

Oportunidades para mejorar la biodiversidad en los proyectos de desarrollo de energía eólica y solar

Ben Jobson, Aonghais Cook, Claire Fletcher, Leon Bennun, Lucy Murrell, Rachel Asante-Owusu, Qiulin Liu



UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

Acerca de la UICN

La UICN es una Unión de Miembros única formada por organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil. Pone a disposición de las entidades públicas, privadas y no gubernamentales, los conocimientos y las herramientas que posibilitan, de manera integral, el progreso humano, el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza.

Creada en 1948, la UICN se ha convertido en la red ambiental más grande y diversa del mundo. Cuenta con la experiencia, los recursos y el alcance de más de 1.400 organizaciones Miembro y unos 16.000 expertos. Es la autoridad mundial en cuanto a datos, evaluaciones y análisis de conservación. Su diversa membresía hace de la UICN una incubadora y un repositorio confiable de mejores prácticas y herramientas de conservación, así como de estándares internacionales.

La UICN proporciona un foro neutral en el que diversas partes interesadas, incluidos gobiernos, ONG, científicos, empresas, comunidades locales, organizaciones de pueblos indígenas y otros pueden trabajar juntos para crear e implementar soluciones a los desafíos ambientales y lograr un desarrollo sostenible. Trabajando con una gran variedad de asociados y colaboradores, la UICN implementa una amplia y diversa cartera de proyectos de conservación en todo el mundo. Combinando los últimos avances científicos con los conocimientos tradicionales de las comunidades locales, estos proyectos trabajan para revertir la pérdida de hábitats, restaurar los ecosistemas y mejorar el bienestar de las personas.

www.iucn.org

<https://x.com/IUCN/>

Acerca de The Biodiversity Consultancy

The Biodiversity Consultancy es una consultoría especializada en la gestión de riesgos en materia biodiversidad. Trabajamos con clientes líderes en el sector para integrar la naturaleza en la toma de decisiones empresariales y diseñar soluciones ambientales prácticas que ofrezcan resultados positivos para la naturaleza. Proporcionamos experiencia técnica y política para gestionar los impactos en la biodiversidad a nivel de proyectos y permitir que las empresas con propósito crean oportunidades sobre el terreno para regenerar nuestro entorno natural. Como asesor estratégico de algunas de las mayores empresas del mundo, lideramos el desarrollo de estrategias corporativas “posteriores a 2020”, métricas de biodiversidad, objetivos basados en la ciencia y cadenas de suministro sostenibles. Nuestra experiencia se aplica en todo el sector de las energías renovables, incluida la energía hidroeléctrica, solar, eólica y geotérmica, donde nos especializamos en la interpretación y aplicación de salvaguardas financieras internacionales.

<https://www.thebiodiversityconsultancy.com/>

<https://www.linkedin.com/company/thebiodiversityconsultancy>

<https://x.com/TBCbiodiversity>

Oportunidades para mejorar la biodiversidad en los proyectos de desarrollo de energía eólica y solar

Ben Jobson, Aonghais Cook, Claire Fletcher, Leon Bennun, Lucy Murrell, Rachel Asante-Owusu, Qiulin Liu

La presentación del material en esta publicación y las denominaciones empleadas para las entidades geográficas no implican en absoluto la expresión de una opinión por parte de la UICN o de otra organización participante sobre la situación jurídica de un país, territorio o zona, o de sus autoridades, o acerca de la demarcación de sus límites o fronteras.

Los puntos de vista que se expresan en esa publicación no reflejan necesariamente los de la UICN o de otra organización participante.

La UICN se complace en agradecer el apoyo de sus socios marco por su financiación del programa de la UICN: el Ministerio de Asuntos Exteriores de Dinamarca; el Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia; el Gobierno de Francia y la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD); el Ministerio de Medio Ambiente de la República de Corea; el Ministerio de Medio Ambiente, Clima y Desarrollo Sostenible del Gran Ducado de Luxemburgo; la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD); la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI); la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE); y el Departamento de Estado de los Estados Unidos.

La UICN o demás organizaciones participantes no reivindican ninguna responsabilidad por los errores u omisiones que puedan ocurrir en la traducción a otros idiomas de este documento. En caso de discrepancia, remítase, por favor, a la edición original. Título de la edición original: *Opportunities for enhancing biodiversity at wind and solar energy developments* (2024). Publicado por: UICN y The Biodiversity Consultancy. <https://portals.iucn.org/library/node/52144>

Esta publicación ha sido posible en parte gracias a una financiación de EDF Renouvelables, Électricité de France (EDF), Energias de Portugal (EDP), ENI S.p.A, Equinor asa, Iberdrola Renovables International SAU, Shell International Petroleum Mij Bv – Holanda y Total SE.

Publicado por: UICN, Gland, Suiza y The Biodiversity Consultancy, Cambridge, Reino Unido

Producido por: UICN, Equipo Global de Cambio Climático y Transición Energética y The Biodiversity Consultancy

Derechos de autor: © 2024 UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales
© 2025 UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales de esta traducción en español

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor con tal de que se mencione la fuente completa.

Se prohíbe reproducir esta publicación para la venta o para otros fines comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta los derechos de autor.

Citación recomendada: Jobson, B., Cook, A., Fletcher, C., Bennun, L., Murrell, L., Asante-Owusu, R., Liu, Q. (2025). *Oportunidades para mejorar la biodiversidad en los proyectos de desarrollo de energía eólica y solar*. Gland, Suiza: UICN y Cambridge, Reino Unido: The Biodiversity Consultancy

Edición de la versión en inglés y maquetación Diwata Hunziker

Foto de portada: Paneles fotovoltaicos y flores silvestres / Inacio Pires

Traducción española: INTUITIV – www.intuitivme.com

Índice

Figuras y tablas	v
Acrónimos	vi
Glosario	vii
Agradecimientos	viii
1 Introducción	1
1.1 La transición hacia energías renovables	1
1.2 Propósito del presente documento	1
1.3 El contexto de mejora de la biodiversidad	2
1.3.1 Mejora de la biodiversidad y jerarquía de mitigación	2
1.3.2 Mejora, servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza	4
1.3.3 Mejora y conceptos de “positivo de la naturaleza”	5
1.4 Argumento empresarial para la mejora de la biodiversidad	7
2 Oportunidades para una mejora efectiva	8
2.1 Solar	8
2.1 Eólico terrestre	9
2.1 Eólico marino	12
3 Consideraciones para una mejora efectiva	16
3.1 Comprender lo que constituye una mejora de la biodiversidad	16
3.2 Comprender los riesgos y las consecuencias no deseadas potenciales	16
3.3 Conflictos espaciales y otras compensaciones	16
3.4 Prioridades concurrentes y rentabilidad de las acciones	17
4 Principios de buenas prácticas para la mejora	18
4.1 Acciones específicas de mejora sobre la biodiversidad directamente vinculadas o afectadas por el proyecto	19
4.2 Considerar enfoques para la mejora de la biodiversidad al principio del ciclo del proyecto	21
4.3 Asegurarse de que las medidas de mejora de la biodiversidad se basen en la evidencia	21
4.4 Establecer una referencia en materia de biodiversidad en una etapa temprana del ciclo del proyecto	22
4.5 Asegurarse de que las medidas de mejora de la biodiversidad sean adicionales a las medidas propuestas en relación con la mitigación de los impactos en el marco de la jerarquía de mitigación	22

4.6	Asegurarse de que las acciones de mejora de la biodiversidad sean medibles mediante objetivos y resultados claramente definidos	22
4.7	Identificar y ampliar las medidas de mejora de la biodiversidad a través de un proceso colaborativo	23
4.8	Planificar para implementar medidas de mejora de la biodiversidad dentro de un plazo relevante para el proyecto en cuestión	23
4.9	Garantizar que se implementen requisitos adecuados de gestión, monitoreo y presentación de informes para las medidas de mejora de la biodiversidad	24
4.10	Planificar para que los resultados de mejora de la biodiversidad se mantengan a largo plazo, e idealmente a perpetuidad, para ofrecer un legado duradero de un proyecto	24
5	Integrar la mejora de la biodiversidad en un proyecto	25
6	Estudio de casos	26
Estudio de caso 1:	Mejora de la biodiversidad en el proyecto solar La Métairie (Gien, Francia)	26
Estudio de caso 2:	Mejora de la biodiversidad en las turberas por parte de los desarrolladores de energía eólica terrestre (Escocia)	27
Estudio de caso 3:	Planta solar Bonete (Cuenca, Castilla La Mancha, España)	28
Estudio de caso 4:	Mesas de ostras en el parque eólico marino de Blauwwind (Borssele III y IV)	29
Referencias		32
Anexo		37
	Resumen tabulado de los enfoques existentes en materia de mejora de la biodiversidad	37

Figuras y tablas

Figura 1	Mejora de la biodiversidad en comparación con otras medidas para mitigar y remediar los impactos en la biodiversidad	3
Figura 2	Ejemplos de oportunidades para la mejora de la biodiversidad en proyectos de energía solar fotovoltaica	10
Figura 3	Posibles medidas de mejora de la biodiversidad para un parque eólico terrestre en un entorno forestal nórdico	13
Figura 4	Ejemplos de oportunidades para la mejora de la biodiversidad (o «Diseño inclusivo con la naturaleza») en proyectos de energía eólica marina	14
Figura 5	Integración de la mejora de la biodiversidad en el ciclo de planificación de un proyecto	25
Figura 6	Parque solar <i>La Métairie</i> en una zona de estanques naturales, bosque y tierras agrícolas, implementando medidas a lo largo de toda la jerarquía de mitigación para mitigar y remediar los impactos	26
Figura 7	Las medidas de mejora de la biodiversidad crearon hábitats adicionales en forma de humedales, hábitats para polinizadores y setos para complementar y mejorar las características de biodiversidad existentes en el paisaje	26
Figura 8	Ubicación de la planta solar de Bonete	28
Figura 9	Sisón común (<i>Tetrax tetrax</i>) en la planta solar de Bonete	29
Figura 10	Nidos de pájaro en la Planta Solar Bonete	29
Figura 11	Hábitat de flores silvestres debajo de los paneles	29
Figura 12	Gato montés europeo (<i>Felis silvestris</i>)	29
Figura 13	Mesas de ostras antes de su despliegue en el parque eólico marino de Blauwwind	31
Figura 14	Mesa de ostras in situ dentro del parque eólico marino de Blauwwind	31
Tabla 1	Ilustración de la jerarquía de acciones de mitigación frente a acciones de mejora de la biodiversidad para un parque eólico terrestre	3
Tabla 2	Ejemplos documentados de oportunidades de mejora de la biodiversidad en relación con la energía eólica y solar terrestres	11
Tabla 3	Principios rectores para la mejora de la biodiversidad en proyectos eólicos y solares	21
Tabla 4	Resumen de las definiciones existentes en la literatura, las normas, los reglamentos y las políticas	42

Acrónimos

AMCP	<i>Arkansas Monarch Conservation Partnership</i> (Asociación para la conservación de la mariposa monarca de Arkansas)
DISC	Directiva sobre presentación de informes de sostenibilidad corporativa
GEI	Gases de efecto invernadero
GN	Ganancia neta
GRI	Global Reporting Initiative
Ha	Hectárea
KBA	Área(s) clave(s) para la biodiversidad
KMGBF	<i>Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework</i> (Marco Mundial de Kunming-Montreal para la Biodiversidad)
MW	Mega-watt
NEIS	Normas europeas de presentación de informes de sostenibilidad
NNL	Ninguna pérdida neta
NPI	Impacto positivo neto
ODS	Objetivo de desarrollo sostenible
ONG	Organización no gubernamental
OWF	Parque eólico marino
PHASE	<i>Pollinator Habitat Aligned with Solar Energy</i> (Hábitat de polinizadores alineado con la energía solar)
PV	Fotovoltaico
RSPB	Royal Sociedad para la Protección de las Aves
SbN	Soluciones basadas en la naturaleza
SPIES (DST)	Impactos de los parques solares en los servicios ecosistémicos (herramienta de apoyo a la decisión)
STAR	Reducción de Amenazas y Restauración en favor de las Especies (métrica)
TBC	The Biodiversity Consultancy
TNC	The Nature Conservancy
TNFD	Grupo de trabajo sobre divulgaciones sobre divulgaciones financieras relacionadas con la naturaleza
UE	Unión Europea
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
WECAT	Equipo de Acción Cóndor-Energía Eólica
ZEC	Zona Especial de Conservación
ZEP	Zona Especial de Protección

Glosario

Agrivoltaico	Combinar la generación de energía solar con la agricultura
Capa herbosa	Una extensión establecida de pastos, leguminosas y otras especies que crecen cerca una de otra y forman un soporte denso que cubre el suelo.
Conservoltaico	Combinar la generación de energía solar con la conservación de la biodiversidad
Ecovoltaico	Combinar la generación de energía solar con la conservación de la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos
Flotovoltaiico	Instalación de sistemas solares fotovoltaicos sobre cuerpos de agua, como canales o embalses
Hibernáculo	Lugar en el que un animal busca refugio. Puede ser natural o artificial en el caso de la provisión de refugio adicional para los murciélagos
Impacto positivo neto	El punto en el que los impactos adversos sobre la biodiversidad se ven compensados por los resultados medibles de acciones tomadas en el marco de la jerarquía de mitigación para lograr ganancias sostenibles de biodiversidad.
Jerarquía de mitigación	Secuencia de acciones para anticipar y evitar impactos en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos; y cuando no sea posible evitarlos, minimizarlos; y, cuando se produzcan impactos, rehabilitarlos o restaurarlos; y cuando queden impactos residuales significativos, compensarlos (CSBI y TBC, 2015).
Marco Mundial de Kunming-Montreal para la Biodiversidad (KMGBF, por sus siglas en inglés)	Adoptado durante la COP 15, establece un conjunto de objetivos y metas para resultados generales en materia de biodiversidad para 2030 y 2050
Medidas de conservación adicionales	Medidas tomadas que tienen efectos positivos, pero difíciles de cuantificar, sobre la biodiversidad
Microclima	Una variación climática a pequeña escala que se desvía de la atmósfera de fondo, al menos temporalmente (Pincebourde y Woods, 2020)
Microhábitat	Un entorno localizado y a pequeña escala que soporta una flora y fauna distintas (Shi et al., 2016)
Ninguna pérdida neta	El punto en el que los impactos adversos sobre la biodiversidad se equilibran mediante medidas en el marco de la jerarquía de mitigación, de modo que no quedan pérdidas.
Positivo para la Naturaleza	No existe una definición única acordada, y varias se utilizan. La Nature Positive Initiative define el concepto como “detener y revertir la pérdida de la naturaleza para 2030, en comparación con una línea de referencia de 2020, y lograr su recuperación completa para 2050”. Según el Consejo de Empresas Sostenibles del Reino Unido, “un enfoque positivo para la naturaleza ... va más allá de reducir y mitigar los impactos negativos en la naturaleza, ya que es un enfoque proactivo y restaurativo centrado en la conservación, la regeneración y el crecimiento” (zu Ermgassen et al., 2022, p. 3).
Servicios ecosistémicos	Los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Categorizados en servicios de aprovisionamiento (por ejemplo, alimentos, agua, medicamentos), servicios de regulación (por ejemplo, regulación climática, control de inundaciones), servicios culturales (por ejemplo, recreación) y servicios de apoyo (por ejemplo, ciclo de nutrientes, provisión de hábitats).
Soluciones basadas en la Naturaleza	Acciones para abordar los desafíos de la sociedad a través de la protección, la gestión sostenible y la restauración de ecosistemas, en beneficio tanto de la biodiversidad como del bienestar humano a través de los servicios que brindan (IUCN, 2020).

Agradecimientos

Las siguientes personas han hecho contribuciones a los contenidos de estas publicaciones como participantes del proyecto de la UICN “Promoviendo proyectos de desarrollo de energías renovables respetuosos de la naturaleza”:

Simona Albanese (Eni Plenitude), Tris Allinson (BirdLife International), Audrey Bard (Equinor), Joyce Boekestijn (Shell), Guillaume Capdevielle (TotalEnergies), Astrid Delaporte-Sprengers (TotalEnergies), Melanie Dages (EDF Renewables), Steven Dickinson (TotalEnergies), Gustavo Estrada (Eni), Alessandro Frangi (EDF Renewables), Monica Fundingsland (Equinor), Agathe Jouneau (EDF Renewables), Marine Julliand (TotalEnergies), Peter Marcus Kolderup Greve (Equinor), Larissa Leitch (Shell), Adele Mayol (TotalEnergies), Bruce McKenney (The Nature Conservancy), Thomas Merzi (TotalEnergies), Marta Morichini (Eni), Rhiannon Niven (BirdLife International), Paola Maria Pedroni (Eni), Magali Pollard (TotalEnergies), Howard Rosenbaum (Wildlife Conservation Society), Jose Rubio (Fauna & Flora International), Eldina Salkanović, (Shell), Libby Sandbrook (Fauna & Flora International), Ariane Thenaday (TotalEnergies), Marcus van Zutphen (Shell), Claire Varret (EDF), Hafren Williams (Fauna & Flora International), Margherita Zapelloni (Eni Plenitude)

Descargo de responsabilidad

BirdLife International optó por no recibir fondos por su contribución a este proyecto, de acuerdo con su Marco de trabajo con las empresas.

1 Introducción

1.1 La transición hacia energías renovables

La necesidad de una transición hacia una economía basada en energías renovables, seguras para la naturaleza y con menos emisiones de carbono es más urgente que nunca (WWF y BCG, 2023; WWF y TBC, 2023). El Acuerdo de París establece un objetivo estricto de limitar el calentamiento global a 2°C por encima de los niveles preindustriales para 2050¹, enfatizando así la necesidad de una adopción urgente, rápida y extensa de energías renovables para lograr este objetivo. Cualquier retraso en la implementación de soluciones energéticas bajas en carbono como parte de la transición de combustibles fósiles a energías renovables obstaculizará gravemente los progresos hacia este objetivo.

Los objetivos globales en materia de clima y de naturaleza destacan que la transición hacia una energía baja en carbono no puede ocurrir de forma aislada ni en el vacío. Lograr estos objetivos requiere combinar los esfuerzos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y de conservación de la biodiversidad, y asegurarse de que éstos sean mutuamente beneficiosos (la acción climática no es necesariamente inherentemente buena para la biodiversidad) (Dunne, 2022). Además, la falta de acceso a la energía sigue siendo un desafío crítico en muchos países, sometiendo a muchas personas a una vida de pobreza. En 2023, a mitad de camino para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de 2030, el mundo no estaba en camino de alcanzar el ODS 7. Por lo tanto, abordar este desafío mediante un rápido despliegue de las energías renovables es primordial para garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos (AIE, 2023; IAE et al., 2023; Roser, 2020). Todo esto implica la necesidad de transformar la forma en que operan las sociedades para abordar el colapso actual de la biodiversidad y los ecosistemas y trabajar hacia un futuro justo y positivo para la naturaleza². Sin

embargo, si bien la descarbonización a gran escala de la infraestructura energética mundial es esencial para cumplir los objetivos climáticos, no debe ocurrir a expensas de la naturaleza (Gasparatos et al., 2017; TNC, 2021), en particular porque esto probablemente reduciría la eficacia de los esfuerzos de descarbonización.

1.2 Propósito del presente documento

Unos proyectos de desarrollo de energía solar y eólica bien planificados tienen el potencial de mejorar las condiciones de los hábitats y la biodiversidad asociada y aumentar el secuestro de carbono, más allá de la mitigación o los impactos relacionados con el proyecto. Por lo tanto, el concepto de mejora de la biodiversidad ha ganado un reconocimiento cada vez mayor en los últimos años como un medio para que el sector de las energías renovables contribuya a estos resultados positivos más amplios.

Este documento proporciona una visión general de las oportunidades potenciales para la mejora de la biodiversidad en proyectos de desarrollo eólicos y solares, reuniendo información sobre los principios de buenas prácticas, estudios de casos de las prácticas de la industria y un resumen de los enfoques existentes para la mejora de la biodiversidad ([Anexo](#)). Está pensado como un recurso de compendio para los promotores, que combina una variedad de información difusa de la literatura y la comunidad de práctica. Los ejemplos incluidos son indicativos de las oportunidades y el potencial. No son exhaustivos, ni pretenden ser recomendaciones (siempre se requiere una evaluación sólida específica del contexto y un estudio de viabilidad para identificar las acciones apropiadas). Este documento tampoco tiene la intención de informar futuras regulaciones o requisitos. Por encima de todo, este recurso está diseñado para fomentar ideas y avances en un

1 Para alcanzar el objetivo del Acuerdo de París, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) deben llegar a su punto máximo antes de 2025 a más tardar y disminuir un 43% para 2030. Sin embargo, las emisiones globales de GEI continúan aumentando, por varias razones (IPCC, 2023a).
2 Nota: el KMGBF no incluye específicamente el término “positivo para la naturaleza”. No existe una definición única acordada para este concepto, y varias se están utilizando (por ejemplo, véase zu Ermgassen et al., 2022). La UICN está desarrollando una metodología cuantitativa para ayudar a las empresas, los gobiernos y la sociedad civil a evaluar oportunidades y riesgos, establecer objetivos, medir los progresos y generar impactos positivos para la naturaleza (IUCN, 2022).

campo de gestión de la biodiversidad que progresa rápidamente.

1.3 El contexto de mejora de la biodiversidad

1.3.1 Mejora de la biodiversidad y jerarquía de mitigación

Muchos promotores de energías renovables ya están estableciendo objetivos a escala de proyectos en materia de biodiversidad, que pueden depender de los requisitos y puntos de vista de los reguladores, financieros y partes interesadas (Bennun et al., 2021). Por lo general, estos objetivos consisten en>NNL o NPI medibles (también conocidos como Ganancia neta), cumplidos a través de una aplicación rigurosa de la jerarquía de mitigación. La jerarquía de mitigación es un conjunto secuencial e iterativo bien establecido de cuatro acciones para abordar los impactos negativos de los proyectos de desarrollo en la biodiversidad: evitar, minimizar, restaurar y compensar (Bennun et al., 2021; CSBI y TBC, 2015).

