</i>), milano negro (<i>Milvus migrans</i>), buitre negro (<i>Aegypius monachus</i>), alimoche común (<i>Neophron percnopterus</i>), busardo ratonero (<i>Buteo buteo</i>), águila Imperial ibérica (<i>Aquila adalberti</i>) y al águila real (<i>Aquila chrysaetos</i>) (de la Bodega, 2020). En concreto, 1.757 ejemplares de buitre leonado, 1.479 de milano real y 624 de buitre negro.</p> <p>Una de las actuaciones que mejores resultados están dando es la creación y uso de unidades caninas especializadas en la detección de veneno, no sólo por facilitar la localización de animales muertos y de cebos envenenados, con ejemplos en Andalucía, entre 2004 y</p>	<p>Descripción</p> <p>Creación de Unidad Canina Especializada (UCE) en la detección de veneno, incluyendo la formación de personal, adquisición de perros, entrenamiento y realización de actividades propias de la UCE. Todo ello se realizará en coordinación con las autoridades ambientales y de policía.</p> <p>Existen ejemplos de estas unidades en Andalucía y en el servicio especializado de la Guardia Civil en protección de la naturaleza (SEPRONA).</p> <p>La realización de cursos a agentes medioambientales sobre los mejores métodos de detección, persecución y prevención puede potenciar la efectividad de esta medida.</p> <p>Igualmente, la realización de campañas de concienciación contra el uso del veneno entre colectivos susceptibles de su utilización, como ganaderos,</p>

<p>2012 se encontraron 2.792 cebos envenenados y 2.457 cadáveres de 116 especies diferentes (Junta de Andalucía, 2015), y en Hungría, donde un reciente estudio (Deak <i>et al.</i>, 2021) indicó la mejor efectividad de los equipos de búsqueda con perros que sin ellos. La implantación de unidades caninas además, tiene un efecto de prevención y disuasión (de la Bodega, 2020) y (Pons, 2015).</p> <p>De modo complementario, como actividad paralela, se considera prioritario concienciar a la población en la no utilización del veneno. Son varios los informes (de la Bodega, 2020) y autores (Lozano <i>et al.</i>, 2010) que citan la educación y sensibilización ambiental como medio para reducir, a largo plazo, el uso del veneno. Relacionado como está con el control de depredadores que lleva a cabo el sector cinegético, las campañas además de ir orientadas a la no utilización del veneno, deben incidir en la posición en los ecosistemas de la fauna silvestre y los depredadores. El uso del veneno también está involucrado en el abandono de animales domésticos (perros y gatos) para los que se utiliza el veneno, por lo que evitar el abandono y la cría descontrolada, es un campo en el que también deben incidir las actividades educativas.</p>	<p>agricultores y cazadores, de modo que se aumente el conocimiento de los efectos del uso del veneno tanto para la fauna silvestre como para la doméstica, así como las consecuencias penales que implica su utilización. Se realizarán igualmente labores de concienciación en escolares.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Sería deseable que, al menos, cada comunidad autónoma contara con una UCE en detección de veneno.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Todas las fases de proyecto.</p>

Ficha 4.2.18. Mejora en el conocimiento para adoptar medidas de conservación

Impacto:	Medida: Mejora en el conocimiento para adoptar medidas de conservación
<p>Justificación</p> <p>La mejora del conocimiento de los problemas que presenta la fauna es crítica para plantear las acciones para mejorar su estado. Una de las mejores herramientas para conseguirlo es la captura y marcaje con GPS/GSM.</p> <p>Por ejemplo, el marcaje ha permitido detectar causas de mortalidad ligadas a infraestructuras eléctricas en rapaces como el águila de Bonelli en las islas Baleares (Oliver, 2015) o el águila imperial (Fernández <i>et al.</i>, 2009) y (Ramos <i>et al.</i>, 2019). También se está empleando para</p>	<p>Descripción</p> <p>Captura y marcaje de especies clave con dispositivos de geolocalización, como los emisores GPS/GSM, si su tamaño y la tecnología existente lo permite, de las que se desconozcan datos importantes para el establecimiento de medidas correctoras y compensatorias debidas al proyecto.</p> <p>En el caso de murciélagos, la captura se puede realizar con redes de niebla en lugares propicios, como puntos de alimentación (charcas, colas de embalse) y salida de</p>



detectar mortalidad por uso del veneno, como el proyecto LIFE SWIPE (*Successful Wildlife Crime Prosecution in Europe*) que desarrolla WWF en varios países europeos, iniciado en septiembre 2020. En concreto en España se han marcado con GPS varias aves rapaces para hacer su seguimiento y poder intervenir rápidamente en caso de incidente (electrocución, disparo o envenenamiento) (WWF España, 2021).

Otro tipo de aves han sido objeto de marcaje con estos dispositivos para conocer la selección de hábitat de la ganga ibérica (Sanz Pérez *et al.*, 2019), para conocer la distribución y selección de hábitat del sisón fuera del periodo reproductor y causas de mortalidad (Marcelino *et al.*, 2018) y obtener resultados de dispersión juvenil, natal y estacional en la especie y conocer tasas de supervivencia de avutarda (Martín Morcuende y Alonso López, 2008).

También los murciélagos son objeto de seguimiento para establecer sus rutas migratorias y causas de mortalidad (Bat Conservation Trust, s. f.) y (Bat Conservation Trust, 2021) y, en general, mejorar el conocimiento de estas especies (Roeleke *et al.*, 2016)

refugios colectivos. El marcaje se realizaría mediante GPS para las especies de mayor tamaño y radio transmisores o *data loggers* de bajo peso para las medianas y pequeñas.

Cabe la posibilidad de que esta medida sea de aplicación antes de la puesta en marcha del proyecto, en fase de estudios previos, de modo que pueda conocerse al detalle las áreas de campeo o territorios definidos de grupos o ejemplares concretos. De este modo el proyecto podrá adaptarse de un modo más exacto a la fauna previamente existente. Requiere personal cualificado y obtención de autorizaciones ambientales.

Dimensionamiento

El número de ejemplares y las especies concretas para estudiar vendrán dadas por los impactos residuales a compensar. Se estudiará caso por caso.

Cronograma

Inicio en la fase de construcción y los primeros años de la fase de funcionamiento.



Foto 4-30 Sisón común (*Tetrax tetrax*) marcado con emisor GPS para seguimiento. Autor: Eladio García de la Morena.

Ficha 4.2.19. Mejora de la percepción de especies poco valoradas como murciélagos y reptiles

Impacto: Mortalidad	Medida: Mejora de la percepción de especies poco valoradas como murciélagos y reptiles
<p>Justificación</p> <p>A pesar del valor biológico de los murciélagos y reptiles, y de los valiosos servicios ambientales que ofrecen, son grupos mal valorados por la sociedad, debido a prejuicios y supersticiones.</p> <p>La realización de actividades educativas se ha mostrado una herramienta eficaz en México para generar actitudes positivas hacia los murciélagos polinizadores (Gayosso, 2011). También en Europa, donde el convenio EUROBATS promueve la realización de "Bat Nights" para acercar al público estos mamíferos. La realización de este tipo de jornadas ha mostrado tener buenos resultados en mejorar el conocimiento de los murciélagos y reducir sentimientos negativos hacia ellos en España (Tena <i>et al.</i>, 2016).</p>	<p>Descripción</p> <p>Se reforzará el mensaje de la importancia de los quirópteros y los reptiles por el servicio ecosistémico que realizan en la eliminación de insectos plaga, en la problemática de conservación que sufren (veneno, molestias, pérdida de hábitat, persecución directa) así como en cómo actuar para protegerlos y conservarlos.</p> <p>Estará dirigido tanto a escolares como a adultos.</p> <p>Se podrán aprovechar los momentos de colocación y revisión de refugios (ver medida "Instalación de cajas nido o refugio"), al ofrecer la oportunidad de poder observar de cerca estas especies (J. Alcalde <i>et al.</i>, 2020).</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Se realizará una campaña de concienciación a favor de estos grupos regularmente, en cada uno de los municipios afectados por el proyecto.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante toda la fase de funcionamiento.</p>



Foto 4-31 Murciélago enano (Pipistrellus pipistrellus) capturado con fines de investigación. La concienciación de la importancia en los ecosistemas y la utilidad para el hombre de los quirópteros es una acción complementaria de gran interés que puede aplicarse en el marco de los proyectos de PSFV. Autor: Biodiversity Node.

Ficha 4.2.20. Restauración o creación de puntos de agua

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Restauración o creación de puntos de agua
<p>Justificación</p> <p>Son múltiples las referencias a la conservación y creación de puntos de agua para la reproducción de anfibios como medida de conservación de éxito, <i>Amphibian Conservation</i>. Páginas 9-64 (Sutherland <i>et al.</i>, 2021).</p> <p>En el caso de los murciélagos, diversos estudios han mostrado la relación entre una alta actividad de murciélagos y la presencia de cuerpos de agua, ya sean naturales o artificiales (Ancillotto <i>et al.</i>, 2019); (Stahlschmidt <i>et al.</i>, 2012). En zonas de clima seco a árido, debido a la escasez de agua disponible para reponer las pérdidas de agua durante el reposo y el vuelo, los cuerpos de agua abiertos son un recurso clave que influye en la supervivencia, actividad, fuente de recursos y la distribución de murciélagos insectívoros (Korine <i>et al.</i>, 2016), si bien benefician a la mayor parte de las especies de fauna.</p> <p>Los puntos de agua en ambientes mediterráneos son lugares de elevado interés para la biodiversidad, incluyendo la fauna (invertebrados, micro y macrovertebrados). Proporcionan hábitat para organismos especialistas, y para otros muchos, son lugares de alimentación y acceso a agua para beber.</p>	<p>Descripción</p> <p>Se realizará un inventario de puntos de agua existentes dentro y en el entorno del proyecto (al menos, municipios donde se ubique), o en el área donde se vayan a desarrollar otras medidas compensatorias. Incluyen manantiales, fuentes, charcas, abrevaderos, estanques, lagunas, cauces, albercas, pozos, norias y acequias. Se revisará su estado, funcionamiento y amenazas. Con la información recogida, se planteará un proyecto de conservación, restauración o mejora, según el caso.</p> <p>Se restaurarán o crearán charcas de acumulación de agua en arroyos y vaguadas naturales, que recojan el agua de lluvia.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Si se trata de una medida compensatoria de un impacto residual, al menos en tanto número o superficie como para garantizar la no pérdida neta.</p> <p>Si se trata de una medida de conservación proactiva, a decisión del promotor.</p> <p>Las dimensiones mínimas y diseño en el caso de nuevos puntos de agua dependerán de la especie objetivo. Para anfibios, se puede consultar las indicaciones de (Rodríguez Rodríguez <i>et al.</i>, 2021), (AHE, 2015) o (Asociación Reforesta, 2007).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Se restaurarán o crearán durante la fase de construcción. El mantenimiento se realizará durante toda la fase de funcionamiento y de desmantelamiento.</p>

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Restauración o creación de puntos de agua
	
<p><i>Foto 4-32 Varias excavaciones realizadas para préstamos de áridos de infraestructuras lineales fueron restauradas para crear charcas para la biodiversidad en el marco de un proyecto de PSFV. Autor: Elena Baonza</i></p>	

Ficha 4.2.21. Restauración de vegetación de ribera.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Restauración vegetación de ribera
<p>Justificación</p> <p>En ambientes agrícolas es frecuente la pérdida de la vegetación de ribera asociada a los cauces de agua y humedales, temporales o permanentes. Constituyen lugar de cría, refugio y alimentación para diversos grupos de fauna (aves, mamíferos, anfibios, invertebrados).</p> <p>Se trata de una medida de mejora que puede aplicarse en cauces que puedan haber quedado en el interior de la planta (acción de conservación proactiva), o emplear como herramienta incluida en mejoras de hábitat de especies que requieran medidas de compensación.</p>	<p>Descripción</p> <p>Se analizará el estado de la vegetación de ribera en el entorno de la planta y en el área en la que se programen medidas compensatorias.</p> <p>Según la región biogeográfica y las especies de fauna objetivo, se diseñará una revegetación de los cauces con las especies adecuadas y siguiendo el gradiente de humedad freática.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Al menos, se considerará el dominio público hidráulico y su zona de protección en el entorno de la planta y área de aplicación de otras medidas compensatorias.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Se restaurarán o crearán durante la fase de construcción. El mantenimiento se realizará durante toda la fase de funcionamiento y de desmantelamiento.</p>



Foto 4-33 En numerosas ocasiones, los cauces que quedan entre diferentes zonas de una PSFV dejan de sufrir los impactos previos al proyecto (sobrepastoreo, quemas, canalizaciones) que hacían inviable o muy difícil su recuperación. Una vez eliminados estos impactos, estas áreas deben de ser tenidas en cuenta como prioritarias para la implementación de medidas de restauración por su condición de corredores ecológicos. Autor: Elena Baonza.

Ficha 4.2.22. Mejoras en el hábitat.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Mejoras en el hábitat
<p>Justificación</p> <p>Medidas compensatorias a especies clave afectadas por impactos residuales del proyecto como consecuencia de la superficie en que el hábitat de la especie se pierde o se degrada al exterior del parque.</p>	<p>Descripción</p> <p>Dependiendo del tipo de hábitat de la especie, puede tratarse de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consolidación de dehesas: asegurar reclutamiento de nuevos ejemplares de <i>Quercus</i> sp por envejecimiento de la dehesa, control presión ganadera. - Reforestaciones, de mejora (incremento diversidad especies) o de densificación de la masa. - Mejoras en sotos de ribera, de mejora (incremento diversidad especies y estratos) o de densificación de la masa. - Mantenimiento de estepas libres de matorral alto y arbolado (ejemplo, alondra ricotí), control del pastoreo (incremento o reducción). - Incremento de plantas nutricias de invertebrados y melíferas de larga duración o con una mezcla de floración consecutiva para alargar la producción a la mayor parte del año. - Medidas agroambientales, descritas en Ficha 4.2.23. Programa de medidas agroambientales para aves esteparias.
<p>Dimensionamiento</p> <p>Por cada especie clave afectada, superficie de hábitat (ha) degradado o perdido por molestias derivadas de la presencia y funcionamiento del parque, y población afectada (nº).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Se restaurarán o crearán durante la fase de construcción. El mantenimiento se realizará durante toda la fase de funcionamiento y de desmantelamiento.</p>



Foto 4-34 Charcas ganaderas y rodales de arbolado en el interior de PSFV. Este tipo de elementos preexistentes en el ámbito de implantación de las instalaciones son preferentes para la implementación de medidas de mejora de ecosistemas, mediante, por ejemplo, protección de las márgenes de las charcas para evitar sobrepastoreo, o plantación de especies autóctonas de la serie de vegetación potencial para enriquecer los bosquetes. Autor: Biodiversity Node

Ficha 4.2.23. Programa de medidas agroambientales para aves esteparias.

Impacto:	Medida: Programa de medidas agroambientales para aves esteparias
<p>Justificación</p> <p>Uno de los principales efectos de las PSFV sobre las aves esteparias es la pérdida de hábitat. Las medidas agroambientales tienen como finalidad compensar la pérdida de hábitat generada por el proyecto y favorecer a las poblaciones de aves esteparias para el mantenimiento las poblaciones afectadas en zonas de menor riesgo de afección.</p> <p>La bibliografía científica muestra numerosos casos de estudio de mortalidad ligada al manejo intensivo de cultivos, con ejemplos de revisiones recientes del caso en Norteamérica (Stanton <i>et al.</i>, 2018), en Europa (Schifferli, 2001) y en Reino Unido (Newton, 2004). Las causas habituales son la pérdida de hábitat por eliminación de linderos, de setos, de barbechos (Traba y Morales, 2019) y de humedales, la destrucción directa de nidos al paso de la maquinaria, y el uso de pesticidas y herbicidas.</p> <p>En un informe sobre las medidas agroambientales de la Política Agraria Común (PAC) aplicadas en España en el</p>	<p>Descripción</p> <p>La medida consistirá en la implementación de una serie sistemas de gestión de zonas de cultivo cerealista que favorezcan la presencia de aves esteparias, de forma compatible con las medidas financiadas en la PAC del momento. De modo general, se buscaría la aplicación de las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prohibición de labores agrícolas durante los periodos de reproducción de las aves (ni mecánica ni pastoreo), con especial hincapié en el mantenimiento de los barbechos y otros sustratos potenciales de reproducción de las especies objetivo. - Eliminación de pesticidas, de modo que se permita la presencia de invertebrados clave en la alimentación de numerosas especies de aves esteparias en los primeros meses.