La mejora de la biodiversidad es **adicional a la jerarquía de mitigación**. Se ha definido como “una mejora genuina del interés de un sitio o área en cuanto a patrimonio natural a través de una mejor gestión, o la adición de hábitats o características nuevas o mejores que las actuales” (Rajvanshi et al., 2011, p. 182). Representa acciones de conservación que se pueden tomar para beneficiar aún más la biodiversidad, más allá de las ganancias requeridas para cumplir con los objetivos de>NNL o NPI directamente relacionados con los impactos del proyecto. Por lo tanto, por definición, la mejora contribuye a la suma de las ganancias de biodiversidad proporcionadas por un proyecto. Esto significa que cuando el objetivo de>NNL se ha logrado a través de la jerarquía de mitigación, y siempre que no haya obligaciones para lograr una cantidad específica de ganancia con respecto a los impactos del proyecto (por ejemplo, legislación que requiera una compensación), las acciones de mejora contribuyen a ganancias netas. Las acciones de mejora también pueden contribuir a obtener ganancias en virtud de compromisos voluntarios de NPI, dependiendo de cómo se defina el compromiso voluntario.

Las acciones de mejora generalmente se toman a escala de proyectos (es decir, dentro de los límites de un parque solar o eólico) para restaurar o crear hábitats naturales o seminaturales y/o para beneficiar a especies meta clave. Las medidas de mejora de la biodiversidad no necesariamente tienen que enfocarse en las mismas características afectadas directa o indirectamente por un proyecto (es decir, las características a las que se refieren los objetivos de>NNL/NPI), aunque idealmente, la mejora aún debería centrarse en componentes de la biodiversidad conectados al proyecto, es decir, directamente vinculados, asociados o afectados por un proyecto en particular (Rajvanshi et al., 2011). En otras palabras, las acciones de mejora deben dirigirse a características presentes en el área del proyecto o el paisaje o contexto marino circundante, ya sea que se vean afectadas directa o indirectamente por el proyecto.

Durante la planificación, las medidas de mejora deben considerarse por separado de las acciones destinadas a abordar los impactos directos, indirectos y acumulativos del proyecto de desarrollo. Una vez que los proyectos hayan implementado acciones en el marco de la jerarquía de mitigación diseñadas para lograr los objetivos de>NNL o NPI, las medidas de mejora constituyen los “extras” que se podrían lograr para aumentar las ganancias de biodiversidad y contribuir aún más al objetivo global de detener y revertir la pérdida de biodiversidad. Esto requerirá una cuidadosa consideración, ya que las acciones involucradas pueden ser similares. En algunos casos, una misma acción puede apoyar tanto resultados en materia de mitigación como resultados adicionales de mejora (véase [Tabla 1](#)), y en otros casos pueden entrar en conflicto con la mitigación del impacto.

Por ejemplo:

- Se requerirán medidas conformes a la jerarquía de mitigación para lograr el objetivo de NPI para un parque eólico con impactos residuales de colisión en las rapaces. En el mismo sitio del proyecto del parque eólico, la creación de praderas de flores silvestres para polinizadores podría constituir una medida de mejora de la biodiversidad que no esté relacionada con el impacto residual del parque eólico.

- Por el contrario, mejorar el hábitat dentro del parque eólico podría no ser apropiado porque podría hacer que el sitio sea más atractivo para aves o murciélagos en peligro (por ejemplo, Roeleke et al., 2016).

Por lo tanto, en la mayoría de los casos, los promotores deberán priorizar una mejora in situ, pero puede haber algunos casos en los que unas medidas más allá del sitio del proyecto sean más apropiadas. Una mejora efectiva requiere una buena comprensión de la línea de referencia en materia de biodiversidad, incluidas las especies y hábitats que están o estuvieron presentes, y los servicios ecosistémicos prestados en el sitio del proyecto y sus alrededores. Para poder demostrar resultados positivos para las características de biodiversidad previstas, se deberán monitorear

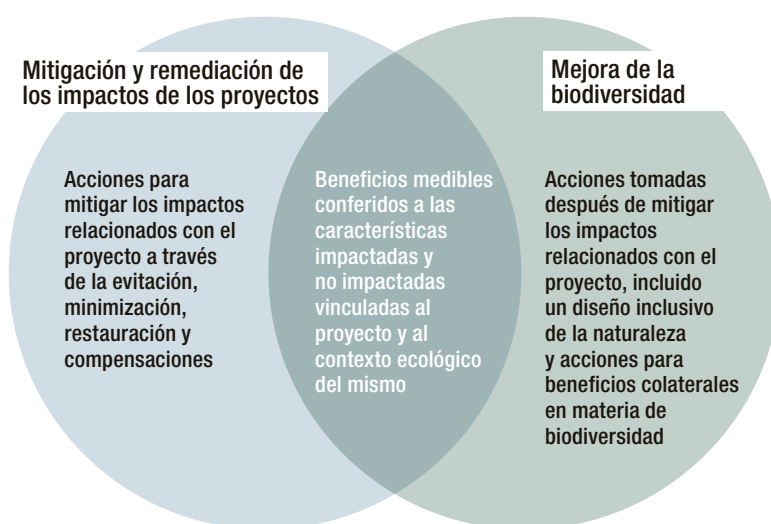


Figura 1 Mejora de la biodiversidad en comparación con otras acciones para mitigar y remediar los impactos en la biodiversidad
Fuente: Autores.

Tabla 1 Una ilustración de acciones de la jerarquía de mitigación en comparación con acciones de mejora de la biodiversidad en un parque eólico

MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS RELACIONADOS CON EL PROYECTO		MEJORA DE LA BIODIVERSIDAD	
MEDIDA DE MITIGACIÓN	RESULTADO	MEDIDA DE MEJORA	RESULTADO
Evitación por diseño: planear el diseño y la configuración del proyecto para evitar hábitats específicos de alto valor dentro de los límites de un proyecto	Reducción del impacto directo de la huella residual en hábitats específicos de alto valor	Restauración y protección continua de estas áreas de hábitat de alto valor evitadas para mejorar la condición y el valor de su biodiversidad	Contribuye a resultados positivos en materia de biodiversidad para un hábitat asociado con el sitio del proyecto, después de acciones en el marco de la jerarquía de mitigación para abordar el impacto relacionado con el proyecto
Restauración de áreas de hábitat in situ perturbadas temporalmente por actividades de construcción	Reduce los impactos adversos residuales del proyecto en la biodiversidad	Restauración de hábitats dentro del perímetro del sitio, que no se han visto afectados por las actividades del proyecto pero que se han degradado por actividades anteriores en la zona (por ejemplo, agricultura)	Contribuye a resultados positivos en materia de biodiversidad para un hábitat asociado con el sitio del proyecto
Restaurar hábitats naturales más allá del límite del sitio para alentar a especies amenazadas por los impactos del proyecto a desplazarse fuera del sitio	Reduce los impactos adversos residuales del proyecto en la biodiversidad	Una misma acción contribuye a resultados positivos en materia de biodiversidad para una biodiversidad vinculada/asociada con el proyecto, pero no afectada por el proyecto	
Compensación de la pérdida física de hábitat despejado para la infraestructura del proyecto a través de compensaciones de restauración y protección continua de áreas del mismo tipo de hábitat susceptibles de ser perdidas en el futuro en otros lugares, dentro o fuera del sitio (pérdida evitada)	Compensación de los impactos adversos residuales del proyecto en la biodiversidad	Acciones de restauración y pérdida evitada más allá del límite del sitio del proyecto pero dentro del mismo contexto ecológico, para características no afectadas por el proyecto, o para las cuales se han logrado objetivos de>NNL/NPI a través de la jerarquía de mitigación	Contribuye a resultados positivos en materia de biodiversidad para las características asociadas con el sitio del proyecto, después de acciones en el marco de la jerarquía de mitigación para abordar el impacto relacionado con el proyecto

Fonte: Autores.

tanto las medidas de mitigación del impacto del proyecto como las medidas de mejora de la biodiversidad en relación con esta línea de referencia.

Las medidas de mejora de la biodiversidad también son diferentes a las acciones de conservación adicionales, que a su vez quedan fuera de la jerarquía de mitigación. Las acciones de conservación adicionales son difíciles de cuantificar porque a menudo no son medidas in situ o directas sobre el terreno, sino que son acciones de apoyo, habilitación y sensibilización, como campañas educativas, investigación y desarrollo novedosos o cambios en políticas. Las acciones de mejora, por otro lado, abordan directamente el estado o la condición de una característica de biodiversidad en el terreno, son medibles y, a menudo, son similares o iguales a las diseñadas para mitigar los impactos (véase [Figura 1](#) y [Tabla 1](#)).

Las oportunidades para mejorar la biodiversidad variarán según el estado de la biodiversidad en el sitio del proyecto. Es probable que un proyecto de desarrollo en un área degradada, como tierras agrícolas improductivas, brinde mayores oportunidades para mejorar la biodiversidad que paisajes más intactos, como hábitats naturales³. La mejora se centra en la biodiversidad, pero a menudo puede crear beneficios adicionales a través de una mejora de la prestación de servicios ecosistémicos (Sección 1.3.2). Los ejemplos de mejora de la biodiversidad incluyen características de diseño inclusivas con la naturaleza que se seleccionan para proporcionar beneficios de conservación adicionales en lugar de mitigar los impactos de un proyecto.

En resumen, la mejora de la biodiversidad se puede definir como ([Figura 1](#)):

- Acciones de conservación, generalmente tomadas a escala de proyectos, que mejoran la biodiversidad de manera medible después, y de manera adicional, a las acciones tomadas en el marco de la jerarquía de mitigación.

1.3.2 Mejora, servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza

La definición de los ecosistemas considera tanto a los organismos como a los ambientes dentro de los cuales ocurren (Tansley, 1935). Con el creciente reconocimiento de la importancia de los servicios ecosistémicos (los beneficios que los ecosistemas proporcionan a las personas) (Neugarten et al., 2018), se ha desarrollado el concepto de soluciones basadas en la naturaleza (SbN). Las SbN son acciones para abordar los desafíos de la sociedad a través de la protección, la gestión sostenible y la restauración de ecosistemas, en beneficio tanto de la biodiversidad como del bienestar humano a través de los servicios que brindan (IUCN, 2020). Los servicios ecosistémicos suelen clasificarse en cuatro grupos:

- 1) Servicios de aprovisionamiento: productos obtenidos de los ecosistemas (por ejemplo, alimentos, agua dulce, recursos medicinales);
- 2) Servicios de regulación: beneficios obtenidos de la regulación inherente a los procesos ecosistémicos (por ejemplo, regulación del clima, control de inundaciones, regulación de enfermedades);
- 3) Servicios culturales: beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas (por ejemplo, ocio, beneficios espirituales); y
- 4) Servicios de apoyo: servicios que son necesarios para la producción y el mantenimiento de todas las demás funciones de los ecosistemas (por ejemplo, ciclo de nutrientes, provisión de hábitats).

Las medidas de mejora de la biodiversidad en proyectos eólicos y solares a menudo también pueden constituir SbN, ya que las acciones que mejoran los servicios ecosistémicos también pueden abordar desafíos sociales clave⁴. Los ejemplos incluyen: mitigar el cambio climático mediante el secuestro de carbono; contribuir a la salud humana mediante una mayor integridad de los ecosistemas; aumentar la seguridad alimentaria mediante la mejora de los servicios de polinización; aumentar

³ Ejemplos de hábitats naturales terrestres cartografiados mediante el [Mapa de Tierras Naturales SBTN 2020 v1](#)

⁴ Semeraro et al. (2020) presentan un marco conceptual para el diseño de infraestructuras verdes en sistemas solares fotovoltaicos en sinergia con los servicios ecosistémicos. Un estudio de caso de Italia muestra que el marco aumenta la producción de energía solar y mejora/aumenta varios servicios ecosistémicos.

la seguridad hídrica mediante la restauración de los hábitats ribereños; prevenir los desastres naturales mediante la mejora de la capacidad de los hábitats para resistir deslizamientos de tierra o inundaciones, y contrarrestar la pérdida de biodiversidad en sí misma⁵. Unos esfuerzos de mejora de la biodiversidad gestionados adecuadamente, tanto en términos de acciones relacionadas con los hábitats naturales o seminaturales, como con las especies, fortalecerán inherentemente la resiliencia de los ecosistemas y su capacidad para prestar servicios esenciales para las personas.

Reconociendo la importancia de la mejora de la biodiversidad para la provisión de SbN, el proyecto TRANSEATION, financiado por el programa de innovación Horizon Europe (Horizonte Europa) de la Unión Europea, destaca el importante papel que puede desempeñar la “infraestructura azul-gris”, como los parques eólicos marinos, en la protección y restauración de la salud de nuestros ecosistemas marinos mediante la mejora de soluciones basadas en la naturaleza. Del mismo modo, el proyecto Pollinator Habitat Aligned with Solar Energy (Hábitat de polinizadores alineado con la energía solar o PHASE, por sus siglas en inglés), en los Estados Unidos, tiene como objetivo investigar con más detalle los beneficios ecológicos y económicos, así como los impactos en el rendimiento, de las plantaciones para polinizadores en grandes instalaciones fotovoltaicas (PV) a escala de servicios públicos. En tierra, el potencial para mejorar la vegetación natural para proporcionar servicios de polinización para las áreas agrícolas circundantes ha sido ampliamente reconocido (Armstrong et al., 2021; Semeraro et al., 2018; Walston et al., 2018, 2021, 2023; Wit y Biesmeijer, 2020).

Las mejoras en la biodiversidad también pueden proporcionar beneficios directos de gestión para los proyectos de energías renovables, al mejorar la eficiencia y reducir los costos e impactos de mantenimiento. Estos son algunos ejemplos:

- Utilizar un diseño inclusivo de la naturaleza para las protecciones contra la erosión en parques eólicos marinos para crear sustrato de arrecife y reducir los impactos negativos de la erosión (Lengkeek et al., 2017).

- Restauración de la vegetación natural para moderar los daños por escorrentía y erosión en áreas sujetas a intensas lluvias estacionales, reduciendo los costos de mantenimiento de las carreteras de acceso y los cimientos de las turbinas en tierra.
- Restauración de la vegetación nativa, mejorando la eficiencia de los paneles solares al reducir la temperatura debajo de ellos, con un efecto adicional de estabilización del suelo, reduciendo así el polvo y, por lo tanto, la cantidad de agua necesaria para mantener los paneles solares libres de polvo y funcionando de manera óptima (Al-Dousari et al., 2020; Chemisana y Lamnatou, 2014; Macknick et al., 2013).

1.3.3 Mejora de la biodiversidad y jerarquía de mitigación

En paralelo con el KMGBF (véase la [Sección 1.1](#)), el concepto de “positivo para la naturaleza” ha surgido como un “llamado” inclusivo y ambicioso que se alinea con el KMGBF (Booth et al., 2024). El término “naturaleza” se utiliza a menudo como sinónimo de biodiversidad, pero es un concepto más amplio que también abarca componentes no vivos, como el clima, el aire, el suelo y el agua. Los foros empresariales y de conservación convergen cada vez más en el concepto de “positivo para la naturaleza” (zu Ermgassen et al., 2022) para alcanzar los objetivos 2030 y 2050 del KMGBF, e impulsar un cambio transformador en la relación entre las empresas y la naturaleza. No existe una definición única acordada del término, y varios se están utilizando. De acuerdo con el KMGBF, la [Iniciativa Positivo para la Naturaleza](#) lo define como “detener y revertir la pérdida de naturaleza para 2030, en comparación con una línea de referencia de 2020, y lograr su recuperación completa para 2050” (Nature Positive Initiative, 2023). El Consejo de Empresas Sostenibles del Reino Unido define el concepto de la siguiente manera: “un enfoque positivo para la naturaleza coloca las ganancias de naturaleza y biodiversidad en el centro de la toma de decisiones y el diseño. Va más allá de reducir y mitigar los impactos negativos en la naturaleza, ya que es un enfoque proactivo y restaurativo centrado en la conservación, la regeneración y el crecimiento” (zu Ermgassen et al., 2022, p. 3). Continúa el

5 <https://iucn.org/our-work/nature-based-solutions>

debate sobre lo que significa “positivo para la naturaleza” para las empresas (Milner-Gulland, 2022; zu Ermgassen et al., 2022), donde generalmente se ve como un objetivo social amplio al que las empresas y la sociedad civil pueden contribuir, en lugar de un proyecto o un objetivo específico a nivel organizacional (Booth et al., 2024).

La idea de “positivo para la naturaleza” surge de la necesidad urgente de conservar y restaurar la naturaleza, con un reconocimiento generalizado del ritmo al que las especies y los ecosistemas están desapareciendo y la escala de riesgo que esto representa para las empresas y la sociedad (véase Dasgupta, 2021; IPBES, 2022; WWF, 2022). “Positivo para la naturaleza” va más allá de los enfoques corporativos tradicionales, como los objetivos de NNL o NPI en materia de biodiversidad, de tres maneras principales (TBC, 2022): i) un alcance más amplio, que abarca toda la cadena de valor de una empresa e integra la naturaleza en su conjunto; ii) una alineación más clara con los objetivos globales, que requieren mejoras absolutas en el estado de la naturaleza, y no sólo ralentizar su pérdida; y iii) un énfasis tanto en la integración de la naturaleza en las estructuras y procesos corporativos, como en un cambio más amplio y transformador de los sistemas, más allá de las empresas individuales.

La aplicación de la jerarquía de mitigación es fundamental para un enfoque “positivo para la naturaleza” (Maron et al., 2023; White et al., 2024). Esto significa priorizar fuertemente la prevención y minimización de los impactos, ya sea a escala de proyectos, paisajes o sistemas. Para cumplir con los objetivos del KMGBF y de “positivo para la naturaleza” en materia de recuperación de la naturaleza, también se necesitarán más acciones de conservación para lograr una ganancia neta general de biodiversidad. Como tal, la mejora de la biodiversidad está totalmente alineada con un enfoque positivo para la naturaleza, siempre que sea adicional, y no una alternativa, a la aplicación de la jerarquía de mitigación (Maron et al., 2023; White et al., 2024). Luxton et al., (2024) describen una serie de posibles riesgos ambientales, sociales y basados en el diseño asociados con la adopción de las aspiraciones actuales del “positivo para la naturaleza”. Los proyectos de energías renovables que tengan como objetivo contribuir a resultados

positivos para la naturaleza a través de medidas de mejora de la biodiversidad deberán considerar muchos de estos riesgos, incluidos los riesgos ecológicos de un fracaso de la restauración debido a factores ambientales, los límites a la viabilidad ecológica y técnica de las medidas de mejora y la suficiencia de los conocimientos científicos necesarios para implementar los planes

1.4 Argumento empresarial para la mejora de la biodiversidad

La mejora de la biodiversidad es de creciente importancia para los promotores de proyectos, por razones adicionales a los beneficios proporcionados por la biodiversidad. Las medidas de mejora de la biodiversidad son uno de los criterios no monetarios que se utilizan cada vez más para distinguir entre las propuestas de proyecto en las rondas competitivas de arrendamiento de energías renovables (WindEurope, 2020). Por ejemplo, los criterios de licitación para los parques eólicos marinos IJmuiden ver Alpha (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023a) e IJmuiden ver Gamma (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2023b), en los Países Bajos, incluyeron un requisito de medidas para aumentar los hábitats disponibles para las especies nativas del Mar del Norte. De manera similar, en Escocia, las propuestas de parques eólicos terrestres sólo reciben apoyo cuando se puede demostrar que “conservarán, restaurarán y mejorarán la biodiversidad, incluidas las redes naturales, que deberán encontrarse en un estado demostrablemente mejor que sin intervención” (Scotland’s Nature Agency/Nàdar Alba, 2024). Más allá de los requisitos introducidos en los criterios de licitación, algunas medidas de mejora de la biodiversidad también pueden ofrecer el potencial de reducir los costos de gestión operativa y/o aumentar la eficiencia.

Cada vez se exige más a las empresas que informen y divulguen sus interacciones con la naturaleza y la biodiversidad, incluidos los riesgos, los impactos y las oportunidades de acción, lo que abarca la mejora de la biodiversidad. Por ejemplo:

- En Europa, existe un requisito obligatorio para que las empresas sujetas a la Directiva sobre

Informes de Sostenibilidad Corporativa (DISC) informen de acuerdo con las Normas Europeas de Informes de Sostenibilidad (NEIS), incluida la NEIS E4 sobre Biodiversidad y ecosistemas. La NEIS E4 incluye el requisito de divulgar las políticas adoptadas para “abordar la producción ... o el consumo desde ecosistemas que se gestionan para mantener o mejorar las condiciones para la biodiversidad, como lo demuestra un monitoreo y la presentación de informes periódicos sobre el estado y las ganancias o pérdidas de biodiversidad” (EFRAG, 2022, p. 9).

- También existen varios marcos y estándares voluntarios que impulsan informes y una divulgación voluntarios, para los cuales las expectativas de alineación por parte de las empresas van creciendo:
 - Se recomienda a las empresas que se alineen con el Grupo de Trabajo sobre Divulgaciones Financieras Relacionadas con la Naturaleza (TNFD, por sus siglas en inglés) que divulguen oportunidades relacionadas con la naturaleza, incluidas acciones de mejora más allá de la gestión de impactos, como “la restauración y la conservación y las soluciones basadas en la naturaleza” (TNFD, 2023, p. 27). La guía sectorial del TNFD para “Servicios públicos eléctricos y generadores de energía” menciona ejemplos de mejora in situ de los hábitats para polinizadores en granjas eólicas y solares (TNFD, 2024).
 - La norma 101 sobre biodiversidad de la Global Reporting Initiative (GRI, por sus siglas en inglés) requiere que las organizaciones informen sobre cómo aplican la jerarquía de mitigación, que además de las acciones para evitar, minimizar, restaurar, rehabilitar y compensar también incluye acciones transformadoras y acciones de conservación adicionales. La GRI 101 señala que “se pueden tomar medidas de conservación adicionales para crear un impacto positivo en la biodiversidad más allá de la gestión de los impactos negativos de la organización” (GRI, s.f., en vigor a partir de enero de 2026).

Además, para el creciente número de promotores que aspiran a contribuir a las ambiciones sociales de “positivo para la naturaleza”, la mejora de

la biodiversidad es una contribución clara más allá de los requisitos legislativos o financieros, u objetivos voluntarios, de NNL o NPI en materia de biodiversidad. Las actividades de mejora de la biodiversidad constituyen un compromiso demostrablemente proactivo para ir más allá de los requisitos mínimos y contribuir a la recuperación de la naturaleza, y pueden proporcionar beneficios en términos de servicios ecosistémicos para las partes interesadas del proyecto (véase la [Sección 1.3.2](#)). Demostrar que los proyectos de desarrollo están generando cambios positivos para la naturaleza a nivel local puede traer beneficios significativos en términos de un mayor compromiso y mejores relaciones con las partes interesadas. En consecuencia, tales medidas pueden ser altamente efectivas para mejorar la aceptación de las partes interesadas y reducir la oposición a los proyectos de energías renovables asociados con impactos percibidos en la biodiversidad.

2 Oportunidades para una mejora efectiva

2.1 Solar

Actualmente, existe una creciente base de evidencia sobre energía solar y efectividad de la mejora de la biodiversidad, y la mayoría de la información proviene de muchos países, incluidos Australia, EE. UU., Reino Unido, Canadá y España (Boscarino-Gaetano et al., 2024). Los proyectos solares ubicados en tierras transformadas o degradadas ofrecen oportunidades en materia de restauración, ya sea de hábitats naturales o seminaturales (por ejemplo, restauración de hábitats para polinizadores debajo y alrededor de los paneles solares, aumentando la diversidad de plantas nativas (Evans et al, 2023; Peschel, 2010). Existen oportunidades para que la industria contribuya a la recuperación de la naturaleza a gran escala, especialmente con el desarrollo de políticas integradas centradas en el nexo entre clima, naturaleza y uso del suelo (Carvalho et al., 2024).

La revegetación de áreas debajo y alrededor de los paneles solares puede aumentar la biodiversidad y crear corredores para el movimiento y la dispersión de la vida silvestre, especialmente si las vallas están diseñadas para permitir el movimiento de mamíferos y reptiles. Dependiendo de las prácticas de gestión de la vegetación, los proyectos de desarrollo solares pueden soportar niveles más altos de biodiversidad que el paisaje cultivable circundante, cuando se ubican en tierras agrícolas. Esto se ha evaluado en varios sitios en todo el Reino Unido para plantas, aves e invertebrados, con una mayor diversidad constatada en los proyectos de desarrollo solares que en las tierras agrícolas circundantes (Carvalho et al., 2021; Montag et al., 2016). Por lo tanto, la mejora de la biodiversidad en los proyectos solares puede reforzar directamente los servicios ecosistémicos y las soluciones basadas en la naturaleza en beneficio de los paisajes más amplios (como se describe en la [Sección 1.3.2](#)).

El término “ecovoltaico” se utiliza cada vez más para describir un enfoque dual de uso del suelo que combina medidas para la biodiversidad y la generación de energía solar. En general, abordar el diseño y la operación de los paneles solares utilizando un enfoque ecovoltaico ecológicamente informado (priorizando a la vez los servicios

ecosistémicos y la generación de energía) puede aportar múltiples beneficios en términos de clima, biodiversidad y restauración de tierras degradadas (Sturchio y Knapp, 2023). Al mismo tiempo, al considerar el concepto de energía ecovoltaica, es útil diferenciar entre las acciones de mejora de la biodiversidad y las acciones de la jerarquía de mitigación, estas últimas siendo las acciones implementadas y descritas con mayor frecuencia (Ljungström y Hörnelius, 2023). El concepto de “conservoltaico”, que combina proyectos solares con la conservación de la biodiversidad, también se ha propuesto para identificar oportunidades que incorporen directamente tanto oportunidades de generación de energía solar como de conservación de la biodiversidad (Nordberg y Schwarzkopf, 2023). También se utiliza un tercer término, “agrivoltaico”, que combina proyectos solares con la agricultura.

La energía ecovoltaica, la conservoltaica y la agrivoltaica pueden ofrecer varios beneficios colaterales en términos de energía solar y biodiversidad. Estos incluyen el ahorro de tierras, eficiencia en el uso del agua y mejoras en la calidad del agua, estabilización masiva de los suelos y control de la erosión, el mantenimiento de la fertilidad de los suelos, la prevención de inundaciones, una mayor eficiencia de los módulos fotovoltaicos (PV) en climas cálidos, así como el restablecimiento de prados de flores silvestres para el pastoreo y el aumento de los servicios de polinización. Las medidas de mejora de la biodiversidad ofrecen una oportunidad para reforzar los enfoques regenerativos que ayudan a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas de producción, manteniendo la salud de los suelos y reduciendo la necesidad de insumos externos y el riesgo de contaminación ambiental.

Los paneles solares también pueden conducir a la creación de toda una gama de microhábitats, que pueden proporcionar condiciones óptimas para algunas especies. Por ejemplo, para la flora en un ecosistema de tierras áridas de los Estados Unidos, el sombreado parcial proporcionado por los paneles solares retrasó la floración y se demostró que aumentaba la abundancia floral al final de la

temporada para los polinizadores (Graham et al., 2021). En general, la presencia de granjas solares en paisajes agrícolas puede aumentar la diversidad estructural de los hábitats así como la diversidad aviar en general (Jarčuška et al., 2024).

En términos de hábitats de anidación de aves, se han realizado algunas observaciones incidentales de especies generalistas anidando debajo o sobre paneles solares. Sin embargo, durante un estudio comparativo de 11 granjas solares fotovoltaicas en el Reino Unido, las alondras, que anidan en el suelo, tendían a utilizar parcelas de control no desarrolladas más que las granjas solares (Montag et al., 2016). Esto se debe presumiblemente a sus requisitos de paisajes abiertos ininterrumpidos y a la necesidad de ver a los depredadores acercarse, lo que probablemente sea similar para muchas especies especializadas de pastizales. Los estudios de casos de energía solar fotovoltaica sobre canales y embalses hidroeléctricos han demostrado un mejor rendimiento fotovoltaico debido al microclima más frío, así como una reducción de la evaporación y potencialmente la mitigación del crecimiento excesivo de malezas acuáticas (Hernández et al., 2019; McKuin et al., 2021).

Existen muchas oportunidades para mejorar la biodiversidad en las granjas solares (Tabla 2). La Figura 2 resume las mejoras ecológicas adecuadas para una granja solar^{6, 7}. En muchos casos, acciones de conservación efectivas en otros contextos de energías no renovables constituirán medidas apropiadas de mejora de la biodiversidad para proyectos de desarrollo solares. Por ejemplo, la creación de estanques para anfibios (Smith et al., 2020) o la instalación de cajas nido e hibernáculos que benefician a una variedad de especies de aves, murciélagos, anfibios, reptiles e insectos, así como marsupiales (Berthier et al., 2012; Boscarino-Gaetano et al., 2024; Lindenmayer et al., 2009; Pschonny et al., 2022; Sutherland et al., 2018). La efectividad de las cajas nido para aves es bien conocida, por ejemplo. Se ha demostrado que aumentan el éxito reproductivo de la Abubilla común (*Upupa epops*) en Europa Central (Berthier et al., 2012) o el número de hembras reproductoras de murciélagos de Cabrera (*Pipistrellus pygmaeus*) en España (Flaquer

et al., 2006). Específicamente para la energía solar, se están realizando investigaciones en los EE. UU. para determinar la idoneidad de liberar Lechuzas madrigueras (*Athene cunicularia*) en granjas solares (Ørsted, 2023), ya que esta especie a menudo se rescata de proyectos de desarrollo bajo permisos del gobierno federal de EE. UU. y se traslada para ser liberada en otros sitios con la provisión de cajas nido subterráneas artificiales.

Los beneficios para los polinizadores son algunas de las acciones de mejora de la biodiversidad implementadas con mayor frecuencia en las granjas solares (Armstrong et al., 2021; Blaydes et al., 2021, 2022; Walston et al., 2023). Si bien se requiere más investigación para comprender completamente el potencial de mejora de la biodiversidad en las granjas solares para beneficiar a las especies y hábitats más allá de la flora y los polinizadores, existen una serie de oportunidades y varios ejemplos disponibles, incluyendo los de EDF Renewables que explora los impactos positivos de la energía solar en el Reino Unido (Scully, 2022), RWE que prueba la creación de condiciones favorables para la biodiversidad en granjas solares en Polonia (RWE, 2024), la creación de hábitats de Regener8 Power en el Reino Unido (Regener8 Power, 2021-2023) y su enfoque ecovoltaico en Cerdeña (Regener8 Power, 2021).

2.2 Eólico terrestre

Los parques eólicos terrestres presentan oportunidades similares a la energía solar en cuanto a restauración de hábitats (Tabla 2), pero a menudo en áreas mayores y con menos limitaciones prácticas. Las turbinas eólicas individuales están ampliamente espaciadas, lo que deja más oportunidades para mejorar las tierras en ellas. Se pueden implementar algunas medidas de restauración para compensar la pérdida de hábitats debido a carreteras de acceso y plataformas de turbinas, pero se deben disponer de áreas adicionales para la mejora, especialmente en proyectos ubicados en tierras anteriormente degradadas.

⁶ Véase [Solar Energy UK](#) (2022) para más información.

⁷ Los matorrales de márgenes de campo son áreas donde la hierba crece en matas, racimos o mechones, o áreas donde crecen juntas masas gruesas de hierba y otras plantas. Proporcionan un hábitat esencial para los invertebrados, y un refugio y sitios de anidación para pequeños mamíferos, así como hábitats para anfibios y reptiles.

Mejoras ecológicas sostenibles para un parque solar

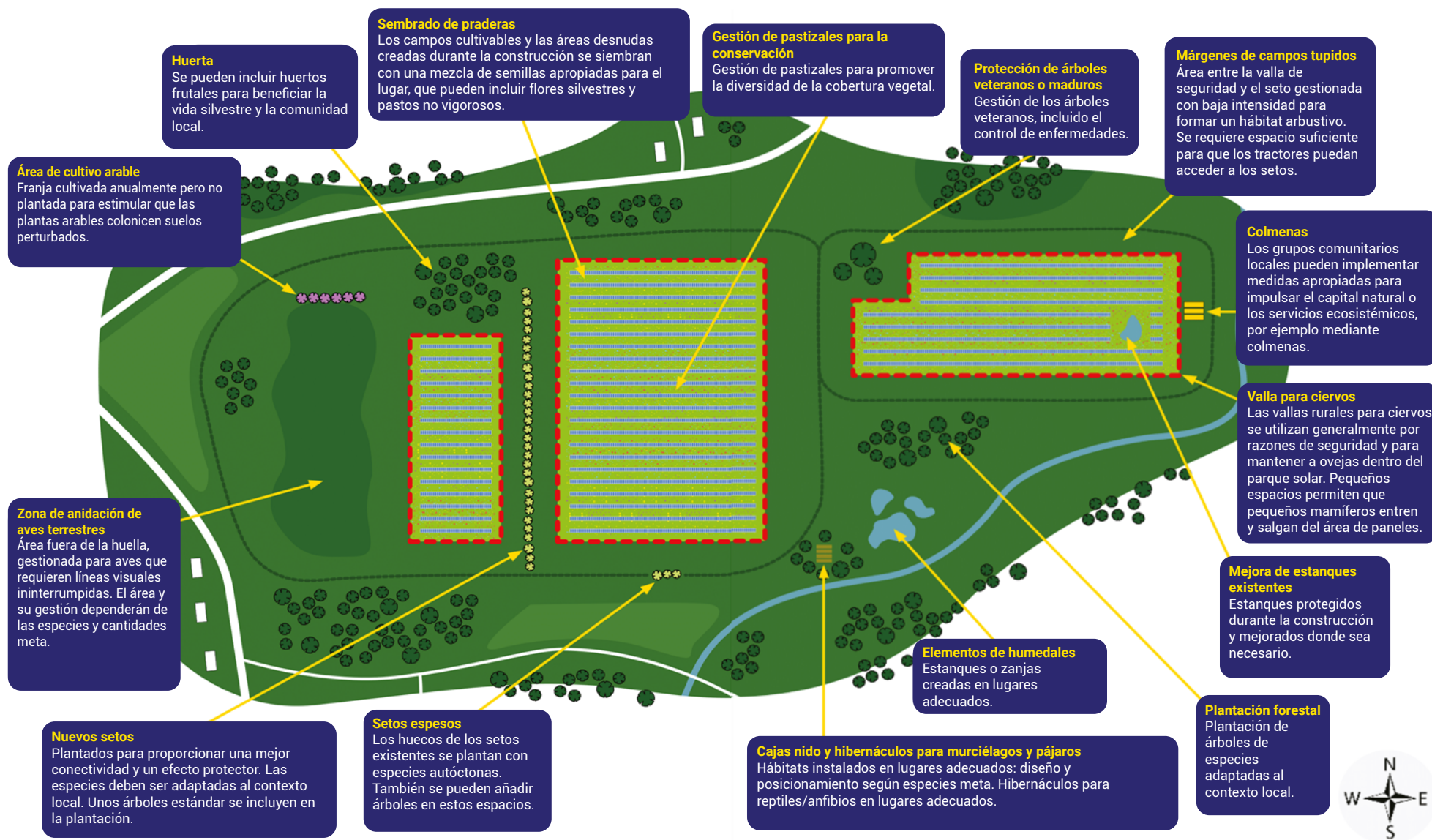


Figura 2 Ejemplos de oportunidades de mejora de la biodiversidad en proyectos de desarrollo fotovoltaicos solares Fuente: Solar Energy UK (2022, pp. 24–25)

La mayoría de las acciones positivas para la biodiversidad en el eólico terrestre tienden a estar vinculadas a acciones de mitigación, remediación o compensación del impacto, por ejemplo, contribuciones a la cría y liberación de 35 cóndores de California (*Gymnogyps californianus*) a través del programa del Equipo de Acción Cóndor y Energía Eólica (WECAT, por sus siglas en inglés)⁸. Sin embargo, algunas medidas de mitigación

diseñadas para minimizar las colisiones de aves y murciélagos también pueden representar una mejora de la biodiversidad en cierta medida. Por ejemplo, aumentar el atractivo de hábitats alejados de las turbinas eólicas para minimizar posibles colisiones del aguilucho negro (Simmons et al., 2020); Excelsior Wind Farm⁹ representa tanto una medida de mitigación como un resultado de conservación adicional.

Tabla 2 Ejemplos documentados de oportunidades de mejora de la biodiversidad en relación con la energía eólica terrestre y la energía solar

MEDIDA*	TECNOLOGÍA
Siembra con una mezcla diversa de especies de flora autóctonas y localmente apropiadas, incluidas flores silvestres y hierbas no vigorosas**	Eólico terrestre y solar
Siembra de cultivos para proporcionar alimento a las aves silvestres	Eólico terrestre y solar
Gestión de la conservación de pastizales para producir una capa herbosa diversa (por ejemplo, utilizando pastoreo periódico rotatorio)	Eólico terrestre y solar
Evitar el corte o pastoreo de la vegetación durante la primavera para permitir que las plantas florezcan y produzcan semillas, proporcionando un período de alimentación más largo para los polinizadores	Eólico terrestre y solar
Minimizar el control químico de malezas y sembrar áreas desnudas para evitar la colonización de malezas	Eólico terrestre y solar
Mantenimiento y creación de setos para mejorar la conectividad en todo el sitio. Evitar cortar los setos durante la temporada de cría de aves (a menudo legalmente obligatorio)	Eólico terrestre y solar
Mantenimiento de terreno abierto gestionado para aves que anidan en el suelo o de terreno desnudo para invertebrados	Eólico terrestre y solar
Uso de vallas de exclusión, cuando sea apropiado, para evitar la presencia de animales y el pastoreo de los bosques en recuperación (por ejemplo, vallas para ciervos)	Eólico terrestre y solar
Creación de nuevos hábitats, como estanques o parches de humedales.	Eólico terrestre y solar
Instalación de cajas nido para aves y murciélagos o de hibernáculos para reptiles y anfibios	Eólico terrestre y solar
Restauración de áreas de turberas secas o degradadas (por ejemplo, a través de un reperfilado de la turba y represas de barrancos)	Eólico terrestre y solar
Mejora de los corredores de vida silvestre y la conectividad del paisaje centrándose en las zonas ribereñas, los límites del proyecto, las servidumbres de acceso, las pendientes pronunciadas o las zonas rocosas.	Eólico terrestre (y solar cuando corresponda)
Uso de vallas de exclusión, cuando sea apropiado, para evitar la presencia de animales y el pastoreo de los bosques en recuperación.	Eólico terrestre y solar
Instalación de hibernáculos para reptiles y anfibios.	Eólico terrestre y solar
Provisión de refugios para la vida silvestre utilizando madera muerta, rocas	Eólico terrestre y solar
Eliminación de especies invasoras o no autóctonas (si el proyecto no lo requiere ya)	Eólico terrestre y solar
Proteger la vida silvestre de interacciones negativas con las personas	Eólico terrestre y solar

* Nota: la idoneidad de las medidas de mejora variará considerablemente en función de las geografías y siempre se debe consultar a expertos locales al seleccionar medidas apropiadas y efectivas en un sitio.

** Por ejemplo, en el Reino Unido: <https://www.suffolkbis.org.uk/sites/default/files/PDFs/2013%2003%20Notes%20RSPB%20solar%20enhancement%20talk%20notes.pdf>; y en Australia: https://cpagency.org.au/wp-content/uploads/2024/05/Better_Biodiversity_on_Solar_Farm_Guide_May_2024.pdf

⁸ Para más información, véase: <https://www.wecatllc.com/>

⁹ <https://www.miga.org/sites/default/files/2019-09/Excelsior%20CHA%20Final%2029%20August%202019.pdf>

En ciertas regiones, puede ser posible demostrar una mejora de la biodiversidad a través de medios relativamente pasivos. Por ejemplo, en el desierto de Gobi, se ha demostrado que la dinámica del viento detrás de las turbinas puede alterar las condiciones ambientales locales hasta tal punto que mejoran las condiciones del hábitat y las funciones del ecosistema sin una gestión activa (Xu et al., 2019). Estas mejoras son a escala relativamente pequeña (< 40–90m detrás). Sin embargo, con un gran número de turbinas y además de una restauración activa adicional, pueden conducir a una recuperación más significativa del ecosistema. Es importante destacar que estos impactos son difíciles de predecir antes de la construcción y que variarán de un sitio a otro, con efectos de vela que no sólo aumentan sino que también disminuyen potencialmente el verdor de la vegetación (Diffendorfer et al., 2022).

La [Figura 3](#) resume las posibles medidas genéricas de mejora de la biodiversidad para un parque eólico terrestre. Para más información sobre esta figura, véase Svegborn (2024). Muchas de estas medidas de conservación son acciones demostradas que también serían efectivas en granjas solares.

2.3 Eólico marino

Las oportunidades potenciales en materia de energía eólica marina y mejora de la biodiversidad, vinculadas a la introducción de nuevas estructuras debajo de la superficie del mar, en el medio marino, han sido reconocidas desde hace mucho tiempo (Inger et al., 2009). Existe una creciente evidencia de aumentos en la abundancia de peces y la diversidad epibentónica dentro de los parques eólicos marinos operativos (Methratta y Dardick, 2019; ter Hofstede et al., 2022). Sin embargo, no está claro si esto refleja el establecimiento de nuevas poblaciones o una redistribución de poblaciones existentes. Para que los cambios reflejen un impacto positivo neto en relación con la línea de referencia previa al proyecto y, por lo tanto, constituyan una mejora de la biodiversidad, cualquier medida tomada debe resultar en el establecimiento de nuevas poblaciones o en un aumento medible de las poblaciones existentes¹⁰.

Se ha visto un interés sustancial en comprender cómo las nuevas estructuras físicas introducidas en el medio marino podrían adaptarse para ofrecer oportunidades de mejora de la biodiversidad ([Figura 3](#)), particularmente en el Mar del Norte (por ejemplo, Inger et al., 2009). Este interés ha aumentado a medida que los reguladores han introducido criterios no monetarios en las licitaciones eólicas marinas y las rondas de arrendamiento, a menudo con un enfoque en la biodiversidad (véase la [Sección 1.3](#)).

Un análisis reciente agrupó las medidas para ofrecer un diseño inclusivo de la naturaleza en parques eólicos marinos en cinco grandes grupos: i) hoteles de peces/estructuras de tipo jaula; ii) medidas con rocas de protección adaptadas; iii) estructuras de tipo arrecife y bloques de hormigón; iv) colchones; y v) agujeros de circulación de agua (Crown Estate Scotland y Xodus, 2024).

Las protecciones contra la erosión constituyen un área clave para la mejora de la biodiversidad en los parques eólicos marinos. Convencionalmente, las protecciones contra la erosión se ha formado a partir de dos capas: una capa inferior con grava gruesa, cubierta con una capa de armadura hecha de rocas más grandes (Glarou et al., 2020). Sin embargo, al incorporar rocas con un mayor rango de tamaños, es posible aumentar la heterogeneidad del hábitat, introduciendo grietas y otras estructuras que ofrecen refugio a una variedad de especies. Si bien no se identificó explícitamente como una mejora de la biodiversidad, muchos de los primeros desarrollos eólicos marinos aplicaron medidas similares. A medida que se han recopilado datos de monitoreo de parques eólicos operativos, se han acumulado pruebas que respaldan las hipótesis sobre el valor del hábitat heterogéneo introducido por un diseño de protección contra la erosión cuidadosamente considerado, que lleva, por ejemplo, al bacalao del Atlántico (*Gadus morhua*) a aprovechar estas nuevas oportunidades de refugio y alimentación (Lindeboom et al., 2011). Los promotores han destacado el potencial de creación de hábitats alrededor de los cimientos de las turbinas y las protecciones contra la erosión como un impacto positivo asociado con los parques eólicos marinos (Vaissière et al., 2014).

¹⁰ Más allá de los beneficios necesarios para abordar cualquier impacto adverso relacionado con el proyecto.