<p>periodo 2007-2013, en general se evaluó como positivas para las aves para la época de cría y posreproductora en cultivos de cereal (Díaz <i>et al.</i>, 2012). Este mismo informe advertía de la dependencia de la efectividad a factores que actúan a escala del paisaje, cuando encontraron que en invierno las medidas tenían resultados positivos en áreas de superficie mayor de 12,5 ha, y negativo cuando la superficie era inferior.</p> <p>En un detallado informe presentado a la Comisión Europea sobre la efectividad de las medidas agroambientales de la PAC (Alliance Environnement, 2017) se describen estudios que avalan los beneficios generales sobre las aves de la diversificación de cultivos (que incluye introducción de nuevos cultivos, cambios en el calendario agrícola, e incrementos en la temporalidad y diversidad de la rotación de cultivos), sin obviar una numerosa casuística según países, medidas concretas y especies de aves. El resultado del mantenimiento de pastos es muy variable según la intensidad de su manejo. Otras áreas donde enfocar medidas incluyen barbechos, terrazas, manejo del paisaje (setos, arbolado, linderos, estanques y balsas, muros de piedra, bandas de herbáceas...)</p> <p>Y es que el manejo de barbechos se ha mostrado como una herramienta para favorecer, o al menos no desfavorecer en caso del mantenimiento de su existencia en condiciones adecuadas, a especies esteparias como alcaraván, sisón y calandria (Faria <i>et al.</i>, 2016), existiendo manuales de manejo adaptados a cada especie (Giralte <i>et al.</i>, 2018). Son factores a tener en cuenta la proporción de tierra dedicada a barbecho y su edad (Alliance Environnement, 2017).</p> <p>Para el caso concreto del aguilucho cenizo, una de las medidas que mejor resultado está dando para mejorar la supervivencia de los pollos de aguilucho cenizo, y por tanto de la especie, es la disminución del impacto producido por el cosechado de herbáceas cuando el nido se ha instalado en este tipo de cultivos. Existen ejemplos de colaboraciones con ONG conservacionistas que demuestran su utilidad y eficacia (Bennun <i>et al.</i>, 2021) - caso de estudio 5).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminación de semillas blindadas, las cuales producen afecciones por toxicidad a numerosas especies esteparias que las ingieren. - Creación de linderos, de unos 2-3 m de anchura, sin labrar, que permita la existencia de cobertura herbácea alta durante todo el año. Dependiendo de la especie objetivo, debe controlarse la altura de la vegetación en estos linderos. - Aumento de la parcelación, de modo que aumente la diversidad de refugios. - Siembra de leguminosas, y no recolección parcial para permitir la existencia de alimento proteico durante todo el año, especialmente para la avutarda y el sisón. En cierta superficie, podría incluso llegarse a la compra total de la cosecha y dejarla sin recoger. - Siembra de cereal de ciclo largo, de modo que se permita a las diferentes especies que crían en el cereal completar su ciclo de reproducción completo. - Cosechado tardío (finales de julio), para complementar la medida anterior por la misma razón, evitando así la destrucción de nidos con sus pollos por parte de las cosechadoras - Rotación real de cultivos (cereal, leguminosa y barbecho), de modo que se mejore la conservación del suelo, y en general la productividad agrícola, sin necesidad de realizar aportes adicionales de nutrientes. - No labrado de los barbechos, de modo que se permita la existencia de vegetación e invertebrados asociados a esta, base de la alimentación del sisón, así como la existencia de refugio. Se debe garantizar la existencia de al menos un 25% de la superficie gestionada en modo de barbecho con cobertura vegetal (evitando el barbecho blanco y el barbecho con herbicida). Si fuese necesario por condiciones de la PAC, limitación del labrado al periodo comprendido entre final de octubre hasta final de marzo. - Permitir la presencia de rastrojeras hasta finales de septiembre u octubre, para minimizar las labores agrícolas y permitir la existencia de invertebrados y otra fauna que aprovechan dichos rastrojos, que a su vez son base de la alimentación de determinadas aves esteparias.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - Creación de pastos añejos (más de dos años, menos de 5) en parcelas de al menos 1 ha, para fomentar la presencia de invertebrados y vegetación clave en la alimentación del sisón, y otras especies esteparias. - Creación de puntos de agua (charcas y bebederos) especialmente adaptados a avutarda, perdiz y ganga ortega. - Limitación de la caza al mínimo posible, en función de los acuerdos a los que se llegue con los propietarios de los terrenos. - En su caso, programa de control de depredadores generalistas, como puedan ser gatos y perros asilvestrados, urraca (especialmente en el caso de existir zonas humanizadas cercanas que favorezcan su presencia, como autopistas, urbanizaciones, polígonos industriales...) y jabalí. - Programa de seguimiento del aguilucho cenizo (Ficha 4.2.15. Campañas de protección de especies como el aguilucho cenizo).
<p>Dimensionamiento</p> <p>Este programa se realizará, al menos, en una superficie equivalente al hábitat afectado por la planta fotovoltaica.</p> <p>Todas estas actuaciones están pensadas para su ejecución en la misma zona que haya sido elegida para la compensación del impacto residual de la PSFV, para facilitar sinergias, en lugar de distribuirla en áreas separadas donde no se pueda comprobar el efecto conjunto de su aplicación.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Durante la vida útil del proyecto, desde la concesión de la DIA</p>

Ficha 4.2.24. Creación de puntos de alimentación suplementaria (PAS) de aves rapaces.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Creación de puntos de alimentación suplementaria (PAS) de aves rapaces
<p>Justificación</p> <p>La creación de Puntos de Alimentación Suplementaria (PAS) se ha mostrado como una herramienta efectiva en la recuperación de aves carroñeras en general (Cortés-Avizanda <i>et al.</i>, 2016), y en particular, el buitre negro (<i>Aegypius monachus</i>) en Grecia (Vlachos <i>et al.</i>, 1999), el quebrantahuesos en España (Oro <i>et al.</i>, 2008), el milano</p>	<p>Descripción</p> <p>Según la especie objetivo, así será el tipo de alimento ofertado y el tipo de PAS a crear. Por ejemplo, tanto el buitre negro como el milano real y el alimoche presentan un régimen de alimentación de carroña diferenciado del buitre leonado. Para el buitre negro y el alimoche, se realizan aportes de menor tamaño, repartidos por el PAS</p>

<p>real en Suiza (Cereghetti, 2017) y el alimoche (Arenas González <i>et al.</i>, 2009).</p> <p>Como medida complementaria, se pueden crear puntos de agua específicamente diseñados para facilitar su acceso a rapaces, muy particulares en el caso de buitres por sus dificultades para alzar el vuelo.</p>	<p>sin una concentración de los restos. Para el milano real, se pueden crear estructuras elevadas sobre las que se depositar la carroña. Estas estructuras serán de pequeño tamaño, de modo que a los buitres no les sea posible posarse en ellas, pero sí a los milanos reales. La ubicación tendrá en cuenta los elementos del territorio que puedan causar mortalidad, como tendidos eléctricos, aerogeneradores o aeropuertos, evitando colocarlos en su proximidad.</p> <p>En cuanto al formato que han de tener los PAS, en ocasiones deberá crearse un muladar al uso, con vallado, acceso restringido, y conforme a regulaciones específicas. Para todos los formatos, las características de los puntos de alimentación (cerramiento, acceso, frecuencia de aportes, tipos de aportes, limpieza de restos no consumidos, etc.), estarán de acuerdo con las especificaciones que se indiquen desde las autoridades ambientales. Por ejemplo, Extremadura (Decreto 185/2019, de 17 de diciembre, por el que se modifica el Decreto 38/2015, de 17 de marzo, por el que se regula la alimentación de determinadas especies de fauna silvestre con subproductos animales no destinados al consumo humano en la Comunidad Autónoma de Extremadura), Castilla la Mancha (Decreto 120/2012, de 26/07/2012, por el que se crea la red de alimentación de especies necrófagas de Castilla-La Mancha) o Aragón (Decreto 170/2013, de 22 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se delimitan las zonas de protección para la alimentación de especies necrófagas de interés comunitario en Aragón), cuentan con reglamentación específica para su desarrollo. Y en cualquier caso, deberán cumplir con lo establecido por la legislación nacional de alimentación de fauna silvestre (Real Decreto 1632/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula la alimentación de determinadas especies de fauna silvestre con subproductos animales no destinados a consumo humano).</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Las especies y magnitud de la medida serán las necesarias para compensar impactos residuales del proyecto o de la acumulación de varios proyectos. Deberán estar en consonancia con la normativa sectorial.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Diseño y ubicación durante la fase de construcción, y seguimiento y mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento.</p>

Ficha 4.2.25. Medidas de mejora del hábitat de especies presa para aves rapaces.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Medidas de mejora del hábitat de especies presa para aves rapaces.
<p>Justificación</p> <p>Como medida alternativa a la alimentación con carroña, se encuentra la aplicación de medidas de gestión del hábitat para incrementar naturalmente las poblaciones de especies presa (por ejemplo, conejos). Por ejemplo, para águila imperial (<i>Aquila adalberti</i>) se trata de una medida que ha probado su efectividad en el incremento de las poblaciones de esta rapaz, al reducir la mortalidad en el nido por agresiones entre los polluelos e incrementar la tasa de vuelo por nido (Gonzalez <i>et al.</i>, 2006).</p>	<p>Descripción</p> <p>Para grandes rapaces amenazadas no carroñeras, en lugar de alimentación suplementaria se aplicarán medidas dirigidas a mejorar las poblaciones de sus especies presa, como conejo, perdiz o paloma. Para ello, se instalarán refugios (majanos, plantación de arbustos, palomares, cajas nido para zurita) y puntos de agua o bebederos (Gaudioso Lacasa <i>et al.</i>, 2010). Mantenimiento de vegetación silvestre sin uso de pesticidas para facilitar presencia natural de alimento.</p> <p>En caso necesario si no existen poblaciones naturales en el entorno que puedan colonizar el entorno, se estudiarán repoblaciones. Como referencia documental, capítulo 7 del <i>Manual para la gestión del hábitat del linco ibérico</i> (San Miguel Ayanz, 2014).</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Las especies y magnitud de la medida serán las necesarias para compensar impactos residuales del proyecto o de la acumulación de varios proyectos. Deberán estar en consonancia con la normativa sectorial.</p> <p>En los majanos hay muchos modelos empleados en la gestión del águila imperial y el linco ibérico (de palets, tipo boliche, de tocón (Mariano González, 2008)). Pueden aprovecharse materiales existentes: rocas, palets, ramas. Superficie mínima de 2-3 x 3 m., construcción en dos pisos añadiendo al material base, tierra, arena, ramas y tierra vegetal. La densidad es dependiente de si se parte de una situación donde no hay conejo (10 ud/ha), o las poblaciones son bajas. Ver (San Miguel Ayanz, 2014).</p> <p>Los bebederos es preferible recuperar puntos de agua (Ficha 4.2.20. Restauración o creación de puntos de agua). De no existir o ser insuficientes, se pueden instalar artificiales. Ver, por ejemplo, (San Miguel Ayanz, 2014).</p> <p>Las cajas nido para paloma zurita es una medida de probada eficacia, con ocupaciones de hasta el 100% e incrementos de la población (Falagán y Hernández 2013).</p>	<p>Cronograma</p> <p>Diseño y ubicación durante la fase de construcción, y seguimiento y mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento.</p>

Tendrán las dimensiones siguientes: 25 x 25 cm de base, 35 cm de altura y diámetro de entrada de 8-12 cm (Baucells Colomer *et al.* 2003; Falagán y Hernández 2013). Se colocarán a una altura > 3m en árboles de forma agrupada, con una separación entre ellas de 10-25 m.

Ficha 4.2.26. Instalación de cajas nido o refugio para aves y murciélagos.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Instalación de cajas nido o refugio para aves y murciélagos
<p>Justificación</p> <p>La instalación de cajas nido ha sido una medida probada desde hace mucho tiempo para reforzar las poblaciones de aves, siendo demostrada su eficacia para falcónidos, búhos, aves cantoras y acuáticas <i>Bird Conservation</i>, páginas 137-281 en (Sutherland <i>et al.</i>, 2021). Puede tratarse de una medida de compensación de impactos de alguna especie clave, como carraca europea (<i>Coracias garrulus</i>), o adoptarse como medida de conservación proactiva.</p> <p>La instalación de refugios para murciélagos ha sido eficaz para incrementar la presencia de estos mamíferos donde hay carencia de refugios naturales (Flaquer <i>et al.</i>, 2006) y allí donde refugios existentes en construcciones artificiales han tenido que ser demolidos o reformados (J. T. Alcalde <i>et al.</i>, 2017). Cada especie muestra una preferencia por una tipología y ubicación de refugio artificial (J. Alcalde <i>et al.</i>, 2020), por lo que resulta recomendable fijarse en las especies objetivo e instalar el modelo y ubicación adecuados a las mismas.</p>	<p>Descripción</p> <p>Las cajas para anidamiento de aves cuentan con un diseño específico casi para cada especie, existiendo en el mercado una gran oferta de cajas, por ejemplo, (parapajaros.com, s. f.). Las dirigidas a paseriformes se pueden instalar en zonas de vegetación silvestre, mientras que las de pequeñas rapaces, se colocan en postes de madera de 4-5 m de altura.</p> <p>La instalación de cajas refugio para murciélagos contemplará preferentemente modelos que no dispongan de suelo, ya que este tipo de cajas impide la acumulación de guano, son difíciles de ocupar por aves y presentan más facilidades a la hora de ser revisadas. Permitirán la existencia de colonias de varias decenas de individuos.</p> <p>Adicionalmente, se podrá considerar complementar estos refugios con la colocación de hoteles para murciélagos. Son cajas refugio de grandes dimensiones, colocadas en zonas con ausencia de árboles, postes o similares, soportadas sobre una torreta. Permiten la existencia de colonias de varios miles de individuos.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>Dependerá de las afecciones no evitadas o corregidas previstas en el EslA o encontradas durante el seguimiento, así como de las especies concretas sobre las que se aplique.</p> <p>Bibliografía de ayuda: (Baucells Colomer <i>et al.</i>, 2003)</p>	<p>Cronograma</p> <p>La instalación se realizará en la fase de construcción, siendo necesario su mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento y desmantelamiento.</p>



Foto 4-35 Cajas nido para murciélago (izquierda) y torre de transformador abandonado con cajas nido para diversas especies de aves y quirópteros. La mejora en la disponibilidad de lugares para nidificar puede favorecer fácilmente a estas especies. En ocasiones es necesario instalarlas en postes ad hoc, pero pueden también aprovecharse infraestructuras existentes para ello. Autor: Biodiversity Node.

Ficha 4.2.27. Construcción de majanos, restauración de muros de piedra seca para reptiles.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Construcción de majanos, restauración de muros de piedra seca para reptiles
<p>Justificación</p> <p>Como medida compensatoria o de conservación proactiva, se pueden crear de refugios de fauna por acumulación de piedras (majanos), muy empleados por pequeños vertebrados y por pequeñas rapaces como posaderos, como el mochuelo (<i>Athene noctua</i>). Se han mostrado como efectivos en la recuperación de poblaciones de reptiles en medios alterados (Márquez-Ferrando <i>et al.</i>, 2009) y como componentes críticos para el lagarto ocelado (<i>Timon lepidus</i>) en Francia (Grillet <i>et al.</i>, 2010).</p>	<p>Descripción</p> <p>Se construirán majanos por acumulación de rocas, preferiblemente procedentes de los movimientos de tierra durante la construcción de la planta y sus infraestructuras. Preferentemente se colocarán cerca de vaguadas que acumulen humedad y en áreas que mantengan vegetación silvestre.</p> <p>En bibliografía se describen apilamientos de troncos, que no transmiten el calor como las piedras y mantienen humedad, lo que puede ser una ventaja en zonas cálidas en verano. No se conoce si son más empleados o no, en comparación con los elaborados con roca. Valorar si pueden suponer un problema en zonas con alto peligro de incendio.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>No se han encontrado referencias específicas de dimensiones de refugios para reptiles en la península</p>	<p>Cronograma</p>



Ibérica, siendo un campo que estudiar. Los refugios que se construyen para conejo, que son utilizados también por reptiles, tienen unas dimensiones medias de una base de 2x2 m y una altura de 1 m.

En Francia (Grillet *et al.*, 2010) se probaron refugios inspirados en los creados para conejo, consistentes en una caja de madera (L = 50 cm, W = 25 cm, H = 25 cm) abierta en el fondo y colocada a una profundidad de 40-50 cm. La caja estaba conectada lateralmente a la superficie mediante dos tubos anillados de PVC (diámetro = 6 cm, longitud = 150 cm, pendiente = 30°). Toda la instalación se cubrió con arena, dejando dos aberturas en la superficie. La mayoría de los refugios artificiales fueron rápidamente ocupados por lagartos ocelados, a los que iba dirigida la medida.

Se instalarán durante la fase de construcción, requiriéndose un seguimiento y mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento.

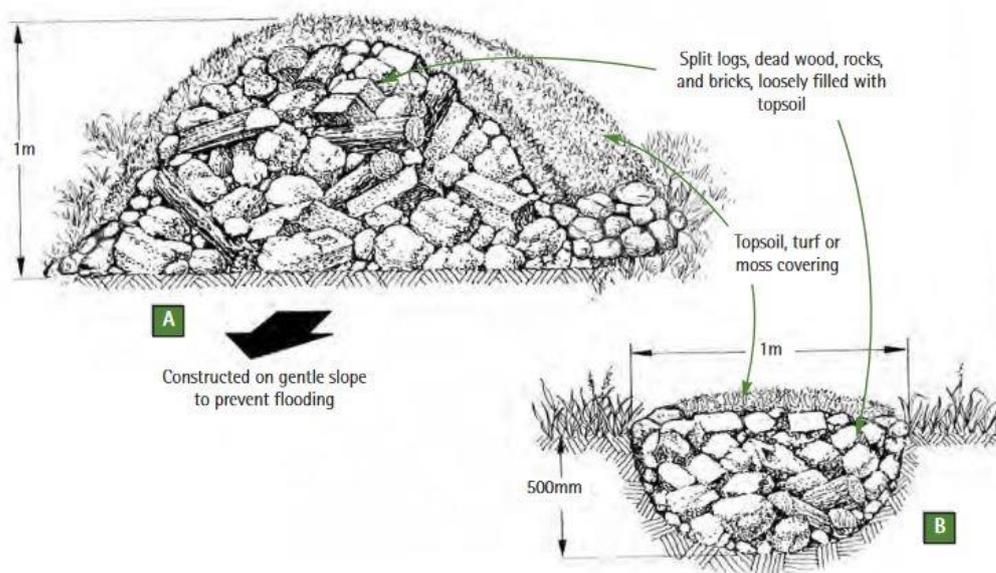


Foto 4-36 Muro (izquierda) y majano de piedra seca para el fomento de reptiles, que pueden ser también aprovechados por invertebrados, anfibios, aves rupícolas y micromamíferos. Autor: Biodiversity Node

Ficha 4.2.28. Construcción de refugios de hibernación/estivación para anfibios.

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Construcción de refugios de hibernación/estivación para anfibios
<p>Justificación</p> <p>Como medida compensatoria o de conservación activa, para mejorar la supervivencia de anfibios del entorno de la planta o del lugar donde se apliquen otras medidas compensatorias (como la creación de reservas de biodiversidad), se pueden construir refugios para la</p>	<p>Descripción</p> <p>Un ejemplo de punto de hibernación para tritón crestado del norte (<i>Triturus cristatus</i>) en Inglaterra (Latham y Knowles, 2008), se construyó excavando una zona de 2 x 1 m y 0.5 m de profundidad. Se rellenó posteriormente con piedras y se cubrió con trozos de árboles y hojas, un</p>

<p>hibernación y estivación. Se trata de una medida que ha mostrado resultados positivos según la bibliografía (Sutherland <i>et al.</i>, 2021).</p>	<p>tejido geotextil permeable y luego tierra y vegetación herbácea, en una altura total de 1 m.</p>
<p>Dimensionamiento</p> <p>El número y ubicación dependerán del impacto residual a compensar y de la existencia de poblaciones cercanas.</p>	<p>Cronograma</p> <p>Se instalarán durante la fase de construcción, requiriéndose un seguimiento y mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento.</p>



Refugios de Tritón crestado del norte en suelo impermeable (A) y drenante (B). De (Langton *et al.*, 2001)

Ficha 4.2.29. Construcción de hoteles de insectos como puntos de cría y refugio para invertebrados

Impacto: Pérdida de hábitat	Medida: Construcción de hoteles de insectos como puntos de cría y refugio para invertebrados
<p>Justificación</p> <p>En zonas de hábitat simplificado como las agrarias intensificadas, la reducción de invertebrados tiene muchas causas, pero una de ellas es la falta de refugios, de reproducción, pupación, o latencia. El caso más habitual es la instalación de los llamados "hoteles de insectos", generalmente dirigidos a facilitar ubicaciones de reproducción a abejas y avispas solitarias.</p> <p>Para favorecer la presencia lepidópteros y otros invertebrados, ya sea de forma general o dirigida a una especie clave, se puede realizar plantaciones de sus especies nutricias en fase larvaria e imago. A veces, no se requiere su introducción sino su conservación mediante manejo adecuado, como en el caso de la PSFV Núñez de Balboa, la planta <i>Lavatera triloba</i> y el coleóptero <i>Neoplagonotus marcae</i>.</p> <p>En el caso de los invertebrados saproxílicos, una acción extendida en otros países de Europa es facilitar la presencia de madera muerta, preferentemente dejando los presentes de forma natural (Schwendtner y Cárcamo, 2009) y en caso de ausencia, aportándolos artificialmente.</p> <p>Otras acciones de interés para el fomento de invertebrados son la plantación de especies nutricias con alta diversidad de especies o la creación de charcas y puntos de agua en general, medida esta última en otra ficha de esta Guía.</p> <p>Puede tratarse de medidas compensatorias y, más comúnmente, medidas de conservación activa.</p> <p>Cabe tener en cuenta en esta sección la creciente costumbre de incluir colmenas con abejas melíferas como medida para fomentar la polinización en las praderas de las plantas fotovoltaicas y sus alrededores. Si bien esta acción puede tener su interés socioeconómico, no deja de ser una actividad ganadera que tiene también sus impactos en la comunidad de polinizadores naturales (Herrera, 2020), (Mallinger <i>et al.</i>, 2017). En cualquier caso, si el promotor decide incluir esta acción, es importante que se respeten las regulaciones locales sobre distancias a zonas habitadas, infraestructuras, etc.</p>	<p>Descripción</p> <p>Instalación de refugios para invertebrados, del tipo "hoteles de insectos" lo más variados posibles para favorecer a la mayor diversidad de invertebrados posible.</p> <p>El mantenimiento e incorporación de plantas nutricias debe diseñarse según la especie objetivo, pues suele existir mucha especificidad. Como medida general para lepidópteros en general, se pueden seguir la selección de plantas propuesta por la Asociación Zerynthia (Asociación Zerynthia, 2016).</p> <p>Otras especies que pueden verse beneficiadas por acciones destinadas a la mejora del hábitat de los insectos son aquellas que necesitan de madera muerta para completar su desarrollo larvario (especies saproxílicas). Para fomentar la presencia de este tipo de invertebrados, basta con apilar troncos de diverso tamaño y no moverlos ni dejar que se vean afectados por aplicaciones de herbicidas.</p>

Dimensionamiento	Cronograma
<p>El número y densidad dependerá de las condiciones del entorno y de la presencia de zonas naturalizadas (vegetación y refugios naturales), así como de la presencia de zonas fuente de los insectos que se quiera favorecer. Al igual que las cajas nido para aves y murciélagos, requieren un análisis previo de modelos y un mantenimiento para evitar atraer especies alóctonas, incrementar depredaciones o parasitismo (Geslin <i>et al.</i>, 2020; MacIvor y Packer, 2015)</p>	<p>Se instalarán durante la fase de construcción, requiriéndose un seguimiento y mantenimiento durante toda la fase de funcionamiento.</p>
	
<p>Foto 4-37 diferentes estructuras de relleno en hoteles para insectos. Autor: Biodiversity Node</p>	

4.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

4.3.1 INTRODUCCIÓN

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental incluye en su Anexo VI que trata sobre los conceptos técnicos y especificaciones relativas a las obras, instalaciones o actividades comprendidas en los anexos I y II, a considerar en el Estudio de Impacto Ambiental, un apartado específico para el Programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

6. Programa de vigilancia y seguimiento ambiental.

El programa de vigilancia ambiental establecerá un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas previstas para prevenir, corregir y, en su caso, compensar, contenidas en el estudio de impacto ambiental, tanto en la fase de ejecución como en la de explotación, desmantelamiento o demolición. Este programa atenderá a la vigilancia, durante la fase de obras, y al seguimiento, durante la fase de explotación del proyecto. El presupuesto del proyecto incluirá la vigilancia y seguimiento ambiental, en fase de obras y fase de explotación, en apartado específico, el cual se incorporará al estudio de impacto ambiental.

Los objetivos del programa de vigilancia y seguimiento ambiental son los siguientes:

a) Vigilancia ambiental durante la fase de obras:

1.º Detectar y corregir desviaciones, con relevancia ambiental, respecto a lo proyectado en el proyecto de construcción.

2.º Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales.

3.º Determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas.

4.º Seguimiento de la evolución de los elementos ambientales relevantes.

b) Seguimiento ambiental durante la fase de explotación. El estudio de impacto ambiental justificará la extensión temporal de esta fase, considerando la relevancia ambiental de los efectos adversos previstos:

1.º Verificar la correcta evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras.

2.º Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno a la implantación de la actividad.

3.º Diseñar los mecanismos de actuación ante la aparición de efectos inesperados o el mal funcionamiento de las medidas correctoras previstas.

A su vez, la obligatoriedad a realizar un seguimiento es un aspecto que proviene de la Directiva europea Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de diciembre de 2011 relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente. Aunque no especifica cómo debe llevarse a cabo, resultan de interés

algunas indicaciones al respecto aparecidas en la *Guía de aplicación de la Directiva publicada por la Comisión Europea* (Lantieri *et al.*, 2017). Por un lado, define algunos contenidos mínimos a incluir en las medidas de seguimiento que se presenten (parámetros, frecuencia, métodos, responsabilidades y recursos). Por otro, reconoce que el seguimiento podría, en lugar de realizarse individualmente para cada proyecto, coordinarse a un nivel superior. Y que todos los datos recabados por los programas de seguimiento quedaran recogidos en una base de datos para facilitar futuras evaluaciones para proyectos similares.

Esta idea de recabar los datos de los estudios de campo tanto anteriores al proyecto (fase de estudio de impacto ambiental) como los datos de los seguimientos ambientales con los proyectos ya construidos, que permitan identificar impactos no previstos, evaluar las medidas preventivas, correctoras y compensatorias puestas en práctica, aparece igualmente en otro documento de la Comisión Europea: *Optimización de los procedimientos de evaluación ambiental para proyectos de infraestructura energética de interés común (PCI)* (European Commission, 2013). Se reconoce así la importancia como fuente de datos documental que representan los estudios realizados proyecto a proyecto, cuando se recopilan en una base de datos. Además de aportar información de gran relevancia que pasa inadvertida y que puede mejorar el procedimiento de evaluación de impacto ambiental (por ejemplo, mejorando la predicción de impactos) y el desarrollo de proyectos, permiten un ahorro de tiempo y de costes.



Foto 4-38 Extensión de grandes dimensiones cubierta por PSFV. Es importante que el seguimiento de los efectos a largo plazo de la PSFV contemple no solo la evolución de la fauna en el exterior de las instalaciones, sino también en el interior de las mismas, de modo que se recojan datos para certificar la bondad de las medidas implementadas, o la necesidad de cambiarlas. Autor: Daniel Burón.

El texto citado indica que el seguimiento ex post debe coordinarse a un nivel superior (es decir, no debe dejarse en manos de cada promotor del proyecto individualmente) para crear una base de datos. Tal sistema reduciría el tiempo que los promotores de proyectos dedican a extensos estudios de campo y, por lo tanto, facilitaría futuras evaluaciones ambientales para proyectos similares y reduciría la duración del proceso. Además, incluye ejemplos de Estados miembros que han desarrollado, para proyectos de energía, esta recopilación de datos, gestión de bases de datos e intercambio de datos.

Siguiendo con esta idea de recabar datos y ponerlos a disposición del público, la Comisión Europea recomienda que los resultados de los seguimientos, además de hacerlos accesibles a las autoridades competentes, también lo sean al público (Lantieri *et al.*, 2017).

4.3.2 RESPONSABILIDAD DEL SEGUIMIENTO Y EQUIPO DE TRABAJO

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental incluye en su artículo 52, Seguimiento de las declaraciones de impacto ambiental y de los informes de impacto ambiental, que es el órgano sustantivo, o aquellos que refieran las comunidades autónomas para los proyectos que recojan sus ámbitos competenciales, el seguimiento del cumplimiento de la DIA. Es la DIA el documento que debe fijar quién y qué debe recibir el órgano sustantivo, y el ambiental. En todo caso, el órgano ambiental puede recabar la información que estime e incluso realizar comprobaciones propias.

Lo común es que el responsable de la ejecución del Programa de vigilancia y seguimiento ambiental sea el promotor del proyecto, que designará a la Dirección Ambiental de Obra, y quien cubre su coste, asegura su realización y presenta los informes requeridos a la administración. Teniendo en cuenta el contenido de estos informes, se considera recomendable que se reciban, en todo caso, en el Órgano Ambiental.

Además, para garantizar la calidad e independencia en los resultados, resulta de interés que esta labor la realice en la práctica entidades y profesionales especialistas y acreditados en la realización de este tipo de trabajos. Por ejemplo, en Castilla - La Mancha existe un registro de entidades y profesionales autorizados por la Consejería competente para el seguimiento y control de actividades sometidas a evaluación de impacto ambiental.

El seguimiento ambiental abarca un amplio espectro de temas, por lo que se hace necesaria la intervención de especialistas en distintas materias. El número y cualificación del personal dependerá de las características de cada proyecto concreto.

4.3.3 TIPOS DE INFORMES: ORDINARIO, ESPECÍFICO, EXTRAORDINARIO Y FINAL

Los tipos de informes y su periodicidad vendrán marcados por el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental y la Declaración de Impacto Ambiental. Además, se tendrá en cuenta si la Administración cuenta con formatos o formularios tipo para la recepción, en cuyo caso los informes deberán adaptarse a los mismos.

En principio, y sin perjuicio de lo expuesto en los anteriores documentos, que prevalecerá en todo caso, se pueden plantear los siguientes informes:

- **Informes ordinarios:** Se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de seguimiento ambiental. Se recomienda que la periodicidad de estos informes sea mensual en fase de construcción y desmantelamiento, teniendo en cuenta que los impactos se realizan en un periodo breve de tiempo (la simplificación de las tecnologías de instalación permite construir una planta fotovoltaica del orden de 50 MW de megavatios de potencia nominal en aproximadamente 6 meses (media de tiempos obtenida de varias consultas a diversos promotores). En cuanto a la fase de operación, es recomendable realizar informes con periodicidad anual, de modo que se pueda tener una visión de los impactos, los efectos de las medidas de mitigación y la evolución de las comunidades faunísticas a lo largo de un ciclo anual completo.
- **Informes extraordinarios:** Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata, y que por su importancia, merezca la emisión de un informe específico.
- **Informes específicos:** Serán aquellos informes exigidos de forma expresa por la Declaración de Impacto Ambiental, referidos a alguna variable concreta y con una especificidad concreta. Según los casos, podrán coincidir con alguno de los anteriores tipos.
- **Informe final:** El informe final contendrá el resumen y conclusiones de todas las actuaciones de vigilancia y seguimiento desarrolladas, y de los informes emitidos. Habrá uno al final de la fase de construcción y otro al final de la fase de explotación, previa al desmantelamiento o a una repotenciación.

De forma adicional, puede ser de interés añadir los siguientes informes:

- **Informe previo al inicio de las obras:** que incluya un certificado de que el proyecto cumple la DIA, un Programa de Vigilancia Ambiental revisado y detallado para la fase de obras, con indicación expresa de los recursos humanos y materiales asignados.
- **Informe paralelo al acta de replanteo:** que recoja aquellos estudios, muestreos o análisis que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras, y, en caso de ser necesario, la ubicación de zonas auxiliares para la obra. Asimismo, debería incluirse aquella documentación que la Declaración de Impacto Ambiental pudiera exigir de forma previa al inicio de las obras, y que no se encuentre incluida en el proyecto de construcción.
- **Informe previo al acta de recepción de las obras:** se incluirá un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia y seguimiento ambiental de las obras.

4.3.4 FASE DE CONSTRUCCIÓN

En esta fase, la vigilancia y seguimiento ambiental estará enfocada a:

- Vigilancia y control de la correcta ejecución y de la eficacia de las medidas de mitigación (preventivas, correctoras y compensatorias) aplicadas en la fase de obras. Si no son eficaces, cambio en las medidas (magnitud, intensidad, tipología).
- Identificación de impactos no previstos e implementación de nuevas medidas de prevención, protección o corrección.
- Identificación de medidas innecesarias.
- Seguimiento de la respuesta de la biodiversidad a la implantación y funcionamiento del proyecto y de sus medidas de mitigación.

Los proyectos deben incluir una previsión del seguimiento ambiental coherente con las medidas de mitigación contempladas, e estar incluidas en la documentación contractual (Planos, Pliego, Presupuesto). Incorporarán los condicionados de las autorizaciones ambientales y, particularmente, la DIA. Las posibles contrataciones posteriores de ejecución de elementos de la PSFV deberán mantener la misma definición de medidas y seguimiento.

La redacción del Programa de vigilancia y seguimiento ambiental deberá definir, al menos y por cada aspecto ambiental o medida de mitigación objeto de control y seguimiento: parámetros, frecuencia, métodos, responsabilidades y recursos. También se describirá el tipo de informes, la frecuencia y periodo de su emisión y a quién deben ir dirigidos (órgano ambiental, órgano sustantivo, departamentos de medio ambiente del promotor, de la empresa explotadora, el organismo de financiación, etc.).

FICHA TIPO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	
Objetivo	Control de la ejecución de la medida. Análisis de efectos obtenidos. Efectos sobre las especies.
Indicador de realización o seguimiento. Parámetros de control.	¿Qué se va a medir? Ejecución Sí /No Medición ejecución: nº unidades, superficie, longitud, volumen Medición de indicadores de efectividad
Valor umbral	Magnitud de tolerancia por encima de la cual se requiere la adopción de medidas adicionales
Lugar de inspección	¿Dónde se va a medir? Punto o zona de la obra o su entorno donde deba realizarse las actuaciones para obtener los indicadores o parámetros de control.
Periodicidad, frecuencia, momento de realización	¿Cuándo se va a medir?
Necesidades de personal técnico, método de trabajo y material necesario	¿Qué medios técnicos, materiales y de personal se requieren? Analíticas, censos, muestreos, inventario, registro de observaciones o de indicios.
Medidas de prevención y corrección	Medidas de mitigación que puedan preverse en caso de alcanzarse el valor umbral, porque se conoce anticipadamente que refuerzan el efecto de las medidas proyectadas. No estarán disponibles para los impactos imprevistos.
Información previa necesaria	Información que deba recabarse de forma previa, qué y de qué origen: administración, promotor, contratista...
Documentación generada, informes	Datos que deban recogerse o presentarse en forma de fichas, informes, certificados, planos, mapas, que faciliten la comprensión y aporten información para la toma de decisiones. Integración en informe ordinario, específico o extraordinario.

Para conseguir un adecuado seguimiento ambiental, se recomienda que todas las áreas en fase de construcción sean visitadas por la Dirección Ambiental de Obra al menos una vez por semana. Sin embargo, para proyectos del orden de cientos de ha de superficie, puede ser

necesario emplear varios días por semana, o incluso designar una persona a tiempo completo para realizar estas labores.

4.3.5 FASE DE EXPLOTACIÓN/FUNCIONAMIENTO

En esta fase la vigilancia y seguimiento estará enfocada a:

- Seguimiento de la evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras una vez finalizadas estas, valoración de efectos positivos, negativos o neutros.
- Seguimiento de la efectividad de las medidas compensatorias. Registro y análisis de datos de campo.
- Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno de la implantación (interior y exterior). Identificación de impactos no previstos que lleven al estudio y diseño de medidas adicionales.

La vida media de los proyectos de PSFV, en principio se establece en 25 años. En tan largo tiempo, la evolución de la comunidad faunística dentro y fuera de la planta puede evolucionar de forma impredecible. Por ello, en esta fase cobra especial importancia el seguimiento de los efectos de las medidas y de la presencia de la propia planta. El PVA especificará, para su aprobación por el órgano ambiental, las metodologías a emplear (basadas en criterios científicos y que sean reproducibles en el tiempo), el tratamiento y presentación de los resultados de los análisis a realizar con los datos de campo que permitan conocer densidades de población en todas las épocas del año, poblaciones migradoras, etc.

Para poder establecer comparación antes y después del proyecto, es esencial realizar, en fases previas a la autorización y/o antes del inicio de la fase de obras, de estudios de caracterización de la fauna.

Es aconsejable que el ámbito de seguimiento, además de la superficie de ocupación del proyecto, considere un entorno adicional de 2-3 km desde el límite de ocupación, y en cualquier caso al menos el espacio contemplado en los estudios previos, de modo que puedan realizarse comparaciones adecuadas entre los momentos de antes y después de la construcción de la instalación. Lo mismo puede indicarse en lo que respecta al esfuerzo a dedicar durante el seguimiento.