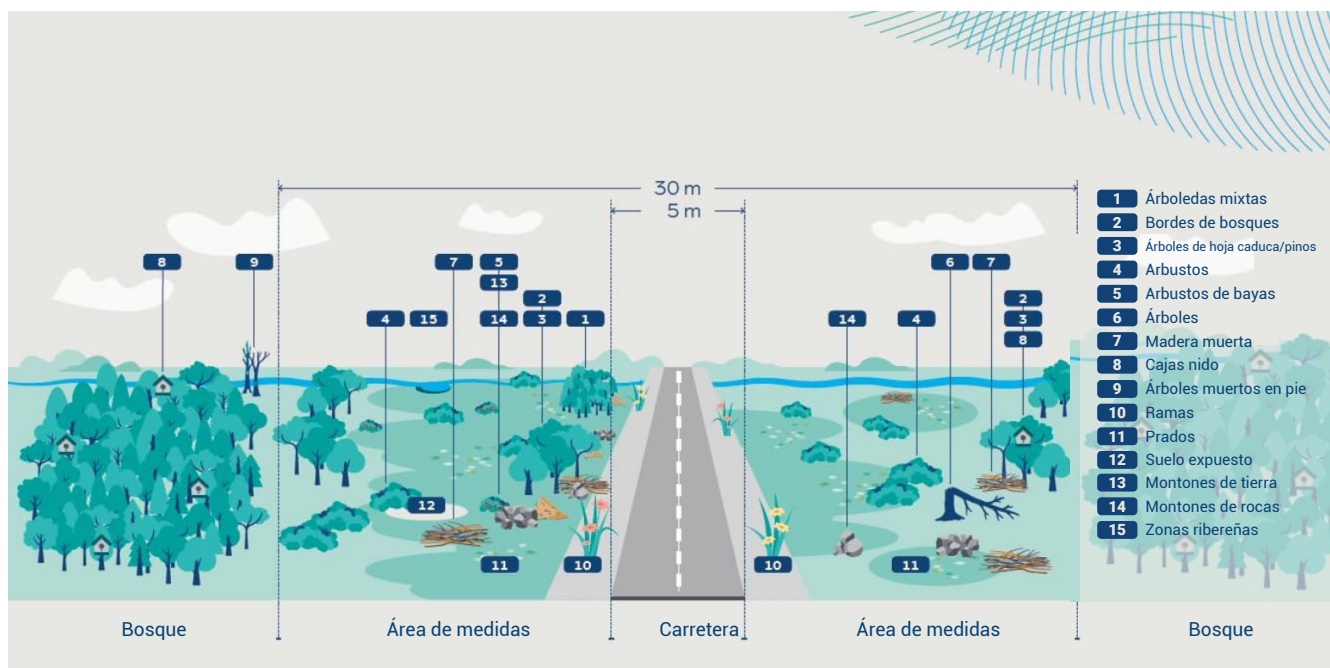


Figura 3 Posibles medidas de mejora de la biodiversidad para un parque eólico terrestre en un entorno forestal nórdico

Fuente: Adaptado de Svegborn (2024, Figura 6.2, p. 62).

A medida que mejora nuestra comprensión de la influencia de las estructuras de turbinas y protección contra la erosión en los peces y las especies bentónicas, los desarrolladores y otras empresas ofrecen cada vez más enfoques a medida para aprovechar este aspecto. Unas empresas están probando estructuras artificiales hechas de toda una gama de materiales, incluido hormigón y acero, diseñadas para imitar los arrecifes naturales con una variedad de agujeros, grietas y huecos para atraer la vida marina. Estas están siendo probadas y consideradas para ser utilizadas en varios parques eólicos marinos¹¹. Además del tamaño y la forma de las estructuras utilizadas para la protección contra la erosión, ahora también se está reflexionando detenidamente sobre los materiales utilizados. Por ejemplo, se ha demostrado que el mármol está asociado con una mayor prevalencia de organismos tubularios, que el concreto está asociado con organismos epibióticos/endobióticos libres y que viven en grietas, y se ha encontrado que el granito es efectivo para establecer comunidades de mariscos, como la ostra plana (*Ostrea edulis*) (Kingma et al., 2024; Tonk et al., 2020). El asentamiento de mariscos puede mejorarse aún más mediante la incorporación de conchas de mejillón u otros sustratos ricos en

caliza, dentro de las protecciones contra la erosión (Tonk et al., 2020).

Más allá del diseño de estructuras submarinas para fomentar el asentamiento de larvas y atraer especies marinas, cada vez se considera más el potencial para introducir activamente especies meta (por ejemplo, Kamermans et al., 2018). Un enfoque inicial clave para estos esfuerzos ha sido el establecimiento de poblaciones de ostras planas en parques eólicos marinos operativos (Bos et al., 2023a), que se ha puesto a prueba en lugares como los parques eólicos Gemini (Sas y Didderen, 2019) y Borssele III y IV de Blauwwind¹² (Kamermans et al., 2018) en el Mar del Norte.

En general, se reconoce cada vez más la importancia de la restauración de ecosistemas. Por ejemplo, en el estuario del Humber, una restauración de pastos marinos se está llevando a cabo junto con el restablecimiento de las poblaciones de ostras nativas¹³. Además de formar un arrecife biogénico que soportará una variedad de vida silvestre marina, como filtradores, las ostras ayudarán a lograr la calidad del agua mejorada necesaria para mantener los pastos marinos saludables. Un enfoque similar se

¹¹ Por ejemplo, operados por RWE, Shell y EDF.

¹² Diseño de proyectos eólicos y solares para proteger la biodiversidad: <https://www.shell.com/news-and-insights/inside-energy-stories/designing-wind-and-solar-projects-that-help-protect-nature.html>.

¹³ En la primera fase del proyecto, se restaurarán 30 ha de pradera de pastos marinos, con el objetivo de proporcionar hábitat para las ostras nativas que se liberarán en la segunda mitad del proyecto: <https://orsted.com/en/who-we-are/sustainability/nature/net-positive-biodiversity-impact/humber-biodiversity-restoration>.

DISEÑO INCLUSIVO DE LA NATURALEZA

OPCIONES PARA PARQUES EÓLICOS MARINOS E INFRAESTRUCTURA DE RED

A los efectos de esta infografía, se considera que el Diseño Inclusivo de la Naturaleza (NID) cubre las modificaciones y/o adiciones al diseño de turbinas eólicas marinas y la infraestructura de red que tienen como objetivo mejorar, directa o indirectamente, la biodiversidad y el funcionamiento ecológico, como capas de protección contra la erosión, capas de protección de cables y complementos respetuosos con la naturaleza.

Las medidas incluidas han sido o están siendo desarrolladas y probadas. Representan opciones posibles y no pretenden ser exhaustivas. Su aplicación debe considerarse proyecto por proyecto y de manera específica para cada sitio, y debe ir acompañada de un seguimiento adecuado de los ecosistemas para comprender sus efectos sobre la biodiversidad. La inclusión de medidas específicas no contribuye ni implica respaldo alguno.

Más información sobre las medidas NID en la base de datos de energía y naturaleza de OCEaN

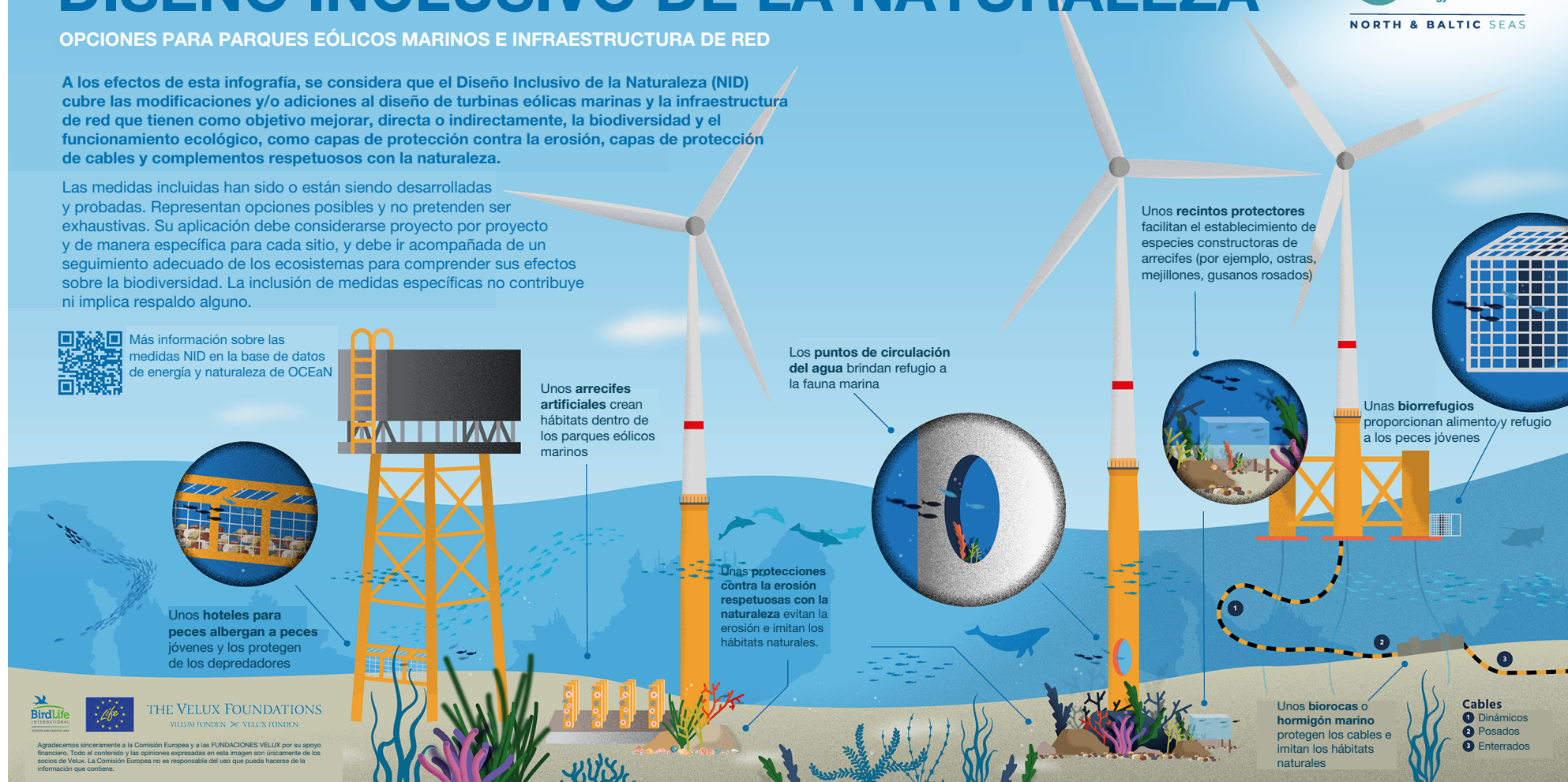


Figura 4 Ejemplos de oportunidades de mejora de la biodiversidad (o “Diseño inclusivo de la naturaleza”) en proyectos de desarrollo eólicos marinos Fuente: OCEaN (2024).

está probando en Taiwán, con intentos de alentar a las larvas de coral a adherirse y crecer en las fundas de los cimientos de las turbinas¹⁴. El objetivo de medidas como estas no es simplemente establecer nuevas poblaciones autosostenibles de las especies en cuestión, sino mejorar el ecosistema circundante, permitiéndole soportar una gama más amplia de especies marinas, incluidos peces, mamíferos y aves. Tales efectos pueden mejorarse aún más mediante una prohibición de la pesca en la huella del parque eólico, creando así un área marina protegida de facto y proporcionando efectos secundarios para mejorar las pesquerías vecinas (Coates et al., 2016; Dunkley y Solandt, 2022).

En términos generales, cuatro variables de diseño podrían utilizarse para optimizar las protecciones contra la erosión para obtener mejores resultados en materia de biodiversidad (Lengkeek et al., 2017):

- 1) La adición de estructuras mayores para crear agujeros (1.2 m) y grietas que proporcionarán refugio a grandes especies móviles (como el bacalao del Atlántico, *Gadus morhua*).
- 2) La adición de estructuras más pequeñas que las protecciones convencionales contra la erosión para crear pequeños agujeros (unos pocos centímetros) y grietas en las que los sedimentos pueden asentarse. Esto mejora el hábitat para huevos, larvas o etapas de vida juveniles de muchas especies, así como la calidad del hábitat de especies más pequeñas, como el Espinoso de roca (*Pholis gunnellus*) y el Pegatimón (*Lepadogaster lepadogaster*).
- 3) Proporcionar o imitar las propiedades químicas del sustrato natural para mejorar la idoneidad del hábitat para las especies meta y facilitar el asentamiento y el crecimiento. Por ejemplo, un sustrato rico en caliza, como el hormigón con caliza o conchas naturales añadidas, mejora el asentamiento de larvas de ostras planas europeas (*Ostrea edulis* L.).

- 4) Introducción activa de especímenes de especies meta para mejorar el establecimiento de nuevas poblaciones.

Muchas de las medidas de mejora de la biodiversidad propuestas, ya sea que se apliquen a las protecciones contra la erosión, los cimientos de las turbinas u otra infraestructura submarina (como recintos de protección para ofrecer refugio y protección a los peces jóvenes), encajan dentro de una o más de estas categorías (Figura 4).

14 Cultivo de corales en turbinas eólicas marinas: <https://orsted.com/en/who-we-are/sustainability/nature/net-positive-biodiversity-impact/re coral>.

3 Consideraciones para una mejora efectiva

Además de una serie de oportunidades, existen desafíos para lograr una mejora significativa de la biodiversidad en los parques eólicos y solares, y una apreciación de estos puede apoyar una mejor planificación y resultados más exitosos. En general, existe una falta de orientación específica para las prácticas de mejora de la biodiversidad y puede ser especialmente difícil en jurisdicciones que carecen de estrategias y gobernanza claras en materia de biodiversidad. Se puede buscar inspiración en países con expectativas más claras, incluida la compensación o incentivación de proyectos con resultados de mejora de la biodiversidad (CAN Europa, 2023).

Las consideraciones para una mejora efectiva de la biodiversidad deben incluir:

- Comprender lo que constituye una mejora de la biodiversidad.
- Comprender los riesgos y las consecuencias no deseadas potenciales de la mejora de la biodiversidad.
- Gestionar los conflictos espaciales y otras compensaciones.
- Prioridades concurrentes y rentabilidad de la mejora de la biodiversidad.

3.1 Comprender lo que constituye una mejora de la biodiversidad

Esto comienza con poder demostrar la adición de estas acciones por encima y más allá de los requisitos de mitigación para compensar los impactos directos del propio proyecto. Aclarar qué acciones son acciones de conservación adicionales por encima de las medidas de mitigación permitirá a los promotores considerar las acciones de manera más amplia en relación con sus ambiciones positivas para la naturaleza y sin la restricción de estar vinculados a un impacto particular. Esto puede

facilitar enfoques más innovadores que pueden diseñarse en relación con prioridades más amplias a escala de paisajes terrestres o marinos. Existen desafíos para mantener las ganancias relacionadas con la mitigación y la mejora, especialmente para la energía eólica marina, donde las regulaciones pueden requerir la eliminación de la infraestructura (incluida la asociada con un aumento de la biodiversidad) durante el desmantelamiento.

3.2 Comprender los riesgos y las consecuencias no deseadas potenciales

Es importante ser consciente de las posibles consecuencias no deseadas de las medidas de mejora, que pueden poner barreras a esfuerzos futuros. Si bien muchas medidas pueden probarse en otros contextos, todavía existe una falta de información sobre la implementación en granjas eólicas y solares, y una necesidad de intercambio de conocimientos. Las consecuencias no deseadas pueden socavar la eficacia de las medidas de mejora, como aumentar las colisiones de aves y murciélagos vulnerables mediante la creación de hábitats de alimentación o reproducción, o el establecimiento potencial de especies no nativas (por ejemplo, De Mesel et al., 2015). También existe la posibilidad de generar conflictos con los propietarios de tierras circundantes atrayendo o proporcionando un refugio para especies de “animales problemáticos” (Rajvanshi et al., 2011). Esto también puede plantear una consideración adicional de seguridad y gestión práctica para los trabajadores del sitio, en caso de que las áreas sombreadas (por ejemplo, debajo de los paneles solares en áreas desérticas) atraigan serpientes, arañas o escorpiones venenosos a los sitios del proyecto.



Molinos de viento generadores de energía/Terrance Emerson

3.3 Conflictos espaciales y otras compensaciones

Las compensaciones entre usos competitivos de la tierra y el mar pueden presentar desafíos para las energías renovables y las mejoras de la biodiversidad (Battersby, 2023; Nordberg et al., 2021). Muchas de las áreas adecuadas para proyectos de energías renovables también son adecuadas para muchos otros usos que proporcionan beneficios ambientales y sociales, como el pastoreo, la pesca y la acuicultura, y el cultivo de algas marinas o la bioenergía. La superposición de prioridades a la hora de responder al cambio climático a través de la transición energética, garantizar la seguridad alimentaria y mitigar la pérdida de biodiversidad (OCDE, 2020) conlleva el riesgo de que la mejora de la biodiversidad pueda desplazar a estas otras actividades. Por ejemplo, las estructuras de arrecifes artificiales ubicadas lejos de la base de las turbinas pueden impedir la actividad pesquera de arrastre

de fondo. Además, existen actividades de riesgo en otras partes del paisaje que pueden limitar o socavar las acciones de mejora a nivel del sitio. Por ejemplo, la deriva o escorrentía de herbicidas y plaguicidas puede afectar a especies no meta en paisajes adyacentes. Esto significa que a menudo existirán restricciones regulatorias sobre qué medidas de mejora de la biodiversidad se podrán aplicar y dónde se podrán ubicar, así como criterios específicos en las licitaciones de energías renovables que especificarán el tipo de mejora que se podrá considerar, como en las licitaciones IJmuiden ver Alpha y Gamma ([Sección 1.3.3](#)).

3.4 Prioridades concurrentes y rentabilidad de las acciones

Si bien la mejora de la biodiversidad puede reforzar la participación de las partes interesadas, a menudo existen intereses contradictorios entre las

diferentes partes interesadas, y se puede acordar una prioridad política relativamente baja a la mejora de la biodiversidad. Junto con una financiación insuficiente, que probablemente refleja una baja prioridad política, estos aspectos se consideran las barreras sociopolíticas clave para la restauración ecológica en Europa y también es probable que se apliquen a la mejora de la biodiversidad en las granjas eólicas y solares (Cortina-Segarra et al., 2021). El acceso a la financiación refleja un desafío clave para las mejoras de la biodiversidad, dados los costos relativamente altos asociados con muchas medidas de restauración activas (Brancalion et al., 2019; Díaz-García et al., 2020). En cualquier caso, una mejora rentable de la biodiversidad se puede lograr a través de una restauración pasiva o compartiendo costos con otros promotores en una misma región para promover una recuperación de la biodiversidad a gran escala (por ejemplo, arrecifes de ostras planas europeas). Además, la implementación de una combinación de medidas de mejora dentro de la infraestructura del proyecto (por ejemplo, protecciones contra la erosión y colchonetas de cable) puede beneficiar tanto al proyecto como a la biodiversidad local.

A medida que más proyectos comiencen a integrar medidas de mejora de la biodiversidad y diseño inclusivo de la naturaleza, los costos inevitablemente caerán. Sin embargo, en muchos mercados eólicos marinos, un desafío sigue siendo la falta de proveedores para desarrollar y suministrar tecnologías de mejora a escala comercial, como las estructuras que promueven el desarrollo de arrecifes artificiales en torno a las protecciones contra la erosión en los parques eólicos marinos.

4 Principios de buenas prácticas para la mejora

Unas recomendaciones relacionadas con la mejora de la biodiversidad se incluyen cada vez más en las directrices emitidas a los promotores por los reguladores gubernamentales (por ejemplo, Scotland's Nature Agency/Nàdar Alba, 2024; Ministry of Housing, Communities & Local Government, 2012), o proporcionadas por organismos comerciales (por ejemplo, Solar Energy UK, 2022) e investigadores académicos como el proyecto Nature+Energy de MaREI en Irlanda (SFI, s.f.). Sin embargo, muchos de estos documentos combinan recomendaciones sobre acciones de la jerarquía de mitigación y acciones de mejora de la biodiversidad, lo que lleva a dificultades para diferenciar entre los requisitos obligatorios de mitigación y remediación y las acciones adicionales voluntarias que los promotores podrían tomar para mejorar la biodiversidad.

Con base en la literatura y los recursos disponibles, en la [Tabla 3](#) se resumen una serie de principios de buenas prácticas en materia de mejora de la biodiversidad. Se proporciona más información en las siguientes secciones.

4.1 Acciones específicas de mejora sobre la biodiversidad directamente vinculadas o afectadas por el proyecto

En contraste con la evitación, minimización, restauración y compensaciones en el marco de la jerarquía de mitigación, la mejora de la biodiversidad puede dirigirse a cualquier característica relacionada con el proyecto o el contexto ecológico del mismo. Idealmente, la selección de medidas de mejora de la biodiversidad priorizará especies de interés ecológico o hábitats con un estado desfavorable de conservación dentro de la huella del proyecto de desarrollo, pero el alcance puede ser más amplio y no tiene por qué limitarse a las prioridades identificadas a través de la evaluación de impacto ambiental del proyecto, por ejemplo. La mejora contribuye a reforzar la resiliencia del ecosistema afectado por un proyecto de desarrollo (Rajvanshi

et al., 2011). Al hacerlo, mejora la capacidad de ese ecosistema para absorber presiones, incluidas las asociadas con el proyecto de desarrollo en cuestión. Por lo tanto, la identificación de las características en las que centrarse podría basarse en planes de acción locales sobre biodiversidad y/o iniciativas específicas de cada especie. Esto podría incluir especies amenazadas que utilizan el área más amplia del proyecto pero que no se ven afectadas por el mismo.

Las medidas de mejora de la biodiversidad deben definirse inicialmente a escala del sitio, dentro de la huella del proyecto de desarrollo en sí o su área de influencia. Sin embargo, puede haber circunstancias en las que esto no sea apropiado (véase la [Sección 1.3.1](#)), y las oportunidades deben entonces identificarse en otras partes del paisaje. Por ejemplo, si un proyecto de desarrollo se ubica en un área de hábitat que ya está en buenas condiciones, las oportunidades para una mejora efectiva podrían ser limitadas. Del mismo modo, es necesario garantizar que las medidas de mejora sean complementarias a las otras acciones del proyecto y no socaven o entren en conflicto con las acciones de mitigación existentes. Por ejemplo, si la mejora de los hábitats dentro de la huella de un parque eólico corre el riesgo de atraer especies de aves y murciélagos, y aumentar el riesgo de colisión con las turbinas, se deberán identificar opciones alternativas.

En consecuencia, la identificación de medidas adecuadas de mejora de la biodiversidad deberá hacerse sitio por sitio, asegurándose de que sean apropiadas para el paisaje terrestre o marino en el que se están implementando, y dirigidas a especies y hábitats naturales prioritarios.

Tabla 3 Principios rectores para la mejora de la biodiversidad en proyectos eólicos y solares

PRINCIPIO		JUSTIFICACIÓN
1	Dirigir las acciones de mejora de la biodiversidad a componentes de la biodiversidad directamente vinculados, asociados o afectados por el proyecto	La mejora de la biodiversidad debe centrarse en características presentes en el área del proyecto o el paisaje o contexto marino circundante, ya sea que se vean afectados directa o indirectamente por un proyecto. La mejora puede reforzar la resiliencia de un ecosistema y la capacidad de ese ecosistema para absorber presiones, incluidas las asociadas con el proyecto en cuestión. Una mejora enfocada, una vez se hayan cumplido los objetivos de impacto (NNL/NPI), maximiza el valor para los ecosistemas relevantes para el proyecto.
2	Considerar enfoques para la mejora de la biodiversidad al principio del ciclo del proyecto	Muchas medidas de mejora de la biodiversidad requerirán una planificación cuidadosa para implementarse y es probable que requieran tiempo para establecerse. Es probable que las medidas más exitosas de mejora de la biodiversidad sean aquellas ampliamente basadas en la ciencia y la evidencia. Esto proporciona confianza en que las medidas de mejora de la biodiversidad puedan ofrecer los resultados positivos esperados en materia de biodiversidad durante la vida del proyecto.
3	Asegurarse de que las medidas de mejora de la biodiversidad se basen en la evidencia	
4	Establecer una referencia en materia de biodiversidad en una etapa temprana del ciclo del proyecto	Para medir los progresos y demostrar la eficacia y el éxito de las medidas de mejora de la biodiversidad, será necesario comparar las condiciones de biodiversidad posteriores a la implementación con las condiciones de referencia previas a la implementación.
5	Asegurarse de que las medidas de mejora de la biodiversidad sean adicionales a las medidas propuestas en relación con la mitigación de los impactos en el marco de la jerarquía de mitigación	La restauración y la compensación deben centrarse en los impactos residuales asociados con un proyecto. La mejora de la biodiversidad debe generar ganancias adicionales a las requeridas en el marco de la jerarquía de mitigación.
6	Asegurarse de que las acciones de mejora de la biodiversidad sean medibles mediante objetivos y resultados claramente definidos.	Se requieren objetivos cuantificables para poder demostrar las ganancias de biodiversidad asociadas con las medidas de mejora. Los resultados de la mejora pueden incluir una mejor gestión de los ecosistemas, una mejor protección, áreas mejoradas para conservar la biodiversidad y/o mejores servicios ecosistémicos.
7	Identificar y ampliar las medidas de mejora de la biodiversidad a través de un proceso colaborativo y participativo con las partes interesadas	Un enfoque que incluya a las partes interesadas ayudará a garantizar que la mejora de la biodiversidad se enfoque de manera efectiva, tenga en cuenta los objetivos y regulaciones locales, reduzca los conflictos y mejore la confianza y la aceptación. Los tipos de partes interesadas podrán incluir agencias gubernamentales relevantes, ONG de conservación, organizaciones de la sociedad civil, instituciones científicas y académicas, expertos y especialistas individuales, y comunidades locales y pueblos indígenas. Las asociaciones con organizaciones locales pueden ayudar con la implementación y el seguimiento de las medidas de mejora propuestas.
8	Planificar para implementar medidas de mejora de la biodiversidad dentro de un plazo relevante para el proyecto en cuestión	Las medidas de mejora de la biodiversidad pueden tardar en establecerse y pueden verse interrumpidas, por ejemplo, por las actividades de construcción. En consecuencia, es importante que se lleven a cabo en un momento apropiado del ciclo de vida del proyecto y que se les dé tiempo suficiente para establecerse.
9	Garantizar que se implementen requisitos adecuados de gestión, monitoreo y presentación de informes para las medidas de mejora de la biodiversidad	La gestión y el monitoreo efectivos son clave para medir la eficacia de cualquier medida de mejora de la biodiversidad implementada. Los resultados de este seguimiento deben difundirse ampliamente para que se puedan aprender lecciones para futuros proyectos.
10	Planificar que los resultados de la mejora de la biodiversidad se mantengan a largo plazo, e idealmente a perpetuidad, para ofrecer un legado duradero de un proyecto	Planificar que los resultados de la mejora de la biodiversidad se mantengan a largo plazo, e idealmente a perpetuidad, para ofrecer un legado duradero de un proyecto

4.2 Considerar enfoques para la mejora de la biodiversidad al principio del ciclo del proyecto

Es importante que la biodiversidad se tome en cuenta en una etapa temprana del ciclo del proyecto (Rajvanshi et al., 2011). Muchas medidas para mejorar la biodiversidad pueden tardar varios años en establecerse y para que los impactos positivos se hagan evidentes. Esto es particularmente cierto en hábitats degradados y ecosistemas menos productivos (Bullock et al., 2011). En consecuencia, para maximizar los beneficios de cualquier medida de mejora de la biodiversidad, es importante que estas se consideren e implementen lo antes posible en el ciclo del proyecto. Idealmente, las medidas deberían implementarse antes de la construcción de cualquier proyecto. Sin embargo, en muchos casos, esto puede no ser realista en la práctica, por ejemplo, en situaciones en las que el hábitat restaurado puede verse dañado por la actividad de construcción y/o en las que las medidas de mejora dependen de la disponibilidad de la infraestructura del proyecto, como en el caso de las protecciones contra la erosión.

4.3 Asegurarse de que las medidas de mejora de la biodiversidad se basen en la evidencia

El diseño de las medidas de mejora de la biodiversidad debe basarse en la evidencia para garantizar que los recursos se desplieguen con una mayor probabilidad de resultados exitosos en materia de conservación. Una serie de recursos disponibles para ser consultados por los promotores puede facilitar esto. Estos incluyen:

- **Métrica de Reducción de Amenazas y Restauración en favor de las Especies (STAR, por sus siglas en inglés) de la UICN (IUCN, s.f.; Turner, 2024):** puede ayudar a los promotores a cuantificar las contribuciones potenciales que las actividades de reducción de amenazas a las especies y restauración de hábitats dentro y entre sus proyectos pueden ofrecer para reducir el riesgo global de extinción de especies.

- **The Conservation Evidence Initiative (Conservation Evidence, s.f.):** esta iniciativa incluye una evaluación de la evidencia y la eficacia probable de 3.690 acciones propuestas para conservar la biodiversidad, por ejemplo, evidencia sobre la creación de arrecifes artificiales¹⁵.
- **The Restore Innovation (2024)¹⁶:** esta es una plataforma basada en datos que actualmente recopila más de 70 ejemplos de soluciones de diseño inclusivas de la naturaleza para la energía eólica marina.

Recursos como estos pueden apoyar la identificación de posibles opciones para mejorar la biodiversidad y ayudar a evaluar la eficacia potencial de estas opciones. Sin embargo, es necesario fomentar el potencial de innovación y la mejora de la base de evidencia para medidas de mejora que se basen en principios ecológicos sólidos. Por ejemplo, en la actualidad, la Conservation Evidence Initiative destaca que no existe evidencia con la que evaluar la eficacia de mantener o restaurar franjas de hábitat inalterado entre paneles solares para poblaciones de reptiles. En este sentido, la mejora de la biodiversidad en proyectos de energías renovables tiene el potencial de mejorar la base de evidencia para medidas como estas.

4.4 Establecer una referencia en materia de biodiversidad en una etapa temprana del ciclo del proyecto

Independientemente de los enfoques adoptados para mejorar la biodiversidad, es esencial evaluar su eficacia. Esto requiere comparar la condición de los valores de biodiversidad antes y después de la implementación de cualquier mejora. Una vez identificadas las posibles medidas de mejora, se debe establecer la condición de referencia de la(s) característica(s) de biodiversidad a la(s) que se dirigen estas medidas para facilitar esta comparación (Robert, 2024). La línea de referencia debe reflejar las condiciones previas a la implementación de cualquier medida de mejora o la construcción del proyecto en cuestión.

¹⁵ Para más información, véase: <https://www.conservationevidence.com/actions/2259>

¹⁶ Para más información véase: <https://restoreinnovation.com/>

4.5 Asegurar que las medidas de mejora de la biodiversidad sean adicionales a las medidas propuestas en relación con la mitigación de los impactos en el marco de la jerarquía de mitigación

Como se destaca en la [Sección 1.3.2](#), la mejora de la biodiversidad debe ser adicional a cualquier medida propuesta en materia de restauración y compensación en el marco de la jerarquía de mitigación. La restauración y la compensación están destinadas a abordar los impactos residuales en la biodiversidad asociados con un proyecto. Si bien existen algunos casos en los que puede haber superposición entre las medidas utilizadas para la mejora de la biodiversidad y las utilizadas en relación con la restauración y la compensación ([Tabla 1](#)), el objetivo central de la mejora de la biodiversidad debe ser lograr una mejora en las condiciones de referencia, o previas a la construcción, y no mitigar los impactos residuales.

4.6 Asegurarse de que las acciones de mejora de la biodiversidad sean medibles mediante objetivos y resultados claramente definidos

En combinación con una sólida base de evidencia (ver [Sección 4.3](#)), unos objetivos explícitos, precisos y medibles son clave para comprender la eficacia de la mejora de la biodiversidad (Díaz et al., 2020). En ausencia de un objetivo medible, no será posible decir si los objetivos de mejora de la biodiversidad asociados con un proyecto se han cumplido con éxito (por ejemplo, Butchart et al., 2016). Algunas acciones de conservación pueden ser más difíciles de cuantificar. Estas dificultades se pueden superar estableciendo una combinación de objetivos precisos a corto plazo (por ejemplo, atraer una pareja reproductora adicional al sitio) y objetivos a más largo plazo, menos precisos (por ejemplo, garantizar que la especie persista en el sitio a lo largo de la vida útil del proyecto) (Tear et al., 2005). Estos objetivos deben definirse en relación con las condiciones de biodiversidad de referencia (véase la [Sección 4.4](#)). Por ejemplo, las medidas pueden centrarse en

abordar uno o más de los siguientes (Rajvanshi et al., 2011):

- ▶ Mejor gestión de los ecosistemas (por ejemplo, mejor gestión de las áreas protegidas existentes, restauración de áreas degradadas, erradicación de especies exóticas invasoras);
- ▶ Mejora de la protección (por ejemplo, creación de nuevas áreas protegidas, mejora de la protección legal de las áreas protegidas existentes);
- ▶ Áreas mejoradas para conservar la biodiversidad (por ejemplo, establecimiento de corredores de dispersión, adición de nuevos hábitats);
- ▶ Mejora de los servicios ecosistémicos (por ejemplo, aumento de la productividad biológica a través de una mejor gestión, reducción de la presión sobre los servicios de aprovisionamiento, aumento de la resiliencia de los ecosistemas).

4.7 Identificar y ampliar las medidas de mejora de la biodiversidad a través de un proceso colaborativo y participativo con las partes interesadas

La mejora de la biodiversidad debe planificarse e implementarse en consulta y con la participación de especialistas en biodiversidad, las comunidades locales y las personas afectadas. Involucrar a las partes interesadas y asociarse con expertos locales a menudo será el mejor método para identificar objetivos de mejora de la biodiversidad y garantizar el éxito de las medidas propuestas. Esto incluye hacer uso de los conocimientos tradicionales de las comunidades locales y los pueblos indígenas, cuando estén disponibles. Las organizaciones clave que los promotores deberán involucrar incluirán probablemente agencias gubernamentales, ONG ambientales, viveros de plantas nativas, comunidades locales, pueblos indígenas, académicos y otros investigadores. Al desarrollar un enfoque colaborativo e inclusivo de las partes interesadas a través de un compromiso con estas organizaciones, los promotores saldrán beneficiados al garantizar que las medidas propuestas de mejora de la biodiversidad estén en línea con los objetivos

locales de conservación y que cumplan con las regulaciones locales y nacionales. Esto debería incluir garantizar que el flujo de servicios ecosistémicos de las fuentes a los beneficiarios no se interrumpa y reconocer el uso de los recursos naturales por parte de las comunidades locales, los pueblos indígenas y otros grupos cuyos medios de vida dependen de la biodiversidad.

- Mejor gestión de los ecosistemas (por ejemplo, mejor gestión de las áreas protegidas existentes, restauración de áreas degradadas, erradicación de especies exóticas invasoras);
- Mejora de la protección (por ejemplo, creación de nuevas áreas protegidas, mejora de la protección legal de las áreas protegidas existentes);
- Áreas mejoradas para conservar la biodiversidad (por ejemplo, establecimiento de corredores de dispersión, adición de nuevos hábitats);
- Mejora de los servicios ecosistémicos (por ejemplo, aumento de la productividad biológica a través de una mejor gestión, reducción de la presión sobre los servicios de aprovisionamiento, aumento de la resiliencia de los ecosistemas).

Una participación efectiva de las partes interesadas ha llevado al establecimiento de varias asociaciones exitosas para mejorar la biodiversidad en relación con proyectos de energías renovables, como: la asociación de Solarcentury y Bumblebee Conservation Trust para promover el desarrollo de entornos favorables para las abejas mediante la [creación de espacios biodiversos en granjas solares](#); la asociación de Lightrock con la Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) para buscar el asesoramiento experto de esta última sobre cómo ir más allá de los [requisitos de ganancia neta de biodiversidad](#); la asociación de VELUX Group y BayWa r.e. con la Universidad de Córdoba y la Universidad Autónoma de Madrid para desarrollar [medidas de mejora de la biodiversidad](#); la asociación de Ørsted con The Nature Conservancy (TNC) para donar la [pradera nativa de Smiley-Woodfin para la protección](#), con The Conservation Fund y TNC para apoyar actividades voluntarias de conservación y restauración de tierras en hasta 3.000 acres de [hábitat de praderas de pastos altos dentro de Kansas Flint Hills](#); y el Playa Lakes Joint Venture

para restaurar y conservar 500 acres de [hábitat de humedales de playas para aves migratorias en el oeste de Texas](#). Basándose en el éxito de estas asociaciones, se están desarrollando programas para proporcionar apoyo directo y asesoramiento a los promotores. Por ejemplo, el Programa “Solar Synergy (Sinergia solar)” del Bee & Butterfly Habitat Fund (Fondo para el Hábitat de Abejas y Mariposas), que proporciona herramientas y experiencia a los promotores solares a escala de servicios públicos que buscan conrear hábitats de alta calidad para polinizadores y comprender el potencial de secuestro de carbono en sus proyectos.

4.8 Planificar para implementar medidas de mejora de la biodiversidad dentro de un plazo relevante para el proyecto en cuestión

En general, las medidas para compensar los impactos residuales en el marco de la jerarquía de mitigación deben implementarse antes de que comience la construcción de un proyecto de energías renovables. Esto también debería aplicarse a las medidas de mejora de la biodiversidad que se implementen fuera de la zona de influencia de un proyecto de energías renovables. Para aquellas medidas que se apliquen dentro de la huella de un proyecto, esto podría no ser siempre práctico. Por ejemplo, es poco probable que el despliegue de estructuras artificiales de protección contra la erosión para mejorar la biodiversidad en parques eólicos marinos sea factible antes de que las turbinas y el cableado estén instalados. De manera similar, los intentos de restaurar la vegetación nativa en un proyecto de energías renovables ubicado dentro de un sitio degradado pueden verse afectados negativamente por las actividades de construcción y, por lo tanto, será mejor llevarlos a cabo una vez que se haya completado la construcción. Sin embargo, con el fin de aumentar la probabilidad de que la mejora ofrezca un legado duradero en términos de biodiversidad, las medidas deberán implementarse lo antes posible.

4.9 Garantizar que se implementen requisitos adecuados de gestión, monitoreo y presentación de informes para las medidas de mejora de la biodiversidad

Es importante monitorear y reportar los progresos realizados hacia las metas identificadas ([Sección 4.7](#)) en relación con las medidas de mejora de la biodiversidad implementadas. Además de proporcionar transparencia, esto ayudará a identificar las lecciones aprendidas para futuros proyectos, maximizando las posibilidades de éxito de los mismos y minimizando el riesgo de repetir medidas de mejora de la biodiversidad infructuosas o inapropiadas. Reconociendo que las medidas de mejora pueden tomar algún tiempo antes de establecerse adecuadamente (véase [Sección 4.2](#)), este monitoreo y reporte deben realizarse a intervalos regulares, y no dejarse para el final del ciclo de vida de un proyecto. El monitoreo debe tener como objetivo rastrear los progresos realizados hacia los objetivos establecidos e identificar dónde existe un riesgo de que estos objetivos no se cumplan. Esto favorecerá una gestión adaptativa de las medidas de mejora de la biodiversidad, ayudando a maximizar las posibilidades de lograr los objetivos establecidos para un proyecto.

4.10 Planificar para que los resultados de mejora de la biodiversidad se mantengan a largo plazo, e idealmente a perpetuidad, para ofrecer un legado duradero de un proyecto

El mundo se está enfrentando a crisis gemelas e interconectadas en relación con el clima y la pérdida de biodiversidad. La mejora de la biodiversidad en los proyectos de energías renovables ofrece el potencial de generar ganancias para la biodiversidad y al tiempo responder a la crisis climática. Sin embargo, la vida útil de un proyecto de energías renovables puede ser relativamente corta (por ejemplo, la vida útil operativa típica de un parque eólico marino es de 25 años). Para ofrecer un legado duradero en términos de biodiversidad, es importante que se establezcan planes desde el principio para garantizar que los beneficios se mantengan a largo plazo, e

idealmente a perpetuidad. Esto incluye garantizar que se disponga de suficientes fondos y capacidad (Rajvanshi et al., 2011), y requiere la participación efectiva de las partes interesadas para acordar cómo se pueden mantener las mejoras más allá de la vida útil operativa del proyecto.

5 Integración de la mejora de la biodiversidad en un proyecto

Considerar enfoques de mejora de la biodiversidad al principio del ciclo del proyecto (es decir, durante la fase de diseño del proyecto) conducirá a mejores resultados en materia de conservación y requerirá menos esfuerzos y fondos que la adaptación de medidas in situ en proyectos existentes. Los proyectos que incorporen un diseño inclusivo de la naturaleza tendrán necesariamente que considerar la biodiversidad desde el principio y podrá resultar más fácil para estos demostrar una mejora de la biodiversidad. A medida que avanza la transición

hacia energías renovables en el contexto de los objetivos globales en materia de biodiversidad y la agenda emergente del “positivo para la naturaleza”, existen oportunidades valiosas para que la industria contribuya significativamente a la recuperación del clima y la naturaleza. La Figura 5 (a continuación) indica cómo unas consideraciones de mejora de la biodiversidad se pueden integrar en un ciclo simplificado de planificación de proyectos.

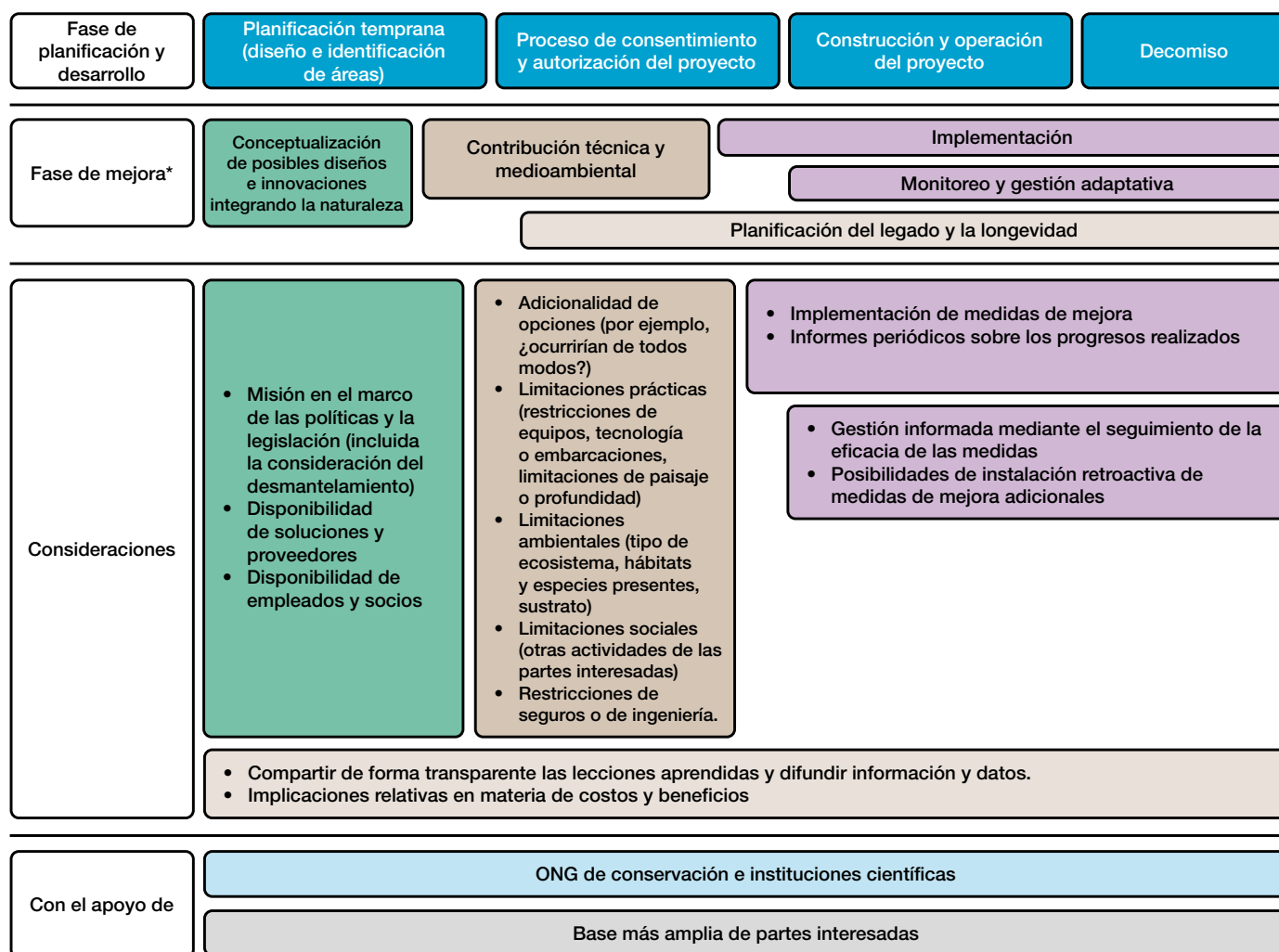


Figura 5 Integración de la mejora de la biodiversidad en el ciclo de planificación del proyecto *Fuente: The Biodiversity Consultancy*

* Complementando, y no sustituyendo, la implementación de la jerarquía de mitigación.