Durante toda la fase de explotación se elaborará un informe anual de seguimiento de la fauna, así como informes específicos a través de los que se pondrá en conocimiento del órgano ambiental competente, cualquier incidencia relevante del proyecto sobre la fauna del entorno. Estos informes deberían llegar, directamente o a través del órgano sustantivo, al órgano ambiental de modo que pueda tener conocimiento de la valiosa información resultante de la vigilancia y seguimiento ambiental.

De todas formas, es recomendable que cada 5 años tras la finalización de la construcción, se revisen los datos de seguimiento, los impactos de la nueva instalación y los efectos de las medidas

de mitigación, de modo que en determinadas circunstancias en las que se demuestre que estas están funcionando correctamente y la comunidad faunística ha alcanzado cierta estabilidad, el seguimiento pueda disminuirse en intensidad o periodicidad. Por ejemplo, se podrían realizar a partir de este momento seguimientos de fauna con carácter bianual o trianual.

Se podrá considerar la posibilidad de realizar un seguimiento conjunto de los efectos de la presencia de las plantas, así como de los efectos de las medidas compensatorias, por grupos de proyectos situados próximos, o por nudos. Esto puede facilitar la detección de impactos por acumulación o sinergia entre proyectos y mostrar un enfoque regional importante para especies de amplia distribución pero bajo número de individuos.

Finalmente, como se ha comentado a lo largo de la guía, resultaría de interés para mejorar el conocimiento de cara a futuros proyectos, la publicación de resultados a disposición de administraciones, empresas, organizaciones ambientales y, en general, personas interesadas.

APECTOS FAUNÍSTICOS OBJETO DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO EN FASE DE EXPLOTACIÓN	
<p>Evolución cuantitativa de las poblaciones y hábitats críticos de las especies clave en el ámbito del proyecto, incluida la evolución de su dinámica poblacional, y evaluación del efecto barrera y del efecto borde.</p>	<p>Para ello se puede realizar un seguimiento de poblaciones de mamíferos mediante el uso de cámaras de fototrampeo, estableciéndose una red de puntos de control en pasos y lugares con condiciones para permitir la movilidad y la dispersión de este grupo de mamíferos, y cuyos resultados puedan ser analizados para valorar la efectividad de los corredores diseñados y el uso que los mesomamíferos hacen de la zona. También se contemplará la realización de recorridos periódicos a pie para búsqueda de rastros o la instalación de dispositivos de seguimiento por geolocalización.</p>
<p>Uso que la fauna silvestre hace del hábitat creado en este tipo de instalaciones.</p>	<p>Se realizará a lo largo de su vida útil a través de un estudio comparativo entre parcelas testigo próximas a la zona de actuación y de las mismas características con respecto al uso de suelo actual que las de la zona de actuación (cultivo agrícola herbáceos), donde se efectuarán censos de fauna anuales y que cubran todas las estaciones hasta el 5º año, pudiendo considerarse con posterioridad ampliar la frecuencia a una periodicidad bianual o trianual. Según resultado, reajuste o nuevas medidas bajo orientación órgano ambiental competente en biodiversidad.</p> <p>Específicamente y con datos diferenciados, se seguirán las poblaciones objeto de medidas compensatorias o de conservación activa, como las medidas de mejora de hábitat, puntos de alimentación, de refugio, de reproducción, etc.</p>

APECTOS FAUNÍSTICOS OBJETO DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO EN FASE DE EXPLOTACIÓN	
Seguimiento de las afecciones a las especies clave en el entorno de la planta cuyo impacto se consideró residual o no se pudo evitar.	Para ello, se pueden considerar técnicas como el seguimiento con dispositivos de geolocalización en un periodo de medio plazo (4 a 7 años), técnica que permite conocer datos de distribución y selección de hábitat con mucho detalle como ganga ibérica (Sanz Pérez <i>et al.</i> , 2019), avutarda (Martín Morcuende y Alonso López, 2008) y sisón (García de la Morena, 2016). Según resultado, se ajustarán o desarrollarán nuevas medidas bajo orientación del órgano ambiental o administración de biodiversidad.
Detección de mortalidad infravalorada en fases previas, o debida al mal funcionamiento de las medidas preventivas y correctoras ejecutadas.	Las causas apuntadas como posibles en bibliografía son: colisión con vallado y paneles, atrapamiento en obras de drenaje y atropello en accesos. Se realizará un seguimiento, al menos, durante los primeros 5 años de funcionamiento. Este seguimiento tendrá en cuenta factores relacionados con la duración del periodo de seguimiento, el esfuerzo de estudio y la frecuencia de seguimiento, el tamaño del proyecto, la eficiencia de los buscadores y la tasa de persistencia de los cadáveres (Huso, 2011). La frecuencia de esta medida, ya que no es un impacto claro, puede inicialmente establecerse en quincenal y, en función de los resultados, aumentar su frecuencia a semanal. Según el resultado, se ajustarán o desarrollarán nuevas medidas bajo orientación del órgano ambiental o administración biodiversidad.
Detección de especies oportunistas.	Especies que se vean atraídas por las condiciones de la planta y que se conozca que pueden causar daños en otras especies consideradas clave.
Detección y alerta temprana de especies exóticas invasoras.	Que permita, en coordinación con autoridades ambientales, establecer un plan de erradicación.
Detección de oportunidades de mejora del estado de conservación de especies clave.	Y su aprovechamiento, a través del mecanismo de gestión adaptativa de las medidas correctoras.
Seguimiento de posible mortalidad de fauna por toxicidad derivada de la aplicación de fitocidas, pesticidas o venenos.	En su caso, y a pesar de que se recomienda no permitir su uso. Ampliable a cualquier sustancia empleada en mantenimiento de la planta cuyos efectos sobre el medio ambiente a medio y largo plazo no estén suficientemente estudiados.

4.4 PRESUPUESTO Y COSTE DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

En fase de planificación, los promotores deberán presupuestar adecuadamente las medidas de mitigación a implementar en el proyecto. En este presupuesto, lo habitual es que las medidas de evitación de impactos, al estar en muchas ocasiones relacionadas con el diseño de la planta, estén ya incluidas en el presupuesto de ingeniería.

Sin embargo, las medidas correctoras (plantaciones, restauración de zonas degradadas tras las obras, adecuación de vallados para impedir colisiones y garantizar la permeabilidad, etc.) deberán ser presupuestadas específicamente. Deberán tenerse en cuenta todos los costes, es decir, los de ejecución y los de mantenimiento. Es aconsejable solicitar precios a diversos contratistas especializados en su implantación, ya que los precios, en función de la escala de las medidas, y la ubicación de la planta, pueden variar significativamente.

En cuanto a las medidas compensatorias y adicionales, de igual modo deberán contar con un presupuesto lo más ajustado que sea posible a la realidad, si bien este requerimiento, en el caso de las medidas compensatorias, puede resultar complejo. En ocasiones son medidas que no se han ejecutado previamente en muchas ocasiones, y son muy dependientes de la ubicación del proyecto y las especies afectadas.

Igualmente, deberá presupuestarse el coste del seguimiento, tanto de la evaluación de los impactos, como de los efectos de las medidas de mitigación.

El ejercicio de calcular estos presupuestos no solo minimiza riesgos a los promotores, si no que aporta garantías en el proceso de información pública de los proyectos. Si el ejercicio presupuestario se realiza adecuadamente, se podrá demostrar que el promotor está teniendo en cuenta los costes reales de la mitigación de los impactos ambientales.

Si bien hubiera sido deseable, no resulta posible que una Guía como la presente muestre un presupuesto ejemplo, o concreto, para las medidas y seguimiento que aquí se han mostrado. Las diferentes escalas de trabajo de las plantas, la ubicación, la tipología de las medidas, hacen muy variables los costes de las medidas. Adicionalmente, las variaciones de las circunstancias económicas en las que se ha desarrollado la Guía (crisis, problemas de suministro, múltiples proyectos de grandes dimensiones tramitándose al mismo tiempo, etc.) hacen muy difícil mostrar presupuestos medios que no vayan a cambiar en muy poco tiempo.

4.5 CASOS DE INTERÉS

A continuación, se presentan ejemplos de proyectos que son casos de interés en la gestión ambiental en fase de funcionamiento. Se trata de:

1. Planta solar fotovoltaica "Talayuela Solar". Desarrollo de medidas correctoras.
2. Proyecto de regadíos de Segarra-Garrigues. Desarrollo de medidas compensatorias agroambientales.

4.5.1 IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LA FAUNA EN LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "TALAYUELA SOLAR".

El proyecto de la planta solar fotovoltaica (PSFV) **Talayuela Solar**, promovida por Solarcentury y Encavis, se ubica al este de la provincia de Cáceres, comunidad autónoma de Extremadura, concretamente en los términos municipales de Talayuela, Rosalejo y Navalmoral de la Mata. La empresa Solarcentury se encargó de desarrollar y construir el proyecto. La empresa Extrepronatur es la compañía contratada para el seguimiento ambiental.

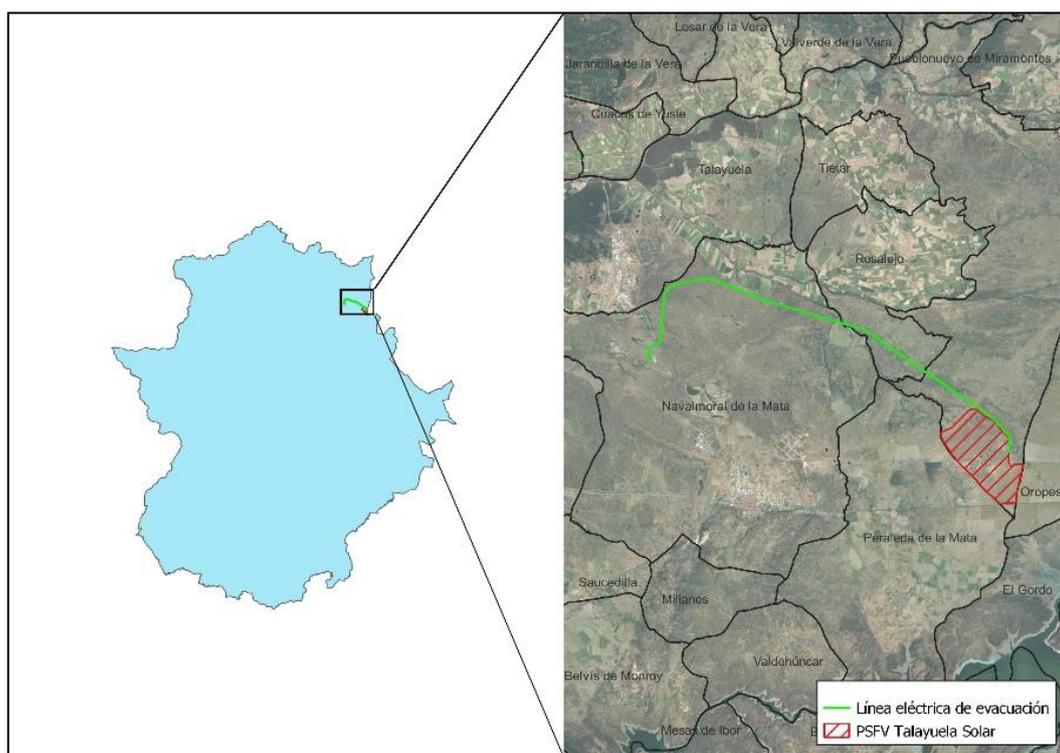


Figura 4-39. Ubicación del proyecto en la comunidad autónoma de Extremadura.

La planta ocupa una superficie total de 800 ha dedicadas previamente a pastizal con arbolado disperso y varias charcas artificiales utilizadas como abrevadero para el ganado. El proyecto

contempla destinar 320 hectáreas de entorno protegido en el que no sólo se respete la flora y fauna autóctona, sino que además se contribuya a aumentar las especies protegidas.³³

Unido a la PSFV, el proyecto incluye una línea de evacuación eléctrica (LE) de 22 km que sobrevuela zonas de pastizal y dehesa. Las obras comenzaron a finales de 2019 y finalizaron en 2020, año en el que se realizó la primera conexión.

El estudio de impacto ambiental determinó que no existía ninguna especie de flora protegida dentro de los límites del proyecto. Aun así, se afectaba a un gran número de pies de encina de porte variable, de los cuales aproximadamente el 60% estaban en muy mal estado, por lo que fueron talados. El resto se trasplantó a otra zona. El promotor propuso la reforestación de una zona cercana a la planta con los pies trasplantados, más la plantación de 1.600 pies para compensar la eliminación de los ejemplares en mal estado y la incertidumbre del éxito del trasplante. Sin embargo, en la DIA³⁴ el órgano ambiental competente propuso como condicionante la elaboración de un Plan de Gestión Forestal que tenga como objetivo la densificación de la zona en lugar de hacer una reforestación.

En cuanto a la fauna, tanto en la fase de construcción como en la fase de explotación, la implementación del proyecto tiene como afecciones negativas principales la destrucción, fragmentación y alteración de hábitat dada la ocupación del terreno que supone la PSFV. A parte de esto, durante la primera fase existe riesgo de afección relacionado con el aumento de ruido y de presencia de personas, o el movimiento de maquinaria que a su vez puede conllevar el atropello de diferentes especies de fauna. Por otra parte, en la fase de explotación existe riesgo de colisión y electrocución con la línea de evacuación.

En los estudios previos de caracterización de fauna se determinó que el principal grupo faunístico que puede verse afectado por la ejecución del proyecto son las aves, dada su elevada capacidad dispersiva, y la relevancia del área para diferentes especies como la grulla, milano real, espátula, cigüeña negra, aves esteparias y grandes rapaces. Se consultó la bibliografía existente, los datos propios de la Junta de Extremadura y se realizó un estudio anual de avifauna, tras el cual se llegó a la conclusión de que el área de estudio no es un hábitat de reproducción o alimentación para ninguna especie de interés, pero si existe riesgo de colisión para las aves, en especial las grullas en su tránsito entre las zonas de alimentación y los dormideros y el milano real por su cercanía a los dormideros en el tramo final de su trazado. Para reducir este impacto, el

³³ <https://www.talayuelasolar.es/#sobre-talayuela-solar>

³⁴ BOE-A-2018-11737. Resolución de 25 de julio de 2018, de la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental, por la que se formula declaración de impacto ambiental del proyecto Instalación fotovoltaica Talayuela Solar 300 MW, subestación eléctrica 30/400 y la línea aérea a 400 kV situado en Talayuela, Rosalejo y Navalmoral de la Mata (Cáceres).

proyecto se ajustó a lo dispuesto en la legislación vigente en lo relativo a la protección de la avifauna en tendidos eléctricos.³⁵

En los estudios previos también se buscó indicios de presencia de otros grupos faunísticos, no detectando la presencia de especies de reptiles, anfibios o mamíferos (incluyendo quirópteros) de interés en el interior de la planta proyectada.

Con el fin de mitigar el impacto sobre la fauna, se llevaron a cabo una serie de medidas tanto en las etapas previas al inicio del proyecto como en las fases de construcción y explotación, entre las que destacan:

- Adaptación del calendario de las obras a los periodos de actividad de las aves.
- Revisión del área ocupada por el proyecto antes del inicio de las obras y durante la ejecución de estas en busca de nidos o madrigueras, evitando las actuaciones en estas zonas.
- Mantenimiento de pastizales con ganado ovino, bajando la carga ganadera previa.
- Plantaciones perimetrales para crear setos.
- Mantenimiento del máximo número posible de ejemplares arbóreos de encina, incluyendo un amplio espacio de protección circundante.

³⁵ Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Decreto 47/2004, de 20 de abril, por el que se dictan Normas de Carácter Técnico de adecuación de las líneas eléctricas para la protección del medio ambiente en Extremadura.



Figura 4-40. Rodal de encinas y espacio de protección circundante. Autor: Biodiversity Node

A parte de las medidas preventivas y correctoras comentadas anteriormente, se han realizado una serie de medidas compensatorias y complementarias:

- Creación de una reserva biológica de 100 ha, eliminando el ganado, posibilitando su uso por parte de grandes bandos de grulla, e instalando cajas nido, majanos y mejorando la vegetación hidrófila de los márgenes de charcas preexistentes.
- Creación de corredores biológicos, mediante pasillos entre las diferentes áreas de la planta y la apertura del espacio entre vallados en el entorno de los cauces.
- Restauración de préstamos de las obras del AVE Madrid-Badajoz, creando charcas para el uso por parte de la fauna silvestre.
- Colocación de posaderos e islas artificiales de vegetación en las charcas.
- Colocación de cajas nido en los límites de la PSFV

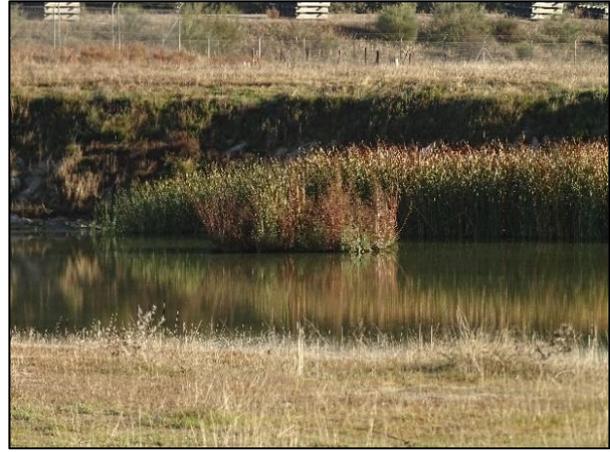


Figura 4-41. Posaderos e islas artificiales de vegetación en las charcas. Autor: Elena Baonza.



Figura 4-42. Charca restaurada a partir de préstamo de las obras de la plataforma del AVE, y amplia zona de pastizal sin presencia de infraestructuras (corredor biológico). Autor: Elena Baonza

En siguientes etapas del proyecto se realizarán una serie de actuaciones para compensar los posibles efectos negativos que el desarrollo de este pueda tener sobre el entorno (<https://www.talayelasolar.es/proyectos-de-medioambiente/>).

Entre ellas destacan las siguientes:

- Construcción de dos encharcamientos temporales mediterráneos, con control de la disponibilidad hídrica, ajustados a las medias pluviométricas históricas, con una superficie de 0,5 hectáreas cada uno.
- Estudios sobre la dinámica diaria, selección de hábitat y problemática de conservación de las especies con mayor valor de conservación presentes.
- A cada lado de los caminos de la planta fotovoltaica se construirán barreras anti-atropello para atenuar la afección a las poblaciones de anfibios.
- Construcción de tres miradores para la realización de censos de grullas situados en varios emplazamientos.
- Construcción en el interior de la planta 25 refugios para reptiles.

- Colocación de nidos de carraca y lechuza común. En cada apoyo de la línea de evacuación se colocarán 2 cajas nidos por apoyo.
- Construcción de un muladar con aportes para las aves necrófagas en un emplazamiento aprobado por el organismo ambiental y se harán aportes de comida para los buitres.
- Con el fin de mantener y controlar el conejo de monte en la reserva forestal, se construirá un núcleo de reproducción.



Figura 4-43. Vista general de la PSFV Talayuela Solar. Autor: Elena Baonza.



4.5.2 MEDIDAS COMPENSATORIAS AGROAMBIENTALES EN EL PROYECTO DE REGADÍOS DE SEGARRA-GARRIGUES

El sistema de regadío Segarra-Garrigues se ubica en la comunidad autónoma de Cataluña, concretamente en la zona sur y este de la ciudad de Lleida (Figura 4.44). Las obras fueron promovidas por la Generalitat de Catalunya y actualmente la empresa Aigües del Segarra Garrigues, S.A. (ASG) es la empresa privada encargada de ejecutar las obras de concentración parcelaria y de redactar los proyectos, ejecutar, explotar y mantener la red de distribución del regadío³⁶.

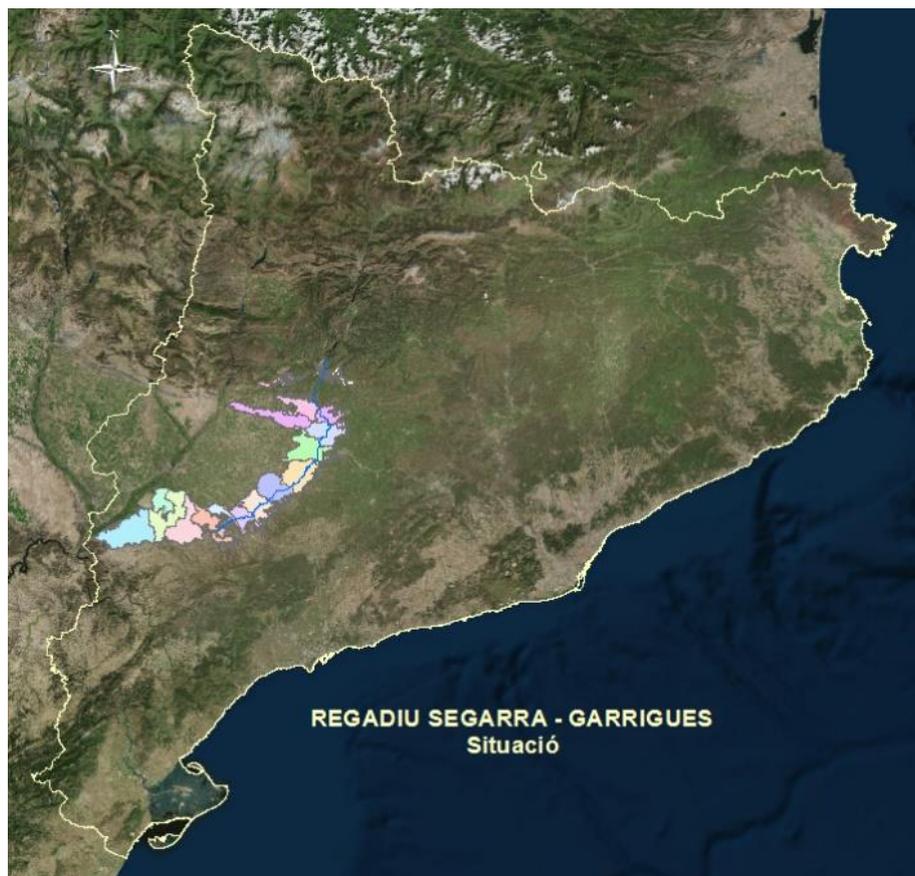


Figura 4-44 Ubicación del proyecto en la comunidad autónoma de Cataluña³⁷.

³⁶ <https://aiguessegarragarrigues.cat/es/>

³⁷ http://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/desenvolupament-rural/infraestructures-agraries/dar_regadius/regadiu-segarra-garrigues/

El proyecto se inició en el año 2003 y en un principio afectaba a un total de 107.320 ha brutas (70.150 ha netas), pero en el año 2009 el Tribunal Europeo dictó una sentencia condenatoria sobre el proyecto considerando que se incumplían las obligaciones relativas a la conservación de las aves que tiene cualquier Estado miembro al no haberse declarado Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) parte de los terrenos afectados por el proyecto. Como consecuencia de esta sentencia, la administración catalana tuvo que declarar más de 40.000 ha de las previstas para regadío como ZEPA. Tras esta condena, la superficie afectada se reduce a 64.995 ha. Así mismo se realizó un nuevo Estudio de Impacto Ambiental con su Declaración de Impacto Ambiental (DIA)³⁸ correspondiente. Posteriormente a la DIA de 2010 hubo un Acuerdo de Gobierno de la Generalitat³⁹ en el que se declara el proyecto como de interés público de primer orden y se establecen una serie de medidas compensatorias, de las que destaca la gestión agroambiental de fincas dentro de las ZEPA.

La gestión de las fincas para implementar las medidas agroambientales se realiza tanto comprando los terrenos como arrendándolos por periodos de 3-5 años, teniendo como objetivo alcanzar un total de 3.400 ha dentro de los espacios naturales protegidos. La primera compra se realizó en el año 2005 para cumplir con los objetivos de la DIA de 2002 y a partir de la campaña 2011-2012 se empezaron a alquilar y gestionar fincas agrícolas con la finalidad de favorecer los hábitats esteparios y mejorar las condiciones del hábitat de la zona de dispersión de los juveniles del águila perdicera. En el año 2018 se logró el objetivo de gestionar las 3.400 ha.

El coste de arrendamiento de las fincas a los agricultores se sitúa en torno a los 200-275€/ha y año dependiendo de la productividad agrícola de la zona donde se arrenda. El coste de manejo agrícola promedio de estos barbechos se sitúa en torno a las 100€/ha y año y lo ejecuta la empresa promotora, que a su vez es la encargada de realizar los contratos de arrendamiento y de la gestión de las parcelas en función de las directrices establecidas por un grupo de expertos en la materia.

A diferencia de las medidas agroambientales habituales, el tipo de gestión del hábitat que se realiza en estas parcelas tiene como único fin la conservación de las especies objetivo sin prestar atención a la producción. En cada zona se desarrolla un tipo de manejo en función de la especie objetivo, siendo estas: sisón común (*Tetrax tetrax*), ganga ibérica (*Pterocles alchata*), ganga

³⁸ Acuerdo de 8 de octubre de 2010, de declaración de impacto ambiental del Proyecto de regadío y concentración parcelaria del Segarra-Garrigues. Transformación en regadío, obras de distribución y concentración parcelaria en varios términos municipales.

³⁹ GOV/184/2010, de 11 de octubre, por el que se declara que concurren razones imperiosas de interés público de primer orden para la realización del proyecto de regadío y concentración parcelaria del canal Segarra-Garrigues y se aprueban medidas compensatorias.



ortega (*Pterocles orientalis*) y águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*). El manejo del hábitat para estas especies a su vez favorece al resto de especies clave, como el alcaudón chico (*Lanius minor*), la terrera común (*Calandrella brachydactyla*), la alondra de Dupont (*Chersophilus duponti*), la carraca europea (*Coracias garrulus*) o el aguilucho cenizo (*Circus pygargus*).

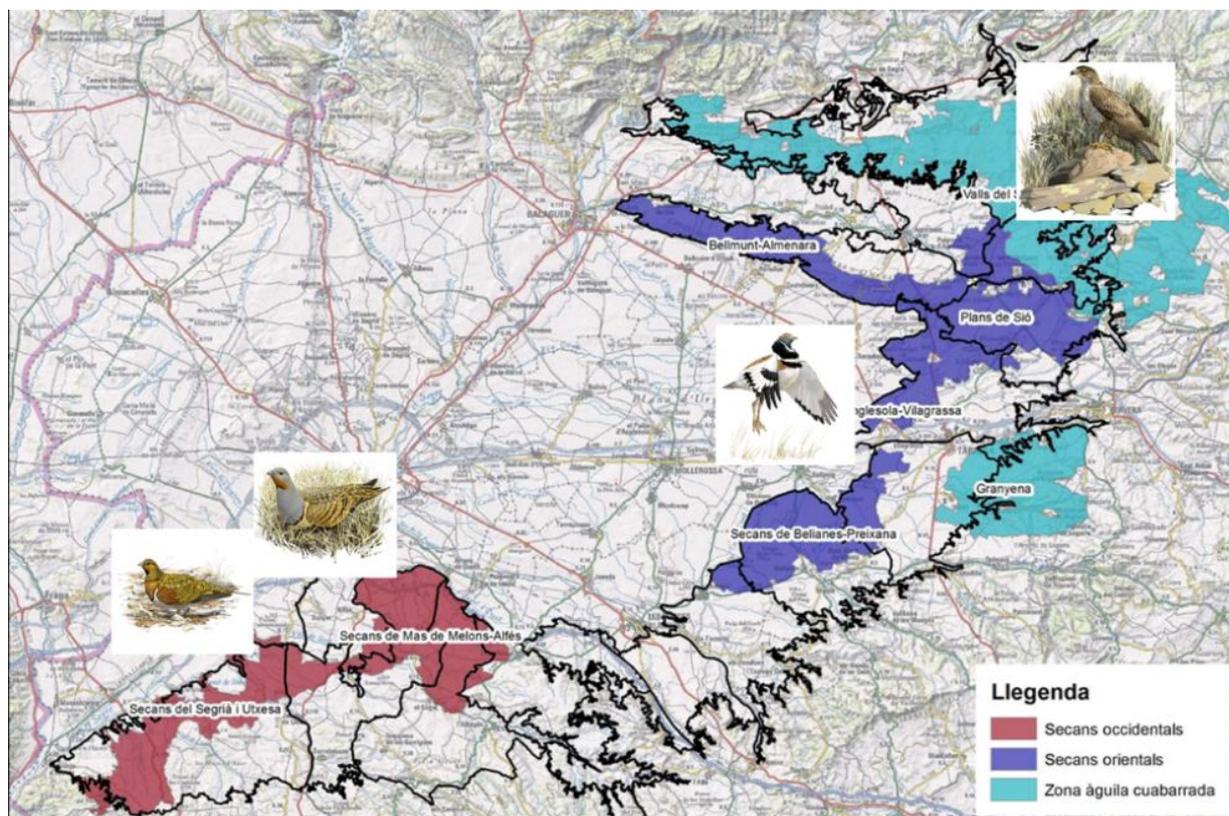


Figura 4-45. Distribución del tipo de gestión en función de la especie objetivo.

Las opciones de manejo preestablecidas son el pastoreo, el laboreo superficial, uso de picadora y segadora, el barbecho sembrado de leguminosa a baja densidad y puntualmente el tratamiento con herbicida. En función de las especies objetivo, estas medidas varían ligeramente tal como se explica a continuación:

- Secanos orientales, donde la especie objetivo es el sisón:
 - Barbechos: disminución de la densidad de vegetación, con un recubrimiento del 25-75% de la superficie con alturas entre 20-40 cm. Para conseguir estas condiciones se usan medios mecánicos (picando y labrando) y mediante pastoreo.
 - Barbechos verdes: siembra de alfalfa con baja densidad (20 kg/ha)
 - Heterogeneidad: generación de mosaicos para favorecer a la especie en diferentes momentos de su ciclo vital.

En las fincas gestionadas no se realiza ningún acceso entre el 1 de abril y el 31 de agosto (variable según año), con el fin de favorecer la tranquilidad de las aves.

- Secanos occidentales, donde las especies objetivo son la ganga y la ortega:
 - Barbechos: densidad más baja, con un 10-40% de la superficie cubierta y alturas entre 20-30 cm durante todo el año. Para conseguirlo se usan medios mecánicos para picar, labrar o pasar el rodillo, aunque principalmente se usa el pastoreo.
- Zona águila-azor perdicera:
 - Siembra de mezcla de leguminosas.
 - Siembra de girasoles oleaginosos.
 - Barbecho: resultante de la siembra no recogida para aumentar la cantidad de semillas disponibles.

Anualmente se realiza un estudio de las parcelas para planificar las actuaciones de cada campaña y definir los trabajos agrícolas necesarios. Así mismo, anualmente durante la primavera se realiza un seguimiento de una muestra del total de fincas gestionadas para comprobar la evolución de las poblaciones.

Como resultado de estas medidas, las poblaciones de aves esteparias están experimentando incrementos poblacionales. En las siguientes gráficas se muestra la evolución de las poblaciones de ganga ibérica y sisón común en las parcelas donde se está llevando a cabo una gestión del barbecho de forma dirigida.⁴⁰

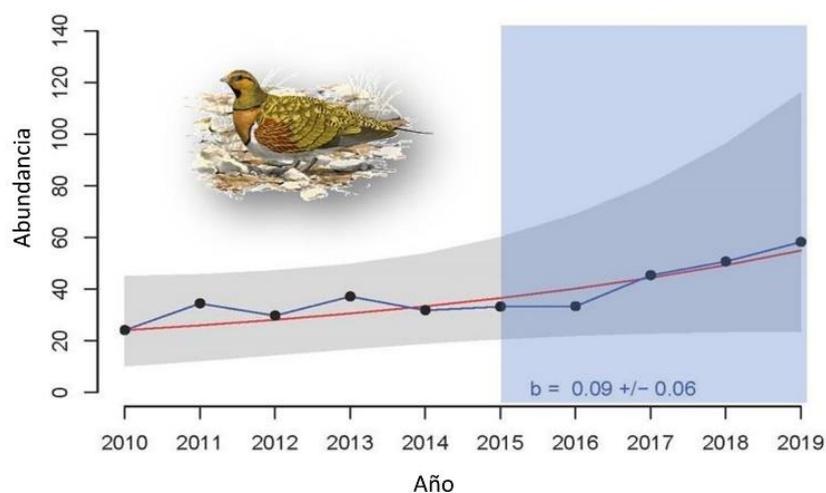


Figura 4-46. Evolución de la abundancia de ganga ibérica en diferentes transectos de censo en los secanos occidentales de la llanura de Lleida. El recuadro indica el periodo de gestión más intensa.

⁴⁰ Plan de mejoras Segarra-Garrigues. Medidas correctoras y compensatorias del regadío del sistema Segarra-Garrigues, un ejemplo de éxito de aplicación de un modelo de gestión adaptativa. CTFC

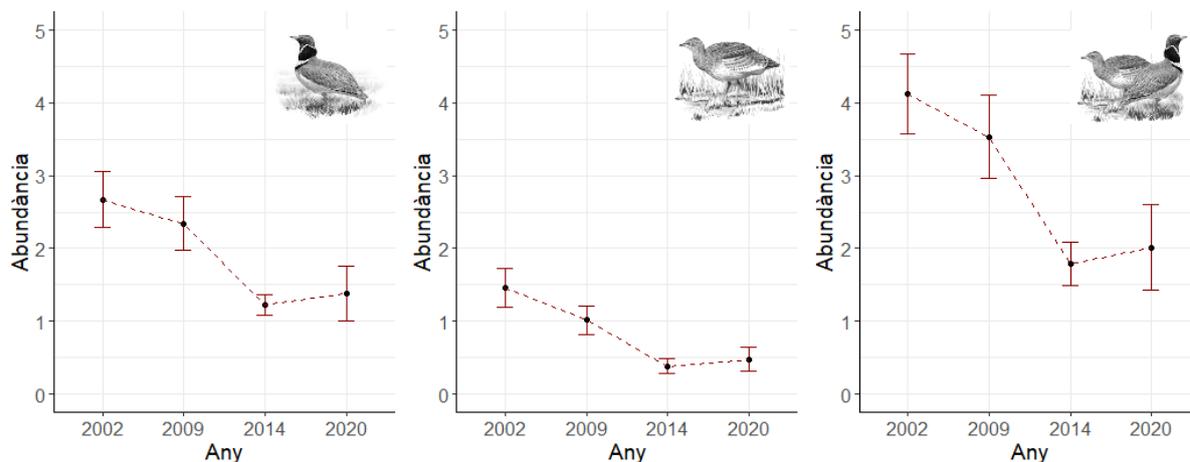


Figura 4-47. Densidad media de machos, hembras y total de sisón en Cataluña entre 2002 y 2020. Los resultados son comparables entre años al muestrearse los 4 años las mismas cuadrículas.

Los principales problemas encontrados para la correcta ejecución de las medidas son:

- Problemas en época de nidificación:
 - Tractores que transitan por los barbechos para atajar.
 - Cosechadoras aparcadas en los barbechos.
 - Cazadores (puntualmente).
 - Pastores que entran en las fincas en época de nidificación.
 - Personas que hacen un uso indebido de los barbechos:
 - Transitan con vehículos.
 - Recogen táparas, camomila.
 - Paseos con perros sueltos.
- En general:
 - Abandono de residuos.



Foto 4-48 ejemplo de cobertura herbácea en una de las parcelas de barbecho. Foto: Aigües del Segarra Garrigues.