6 Estudio de casos

Estudio de caso 1

Mejora de la biodiversidad en el proyecto solar La Métairie (Gien, Francia)

El sitio solar “La Métairie”, de 55 MW, es el sitio fotovoltaico más grande de TotalEnergies en Francia con 126.000 paneles que abarcan más de 75 hectáreas (TotalEnergies, 2022). El plan de diseño y gestión del sitio se desarrolló de acuerdo con la jerarquía de mitigación.

La Métairie comenzó su producción de energía en 2022 (Figura 6 a continuación) y cubrirá las necesidades de 38.000 personas, al tiempo que permitirá ahorrar 19.000 toneladas de CO2 al año.

Se seleccionaron medidas de mejora de la biodiversidad además de: (i) minimizar la tala de bosques y contribuciones financieras obligatorias a través de un programa nacional de compensación forestal; (ii) compensar los impactos en los murciélagos mediante la provisión de hábitats de descanso adicionales; (iii) minimizar los efectos de barrera utilizando vallas permeables a la vida silvestre para especies pequeñas; y (iv) compensaciones específicas fuera del sitio.

Las medidas de mejora de la biodiversidad crearon varios hábitats de humedales adicionales para anfibios e invertebrados, y microhábitats para aumentar el número de reptiles y pequeños mamíferos (Figura 7 a continuación). Unas especies de flores silvestres se sembraron utilizando una mezcla adecuada de especies nativas para aumentar los hábitats para las especies polinizadoras. Además, se plantaron aproximadamente 300 m de setos para aumentar la conectividad y los corredores para la vida silvestre en el sitio.

Las medidas de mejora se mantendrán vigentes durante al menos la vida útil del proyecto (25–30 años). Estas medidas fueron seleccionadas gracias a las contribuciones de expertos externos durante la fase de diseño del proyecto y serán monitoreadas por estos expertos para demostrar las ganancias de biodiversidad.



Figura 6 La granja solar “La Métairie” estaba ubicada en un área de estanques naturales, bosques y tierras agrícolas, e implementó acciones en todo el espectro de la jerarquía de mitigación para mitigar y remediar sus impactos.

Foto: © TotalEnergies, 2022



Figura 7 Las medidas de mejora de la biodiversidad crearon hábitats adicionales en forma de humedales, hábitats para polinizadores y setos para complementar y mejorar las características de biodiversidad existentes en el paisaje. Foto: © TotalEnergies, 2022

Las lecciones aprendidas por TotalEnergies durante este proyecto incluyen:

- Las acciones positivas para la biodiversidad ofrecen una oportunidad para responder a la creciente preocupación de nuestros grupos de interés por conservar la naturaleza y mejorar la aceptabilidad local de las operaciones.
- Las acciones positivas para la biodiversidad deben pensarse a medio/largo plazo y diseñarse e implementarse conjuntamente con partes interesadas locales y socios implementadores para que sean significativas.
- Si bien el escrutinio de las partes interesadas tiende a cristalizarse en unos pocos grandes proyectos de campos verdes, en realidad existe una gran oportunidad para mejorar el rendimiento de la biodiversidad de los numerosos sitios de producción existentes y para implementar acciones positivas para la biodiversidad de forma voluntaria.

Tales acciones positivas para la conservación son más fáciles de diseñar que las compensaciones de biodiversidad, ya que no pretenden superar cuantitativamente los impactos residuales negativos y no están sujetas al mismo rigor científico.

Elaborado por The Biodiversity Consultancy

Estudio de caso 2 Mejora de la biodiversidad de las turberas por parte de los promotores de energía eólica terrestre (Escocia)¹⁷

Los hábitats de turberas cubren más de una quinta parte de Escocia y, además de su importante valor en materia de secuestro de carbono, albergan una amplia gama de hábitats, plantas y animales raros, amenazados o en declive, que incluyen: esfagnos, droseras, la mariposa Ninfa del Brezo (*Coenonympha tullia*) y la araña *Heliophanus dampfi*. En Escocia, existen cuatro tipos distintos de turberas, que incluyen: turberas cubiertas, turberas elevadas, pantanos y bosques de turberas. Los beneficios de turberas intactas y la restauración de turberas degradadas a gran escala en términos de biodiversidad y servicios ecosistémicos son bien conocidos (Benayas et al., 2009; Ramchunder et al., 2012). En Escocia, se espera de los proyectos eólicos terrestres que presenten un Plan de Gestión de Hábitats que establezca la escala de mitigación, compensación y mejora de turberas que proporcionarán (Scotland's Nature Agency/Nàdar Alba (2024).

ScottishPower Renewables gestiona actualmente aproximadamente 8.500 hectáreas de hábitats de turberas, con alrededor de la mitad del área total compuesta por turberas no plantadas, históricamente dañadas por una combinación de drenaje, sobrepastoreo y quema. ScottishPower Renewables ha invertido 2,5 millones de libras en restauración e investigación sobre turberas en los últimos 10 años y ha desarrollado una nueva técnica llamada “represa de olas” para aumentar la velocidad a la que se pueden construir las presas de turba y reducir las perturbaciones para la turba. El nuevo método también reduce el coste de la construcción de presas de turba de alrededor de 2.600 libras por kilómetro a alrededor de 350 libras por kilómetro cuando las presas se instalan a intervalos de cinco metros.

SSE Renewables gestiona activamente 1.688 hectáreas de hábitats de turberas en 10 parques eólicos operativos, como parte de un total de casi 20.000 hectáreas de tierras bajo Planes de Gestión de Hábitats en toda Escocia. Para mejorar estos hábitats, SSE Renewables ha emprendido una restauración específica de 253 hectáreas de turberas, por ejemplo mediante el bloqueo

¹⁷ Este estudio de caso se basa en el informe, “Wind power and peatland – enhancing unique habitats (Energía eólica y turberas: mejora de hábitats únicos)” (2020), producido por Scottish Renewables, la asociación de la industria de energías renovables de Escocia.

de zanjas, una reducción del ganado en 390 hectáreas de hábitats de turberas sensibles y la eliminación de los bosques en 355 hectáreas para reducir el efecto de secado causado por los árboles. SSE Renewables también ha implementado políticas de “ninguna quema de turba” en 690 hectáreas de hábitats de turberas en sus parques eólicos. A partir de 2020, SSE Renewables se había comprometido a restaurar otras 330 hectáreas de hábitats de turberas en sitios operativos existentes, así como en sitios en construcción, a lo largo de los siguientes cinco años.

Elaborado por The Biodiversity Consultancy

Estudio de caso 3 **Planta solar de Bonete (Cuenca, Castilla-La Mancha, España)**

La planta solar de Bonete (Figura 8 a continuación), una planta fotovoltaica de Eni Plenitude Renewables España, está compuesta por dos plantas solares adyacentes (Bonete II y Bonete III) ubicadas en Albacete, Castilla La Mancha (España), con una superficie total de 177 ha, que entraron en funcionamiento en mayo de 2020. La planta forma parte de un complejo más grande que actualmente también incluye Bonete IV y Campanario y Campanario 1.

La planta se encuentra dentro del Área Clave para la Biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés) de **Pétrola-Almansa-Yecla**, caracterizada por la presencia de la Avutarda común (*Otis tarda*) y la Malvasía cabeciblanca (*Oxyura leucocephala*), a 1 km de una Zona de Protección Especial (ZEP) Natura 2000 llamada “**Área Esteparia del Este de Albacete**”, que protege 10 especies esteparias prioritarias y 10 hábitats en el marco de las Directivas sobre Naturaleza.

En cumplimiento de los permisos ambientales, se implementó dentro del proyecto un conjunto de medidas siguiendo la jerarquía de mitigación. La mayoría de ellas continúan siendo gestionadas durante la fase operativa, con especial énfasis en conservar la biodiversidad.



Figure 8 Ubicación de la planta solar de Bonete



Figura 9 Sisón común (*Tetrax tetrax*) dentro de la planta solar de Bonete Foto: © PlenitudeSpain, 2024



Figura 10 Hábitat de flores silvestres debajo de los paneles Foto: © PlenitudeSpain, 2024

El desarrollo de plantas fotovoltaicas ofrece beneficios sustanciales para la biodiversidad a través de diversas prácticas estratégicas. Dentro de las plantas solares Bonete, la vegetación se compone principalmente de arbustos y hierbas anuales que proporcionan hábitat para pequeñas aves y mamíferos. Una iniciativa clave en este sentido es el plan de gestión de la vegetación, que evita deliberadamente el uso de herbicidas y agroquímicos. Inicialmente, se planeó cultivar cebada dentro de la planta, un cultivo conocido por su gran dependencia de agroquímicos y una gestión intensiva de la tierra. Sin embargo, esta se substituyó por praderas, que benefician especialmente a los polinizadores y también promueven una comunidad de artrópodos más saludable y diversa.

Al mejorar las poblaciones de artrópodos, se aumenta la disponibilidad de alimentos para las aves. Por ejemplo, durante los últimos años, un Sisón común (*Tetrax tetrax*) (Figura 9) escogió una parcela dentro de la planta de Bonete como cantadero. Los cantaderos de Sisones se relacionan con hábitats de alta calidad que proporcionan recursos adecuados para hembras y polluelos.

Además de la vegetación interior, se ha llevado a cabo una extensa replantación con especies autóctonas en los alrededores, junto con una pantalla verde que rodea toda la planta. La supervivencia de la replantación se verifica regularmente con un monitoreo de individuos durante el otoño.

Además de la gestión de la vegetación, otra medida ha sido la instalación de cajas nido para aves y murciélagos. Estas proporcionan sitios de anidación esenciales, que a menudo se ven limitados debido a la intensificación agrícola y la consiguiente pérdida de sitios de anidación. Al aumentar la disponibilidad de sitios de anidación seguros y adecuados (Figura 10), se ha fomentado el aumento de las poblaciones de aves y murciélagos en las proximidades de las plantas fotovoltaicas. Esto no sólo beneficia directamente a estas especies, sino que también contribuye a mantener una comunidad ecológica equilibrada. Las aves y los murciélagos desempeñan un papel importante en el control de las poblaciones de insectos, ayudando así en la gestión natural de plagas para la agricultura circundante. Dentro de la planta, se colocaron abrevadores para proporcionar agua a la vida silvestre. La planta se encuentra en una zona muy árida, y estos abrevadores son importantes para impulsar la supervivencia, especialmente de los individuos jóvenes. Además, para permitir el paso de la vida silvestre, la parte inferior de la valla se ha elevado por encima del suelo (Figura 11).

Además, el ancho de las aperturas de la valla es mayor en los primeros 60 centímetros desde la base. Se ha podido observar fauna terrestre, incluido un gato montés europeo (*Felis silvestris*), paseando por la planta (Figura 12). Además, se instalaron marcadores metálicos en la valla para aumentar la visibilidad y evitar que las aves choquen con los cables.



Figura 11 Nidos de aves en la planta solar de Bonete
Foto: © PlenitudeSpain, 2024



Figura 12 Gato montés europeo (*Felis silvestris*)
Foto: © PlenitudeSpain, 2024

En materia de alianzas, se ha establecido un convenio de colaboración con el propietario de una finca cercana para implementar medidas agroambientales. Estas medidas están específicamente diseñadas para apoyar a la avutarda común (*Otis otis*) y otras aves esteparias, amenazadas debido a la pérdida de hábitats a consecuencia de las prácticas agrícolas. Las medidas agroambientales incluyen acciones de restauración de hábitats, como la creación de zonas de reproducción y alimentación adecuadas para estas aves. Al restaurar y mantener estos hábitats, proporcionamos los recursos necesarios para que estas especies prosperen, contribuyendo así a su conservación

Elaborado por Eni Plenitude S.p.A.

Estudio de caso 4 **Mesas de ostras en el parque eólico marino de Blauwwind (Borssele III y IV)**

El parque eólico marino Blauwwind III y IV es un proyecto de 77 turbinas en el Mar del Norte holandés, con una capacidad de 731,5 MW. Con una superficie total de 146 km², se puso en marcha en su totalidad en 2020.

El número de arrecifes de mariscos en el Mar del Norte ha disminuido rápidamente durante el último siglo debido a enfermedades y a la sobrepesca. Los parques eólicos son áreas protegidas y no se permite la pesca de arrastre a cierta distancia de ellos, por lo que el fondo marino no se ve perturbado en gran medida y puede proporcionar refugio a la vida marina. Para aprovechar estas condiciones e intentar responder a la disminución de los arrecifes de mariscos en el Mar del Norte, el Consorcio BlauWind (Shell, INPEX, Eneco, uveen Infraestructure, Luxcara, y Swiss Life Asset Managers), en asociación con Rich North Sea, desarrolló un plan para establecer una población de ostras planas europeas autóctonas dentro del parque eólico marino Blauwwind (Figura 13 y 14). Para ello, en 2020, se colocaron 2.400 ostras planas sobre mesas de ostras alrededor de la base de las turbinas, y se espera que con el tiempo, la presencia de ostras atraiga a otros organismos a la zona.



Figura 13 Mesas de ostras antes de su despliegue en el parque eólico marino de Blauwwind Foto: Blauwwind



Figura 14 Mesa de ostras in situ dentro del parque eólico marino de Blauwwind Foto: Blauwwind

El proyecto piloto será monitoreado durante varios años, pero hasta ahora, las aguas tranquilas debajo de las turbinas eólicas están teniendo un impacto positivo en las ostras. Después de tres años, las tasas de supervivencia de las ostras adultas eran altas, alrededor del 70%, y se encontró que el 88% de estas ostras estaban listas para la reproducción. En el verano de 2023, una campaña de monitoreo confirmó la presencia tanto de ostras jóvenes que se habían establecido entre los adultos originales, como de larvas de ostras dentro de la columna de agua. Además, la investigación utilizó cámaras en vehículos operados a distancia (ROV) y análisis de ADN ambiental para registrar la vida marina en la zona. También analizó la biodiversidad del parque eólico mediante análisis de fotos y videos, muestras de raspado y análisis de ADN de muestras de agua. Se encontraron un total de 128 especies. La investigación continúa en el sitio para comprender cómo los diferentes materiales influyen en el asentamiento larvario y si la población puede evitar la infección por el parásito *Bonamia ostrea*, que amenaza a las poblaciones existentes.

Elaborado por Shell International B.V.

Referencias

- Agencia Internacional de Energía (AIE) (2023) Perspectivas energéticas mundiales 2023. París, Francia: IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023?language=es>, Licencia: CC BY 4.0 (informe); CC BY NC SA 4.0 (Anexo A) (Disponible en [chino](#), [inglés](#), [francés](#), [alemán](#), [italiano](#) y [polaco](#).)
- Al-Dousari, A., Ramadan, A., Al-Qattan, A., Al-Ateeqi, S., Dashti, H., Ahmed, M., Al-Dousari, N., Al-Hashash, N., y Othman, A. (2020). Cost and effect of native vegetation change on aeolian sand, dust, microclimate and sustainable energy in Kuwait. *Journal of Taibah University for Science*, 14, 628–639. <https://doi.org/10.1080/16583655.2020.1761662>
- Andersen, J. H., Al-Hamdani, Z., Harvey, E. T., Kallenbach, E., Murray, C., y Stock, A. (2020). Relative impacts of multiple human stressors in estuaries and coastal waters in the North Sea–Baltic Sea transition zone. *Science of The Total Environment*, 704(2020), 135316. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135316>
- Armstrong, A., Brown, L., Davies, G., Whyatt, J. D., y Potts, S. G. (2021). Honeybee pollination benefits could inform solar park business cases, planning decisions and environmental sustainability targets. *Biological Conservation*, 263, 109332. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109332>
- Battersby, S. (2023). How to expand solar power without using precious land. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(9), e2301355120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2301355120>
- Benayas, J. M. R., Newton, A. C., Diaz, A., y Bullock, J. M. (2009). Enhancement of Biodiversity and Ecosystem Services by Ecological Restoration: A Meta-Analysis. *Science*, 325(5944), 1121–1124. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>
- 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*. Gland, Suiza: UICN y Cambridge, Reino Unido: The Biodiversity Consultancy. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.04.en>
- Berthier, K., Leippert, F., Fumagalli, L., y Arlettaz, R. (2012). Massive Nest-Box Supplementation Boosts Fecundity, Survival and Even Immigration without Altering Mating and Reproductive Behaviour in a Rapidly Recovered Bird Population. *PLoS ONE*, 7(4), e36028. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036028>
- Blaydes, H., Gardner, E., Whyatt, J. D., Potts, S. G., y Armstrong, A. (2022) Solar park management and design to boost bumble bee populations. *Environmental Research Letters*, 17, 044002.
- 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>
- Blaydes, H., Potts, S. G., Whyatt, J. D., y Armstrong, A. (2024). *On-site floral resources and surrounding landscape characteristics impact pollinator biodiversity at solar parks*. EGU General Assembly 2022, Viena, Austria, 23–27 May 2022, EGU22-2180. <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu22-2180>
- Booth, H., Milner-Gulland, E. J., McCormick, N., y Starkey, M. (2024). Operationalizing transformative change for business in the context of Nature Positive. *One Earth*, 7(7), 1235–1249. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.06.003>
- Bos, O. G., Duarte-Pedrosa, S., Didden, K., Bergsma, J. H., Heye, S., y Kamermans, P. (2023a) Performance of European oysters (*Ostrea edulis* L.) in the Dutch North Sea, across five restoration pilots. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1233744. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1233744>
- Bos, O. G., Kamermans, P., Tonk, L., Schutter, M., Maathuis, M., van Gool, A., van der Have, T., Bergsma, J., Raaijmakers, T., van Duren, L., Emmanouil, A., Gerritsma, I., Kleissen, F., y Sas, H.

- Sas (2023b). *Eco-friendly reef restoration pilots in offshore wind farms*. Report Project ECOFRIEND 2019-2023. Den Helder, La Haya: Wageningen Marine Research. <https://tethys.pnnl.gov/sites/default/files/publications/Bos-et-al-2023.pdf>
- Boscarino-Gaetano, R., Vernes, K., y Nordberg, E. J. (2024). Creating wildlife habitat using artificial structures: a review of their efficacy and potential use in solar farms. *Biological Reviews*, 99(5), 1848–1867. <https://doi.org/10.1111/brv.13095>
- Brancalion, P. H. S., Meli, P., Tymus, J. R. C., Lenti, F. E. B., M. Benini, R., Silva, A. P. M., Isernhagen, I., y Holl, K. D. (2019). What makes ecosystem restoration expensive? A systematic cost assessment of projects in Brazil. *Biological Conservation*, 240, 108274. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108274>
- Bullock, J. M., Aronson, J., Newton, A. C., Pywell, R. F., y Rey-Benayas, J. M. (2011). Restoration of ecosystem services and biodiversity: conflicts and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 26, 541–549. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.06.011>
- Bureau Waardenburg (2020). *Options for biodiversity enhancement in offshore wind farms. Knowledge base for the implementation of the Rich North Sea Programme*. Culemborg, Países Bajos: Bureau Waardenburg. https://www.buwa.nl/fileadmin/buwa_upload/Bureau_Waardenburg_rapporten/2020/18-0660_The_Rich_North_Sea_options_for_biodiversity_enhancement_in_OWFS_07022020-reduced.pdf
- Butchart, S. H. M., Di Marco, M., y Watson, J. E. M. (2016). Formulating Smart Commitments on Biodiversity: Lessons from the Aichi Targets. *Conservation Letters*, 9(6), 457–468. <https://doi.org/10.1111/conl.12278>
- Carvalho, F., Armstrong, A., Ashby, M., Howell, B., Montag, H., Parker, G., Cruz, J., White, P., y Smart, S. (2021). *Assessing the impact of land-use change for solar park development in the UK: implications for biodiversity and ecosystem services*. EGU General Assembly 2021, 19–30 de abril de 2021, EGU21-1271. Disponible en <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-1271>
- Carvalho, F., Lee, H. K., Blaydes, H., Treasure, L., Harrison, L. J., Montag, H., Vucic, K., Scurlock, J., White, P. C. L., Sharp, S. P., Clarkson, T., y Armstrong, A. (2024). Integrated policymaking is needed to deliver climate and ecological benefits from solar farms. *Journal of Applied Ecology*, 00, 1–8. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14745>
- Chemisana, D. y Lamnatou, Chr. (2014). Photovoltaic-green roofs: An experimental evaluation of system performance. *Applied Energy*, 119, 246–256. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.12.027>
- Choi, C. S., Macknick, J., Li, Y., Bloom, D., McCall, J., y Ravi, S. (2023). Environmental Co-Benefits of Maintaining Native Vegetation With Solar Photovoltaic Infrastructure. *Earth's Future*, 11(6), e2023EF003542. <https://doi.org/10.1029/2023ef003542>
- Climate Action Network (CAN) Europe (2023). *Guidelines to Faster and Fairer Permitting for Europe's Renewable Energy Transition*. Bruselas, Bélgica: CAN Europe. https://caneurope.org/content/uploads/2023/10/Fairer-and-Faster-permitting_CAN-Europe-Briefing.pdf
- Coates, D. A., Kapasakali, D.-A., Vincx, M., y Vanaverbeke, J. (2016). Short-term effects of fishery exclusion in offshore wind farms on macrofaunal communities in the Belgian part of the North Sea. *Fisheries Research*, 179, 131–138. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2016.02.019>
- Community Power Agency (2024). *Building Better Biodiversity On Solar Farms: A regenerative guide to nature-positive solar farming*. Guidance document. New South Wales, Australia: Community Power Agency. https://cpagency.org.au/wp-content/uploads/2024/05/Better_Biodiversity_on_Solar_Farm_Guide_May_2024.pdf
- Coolen, J. W. P., Lengkeek, W., van der Have, T., y Bittner, O. (2019). *Upscaling positive effects of scour protection in offshore wind farms. Quick scan of the potential to upscale positive effects of scour protection on benthic macrofauna and associated fish species*. Wageningen, Países Bajos: Bureau Waardenburg B.V. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/475354>