5 BIBLIOGRAFÍA

- ADIF. (2011). *Instrucciones y recomendaciones sobre integración ambiental*. IGP-6. [http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/21DF73711EF78AC4C1257E820049175B/\\$FILE/IGP-6%20Medio%20Ambiente.pdf?OpenElement](http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/21DF73711EF78AC4C1257E820049175B/$FILE/IGP-6%20Medio%20Ambiente.pdf?OpenElement).
<http://descargas.adif.es/ade/u18/GCN/NormativaTecnica.nsf/v0/67B7BC32234A791AC1258170002C418A?OpenDocument&tDoc=F>
- Agha, M., Lovich, J. E., Ennen, J. R., y Todd, B. D. (2020). *Wind, sun, and wildlife: Do wind and solar energy development 'short-circuit' conservation in the western United States?* 15(7), 075004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8846>
- AHE. (2015). *Manual para el diseño de charcas para anfibios españoles* (MAPAMA & TRAGSATEC, Eds.). https://www.miteco.gob.es/images/en/charcas_y_anfibios_tcm38-480219.pdf
- Alarcos, G., Ortiz, M. E., Lizana, M., Aragón, A., y BENÉITEZ, M. J. F. (2003). La colonización de medios acuáticos por anfibios como herramienta para su conservación: El ejemplo de Arribes del Duero. *Munibe*, 16, 114-127.
- Alcalde, J., Carrasco, G., García, D., Monsalve, M., y De Paz, O. (2020). *Cajas-refugio para murciélagos. Recomendaciones y experiencias realizadas*. *Bat boxes: Advices and experiences (in Spanish)*. <https://doi.org/10.14709/BarbJ.13S.1.2020.01>
- Alcalde, J. T., Martínez, I., Zaldúa, A., y Antón, I. %J R. B. (2017). *Conservación de colonias reproductoras de murciélagos cavernícolas mediante refugios artificiales*. 10(1), 1-7.
- Alliance Environnement. (2017). *Literature reviews on the effects of farming practices associated with the CAP greening measures on climate and the environment*. European Union.
- Alonso, J. C., y Alonso, J. A. (1990). *Parámetros demográficos, selección de hábitat y distribución de la Avutarda en tres regiones españolas*. ICONA.

- Alonso, J. C., Palacín, C., y Martín, C. A. (2005). *La Avutarda Común en la Península Ibérica: Población actual y método de censo*. SEO/BirdLife.
- Ancillotto, L., Bosso, L., Salinas-Ramos, V. B., Russo, D. %J L., y Urban Planning. (2019). *The importance of ponds for the conservation of bats in urban landscapes*. 190, 103607.
- Arenas González, R., Cortés-Avizanda, A., Ávila, E., y Garcia, R. (2009). *Effects of the creation of a vulture restaurant for the conservation of an Egyptian vulture Neophron percnopterus population in Andalucía (Southern Spain)* (pp. 276-209).
- Asociación Reforesta (Ed.). (2007). *Manual de creación de charcas para anfibios*. https://herpetologica.es/wp-content/uploads/2017/08/Manual_charcas_anfibios.pdf
- Asociación Zerynthia. (2016). Oasis de mariposas. <https://www.asociacion-zerynthia.org/pdf/oasis.pdf>
- Atiienza, J. C., Martín Fierro, I., Infante, O., Valls, J., y Domínguez, J. (2011). *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)*. SEO/BirdLife, Madrid. https://www.seo.org/wp-content/uploads/2012/05/MANUAL-MOLINOS-VERSION-31_WEB.pdf
- Baines, D., y Andrew, M. (2003). Marking of deer fences to reduce frequency of collisions by woodland grouse. *Biological Conservation*, 110(2), 169-176. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00185-4](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00185-4)
- Banco Mundial. (2018). *EAS 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos*. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/622431548346078140/ESF-Guidance-Note-6-Biodiversity-Conservation-Spanish.pdf>
- Banco Mundial, y Corporación Financiera Internacional. (2012). *Norma de Desempeño 6. Conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de recursos naturales vivos*.

https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/f8df1cd4-084f-4ea3-912a-dd36724832a5/PS6_Spanish_2012.pdf?MOD=AJPERES&CVID=k5Lomls

Banfi, P., Lantieri, A., McGuinn, J., y McNeill, A. (2017). *Environmental Impact Assessment of Projects. Guidance on Scoping (Directive 2011/92/EU as amended by 2014/52/EU)* (European Union, Ed.).

Bat Conservation Trust. (s. f.). *National Nathusius' Pipistrelle Project—Surveys*. Bat Conservation Trust. Recuperado 28 de octubre de 2021, de <https://www.bats.org.uk/our-work/national-bat-monitoring-programme/surveys/national-nathusius-pipistrelle-survey>

Bat Conservation Trust. (2021, agosto 5). 'Olympian' bat smashes British record for long distance migration—News. Bat Conservation Trust. <https://www.bats.org.uk/news/2021/08/olympian-bat-smashes-british-record-for-long-distance-migration>

Baucells Colomer, J., Camprodon i Subirachs, J., Cerdeira i Ribot, J., y Vila Perdigüero, P. (2003). *Guía de las cajas nido y comederos para aves y otros vertebrados*. Lynx Edicions.

Benayas, J. M. R., Bullock, J. M., y Newton, A. C. (2008). Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329-336.

Benítez-López, A., Alkemade, R., y Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307-1316. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.009>

Bennett, G., Chavarria, A., Ruef, F., y Leonardi, A. (2017). *State-of-European-Markets-2017-Biodiversity-Offsets-and-Compensation*. Forest Trends. <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2019/06/State-of-European-Markets-2017-Biodiversity-Offsets-and-Compensation.pdf?hsfp=564026386&hssc=251652889.1.1635258397225&hstc=2516>

[52889.19b6f577f56e299dc52c987e920f1c6f.1635258397224.1635258397224.1635258397224](https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en)

.1

Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., y Carbone, G. (2021). *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: Guidelines for project developers*. IUCN, International Union for Conservation of Nature. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en>

Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hill, D. A., y Mustoe, S. (2000). *Bird Census Techniques*. Academic Press.

Black, T. V., y Robertson, B. A. (2020). How to disguise evolutionary traps created by solar panels. *Journal of Insect Conservation*, 24(2), 241-247. <https://doi.org/10.1007/s10841-019-00191-5>

Blaydes, H., Potts, S. G., Whyatt, J. D., y Armstrong, A. (2021). Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 145, 111065. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111065>

Boroski, B. B. (2019). Solar Energy. A technology with multi-scale opportunities to integrate wildlife conservation. En *Renewable Energy and Wildlife Conservation* (pp. 177-197). Johns Hopkins University Press.

Bosch, R., Real, J., Tintó, A., Zozaya, E. L., y CasTELL, C. (2010). Home-ranges and patterns of spatial use in territorial Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*. *Ibis*, 152(1), 105-117. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2009.00985.x>

Business, y Biodiversity Offsets Programme. (2012). *Standard on biodiversity offsets*. BBOP Washington, DC.

Bota, G., Morales, M. B., y Camprodón, J. (Eds.). (2005). *Ecology and Conservation of Steppe-land Birds – Lynx Edicions*. Lynx Edicions. <https://www.lynxeds.com/es/producto/ecology-and-conservation-of-steppe-land-birds/>

- Brooks, S. J. (1993). Review of a method to monitor adult dragonfly populations. *Journal of the British Dragonfly Society*, 9(1), 1-4.
- Caro, J. (2010). *THE FEEDING ECOLOGY OF BONELLI'S EAGLE (AQUILA FASCIATA) FLOATERS: IMPLICATIONS FOR CONSERVATION* [Universidad de Granada].
<http://hera.ugr.es/tesisugr/18909747.pdf#page=130>
- Casas, F., Benítez-López, A., Tarjuelo, R., Barja, I., Viñuela, J., García, J. T., Morales, M. B., y Mougeot, F. (2016). Changes in behaviour and faecal glucocorticoid levels in response to increased human activities during weekends in the pin-tailed sandgrouse. *The Science of Nature*, 103(11), 91. <https://doi.org/10.1007/s00114-016-1416-6>
- Casas, F., Gurarie, E., Fagan, W. F., Mainali, K., Santiago, R., Hervás, I., Palacín, C., Moreno, E., y Viñuela, J. (2020). Are trellis vineyards avoided? Examining how vineyard types affect the distribution of great bustards. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 289, 106734. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106734>
- Casas, F., Mougeot, F., Viñuela, J., y Bretagnolle, V. (2009). Effects of hunting on the behaviour and spatial distribution of farmland birds: Importance of hunting-free refuges in agricultural areas. *Animal Conservation*, 12(4), 346-354. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2009.00259.x>
- CEDEX. (2011). *Guía sobre técnicas de cruce por infraestructuras lineales enterradas para la EAE de planes de infraestructuras*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/TECNICAS%20DE%20CRUCES%20POR%20INFRAESTRUCTURAS_tcm30-190651.pdf
- Cereghetti, E. (2017). *Can supplementary feeding explain the breeding success of the red kite (Milvus milvus) in Switzerland?* Institute of Evolutionary Biology.

Chock, R. Y., Clucas, B., Peterson, E. K., Blackwell, B. F., Blumstein, D. T., Church, K., Fernández-Juricic, E., Francescoli, G., Greggor, A. L., Kemp, P., Pinho, G. M., Sanzenbacher, P. M., Schulte, B. A., y Toni, P. (2021). Evaluating potential effects of solar power facilities on wildlife from an animal behavior perspective. *Conservation Science and Practice*, 3(2). <https://doi.org/10.1111/csp2.319>

Cirujano Bracamonte, S., Javier López, M., Velasco, T., Torre Casado, S., Garrido García, D., y Cordero Manzanares, I. (2019). *Evaluación de la situación de las poblaciones de aves esteparias en el entorno de un conjunto de charcas-bebedero en fincas bajo acuerdos de custodia del territorio de la ZEPA Área Esteparia de La Mancha Norte (Tembleque – Villacañas, provincia de Toledo)* (Proyecto: LIFE15 NAT/ES/000734 Sustainable Farming in SPAs of Castile-La Mancha for Steppe Birds Conservation (LIFE Estepas de La Mancha)., p. 93). Fundación Global Nature. <https://fundacionglobalnature.org/download/evaluacion-de-la-influencia-de-charcas-artificiales-sobre-las-poblaciones-de-aves-esteparias/?wpdmdl=42082&masterkey=6045eee6887b8>

Cleary, D. F. R., Mooers, A. Ø., Eichhorn, K. A. O., Van Tol, J., De Jong, R., y Menken, S. B. J. (2004). Diversity and community composition of butterflies and odonates in an ENSO-induced fire affected habitat mosaic: A case study from East Kalimantan, Indonesia. *Oikos*, 105(2), 426-448. <https://doi.org/10.1111/j.0030-1299.2004.12219.x>

Comisión Europea. (2016). *Commission guidance document on streamlining environmental assessments conducted under Article 2(3) of Environmental Impact Assessment Directive*. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C.2016.273.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2016:273:TOC>

Comunidad de Madrid (Ed.). (2006). *Plan de repoblaciones de la Comunidad de Madrid 2006-2010*. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM003328.pdf>

- Conkling, T. J., Loss, S. R., Diffendorfer, J. E., Duerr, A. E., y Katzner, T. E. (2021). Limitations, lack of standardization, and recommended best practices in studies of renewable energy effects on birds and bats. *Conservation Biology*, 35(1), 64-76.
- Cooke, A. S. (2000). Monitoring a breeding population of common toads (*Bufo bufo*) in a housing development. *Herpetological Bulletin*, 12-15.
- Cortés-Avizanda, A., Blanco, G., DeVault, T. L., Markandya, A., Virani, M. Z., Brandt, J., y Donázar, J. A. (2016). *Supplementary feeding and endangered avian scavengers: Benefits, caveats, and controversies*. 14(4), 191-199. <https://doi.org/10.1002/fee.1257>
- CSBI. (2013). *CSBI Timeline Tool. A Tool for Aligning Timelines for Project Execution, Biodiversity Management and Financing* (Cross Sector Biodiversity Initiative (CSBI), Ed.). <http://www.csbi.org.uk/our-work/timeline-tool/>
- de la Bodega, C. (2020). *El veneno en España. Evolución del envenenamiento de fauna silvestre (1992-2017)*. SEO/BirdLife y WWF/Adena.
- De Lucio Fernández, J., Atauri Mezquida, J., Sastre Olmos, P., y Martínez Alandi, C. (2003). *Connectivity and networks of natural protected areas. From the theoretical model to the practical view of management*.
- Deak, G., Árvay, M., y Horváth, M. (2021). Using detection dogs to reveal illegal pesticide poisoning of raptors in Hungary. *Journal of Vertebrate Biology*, 69, 20110.1-15. <https://doi.org/10.25225/jvb.20110>
- DeVault, T. L., Seamans, T. W., Schmidt, J. A., Belant, J. L., Blackwell, B. F., Mooers, N., Tyson, L. A., y Van Pelt, L. (2014). Bird use of solar photovoltaic installations at US airports: Implications for aviation safety. *Landscape and Urban Planning*, 122, 122-128. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.11.017>

- Díaz, M., Concepción, E. D., Guerrero, I., García del Rincón, A., Fathi, H., Cortés, Y., y Carricondo, A. (2012). *Efectividad de las medidas agroambientales para la conservación de las poblaciones de aves esteparias en España. Convenio Sociedad Española de Ornitología-CSIC. Informe final.*
- Dicks, L. V., Ashpole, J. E., Dänhardt, J., James, K., Jönsson, A., Randall, N., Showler, D. A., Smith, R. K., y Sutherland, W. J. (2020). Farmland conservation. Pages 283-321. En *What Works in Conservation 2020*. (pp. 283-321). Open Books Publishers. <https://www.conservationevidence.com/actions/442>
- Diehl, R. H., Valdez, E. W., Preston, T. M., Wellik, M. J., y Cryan, P. M. (2016). Evaluating the Effectiveness of Wildlife Detection and Observation Technologies at a Solar Power Tower Facility. *PLOS ONE*, 11(7), e0158115. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158115>
- Domínguez, J., Cervantes, F., y Roldan, J. M. (2015). La biodiversidad local como indicador de cambios ambientales inducidos por una central fotovoltaica. *Actas del VII Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental*, 341-351.
- Domínguez, J., López, J. E., López, E., y Arroyo, J. M. (2014). *Parque Solar Fotovoltaico el Bonillo 16+2 MW. Informe de Vigilancia Ambiental y Medidas Compensatorias. Año V de Explotación, 2013*. (p. 73). Ideas Medioambientales S.L.
- Drewitt, A. L., y Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis*, 148(s1), 29-42. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00516.x>
- EFE. (2021, agosto 2). *La Fiscalía investigará la muerte de aves protegidas en balsas de riego*. Cadena SER. https://cadenaser.com/emisora/2021/08/02/radio_murcia/1627896740_960018.html
- Ekstrom, J., Bennun, L., y Mitchell, R. (2015). *A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy*. Cross Sector Biodiversity Initiative. <http://www.csbi.org.uk/wp-content/uploads/2017/10/CSBI-Mitigation-Hierarchy-Guide.pdf>

- European Commission. (2013). *Guidance Document «Streamlining environmental assessment procedures for energy infrastructure “Projects of Common Interest” (PCIs)»*. European Commission. https://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/PCI_guidance.pdf
- Faria, N., Morales, M. B., y Rabaça, J. E. (2016). Exploring nest destruction and bird mortality in mown Mediterranean dry grasslands: An increasing threat to grassland bird conservation. *European Journal of Wildlife Research*, 62(6), 663-671. <https://doi.org/10.1007/s10344-016-1039-4>
- Fernández, M., Oria, J., Sánchez, R., Mariano Gonzalez, L., y Margalida, A. (2009). Space use of adult Spanish Imperial Eagles *Aquila adalberti*. *Acta Ornithologica*, 44(1), 17-26. <https://doi.org/10.3161/000164509X464849>
- Ferreira, M., y Beja, P. (2013). Mediterranean amphibians and the loss of temporary ponds: Are there alternative breeding habitats? *Biological Conservation*, 165, 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.05.029>
- Flaquer, C., Torre, I., y Ruiz-Jarillo, R. (2006). The value of bat-boxes in the conservation of *Pipistrellus pygmaeus* in wetland rice paddies. *Biological Conservation*, 128(2), 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.030>
- Forest Research. (2012). *Fence marking to reduce grouse collisions*. Forestry Commission United Kingdom. <https://www.forestresearch.gov.uk/research/fence-marking-to-reduce-grouse-collisions/>
- Fraleigh, D. C., Heitmann, J. B., y Robertson, B. A. (2021). Ultraviolet polarized light pollution and evolutionary traps for aquatic insects. *Animal Behaviour*, 180, 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2021.08.006>
- Fundación Global Nature. (2016). *La Jerarquía de Mitigación como buena práctica en la gestión empresarial de la Biodiversidad. Documento del grupo de trabajo de CONAMA 2016*.

- García de la Morena, E. L. (2016). *Ecología y movimientos migratorios del sisón común (Tetrax tetrax) fuera del periodo reproductor* [PhD Thesis]. Universidad Autónoma de Madrid.
- García de la Morena, E. L., Bota, G., Mañosa, S., y Morales, M. B. (2018). *El sisón común en España. II censo Nacional (2016)*. SEO/BirdLife.
- García de la Morena, E. L., Bota, G., Ponjoan, A., y Morales, M. B. (2006). *El sisón común en España. I censo Nacional (2005)*. SEO/BirdLife.
- García de la Morena, E. L., Bota, G., Traba, J., Mañosa, S., y Morales, M. (2020). *Bases científicas para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación del sisón común (Tetrax tetrax)*. CTFC - Fundación Biodiversidad.
- García Trujillo, R., y Rebollo Vergara, X. (s. f.). *Producción ecológica de ovinos*. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/areas/produccion-ecologica/ganaderia-ecologica.html#toc-manuales-estudios-y-publicaciones-de-inter-s>
- Gaston, K. J., Davies, T. W., Nedelec, S. L., y Holt, L. A. (2017). Impacts of Artificial Light at Night on Biological Timings. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1), 49-68. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022745v>
- Gaudioso Lacasa, V. R., Sánchez García-Abad, C., Prieto Martín, R., Bartolomé Rodríguez, D. J., Pérez Garrido, J. A., y Alonso de La Varga, M. E. (2010). Small game water troughs in a Spanish agrarian pseudo steppe: Visits and water site choice by wild fauna. *European Journal of Wildlife Research*, 56(4), 591-599. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0352-6>
- Gayosso, C. V. E. (2011). Educación para la conservación biológica: Puesta a prueba de una exposición itinerante sobre los servicios de polinización de los murciélagos en México. En A. y M. A. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Agricultura (Ed.), *Nuevas investigaciones iberoamericanas en educación ambiental* (pp. 209-228).