- Cortina-Segarra, J., García-Sánchez, I., Grace, M., Andrés, P., Baker, S., Bullock, C., Decler, K., Dicks, L. V., Fisher, J. L., Frouz, J., Klimkowska, A., Kyriazopoulos, A. P., Moreno-Mateos, D., Rodríguez-González, P. M., Sarkki, S., y Ventocilla, J. L. (2021). Barriers to ecological restoration in Europe: expert perspectives. *Restoration Ecology*, 29(4), e13346. <https://doi.org/10.1111/rec.13346>
- Cross-Sector Biodiversity Initiative (CSBI) y The Biodiversity Consultancy (TBC) (2015). *A cross-sector guide to implementing the Mitigation Hierarchy*. Cambridge, Reino Unido: Cross-Sector Biodiversity Initiative. <http://www.csbi.org.uk/our-work/mitigation-hierarchy-guide/>
- Crown Estate Scotland y Xodus (2024). *Collaboration for Environmental Mitigation & Nature Inclusive Design (CEMNID). Final Report*. <https://www.offshorewindscotland.org.uk/media/kcghvske/collaboration-for-environmental-mitigation-nature-inclusive-design-full-report.pdf>
- Dasgupta, P. (2021). *The economics of biodiversity: the Dasgupta review*. Londres, Reino Unido: HM Treasury. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/602e92b2e90e07660f807b47/The_Economics_of_Biodiversity_The_Dasgupta_Review_Full_Report.pdf
- De Mesel, I., Kerckhof, F., Norro, A., Rumes, B., y Degraer, S. (2015). Succession and seasonal dynamics of the epifauna community on offshore wind farm foundations and their role as stepping stones for non-indigenous species. *Hydrobiologia*, 756, 37–50. <https://doi.org/10.1007/s10750-014-2157-1>
- Díaz, S., Zafra-Calvo, N., Purvis, A., Verburg, P. H., Obura, D., Leadley, P., Chaplin-Kramer, R., De Meester, L., Dulloo, E., Martín-López, B., Shaw, M. R., Visconti, P., Broadgate, W., Bruford, M. W., Burgess, N. D., Cavender-Bares, J., DeClerck, F., Fernández-Palacios, J. M., Garibaldi, L.A., ... y Zanne, A. E. (2020). Set ambitious goals for biodiversity and sustainability. *Science*, 370(6515), 411–413. <https://doi.org/10.1126/science.abe1530>
- Díaz-García, J. M., López-Barrera, F., Pineda, E., Toledo-Aceves, T., y Andresen, E. (2020) Comparing the success of active and passive restoration in a tropical cloud forest landscape: A multi-taxa fauna approach. *PLoS ONE*, 15(11), e0242020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0242020>
- Diffendorfer, J. E., Vanderhoof, M. K., y Ancona, Z. H. (2022). Wind turbine wakes can impact down-wind vegetation greenness. *Environmental Research Letters*, 17(10), 104025. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac8da9>
- Dunkley, F., y Solandt, J.-L. (2022). Windfarms, fishing and benthic recovery: Overlaps, risks and opportunities. *Marine Policy*, 145, 105262. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105262>
- Dunne, D. (2022, 16 de junio). *Explainer: Can climate change and biodiversity be tackled together?*. Carbon Brief. Consultado en: <https://www.carbonbrief.org/explainer-can-climate-change-and-biodiversity-loss-be-tackled-together/>
- European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) (2022). *Draft European Sustainability Reporting Standards ESRS 4. Biodiversity and ecosystems*. Bruselas, Bélgica: EFRAG. <https://www.efrag.org/sites/default/files/sites/webpublishing/SiteAssets/11%20Draft%20ESRS%20E4%20Biodiversity%20and%20ecosystems%20November%202022.pdf>
- Evans, M. J., Mainali, K., Soobitsky, R., Mills, E., y Minnemeyer, S. (2023). Predicting patterns of solar energy buildout to identify opportunities for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 283, 110074. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110074>
- 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>
- Gasparatos, A., Doll, C. N. H., Esteban, M., Ahmed, A., y Olang, T. A. (2017). Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 161–184. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030>
- Glarou, M., Zrust, M., y Svendsen, J. C. (2020). Using Artificial-reef Knowledge to Enhance the Ecological

- Function of Offshore Wind Turbine Foundations: Implications for Fish Abundance and Diversity. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8, 332. <https://doi.org/10.3390/jmse8050332>
- Global Report Initiative (GRI) (2024). *GRI 101: Biodiversity 2024*. Amsterdam, Países Bajos: GRI. <https://www.globalreporting.org/pdf.ashx?id=24534>
- Graham, M., Ates, S., Melathopoulos, A. P., Moldenke, A. R., DeBano, S. J., Best, L. R., y Higgins, C. W. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during the late-season for pollinators in a dryland, agrovoltaic ecosystem. *Scientific Reports*, 11, 7452. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86756-4>
- Hermans, A., Bos, O. G., y Prusina, I. (2020). *Nature-Inclusive Design: a catalogue for offshore wind infrastructure*. Technical report. La Haya, Países Bajos: Witteveen+Bos. <https://edepot.wur.nl/518699>
- Hernandez, R. R., Armstrong, A., Burney, J., Ryan, G., Moore-O'Leary, K., Diédhiou, I., Grodsky, S. M., Saul-Gershenz, L., Davis, R., Macknick, J., Mulvaney, D., Heath, G. A., Easter, S. B., Hoffacker, M. K., Allen, M. F., y Kammen, D. M. (2019). Techno-ecological synergies of solar energy for global sustainability. *Nature sustainability*, 2, 560–568. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0309-z>
- Hernandez, 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>
- Hoffacker, M. K., Allen, M. F., y Hernandez, R. R. (2017). Land-Sparing Opportunities for Solar Energy Development in Agricultural Landscapes: A Case Study of the Great Central Valley, CA, United States. *Environmental Science & Technology*, 51(24), 14472–14482. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b05110>
- Inger, R., Attrill, M., Bearhop, S., Broderick, A.C., James Grecian, W., Hodgson, D. J., Mills, C., Sheehan, E., Votier, S. C., Witt, M. J., y Godley, B. J. (2009). Marine renewable energy: potential benefits to biodiversity? An urgent call for research. *Journal of Applied Ecology*, 46(6), 1145–1153. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01697.x>
- International Energy Agency (IEA), International Renewable Energy Agency (IRENA), United Nations Statistics Division (UNSD), World Bank, World Health Organization (WHO) 2023. *Tracking SDG 7: The Energy Progress Report*. Washington, DC, Estados Unidos: Banco Mundial. Licencia: Creative Commons Attribution—NonCommercial 3.0 IGO (CC BY-NC 3.0 IGO). https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/Tracking_SDG7_energy_progress_2023.pdf
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) (s.f.). *Species Threat Abatement and Restoration (STAR) metric*. IUCN. Consultado en: <https://iucn.org/resources/conservation-tool/species-threat-abatement-and-restoration-star-metric>
- ____ (2020). *Ensuring effective Nature-based Solutions*. Issues Brief. Gland, Suiza: IUCN. https://iucn.org/sites/default/files/2022-02/iucn_issues_brief_-_nbs_standard_eng.pdf
- ____ (2022). *Towards an IUCN nature-positive approach: a working paper. Summary highlights*. Gland, Suiza; IUCN. https://iucn.org/sites/default/files/2022-10/nature-positive-summary-highlights-oct-2022_0.pdf
- Jarčuška, B., Gálffyová, M., Schnürmacher, R., Baláz, M., Mišík, M., Repel, M., Fulín, M., Kerestúr, D., Lackovičová, Z., Mojžiš, M., Zámečník, M., Kaňuch, P., y Krištín, A. (2024). Solar parks can enhance bird diversity in agricultural landscape. *Journal of Environmental Management*, 351, 119902. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119902>
- Kamermans, P., Walles, B., Kraan, M., van Duren, L., Kleissen, F., van der Have, T., Smaal, A. C., y Poelman, M. (2018). Offshore Wind Farms as Potential Locations for Flat Oyster (*Ostrea edulis*) Restoration in the Dutch North Sea. *Sustainability*, 10(11), 3942. <https://doi.org/10.3390/su10113942>
- Kingma, E. M., ter Hofstede, R., Kardinaal, E., Bakker, R., Bittner, O., van der Weide, B., y Coolen, J. W. P. (2024). Guardians of the seabed: Nature-inclusive design of scour protection in offshore wind farms enhances benthic diversity. *Journal of Sea Research*, 199, 102502.

- Knorrn, A. H., Teder, T., Kaasik, A., y Kreitsberg, R. (2024). Beneath the blades: marine wind farms support parts of local biodiversity - a systematic review. *Science of The Total Environment*, 935, 173241. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173241>
- Langhamer, O. (2012). Artificial Reef Effect in relation to Offshore Renewable Energy Conversion: State of the Art. *The Scientific World Journal*, 2012, 386713. <https://doi.org/10.1100/2012/386713>
- Lengkeek, W., Didderen, K., Teunis, M., Driessen, F., Coolen, J. W. P., Bos, O. G., Vergouwen, S. A., Raaijmakers, T., de Vries, M. B., y van Koningsveld, M. (2017). *Eco-friendly design of scour protection: potential enhancement of ecological functioning in offshore wind farms. Towards an implementation guide and experimental set-up*. Culemborg, Países Bajos: Bureau Waardenburg. <https://edepot.wur.nl/411374>
- Lima, J. S., Zalmon, I. R., y Love, M. (2019). Overview and trends of ecological and socioeconomic research on artificial reefs. *Marine Environmental Research*, 145, 81–96. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2019.01.010>
- Lindeboom, H. J., Kouwenhoven, H. J., Bergman, M. J. N., Bouma, S., Brasseur, S., Daan, R., Fijn, R. C., de Haan, D., Dirksen, S., van Hal, R., Hille Ris Lambers, R., ter Hofstede, Krijgsveld, K. L., Leopold, M., y Scheidat, M. (2011). Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation. *Environmental Research Letters*, 6(3), 035101. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/6/3/035101>
- Lindenmayer, D. B., Welsh, A., Donnelly, C., Crane, M., Michael, D., Macgregor, C., McBurney, L., Montague-Drake, R., y Gibbons, P. (2009). Are nest boxes a viable alternative source of cavities for hollow-dependent animals? Long-term monitoring of nest box occupancy, pest use and attrition. *Biological Conservation*, 142(1), 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.09.026>
- Ljungström, M., y Hörnelius, J. (2023). *Ecovoltaics in Sweden. Views on integrating measures for biodiversity in solar parks*. Examensarbete för masterexamen (Tesis de maestría) Ecología industrial. Departamento de Tecnología, Universidad Tecnológica de Chalmers, Gotemburgo, Suecia. <http://hdl.handle.net/20.500.12380/306209>
- Luxton, S. J., Smith, G. S., Williams, K. J., Ferrier, S., Bond, A. J., y Prober, S. M. (2024). An introduction to key ecological concepts, financial opportunities, and risks underpinning aspirations for nature positive. *BioScience*, 74(7), 450–466. <https://doi.org/10.1093/biosci/biae040>
- Macknick, J., Beatty, B., y Hill, G. (2013). *Overview of Opportunities for Co-Location of Solar Energy Technologies and Vegetation*. Golden, CO, USA: National Renewable Energy Laboratory (NREL). <https://www.nrel.gov/docs/fy14osti/60240.pdf>
- Maron, M., Quétier, F., Sarmiento, M., Ten Kate, K., Evans, M. C., Bull, J. W., Jones, J. P. G., zu Ermgassen, S. O. S. E., Milner-Gulland, E. J., Brownlie, S., Treweek, J., y Von Hase, A. (2023). ‘Nature positive’ must incorporate, not undermine, the mitigation hierarchy. *Nature Ecology & Evolution*, 8, 14–17. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02199-2>
- McKuin, B., Zumkehr, A., Ta, J., Bales, R., Viers, J. H., Pathak, T., y Campbell, J. E. (2021). Energy and water co-benefits from covering canals with solar panels. *Nature Sustainability*, 4, 609–617. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00693-8>
- Methratta, E. T. y Dardick, W. R. (2019). Meta-Analysis of Finfish Abundance at Offshore Wind Farms. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 27(2), 242–260. <https://doi.org/10.1080/23308249.2019.1584601>
- Meyer, M. H., Dullau, S., Scholz, P., Meyer, M. A., y Tischew, S. (2023). Bee-Friendly Native Seed Mixtures for the Greening of Solar Parks. *Land*, 12(6), 1265. <https://doi.org/10.3390/land12061265>
- Milner-Gulland, E. J. (2022). Don’t dilute the term Nature Positive. *Nature Ecology & Evolution*, 6, 1243–1244. <https://doi.org/10.1038/s41559-022-01845-5>
- Ministry of Housing, Communities & Local Government (2012, 12 de marzo). *National Planning Policy Framework*. GOV.UK. Consultado en: <https://www.gov.uk/guidance/national-planning-policy-framework/15-conserving-and-enhancing-the-natural-environment>

- Montag, H., Parker, D. G., y Clarkson, T. (2016). *The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity: A Comparative Study*. Somerset, Reino Unido: Clarkson & Woods y Wychwood Biodiversity. https://www.clarksonwoods.co.uk/download/Solar_Farms_Biodiversity_Study.pdf
- Nature Positive Initiative (2023, 27 de noviembre). *The Definition of Nature Positive*. Nature Positive Initiative. Consultado en: <https://www.naturepositive.org/>
- Neugarten, R. A., Langhammer, P. F., Osipova, E., Bagstad, K. J., Bhagabati, N., Butchart, S.H.M., Dudley, N., Elliott, V., Gerber, L. R., Gutierrez Arrellano, C., Ivanić, K.-Z., Kettunen, M., Mandle, L., Merriman, J. C., Mulligan, M., Peh, K. S.-H., Raudsepp-Hearne, C., Semmens, D. J., Stolton, S., y Willcock, S. (2018). *Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas*. Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.PAG.28.en>
- Nobre, R., Boulêtreau, S., Colas, F., Azemar, F., Tudesque, L., Parthuisot, N., Favriou, P., y Cucherousset, J. (2023). Potential ecological impacts of floating photovoltaics on lake biodiversity and ecosystem functioning. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 188, 113852. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113852>
- 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>
- Nordberg, E. J. y Schwarzkopf, L. (2023). Developing conservoltaic systems to support biodiversity on solar farms. *Austral Ecology*, 48(3), 643–649. <https://doi.org/10.1111/aec.13289>
- Offshore Coalition for Energy and Nature (OCEaN) (2024, 1 de junio). *Nature Inclusive Design: Options for Offshore Wind Farms and Grid Infrastructure*. Offshore-coalition. Consultado en: https://offshore-coalition.eu/wp-content/uploads/2024/06/NID_Infographic_Ocean_2024.pdf
- Organisation of Economic Co-operation and Development (OECD) (2020). *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*. París, Francia: OECD Publishing.
- Ørsted A/S (2023, 3 de junio). Ørsted Announces Burrowing Owl Habitat Research Grant for Arizona State University. Ørsted . Consultado en: <https://us.ored.com/news-archive/2023/03/orsted-announces-burrowing-owl-habitat-research-grant-for-arizona-state-university>
- ____ (2024a). ReCoral. A new safe haven concept. Consultado en: <https://ored.com/en/who-we-are/sustainability/nature/net-positive-biodiversity-impact/recoral>
- ____ (2024b). Wilder Humber: Restoring Coastal Ecosystems. Restoring coastal ecosystems to mitigate climate change and support biodiversity. Consultado en: <https://ored.com/en/who-we-are/sustainability/nature/net-positive-biodiversity-impact/humber-biodiversity-restoration>
- Parker, G. E. y Greene, L. (Eds.) (2014). BRE National Solar Centre Biodiversity Guidance for Solar Developments. Watford, Herts, Reino Unido: Building Research BRE. <https://staploe-pc.gov.uk/wp-content/uploads/simple-file-list/Planning-Applications/Solar-Farm/BRE-guidance-for-biodiversity-and-solar.pdf>
- Peschel, T. (2010). Solar parks - Opportunities for biodiversity. A report on biodiversity in and around ground-mounted photovoltaic plants (Report No. 45). Berlín, Alemania: Agencia Alemana de Energías Renovables. <http://irishsolarenergy.org/wp-content/uploads/2019/11/Solar-parks-Opportunities-for-Biodiversity.pdf>
- Pincebourde, S. y Woods, H. A. (2020). There is plenty of room at the bottom: microclimates drive insect vulnerability to climate change. *Current Opinion in Insect Science*, 41, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2020.07.001>
- Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) (2022). *Informe de evaluación global sobre biodiversidad y servicios ecosistémicos de la*

- Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos. E. S. Brondízio, J. Settele, S. Díaz, H. T. Ngo (eds.). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>
- Pschonny, S., Leidinger, J., Leitz, R., y Weisser, W. W. (2022). What makes a good bat box? How box occupancy depends on box characteristics and landscape-level variables. *Ecological Solutions and Evidence*, 3(1), e12136. <https://doi.org/10.1002/2688-8319.12136>
- Rajvanshi, A., Brownlie, S., Slootweg, R., y Arora, R. (2011.) Maximizing benefits for biodiversity: the potential of enhancement strategies in impact assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 29(3), 181–193. <https://doi.org/10.3152/14615511x12959673796245>
- Ramchunder, S. J., Brown, L. E., y Holden, J. (2012). Catchment-scale peatland restoration benefits stream ecosystem biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 49(1), 182–191. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02075.x>
- Randle-Boggis, R., White, P. C. L., Cruz, J., Parker, G., Montag, H., Scurlock, J. M. O., y Armstrong, A. (2020). Realising co-benefits for natural capital and ecosystem services from solar parks: A co-developed, evidence-based approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125, 109775. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109775>
- Regener8 Power (2021). *150 MW in Sardinia, Italy* [sitio web]. Consultado en: <https://regener8power.com/portfolio/150-mw-in-sardinia-italy/>
- ____ (2021-2023). *UK Case Studies* [sitio web]. Consultado en: <https://regener8.clientapps.sneekdigital.co.uk/portfolio/uk-case-studies/>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (ROV) (Oficina Nacional de Emprendimiento de los Países Bajos) (2023a). *IJmuiden Ver Wind Farm Zone Site Alpha*. ROV [sitio web]. Consultado en: <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2024-02/Wind-Farm-Site-Decision-IJmuiden-Ver-Alpha.pdf>
- ____ (2023b). *IJmuiden Ver Wind Farm Zone Site Beta*. ROV [sitio web]. Consultado en: <https://english.rvo.nl/sites/default/files/2024-02/Wind-Farm-Site-Decision-IJmuiden-Ver-Beta.pdf>
- Robert, A. (2024). Building references for nature conservation. *Conservation Biology*, 38(2), e14202. <https://doi.org/10.1111/cobi.14202>
- 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, 28961. <https://doi.org/10.1038/srep28961>
- Roser, M. (2020, 10 de diciembre). *The world's energy problem*. Our World in Data. Consultado en: <https://ourworldindata.org/worlds-energy-problem>
- RWE (2024, 22 de mayo). *International Day for Biological Diversity: RWE explores biodiversity enhancement at its photovoltaic farms in Poland*. Comunicado de prensa. RWE Polonia. Consultado en: <https://pl.rwe.com/-/media/RWE/RWE-Polen/press-and-news/2024/2024-05-22-rwe-explores-biodiversity-enhancement-at-its-photovoltaic-farms-in-poland.pdf>
- Sas, H., Didden, K., van der Have, T., Kamermans, P., van den Wijngaard, K., y Reuchlin, E. (2019). *Recommendations for flat oyster restoration in the North Sea. Synthesis of lessons learned from the Dutch Voordelta experiments, with additional observations from flat oyster pilots in Borkum Reef and Gemini wind farm, modelling exercises and literature*. Nijmegen and Zeist, Países Bajos: ARK Rewilding Nederland y WWF Netherlands. https://arkrewilding.nl/sites/default/files/media/Schelpdierbanken/Recommendations_for_flat_oyster_restoration_in_the_North_Sea.pdf
- Schneider, A.-K., Klabunde, F., Buck, L., Ohlhoff, M., Reis, L., Olvermann, M., Kauffeld, S., Engel, B., Glatzel, G., Schröder, B., y Frerichs, L. (2023). Drawing transformation pathways for making use of joint effects of food and energy production with biodiversity agriphotovoltaics and electrified agricultural machinery. *Journal of Environmental Management*, 335, 117539. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117539>
- Science Foundation Ireland (SFI) Research Centre for Energy, Climate and Marine (MaREI) (s.f.).