Geslin, B., Gachet, S., Deschamps-Cottin, M., Flacher, F., Ignace, B., Knoploch, C., Meineri, É., Robles, C., Ropars, L., Schurr, L., y Le Féon, V. (2020). Bee hotels host a high abundance of exotic bees in an urban context. *Acta Oecologica*, 105, 103556. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103556>

Gibson, L., Wilman, E. N., y Laurance, W. F. (2017). How Green is 'Green' Energy? *Trends in Ecology y Evolution*, 32(12), 922-935. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.09.007>

Gil Hernández, P. M., Forner Sales, A., y Valladares Ros, F. (2017). Bases científico-técnicas de la estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Asociación de Geógrafos Españoles. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/basescientifico-tecnicaseeivcre_tcm30-479558.pdf

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* (Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya (CTFC), Ed.). Fundación Biodiversidad - Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya. <https://ctfc.cat/docs/lilibre%20barbecho%20per%20web.pdf>

Gobierno de Extremadura. (2015). *Directrices Generales Mitigación del Riesgo de Mortandad de Anfibios en Carreteras*. <http://extremambiente.juntaex.es/files/Directrices%20Generales%20Mitigaci%C3%B3n%20del%20Riesgo%20de%20Mortandad%20de%20Anfibios%20en%20Carreteras.pdf>

Gómez, C., y Espalader, X. (2007). Hormigas.org. [En línea]. Asociación Ibérica de Mirmecología. Girona. <http://www.hormigas.org>

Gómez Catasús, J., Morales, M., Giralt, D., González del Portillo, D., Manzano Rubio, R., Solé-Bujalance, L., Sardà-Palomera, F., Traba, J., y Bota, G. (2024). Solar photovoltaic energy

development and biodiversity conservation: Current knowledge and research gaps.
Conservation Letters. <https://doi.org/10.1111/conl.13025>

Gonzalez, L. M., Margalida, A., Sanchez, R., y Oria, J. %J B. C. (2006). *Supplementary feeding as an effective tool for improving breeding success in the Spanish imperial eagle (Aquila adalberti)*. *129*(4), 477-486.

Goudie, A. S. (2018). *Human Impact on the Natural Environment. Past, Present and Future*. Wiley-Backwell. <https://www.wiley.com/en-us/Human+Impact+on+the+Natural+Environment%2C+8th+Edition-p-9781119403739>

Greif, S., y Siemers, B. M. (2010). Innate recognition of water bodies in echolocating bats. *Nature Communications*, *1*(1), 107. <https://doi.org/10.1038/ncomms1110>

Greif, S., Zsebők, S., Schmieider, D., y Siemers, B. M. (2017). Acoustic mirrors as sensory traps for bats. *Science*, *357*(6355), 1045-1047. <https://doi.org/10.1126/science.aam7817>

Grillet, P., Cheylan, M., Thirion, J.-M., Doré, F., Bonnet, X., Dauge, C., Chollet, S., y Marchand, M. A. (2010). Rabbit burrows or artificial refuges are a critical habitat component for the threatened lizard, *Timon lepidus* (Sauria, Lacertidae). *Biodiversity and Conservation*, *19*(7), 2039-2051. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9824-y>

Grodsky, S. M., Campbell, J. W., y Hernandez, R. R. (2021). Solar energy development impacts flower-visiting beetles and flies in the Mojave Desert. *Biological Conservation*, *263*, 109336. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109336>

Guiller, C., Affre, L., Deschamps-Cottin, M., Geslin, B., Kaldonski, N., y Tatoni, T. (2017). Impacts of solar energy on butterfly communities in mediterranean agro-ecosystems. *Environmental Progress y Sustainable Energy*, *36*(6), 1817-1823. <https://doi.org/10.1002/ep.12626>

- Guixé, D., y 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*, 14(4), 391-399. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2011.00441.x>
- Gustafson, D. H., Blicharska, M., y Mikusiński, G. (2016). When development and amphibians meet: A case study of a translocation of great crested newts (*Triturus cristatus*) in Sweden. *Herpetological conservation and biology*, 11(3), 552-562.
- Harrison, C., Lloyd, H., y Field, C. (2017). Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology. *Natural England. Manchester Metropolitan University*, 125.
- Hayes, G., Whitaker, S., Brooks, S., Marsh, D., Kowalska, A., Costelloe, B., Howard, P., Phalan, B., y Vira, B. (2015). *Strengthening implementation of the mitigation hierarchy: Managing biodiversity risk for conservation gains*. A Cambridge Conservation Initiative – Collaborative Fund Project Report. <http://www.conservation.cam.ac.uk/collaboration/strengthening-mitigation-hierarchy-greater-conservation-gains>
- Hernández, R. R., Easter, S. B., Murphy-Mariscal, M. L., Maestre, F. T., Tavassoli, M., Allen, E. B., Barrows, C. W., Belnap, J., Ochoa-Hueso, R., Ravi, S., y Allen, M. F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 766-779. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.041>
- Hernández, R. R., Hoffacker, M. K., Murphy-Mariscal, M. L., Wu, G. C., y Allen, M. F. (2015). Solar energy development impacts on land cover change and protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(44), 13579-13584. <https://doi.org/10.1073/pnas.1517656112>
- Herrera, C. M. (2020). Gradual replacement of wild bees by honeybees in flowers of the Mediterranean Basin over the last 50 years. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1921), 20192657. <https://doi.org/10.1098/rspb.2019.2657>

- Horváth, G., Blahó, M., Egri, Á., Kriska, G., Seres, I., y Robertson, B. (2010). Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects: Polarized Light Pollution from Solar Panels. *Conservation Biology*, 24(6), 1644-1653. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01518.x>
- Huso, M. (2011). An estimator of wildlife fatality from observed carcasses. *Environmetrics*, 22, 318-329. <https://doi.org/10.1002/env.1052>
- International Renewable Energy Agency. (2019). *Future of solar photovoltaic. Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects*. <https://www.irena.org/publications/2019/Nov/Future-of-Solar-Photovoltaic>
- Jarvis, L. E., Hartup, M., y Petrovan, S. O. (2019). Road mitigation using tunnels and fences promotes site connectivity and population expansion for a protected amphibian. *European Journal of Wildlife Research*, 65(2), 27. <https://doi.org/10.1007/s10344-019-1263-9>
- Jeal, C., Perold, V., Ralston-Paton, S., y Ryan, P. G. (2019). Impacts of a concentrated solar power trough facility on birds and other wildlife in South Africa. *Ostrich*, 90(2), 129-137. <https://doi.org/10.2989/00306525.2019.1581296>
- Jeal, C., Perold, V., Seymour, C. L., Ralston-Paton, S., y Ryan, P. G. (2019). Utility-scale solar energy facilities – Effects on invertebrates in an arid environment. *Journal of Arid Environments*, 168, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2019.05.008>
- Junta de Andalucía. (2015). La Unidad Canina Especializada de Andalucía cumple sus primeros 10 años de vida. *Boletín informativo sobre Geodiversidad y Biodiversidad de Andalucía*, 041.
- Junta de Castilla y León. (2021a, junio 1). *Zonas de sensibilidad ambiental para las aves esteparias* (Castilla y León) [Text]. Junta de Castilla y León. <https://medioambiente.jcy.es/web/es/zonas-sensibilidad-ambiental-para.html>

Junta de Castilla y León. (2021b, agosto 1). *Zonas de alta sensibilidad para las aves planeadoras durante el periodo reproductor* (Castilla y León) [Text]. Junta de Castilla y León. <https://medioambiente.jcyl.es/web/es/planificacion-indicadores-cartografia/zonas-alta-sensibilidad-para.html>

Kalmus, H. (1958). Responses of Insects to Polarized Light in the Presence of Dark Reflecting Surfaces. *Nature*, 182(4648), 1526-1527. <https://doi.org/10.1038/1821526a0>

Khalil, H. (2021). *Identification of Insect Pollinator Species using Bioacoustics and Artificial Intelligence* [PhD Thesis]. University of York.

Kim, J. Y., Koide, D., Ishihama, F., Kadoya, T., y Nishihiro, J. (2021). Current site planning of medium to large solar power systems accelerates the loss of the remaining semi-natural and agricultural habitats. *Science of The Total Environment*, 779, 146475. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146475>

Korine, C., Adams, R., Russo, D., Fisher-Phelps, M., y Jacobs, D. (2016). Bats and Water: Anthropogenic Alterations Threaten Global Bat Populations. En C. C. Voigt & T. Kingston (Eds.), *Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* (pp. 215-241). Springer International Publishing.

Kosciuch, K., Riser-Espinoza, D., Geringer, M., y Erickson, W. (2020). A summary of bird mortality at photovoltaic utility scale solar facilities in the Southwestern U.S. *PLOS ONE*, 15(4), e0232034. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232034>

Kunz, T. H., Arnett, E. B., Erickson, W. P., Hoar, A. R., Johnson, G. D., Larkin, R. P., Strickland, M. D., Thresher, R. W., y Tuttle, M. D. (2007). Ecological impacts of wind energy development on bats: Questions, research needs, and hypotheses. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(6), 315-324. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[315:EIOWED\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[315:EIOWED]2.0.CO;2)

- Langton, T. E. S., Beckerr, C. L., y Foster, J. P. (2001). *Great Crested Newt Conservation Handbook* (Froglife, Ed.). https://www.froglife.org/wp-content/uploads/2013/06/GCN-Conservation-Handbook_compressed.pdf
- Lantieri, A., Lukacova, Z., McGuinn, J., y McNeill, A. (2017). *Guidance on the preparation of the EIA Report (Directive 2011/92/EU as amended by 2014/52/EU)*. European Comission. https://ec.europa.eu/environment/eia/pdf/EIA_guidance_EIA_report_final.pdf
- Latham, D., y Knowles, M. (2008). Assessing the use of artificial hibernacula by great crested newts *Triturus cristatus* and other amphibians for habitat enhancement, Northumberland, England. *Conservation Evidence*, 5, 74-79.
- Lebas, C., Galkowski, C., Blatrix, R., y Patrice, W. (2017). *Guía de campo de las hormigas de Europa occidental*.
- León Ortega, M. (2016). Estudios ecológicos de poblaciones de búho real (*Bubo bubo*) en el Sureste Ibérico: Ocupación territorial, reproducción, supervivencia, área de campeo y estructura genética. Proyecto de investigación: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/50547>
- Lisón, F., y Calvo, J. F. (2014). Bat activity over small ponds in dry Mediterranean forests: Implications for conservation. *Acta Chiropterologica*, 16(1), 95-101. https://www.researchgate.net/profile/Fulgencio-Lison/publication/262242568_Bat_Activity_Over_Small_Ponds_in_Dry_Mediterranean_Forests_Implications_for_Conservation/links/53d22c7c0cf220632f3c72d6/Bat-Activity-Over-Small-Ponds-in-Dry-Mediterranean-Forests-Implications-for-Conservation.pdf
<https://doi.org/10.3161/150811014X683309>
- Livezey, K. B., Fernández-Juricic, E., y Blumstein, D. T. (2016). Database of Bird Flight Initiation Distances to Assist in Estimating Effects from Human Disturbance and Delineating Buffer Areas. *Journal of Fish and Wildlife Management*, 7(1), 181-191. <https://doi.org/10.3996/082015-JFWM-078>

- López, P., Moliner, V. U., y Orfí, F. C. (2016). Alarma ante la mortandad de águilas perdiceras en las balsas de riego. *Quercus*, 368, 33-35.
- López-López, P., Ferrer, M., Madero, A., Casado, E., y McGrady, M. J. P. (2011). Solving man-induced large-scale conservation problems: The Spanish imperial eagle and power lines. *Conservation Biology*, 6(3), e17196.
- Lovich, J. E., y Ennen, J. R. (2011). Wildlife Conservation and Solar Energy Development in the Desert Southwest, United States. *BioScience*, 61(12), 982-992.
<https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.12.8>
- Lozano, J., Virgós, E., y Mangas, J. G. B. informativo de la S. E. para la conservación y estudio de los mamíferos. (2010). *Veneno y control de depredadores*. 22(1), 123-132.
- MacIvor, J. S., y Packer, L. (2015). 'Bee Hotels' as Tools for Native Pollinator Conservation: A Premature Verdict? *PLOS ONE*, 10(3), e0122126.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122126>
- Mallinger, R. E., Gaines-Day, H. R., y Gratton, C. (2017). Do managed bees have negative effects on wild bees?: A systematic review of the literature. *PLOS ONE*, 12(12), e0189268.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189268>
- Manville, A. M. (2016). Impacts to birds and bats due to collisions and electrocutions from some tall structures in the United States: Wires, towers, turbines, and solar arrays—State of the art in addressing the problems. En F. M. Angelici (Ed.), *Problematic Wildlife: A Cross-Disciplinary Approach* (pp. 415-442). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22246-2_20
- Marcelino, J., Moreira, F., Mañosa, S., Cuscó, F., Morales, M. B., García De La Morena, E. L., Bota, G., Palmeirim, J. M., y Silva, J. P. (2018). Tracking data of the Little Bustard *Tetrax tetrax* in Iberia shows high anthropogenic mortality. *Bird Conservation International*, 28(4), 509-520.
<https://doi.org/10.1017/S095927091700051X>

- Mariano González, L. (2008). *Manual de buenas prácticas para la gestión en fincas de monte mediterráneo de la Red Natura 2000*. Parques Nacionales. <https://cpage.mpr.gob.es/producto/manual-de-buenas-practicas-para-la-gestion-en-fincas-de-monte-mediterraneo-de-la-red-natura-2000/>
- Marques, A. T., Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J. R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., y Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. *Biological Conservation*, 179, 40-52. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.017>
- Márquez-Ferrando, R., Pleguezuelos, J. M., Santos, X., Ontiveros, D., y Fernández-Cardenete, J. R. (2009). Recovering the Reptile Community after the Mine-Tailing Accident of Aznalcóllar (Southwestern Spain). *Restoration Ecology*, 17(5), 660-667. <https://doi.org/10.1111/j.1526-100X.2008.00404.x>
- Martín Morcuende, B., y Alonso López, J. C. (2008). *Dinámica de población y viabilidad de la avutarda común en la Comunidad de Madrid* [Tesis inédita de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas, Departamento de Fisiología (Fisiología Animal II), leída el 20-10-2008].
- Martín, J., y Lopez, P. (2002). The effect of Mediterranean dehesa management on lizard distribution and conservation. *Biological Conservation*, 108(2), 213-219. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00107-6](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00107-6)
- Mathews, F., Moro, D., Strachan, R., Gelling, M., y Buller, N. (2006). Health surveillance in wildlife reintroductions. *Biological Conservation*, 131(2), 338-347. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.04.011>
- McCrary, M. D., Mckernan, R. L., Schreiber, R. W., Wagner, W. D., y Sciarrotta, T. C. (1986). Avian Mortality at a Solar Energy Power Plant. *Journal Field Ornithology*, 7.

McDonald, R. I., Fargione, J., Kiesecker, J., Miller, W. M., y Powell, J. (2009). Energy Sprawl or Energy Efficiency: Climate Policy Impacts on Natural Habitat for the United States of America. *PLOS ONE*, 4(8), e6802. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0006802>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Ed.). (2015). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada)*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/prescripciones_pasos_vallados_tcm30-196702.pdf

Ministerio de Industria. (2013). *Instrucción Técnica Complementaria EA - 03 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta*. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. <https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/eficiencia-energetica/guiatecnica/itc-ea-03.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Prescripciones Técnicas para el seguimiento y evaluación de la efectividad de las medidas correctoras del efecto barrera de las infraestructuras de transporte* (Documentos técnicos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 2., p. 138). O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2010). *Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado*. (Documentos técnicos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 3., p. 145). O.A. Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. (2020). *Prescripciones técnicas para la reducción de la fragmentación de hábitats en las fases de planificación y trazado*. Organismo

Autónomo

Parques

Nacionales.

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/planificacion_trazado_tcm30-195794.pdf

MITECO. (2019). *Efectos de Borde y Efectos en el Margen de las Infraestructuras de Transporte y Atenuación de su Impacto sobre la Biodiversidad*. (Vol. 7). Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico.

https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/7_efectos_bordes_y_margenes_tcm30-505618.pdf

MITECO. (2020a). Evaluación de impacto ambiental de proyectos de parques fotovoltaicos terrestres. *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico*, 24.

MITECO. (2020b). *Guía metodológica para la valoración de repercusiones de las instalaciones solares sobre especies de avifauna esteparia*. Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-silvestres/Guia_metodologica_repercusiones_instalaciones_solares_especies_avifauna_esteparia.aspx

MITECO. (2020c). *Zonificación Ambiental para la Implantación de Energías Renovables. Eólica y Fotovoltaica*. https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx

MITECO. (2022a). *Estrategia de conservación de aves amenazadas ligadas a medios agrarios y esteparios de España*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pbl-fauna-flora-estrategias-esteparias.aspx>

MITECO. (2022b). *Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación*.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/guiaelaboracionesiaplantafotovoltaicassgea_tcm30-538300.pdf

Moinardeau, C., Mesléard, F., Ramone, H., y Dutoit, T. (2019). Short-Term Effects on Diversity and Biomass on Grasslands from Artificial Dykes under Grazing and Mowing Treatments. *Environmental Conservation*, 46(2), 132-139. <https://doi.org/10.1017/S0376892918000346>

Montag, H., Parker, D. G., Clarkson, T., y Farms, S. (2016). *The effects of solar farms on local biodiversity: A comparative study*. <https://2lwej44565rn2mmjlk31pmwq-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2016/05/The-Effects-of-Solar-Farms-on-Local-Biodiversity-A-Comparative-Study.pdf>. <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-EFFECTS-OF-SOLAR-FARMS-ON-LOCAL-BIODIVERSITY%3A-A-Montag-Parker/78393a830830b1ff626f74c125f7f54009340182>

Moore-O'Leary, K. A., Hernandez, R. R., Johnston, D. S., Abella, S. R., Tanner, K. E., Swanson, A. C., Kreitler, J., y Lovich, J. E. (2017). Sustainability of utility-scale solar energy – critical ecological concepts. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(7), 385-394. <https://doi.org/10.1002/fee.1517>

Morales Prieto, M. B. (2003). *Ecología reproductiva y movimientos estacionales en la avutarda (Otis tarda)*.

Mougeot, F., y Arroyo, B. (2017). Respuestas comportamentales a las actividades humanas e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 26(3), Article 3. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2017.26-3.02>

Nash, D. J. (2017). *An Assessment of Mitigation Translocations for Reptiles at Development Sites* [Phd, University of Kent, University of Kent]. <https://kar.kent.ac.uk/65820/>

Newton, I. %J ibis. (2004). *The recent declines of farmland bird populations in Britain: An appraisal of causal factors and conservation actions*. 146(4), 579-600.

- Nordberg, E. J., Julian Caley, M., y Schwarzkopf, L. (2021). Designing solar farms for synergistic commercial and conservation outcomes. *Solar Energy*, 228, 586-593. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.09.090>
- Oliver, G. B. (2015). *Infraestructuras eléctricas y protección de la avifauna: El caso balear*. 543-549.
- Ong, S., Campbell, C., Denholm, P., Margolis, R., y Heath, G. (2013). *Land-Use Requirements for Solar Power Plants in the United States* (NREL/TP-6A20-56290). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States). <https://doi.org/10.2172/1086349>
- Oro, D., Margalida, A., Carrete, M., Heredia, R., y Donázar, J. A. (2008). Testing the goodness of supplementary feeding to enhance population viability in an endangered vulture. 3(12), e4084.
- Paige, C. (2012). *A landowner's guide to wildlife friendly fences. Second edition*. Private Land Technical Assistance Program, Montana Fish, Wildlife & Parks Helena, MT. file:///C:/Users/elena/AppData/Local/Temp/A_Landowners_Guide_to_Wildlife_Friendly_Fences.pdf
- parapajaros.com. (s. f.). Cómo elegir una caja nido. *Parapajaros.com*. Recuperado 28 de octubre de 2021, de <https://parapajaros.com/como-elegir-una-caja-nido/>
- Parsons, K. N., y Jones, G. (2003). Dispersion and habitat use by *Myotis daubentonii* and *Myotis nattereri* during the swarming season: Implications for conservation. *Animal Conservation Forum*, 6(4), 283-290. <https://doi.org/10.1017/S1367943003003342>
- Paz, D., Román, J., y Janss, G. (2015). *Butterfly monitoring scheme España: Manual para la aplicación del programa de seguimiento de mariposas en España*. Estación Biológica de Doñana, EBD-CSIC.
- Pérez-Granados, C. (2016). *Estudios aplicados a la conservación de la alondra ricotí (Chersophilus dupontii) en España central* [PhD Thesis]. Universitat d'Alacant-Universidad de Alicante.

- Phalan, B., Hayes, G., Brooks, S., Marsh, D., Howard, P., Costelloe, B., Vira, B., Kowalska, A., y Whitaker, S. (2018). Avoiding impacts on biodiversity through strengthening the first stage of the mitigation hierarchy. *Oryx*, 52(2), 316-324.
<https://doi.org/10.1017/S0030605316001034>
- Piñar Fuentes, J. C., Leiva, F., Cano-Ortiz, A., Musarella, C. M., Quinto-Canas, R., Pinto-Gomes, C. J., y Cano, E. (2021). Impact of Grass Cover Management with Herbicides on Biodiversity, Soil Cover and Humidity in Olive Groves in the Southern Iberian. *Agronomy*, 11(3), Article 3.
<https://doi.org/10.3390/agronomy11030412>
- Pita, R., Mira, A., y Beja, P. (2006). Conserving the Cabrera vole, *Microtus cabreræ*, in intensively used Mediterranean landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115(1), 1-5.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.002>
- Pollard, E., y Yates, T. J. (1993). *Monitoring Butterflies for Ecology and Conservation: The British Butterfly Scheme*. Chapman y Hall.
https://books.google.es/books/about/Monitoring_Butterflies_for_Ecology_and_C.html?id=IYpFoOjwjO0Cyredir_esc=y
- Pons, F. (2015). La gestión de una especie amenazada: Historia del Milano real en la isla de Menorca en los últimos 22 años. *Monografies de la Societat d'Historia Natural de les Balears*, 2015, 263-273.
- PricewaterhouseCoopers, L. L. P. (2010). Biodiversity offsets and the mitigation hierarchy: A review of current application in the banking sector. London: *PricewaterhouseCoopers Business and Biodiversity Offsets Programme and UN Environment Programme Finance Initiative*.
- Ramos, R. F., Silva, J. P., Carrapato, C., Rocha, P., Marques, P. A., y Palmeirim, J. M. %J J. of O. (2019). Spatial behaviour of Spanish Imperial Eagle *Aquila adalberti* juveniles during the dependence period revealed by high-resolution GPS tracking data. 160(2), 463-472.

- Real, J., Bosch, R., Tintó, A., y Hernández-Matías, A. (2016). Identifying key habitats for the conservation of Bonelli's Eagle *Aquila fasciata* using radiotracking. *Ibis*, 158(3), 556-568. <https://doi.org/10.1111/ibi.12372>
- Reques, R., y Tejedo, M. (2008, noviembre). Crear charcas para anfibios: Una herramienta eficaz de conservación. *Quercus*, 273, 14-20.
- Roa, A. (2021, junio 9). *Balsas, canales, embalses... Una trampa para millones de animales*. ElDiario.es. https://www.eldiario.es/caballodenietzsche/balsas-canales-embalses-trampa-millones-animales_132_8016346.html
- Rodríguez, G., Mateo-Sánchez, M. C., de la Fuente Martín, B., Gastón González, A., y Saura Martínez. (2018). *Autopistas salvajes. Propuesta de WWF España para una Red Estratégica de Corredores Ecológicos entre espacios Red Natura 2000*. WWF España - ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural. Universidad Politécnica de Madrid. https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/especies_y_habitats/conectividad_y_adaptacion_al_cambio_climatico/informe_autopistas_salvajes/
- Rodríguez Rodríguez, E. J., Ferri Vila, V., y de Ceballos Vázquez, B. (2021). *Manual de recreación de hábitats para anfibios en la restauración de canteras. Guía para la Península Ibérica* (Lafarge Holcim, Ed.). <https://cinclus.net/wp-content/uploads/2021/06/Guia-de-Anfibios-Definitiva-Junio-2021.V2.pdf>
- Roeleke, M., Blohm, T., Kramer-Schadt, S., Yovel, Y., y Voigt, C. C. (2016). Habitat use of bats in relation to wind turbines revealed by GPS tracking. *Scientific Reports*, 6(1), 28961. <https://doi.org/10.1038/srep28961>
- Roger, F., Ghanavi, H. R., Danielsson, N., Wahlberg, N., Löndahl, J., Petterson, L. B., Andersson, G. K. S., Boke Olén, N., y Clough, Y. (2022). Airborne environmental DNA metabarcoding for the monitoring of terrestrial insects—A proof of concept from the field. *Environmental DNA*, 4(4), 790-807. <https://doi.org/10.1002/edn3.290>

- Rouco, C., Ferreras, P., Castro, F., y Villafuerte, R. (2010). A longer confinement period favors European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) survival during soft releases in low-cover habitats. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3), 215-219. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0305-0>
- Russo, D., Cistrone, L., y Jones, G. (2012). Sensory Ecology of Water Detection by Bats: A Field Experiment. *PLoS ONE*, 7(10), e48144. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0048144>
- San Miguel Ayanz, A. (2014). *Manual para la gestión del hábitat del lince ibérico (Lynx pardinus) y de su presa principal, el conejo de monte (Oryctolagus cuniculus) (2ª)*. Fundación CBD-Habitat. http://www.iberlince.eu/images/docs/ManualLinceIberico_CBDH.pdf
- Sánchez-Zapata, J. A., Clavero, M., Carrete, M., DeVault, T. L., Hermoso, V., Losada, M. A., Polo, M. J., Sánchez-Navarro, S., Pérez-García, J. M., Botella, F., Ibáñez, C., y Donázar, J. A. (2016). Effects of Renewable Energy Production and Infrastructure on Wildlife. En R. Mateo, B. Arroyo, y J. T. Garcia (Eds.), *Current Trends in Wildlife Research* (pp. 97-123). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-27912-1_5
- Santos, T., y Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: Efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>
- Sanz Pérez, A., Giralt, D., Sardà-Palomera, F., Mougeot, F., Tarjuelo, R., Santisteban, C., y Bota, G. (2019). *Primeros marcajes con emisores GPS de ganga ibérica para el estudio de la selección hábitat de la especie en relación con el ciclo del cereal*.
- Sanz-Zuasti, J., y García, J. (2002). *Estudio de las Poblaciones Esteparias No Avutarda en Castilla y León* (Informe inédito). Estudios y Proyectos Línea, S. L - Junta de Castilla y León.
- Schifferli, L. %J A. ornithologica. (2001). *Birds breeding in a changing farmland*. 36(1), 35-51.

- Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., Ruohonen-Lehto, M., Saucy, A.-G. W., y Mertens, M. (2017). Herbicide resistance and biodiversity: Agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe*, 29(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0100-y>
- Schwendtner, O., y Cárcamo, S. (2009). *Bosques viejos y árboles viejos: Importancia para la fauna* (pp. 8-23).
- SECEMU. (2023). *Propuesta de directrices para la evaluación y corrección de la mortalidad de quirópteros en parques eólicos*. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-silvestres/1-8-ce-silvestres-quiropteros.aspx>
- Semeraro, T., Pomes, A., Del Giudice, C., Negro, D., y Aretano, R. (2018). Planning ground based utility scale solar energy as green infrastructure to enhance ecosystem services. *Energy Policy*, 117, 218-227. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.01.050>
- Silva, J. P., Santos, M., Queirós, L., Leitão, D., Moreira, F., Pinto, M., Leqoc, M., y Cabral, J. A. (2010). Estimating the influence of overhead transmission power lines and landscape context on the density of little bustard *Tetrax tetrax* breeding populations. *Ecological Modelling*, 221(16), 1954-1963. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.03.027>
- Sinha, P., Hoffman, B., Sakers, J., y Althouse, L. (2018). Best Practices in Responsible Land Use for Improving Biodiversity at a Utility-Scale Solar Facility. *Case Studies in the Environment*, 2(1), 1-12. <https://doi.org/10.1525/cse.2018.001123>
- Smallwood, K. (2022). Utility-scale solar impacts to volant wildlife. *The Journal of Wildlife Management*, 86. <https://doi.org/10.1002/jwmg.22216>
- Smeraldo, S., Di Febbraro, M., Bosso, L., Flaquer, C., Guixé, D., Lisón, F., Meschede, A., Juste, J., Prüger, J., Puig-Montserrat, X., y Russo, D. (2018). Ignoring seasonal changes in the ecological niche of non-migratory species may lead to biases in potential distribution

models: Lessons from bats. *Biodiversity and Conservation*, 27(9), 2425-2441.
<https://doi.org/10.1007/s10531-018-1545-7>

Smith, J. A., y Dwyer, J. F. (2016). Avian interactions with renewable energy infrastructure: An update. *The Condor*, 118(2), 411-423. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-15-61.1>

Stahlschmidt, P., Pätzold, A., Ressler, L., Schulz, R., Brühl, C. A. %J B., y *Applied Ecology*. (2012). *Constructed wetlands support bats in agricultural landscapes*. 13(2), 196-203.

Stanton, R. L., Morrissey, C. A., y Clark, R. G. (2018). Analysis of trends and agricultural drivers of farmland bird declines in North America: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 254, 244-254. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.028>

Strickland, M., Arnett, E., Erickson, W., Johnson, D., Johnson, G., Morrison, M. L., Shaffer, J., y Warren-Hicks, W. (2011). *Comprehensive Guide to Studying Wind Energy/Wildlife Interactions*.

Sutherland, W. J., Dicks, L. V., Petrovan, S. O., y Smith, R. K. (Eds.). (2021). *What Works in Conservation 2021*. Open Books Publishers.
<https://www.openbookpublishers.com/product/1490>

Szabadi, K. L., Kurali, A., Rahman, N. A. A., Froidevaux, J. S. P., Tinsley, E., Jones, G., Görföl, T., Estók, P., y Zsebők, S. (2023). The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*, 44, e02481.
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2023.e02481>

Száz, D., Mihályi, D., Farkas, A., Egri, Á., Barta, A., Kriska, G., Robertson, B., y Horváth, G. (2016). Polarized light pollution of matte solar panels: Anti-reflective photovoltaics reduce polarized light pollution but benefit only some aquatic insects. *Journal of Insect Conservation*, 20(4), 663-675. <https://doi.org/10.1007/s10841-016-9897-3>

- Tälle, M., Deák, B., Poschlod, P., Valkó, O., Westerberg, L., y Milberg, P. (2016). Grazing vs. mowing: A meta-analysis of biodiversity benefits for grassland management. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 222, 200-212. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.02.008>
- Tarjuelo, R., Benítez-López, A., Casas, F., Martín, C. A., García, J. T., Viñuela, J., y Mougeot, F. (2020). Living in seasonally dynamic farmland: The role of natural and semi-natural habitats in the movements and habitat selection of a declining bird. *Biological Conservation*, 251, 108794. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108794>
- Taylor, R., Conway, J., Gabb, O., y Gillespie, J. (2019). Potential ecological impacts of ground-mounted photovoltaic solar panels. An introduction and literature review (p. 22). <https://www.bsg-ecology.com/wp-content/uploads/2019/04/Solar-Panels-and-Wildlife-Review-2019.pdf>
- Tellería, J. L. (1986). *Manual para el censo de vertebrados terrestres*. Raíces.
- Tena, E., De Paz, Ó., Taberner, L. H., y Celaya, M. J. (2016). *Educación ambiental a través de las Bat Nights*. VI Jornadas SECEMU, Vairao, Portugal.
- Tinsley, E., Froidevaux, J. S. P., Zsebők, S., Szabadi, K. L., y Jones, G. (2023). Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. *Journal of Applied Ecology*, 60(9), 1752-1762. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14474>
- Torres, A., Jaeger, J. A. G., y Alonso, J. C. (2016). Assessing large-scale wildlife responses to human infrastructure development. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(30), 8472-8477. <https://doi.org/10.1073/pnas.1522488113>
- Traba, J., García de la Morena, E. L., Morales, M., y Suárez, F. (2007). Determining high value areas for steppe birds in Spain: Hot spots, complementarity and the efficiency of protected areas. *Biodiversity and Conservation*, 16(12), 3255-3275.

Traba, J., y Morales, M. B. (2019). The decline of farmland birds in Spain is strongly associated to the loss of fallowland. *Scientific Reports*, 9(1), 9473. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45854-0>

TRAGSATEC. (2020). *Guía metodológica para la identificación de los elementos de infraestructura verde de España Estrategia nacional de infraestructura verde y de la conectividad y la restauración ecológicas* (MITECO, Ed.). MITECO. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/ecosistemas-y-conectividad/guia_metodologica_iv_tcm30-531071.pdf

Turney, D., y Fthenakis, V. (2011). Environmental impacts from the installation and operation of large-scale solar power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 3261-3270. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.04.023>

U.S. Geological Survey. (2022). *Using eDNA to Study the Distribution and Diversity of Native Pollinators*. <https://www.usgs.gov/labs/pacific-northwest-environmental-dna-laboratory/science/using-edna-study-distribution-and>

Visser, E., Perold, V., Ralston-Paton, S., Cardenal, A. C., y Ryan, P. G. (2019). Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa. *Renewable Energy*, 133, 1285-1294. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.08.106>

Vlachos, C. G., Bakaloudis, D. E., y Holloway, G. J. (1999). Population trends of Black Vulture *Aegypius monachus* in Dadia Forest, north-eastern Greece following the establishment of a feeding station. *Bird Conservation International*, 9(2), 113-118. <https://doi.org/10.1017/S0959270900002239>

Walston, L. J., Li, Y., Hartmann, H. M., Macknick, J., Hanson, A., Nootenboom, C., Lonsdorf, E., y Hellmann, J. (2021). Modeling the ecosystem services of native vegetation management practices at solar energy facilities in the Midwestern United States. *Ecosystem Services*, 47, 101227. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101227>

- Walston, L. J., Mishra, S. K., Hartmann, H. M., Hlohowskyj, I., McCall, J., y Macknick, J. (2018). Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States. *Environmental Science & Technology*, 52(13), 7566-7576. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00020>
- Walston, L. J., Rollins, K. E., LaGory, K. E., Smith, K. P., y Meyers, S. A. (2016). A preliminary assessment of avian mortality at utility-scale solar energy facilities in the United States. *Renewable Energy*, 92, 405-414. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.02.041>
- Wehner, R. (1984). Astronavigation in Insects. *Annual Review of Entomology*, 29(1), 277-298. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.29.010184.001425>
- Wilson, M. C., Chen, X.-Y., Corlett, R. T., Didham, R. K., Ding, P., Holt, R. D., Holyoak, M., Hu, G., Hughes, A. C., Jiang, L., Laurance, W. F., Liu, J., Pimm, S. L., Robinson, S. K., Russo, S. E., Si, X., Wilcove, D. S., Wu, J., y Yu, M. (2016). Habitat fragmentation and biodiversity conservation: Key findings and future challenges. *Landscape Ecology*, 31(2), 219-227. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0312-3>
- Worton, B. J. (1989). Kernel Methods for Estimating the Utilization Distribution in Home-Range Studies. *Ecology*, 70(1), 164-168. <https://doi.org/10.2307/1938423>
- WWF España. (2021, julio 8). Lanzamos "Centinelas del veneno" para luchar desde el aire contra esta amenaza. https://www.wwf.es/nuestro_trabajo/especies_y_habitats/veneno/?57741/Lanzamos-Centinelas-del-veneno-para-luchar-desde-el-aire-contr-esta-amenaza
- Zhu, Y., Delgado-Baquerizo, M., Shan, D., Yang, X., y Eldridge, D. J. (2021). Grazing impacts on ecosystem functions exceed those from mowing. *Plant and Soil*, 464(1), 579-591. <https://doi.org/10.1007/s11104-021-04970-5>
- Zuberogoitia, I., y Campos, L. F. (1998). Censusing owls in large areas: A case study. *Ardeola*, 45, 47-53.