- Nature+Energy. MaREI [sitio web]. Consultado en: <https://www.marei.ie/research/projects/natureenergy/>
- Scotland's Nature Agency/Buidheann Nàdair na h-Alba (noviembre de 2024). *NatureScot pre-application guidance for onshore wind farms*. NatureScot/ NàdarAlba [sitio web]. Consultado en: <https://www.nature.scot/doc/naturescot-pre-application-guidance-onshore-wind-farms>
- Scully, J. (2022, 8 de junio). *EDF to explore impact of utility-scale solar on biodiversity*. Solar Power Portal. Consultado en: https://www.solarpowerportal.co.uk/edf_to_explore_impact_of_utility_scale_solar_on_biodiversity/
- Semeraro, T., Aretano, R., Barca, A., Pomes, A., Del Giudice, C., Gatto, E., Lenucci, M., Buccolieri, R., Emmanuel, R., Gao, Z., y Scognamiglio, A. (2020). A Conceptual Framework to Design Green Infrastructure: Ecosystem Services as an Opportunity for Creating Shared Value in Ground Photovoltaic Systems. *Land*, 9(8), 238. <https://doi.org/10.3390/land9080238>
- 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>
- Shi, H., Wen, Z., Paull, D., y Guo, M. (2016). A framework for quantifying the thermal buffering effect of microhabitats. *Biological Conservation*, 204(Part B), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.11.006>
- Simmons, R. E., Ralston-Paton, S., Colyn, R., y Garcia-Heras, M.-S. (2020). *Black Harriers and Wind Energy. Guidelines for impact assessment, monitoring and mitigation*. Johannesburg, Sudáfrica: BirdLife Sudáfrica. <https://www.birdlife.org.za/wp-content/uploads/2020/09/Black-Harriers-Wind-Energy-Final-1.pdf>
- 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>
- Smith, R.K., Meredith, H. y Sutherland, W.J. (2020) *Amphibian Conservation*. En: W.J. Sutherland, L.V. Dicks, S.O. Petrovan y R.K. Smith (eds), *What Works in Conservation 2020* (pp. 9–64). Open Book Publishers, Cambridge, Reino Unido. <https://doi.org/10.11647/OBP.0191>
- Solar Energy UK (2022). *Natural Capital Best Practice Guidance. Increasing biodiversity at all stages of a solar farm's lifecycle*. Londres, Reino Unido. Solar Energy UK. <https://solarenergyuk.org/wp-content/uploads/2022/05/Natural-Capital-Best-Practice-Guidance.pdf>
- Stenberg, C., Støttrup, J., van Deurs, M., Berg, C., Dinesen, G., Mosegaard, H., Grome, T., y Leonhard, S. (2015). Long-term effects of an offshore wind farm in the North Sea on fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 528, 257–265. <https://doi.org/10.3354/meps11261>
- Sturchio, M. A. y Knapp, A. K. (2023). Ecovoltaic principles for a more sustainable, ecologically informed solar energy future. *Nature Ecology & Evolution*, 7, 1746–1749. <https://doi.org/10.1038/s41559-023-02174-x>
- Sutherland, W. J., Dicks, L. V., Ockendon, N., Petrovan, S., y Smith, R. K. (2018). *What works in conservation*. Cambridge, Reino Unido: Open Book Publishers. <https://doi.org/10.11647/OBP.0131>
- Svegborn, T. (2024). *Biodiversity Management in the Wind Power Industry - Examining Regulations, Incentives, and Corporate Practices Influencing Swedish Wind Power Companies*. Lund, Suecia: Universidad de Lund. <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/9149901>
- Swarnamaheswaran, K. (2023). *Sustainable Management of Green Corridors Below Overhead Lines in Europe*. Tesis de Maestría, Technische Universität Wien; Diplomatische Akademie Wien, ETIA 15. <https://doi.org/10.34726/hss.2023.113075>
- Tansley, A. G. (1935). The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. *Ecology*, 16(3), 284–307. <https://doi.org/10.2307/1930070>
- Taskforce on Nature-related Financial Disclosures (TNFD) (2023). *Guidance on the identification and assessment*

- of nature related issues: *The LEAP approach*. Version 1.1. Londres, Reino Unido: TNFD. https://tnfd.global/wp-content/uploads/2023/08/Guidance_on_the_identification_and_assessment_of_nature-related_Issues_The_TNFD_LEAP_approach_V1.1_October2023.pdf?v=1698403116
- _____. (2024). *Additional sector guidance – Electric utilities and power generators*. Londres, Reino Unido: TNFD. <https://tnfd.global/wp-content/uploads/2024/06/Additional-Sector-Guidance-Electric-Utilities-and-Power.pdf?v=1719525999>
- Tear, T. H., Kareiva, P., Angermeier, P. L., Comer, P., Czech, B., Kautz, R., Landon, L., Mehlman, D., Murphy, K., Ruckelshaus, M., Scott, J. M., y Wilhere, G. (2005). How Much Is Enough? The Recurrent Problem of Setting Measurable Objectives in Conservation. *BioScience*, 55(10), 835–849. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0835:HMIET R\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0835:HMIET R]2.0.CO;2)
- ter Hofstede, R., Driessen, F. M. F., Elzinga, P. J., Van Koningsveld, M., y Schutter, M. (2022). Offshore wind farms contribute to epibenthic biodiversity in the North Sea. *Journal of Sea Research*, 185, 102229. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2022.102229>
- The Biodiversity Consultancy (TBC) (2022). *Charting a course to nature positive*. Londres, Reino Unido: TBC. https://www.thebiodiversityconsultancy.com/fileadmin/uploads/tbc/Documents/Resources/Charting_a_course_to_nature_positive_-_TBC_Insight.pdf
- The Nature Conservancy (TNC) (2021, 9 de abril). *Perspectives: Smarter Energy Siting Helps Achieve Climate & Biodiversity Goals*. TNC. Consultado en: <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/smarter-energy-siting-helps-climate-biodiversity/>
- Tonk, L., Witte, S., y Kamermans, P. (2020). *Flat oyster (Ostrea edulis) settlement on scour protection material: Innovation Eco Scour Protection in offshore windfarm Borssele V*. Wageningen Marine Research report C063/20. Wageningen, Países Bajos: Wageningen Marine Research. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/616188>
- TotalEnergies (2022, 10 de junio). *Centrale solaire de la Métairie : la biodiversité à l'honneur*. TotalEnergies. Consultado en: <https://totalenergies.com/fr/news/centrale-solaire-de-la-metairie-la-biodiversite-lhonneur>
- Turner, J. A., Starkey, M., Dulvy, N. K., Hawkins, F., Mair, L., Serckx, A., Brooks, T., Polidoro, B., Butchart, S. H. M., Carpenter, K., Epps, M., Jabado, R. W., Macfarlane, N. B. W., y Bennun, L. (2024) Targeting ocean conservation outcomes through threat reduction. *npj Ocean Sustainability*, 3, 4. <https://doi.org/10.1038/s44183-023-00040-8>
- Vaissière, A.-C., Levrel, H., Pioch, S., y Carlier, A. (2014). Biodiversity offsets for offshore wind farm projects: The current situation in Europe. *Marine Policy*, 48, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2014.03.023>
- Walston, L. J., Barley, T., Bhandari, I., Campbell, B., McCall, J., Hartmann, H. M., y Dolezal, A. G. (2022). Opportunities for agrovoltaic systems to achieve synergistic food-energy-environmental needs and address sustainability goals. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 932018. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.932018>
- Walston, L. J., Hartmann, H. M., Fox, L., Macknick, J., McCall, J., Janski, J., y Jenkins, L. (2023). If you build it, will they come? Insect community responses to habitat establishment at solar energy facilities in Minnesota, USA. *Environmental Research Letters*, 19, 014053. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad0f72>
- 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, 7566–7576. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b00020.s001>

- Werner, K. M., Haslob, H., Reichel, A. F., Gimpel, A., y Stelzenmüller, V. (2024). Offshore wind farm foundations as artificial reefs: The devil is in the detail. *Fisheries Research*, 272, 106937. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2024.106937>
- White, T. B., Bromwich, T., Bang, A., Bennun, L., Bull, J., Clark, M., Milner-Gulland, E. J., Prescott, G. W., Starkey, M., zu Ermgassen, S. O. S. E., y Booth, H. (2024). The “nature-positive” journey for business: A conceptual research agenda to guide contributions to societal biodiversity goals. *One Earth*, 7, 1373–1386. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.07.003>
- Williams, H. J., Hashad, K., Wang, H., y Max Zhang, K. (2023) The potential for agrovoltatics to enhance solar farm cooling. *Applied Energy*, 332, 120478. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120478>
- Wilson, J. C. y Elliott, M. (2009). The habitat-creation potential of offshore wind farms. *Wind Energy*, 12, 203–212. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120478>
- WindEurope (2020). *WindEurope position on non price criteria in auctions*. Bruselas, Bélgica: WindEurope. <https://windeurope.org/wp-content/uploads/files/policy/position-papers/20220413-WindEurope-Position-paper-non-price-criteria-in-auctions.pdf?20220520b>
- Wit, F. y Biesmeijer, K. (2020). *The effects of solar parks on plants and pollinators: the case of Shell Moerdijk*. Leiden, Países Bajos: Naturalis Biodiversity Center. https://www.naturalis.nl/system/files/inline/Report%20The%20effects%20of%20solar%20parks%20on%20plants%20and%20pollinators%20-%20the%20case%20of%20Shell%20Moerdijk%20_0.pdf
- World Wide Fund for Nature (WWF) (2022). *Living Planet Report 2022 – Building a nature positive society*. Almond, R. E. A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D., y Petersen, T. (Eds). Gland, Suiza: WWF. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/embargo_13_10_2022_lpr_2022_full_report_single_page_1.pdf
- World Wildlife Fund (WWF) y Boston Consulting Group (BCG) (2023). *Building a Nature-Positive Energy Transformation: Why a low-carbon economy is better for people and nature*. Washington, DC, Estados Unidos: WWF. <https://www.worldwildlife.org/publications/building-a-nature-positive-energy-transformation--2>
- WWF y The Biodiversity Consultancy (2023). *Nature-safe energy: linking energy and nature to tackle the climate and biodiversity crises*. World Wildlife Fund y The Biodiversity Conservancy, Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido.
- Xu, K., He, L., Hu, H., Liu, S., Du, Y., Wang, Z., Li, Y., Li, L., Khan, A., y Wang, G. (2019). Positive ecological effects of wind farms on vegetation in China’s Gobi desert. *Scientific Reports*, 9, 6341. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42569-0>
- Zhang, B., Zhang, R., Li, Y., Wang, S., Zhang, M., y Xing, F. (2024). Deploying photovoltaic arrays in degraded grasslands is a promising win-win strategy for promoting grassland restoration and resolving land use conflicts. *Journal of Environmental Management*, 349, 119495.
- zu Ermgassen, S. O. S. E., Howard, M., Bennun, L., Addison, P. F. E., Bull, J. W., Loveridge, R., Pollard, E., y Starkey, M. (2022). Are corporate biodiversity commitments consistent with delivering ‘nature-positive’ outcomes? A review of ‘nature-positive’ definitions, company progress and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 379 (Part 2), 134798. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134798>

Anexo Resumen tabulado de los enfoques existentes en materia de mejora de la biodiversidad

Tabla de referencias a otros ejemplos y orientación sobre la implementación de la mejora de la biodiversidad en sitios eólicos y solares:

Tabla 4 Resumen de las definiciones existentes en la literatura, las normas, los reglamentos y las políticas

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
SOLAR			
Utilización de tierras degradadas	Evaluación del impacto del cambio de uso del suelo para el desarrollo de parques solares en el Reino Unido. Concluyó que, en general, la diversidad de las especies indicadoras de hábitats parecía depender en gran medida del uso anterior de las tierras, lo que demuestra que los parques solares tienen el potencial de mejorar la prestación de servicios ecosistémicos si se construyen en tierras agrícolas degradadas.	Trabajo de investigación	Carvalho et al., 2021
	Propone la sinergia tecno-ecológica como un enfoque para mejorar la sostenibilidad de la energía solar. Destaca los beneficios ecológicos y de eficiencia de utilizar tierras degradadas y contaminadas para granjas solares, especialmente cuando esto se combina con actividades de restauración.	Trabajo de investigación	Hernandez et al., 2014; 2019
	Evalúa el potencial de ahorro de tierras de las granjas solares ubicadas en: entornos construidos, tierras agrícolas afectadas por la sal, tierras contaminadas y embalses de agua (como la energía flotovoltaje) en California, EE. UU. Identifica los posibles resultados sinérgicos tecno-ecológicos de proyectos de desarrollo en estos paisajes.	Trabajo de investigación	Hoffacker et al., 2017
	Estudio de caso del proyecto de granjas solares Topaz de 550 MW, CA, EE. UU., para mostrar las mejores prácticas de uso responsable de las tierras. El hábitat reemplazado por el proyecto Topaz se conreaba activamente y se trataba anualmente con fertilizantes, herbicidas y rodenticidas. El proyecto Topaz eliminó el régimen anual de perturbaciones, los fertilizantes y el uso de rodenticidas, permitiendo una recuperación de la biodiversidad.	Estudio de caso y orientación	Sinha et al., 2018
	El estudio investigó las características del suelo y la vegetación para evaluar los impactos de las matrices fotovoltaicas en la restauración de pastizales degradados en el noreste de China. Los resultados mostraron que las matrices fotovoltaicas y el cercado mejoraron significativamente los parámetros del suelo y la vegetación, con un mayor almacenamiento de carbono y nitrógeno en las plantas y el suelo.	Trabajo de investigación	Zhang et al., 2024
Co-ubicación con otros usos, por ejemplo, agrivoltaico	Destaca los beneficios de los sistemas agrivoltaicos (PV co-ubicados con la producción de cultivos), identificando 10 posibles resultados tecno-ecológicos del agrivoltaico, incluido el ahorro de tierras, así como la eficiencia del módulo fotovoltaico, la eficiencia del uso del agua/calidad del agua, la prevención de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Además, la coexistencia de ganado de pastoreo puede reducir la necesidad de eliminar y mantener la vegetación.	Trabajo de investigación	Hernandez et al., 2014; 2019
	Comparó 11 granjas solares y descubrió que el pastoreo de conservación dentro de la granja solar (pastoreo de ovejas en invierno y primavera con densidades de animales más bajas) se asociaba con una mayor diversidad botánica a lo largo del tiempo. Una mayor diversidad botánica resultó en una mayor diversidad de insectos y aves.	Trabajo de investigación	Montag et al., 2016

continúa →

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
SOLAR			
(continúa) Co-ubicación con otros usos, por ejemplo, agrivoltaico	Documento que analiza las oportunidades de los sistemas agrivoltaicos, incluidos sus beneficios para la biodiversidad. Destaca que el agrivoltaico reduce el espacio necesario para ambos usos (solar y agrícola). Los beneficios para la biodiversidad identificados incluyen la provisión de refugios, microhábitats, sitios de anidación y descanso para las aves (incluidas las aves que anidan en el suelo) y la protección de las especies de presas. También evalúa los beneficios para la agricultura, por ejemplo, el aumento de la productividad.	Trabajo de investigación	Nordberg et al., 2021
	Muestra cómo el “agrifotovoltaico de biodiversidad”, es decir, el agrifotovoltaico en combinación con medidas de protección de la biodiversidad, como tiras de flores, puede contribuir a promover la conectividad en los biotopos además de una producción de energía significativa.	Trabajo de investigación	Schneider et al., 2023
	Una síntesis de los servicios ecosistémicos potenciales del agrivoltaico. El artículo destaca cómo el establecimiento de hábitats para polinizadores en los sistemas agrivoltaicos solares podría beneficiar la biodiversidad y ayudar a conservar algunas especies amenazadas, así como restaurar servicios ecosistémicos como la polinización de cultivos y el control de plagas.	Análisis bibliográfico	Walston et al., 2022
	Se desarrolló un modelo numérico para investigar el microclima de una granja solar, que se utilizó para comparar un sistema agrivoltaico con la energía fotovoltaica tradicional. Los resultados indican un beneficio de enfriamiento de los paneles solares de hasta 10°C en sistemas agrivoltaicos, lo que puede aumentar la eficiencia y la vida útil de los módulos solares.	Trabajo de investigación	Williams et al., 2023
Establecimiento de hábitats y prácticas de gestión favorables a los polinizadores	Un análisis bibliográfico de la evidencia disponible sobre cómo las prácticas de gestión del suelo en los parques solares pueden mejorar la biodiversidad de los polinizadores. Este análisis se utilizó para sintetizar 10 recomendaciones basadas en evidencia sobre cómo mejorar la gestión de parques solares en favor de los polinizadores.	Análisis bibliográfico y orientación	Blaydes et al., 2021
	Trabajo de investigación que cuantifica el impacto de los recursos florales in situ y en las características del paisaje circundante en la biodiversidad de polinizadores en parques solares. Descubrió que la riqueza de especies florales in situ tenía una mayor influencia en la biodiversidad de los polinizadores en los parques solares.	Trabajo de investigación	Blaydes et al., 2024
	Orientación para planificadores y la industria solar sobre cómo pueden apoyar la biodiversidad en las granjas solares, incluidas sugerencias de medidas para mejorar la biodiversidad.	Orientación	Parker y Greene, 2014
	Se utilizó un marco de modelización para investigar las posibles respuestas en el suministro de polinizadores de la restauración de hábitats de pastizales nativos en 30 granjas solares de los EE. UU. Los hábitats de pastizales nativos en granjas solares produjeron un suministro de polinizadores 3 veces mayor en comparación con las tierras agrícolas anteriores a las granjas solares.	Trabajo de investigación	Walston et al., 2021
	Trabajo de investigación sobre un estudio de campo longitudinal (2018–2022) para comprender cómo las comunidades de insectos responden a los hábitats recién establecidos en instalaciones de energía solar en paisajes agrícolas. Los resultados muestran respuestas relativamente rápidas (<4 años) de la comunidad de polinizadores a hábitats para polinizadores recientemente establecidos en granjas solares.	Informe	Wit y Biesmeijer, 2020
	Estudio de caso sobre la granja solar Shell Moerdijk y ejemplo de beneficios para los polinizadores y la agricultura circundante.	Análisis bibliográfico y orientación	Wit y Biesmeijer, 2020

continúa→

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
SOLAR			
Cajas nido para pájaros y murciélagos, hoteles de insectos, hibernáculos y huecos artificiales	Un análisis de la eficacia de las estructuras artificiales para la creación de hábitats para la vida silvestre y su uso potencial en granjas solares. Analiza los beneficios clave de los hibernáculos artificiales, madrigueras artificiales, huecos/cajas nido artificiales y cajas para murciélagos. También incluye recomendaciones de gestión. Concluye que las estructuras de hábitats artificiales pueden potencialmente disminuir los impactos de las granjas solares a través de una planificación estratégica a escala de los paisajes y la comprensión de los requisitos locales en materia de biodiversidad para facilitar la recolonización.	Análisis bibliográfico y orientación	Boscarino-Gaetano et al., 2024
Revegetación para mejorar la biodiversidad, al tiempo que se reduce la necesidad de agua para limpiar el polvo de los paneles, y posibles efectos de enfriamiento	Trabajo de investigación que evalúa la capacidad de ocho especies de plantas autóctonas para atrapar arena y polvo móviles en Kuwait y los beneficios para las granjas solares. Concluye que <i>Haloxylon sp.</i> presenta la mayor capacidad para atrapar partículas móviles. Demuestra que la presencia de algunas especies de plantas nativas alrededor de las granjas solares puede reducir la necesidad de limpiar el polvo manualmente.	Trabajo de investigación	Al-Dousari et al., 2020
	Estudio que monitoreó el microclima, la humedad del suelo, la temperatura del panel, la generación de electricidad y las propiedades del suelo en una instalación solar a escala de servicios públicos. Los resultados sugieren que el efecto combinado de las matrices fotovoltaicas y la vegetación puede homogeneizar la distribución de la humedad en el suelo y proporcionar un mayor amortiguador de temperatura del suelo contra las temperaturas extremas. Se destacan beneficios adicionales para los polinizadores, a través de la provisión de hábitats para polinizadores.	Trabajo de investigación	Choi et al., 2023
	Una guía regenerativa para granjas solares positivas para la naturaleza, con acciones de mitigación e ideas de mejora de la biodiversidad, incluidas sugerencias de flora apropiada para la biorregión de New England Tableland de Nueva Gales del Sur, Australia. Ejemplo de plantación de 37 ha de arbustos salinos para suprimir el polvo y enfriar los paneles con requisitos mínimos de mantenimiento.	Documento de orientación	Community Power Agency, 2024
	Destaca que la revegetación del suelo debajo de una instalación solar puede evitar la pérdida de hábitats para la vida silvestre, que una vegetación de una altura adecuada puede eliminar la necesidad de limpiar el polvo, y que existe la posibilidad de aumentar la eficiencia y la longevidad de los paneles fotovoltaicos debido a los efectos de enfriamiento microclimático de la vegetación.	Trabajo de investigación	Macknick et al., 2013
Co-beneficio de los prados de flores silvestres restablecidos para servicios de pastoreo y polinización	Evaluó los beneficios monetarios de los servicios de polinización derivados de la instalación de colmenas de abejas en parques solares. Estimó que, si se instalaran colmenas de abejas en todos los parques solares existentes en Inglaterra, los beneficios del servicio de polinización para los cultivos de campo dependientes de polinizadores, las frutas superiores y las frutas blandas habrían sido de 5,9 millones de GBP en 2017.	Trabajo de investigación	Armstrong et al., 2021
	Estudio que muestra que la densidad de abejorros es impulsada por la gestión del parque solar, el tamaño, la forma y el contexto del paisaje. El doble de abejorros se alimentaban y anidaban dentro de parques solares gestionados como prados de flores silvestres, en comparación con aquellos con sólo márgenes de flores silvestres. Además, había el doble de abejorros forrajeros alrededor de los grandes parques solares gestionados como prados en comparación con los parques más pequeños gestionados como césped.	Trabajo de investigación	Blaydes et al., 2022
	Destaca los beneficios de una generación de energía solar junto con la restauración ecológica y/o de los hábitats para polinizadores, que incluyen la regulación de plagas, el secuestro y almacenamiento de carbono, la prevención de la erosión, hábitats para las especies, el mantenimiento de la diversidad genética y la polinización. Además, la coexistencia de hábitats de pastoreo para el ganado puede reducir la necesidad de eliminar y mantener la vegetación.	Trabajo de investigación	Hernandez et al., 2014; 2019

continúa→

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
SOLAR			
(continúa) Co-beneficio de los prados de flores silvestres restablecidos para servicios de pastoreo y polinización	Presenta un concepto para diseñar mezclas de semillas nativas para promover polinizadores, especialmente abejas silvestres, en parques solares. Proporciona un índice para determinar el valor de las mezclas de semillas nativas para una mejora de las abejas silvestres y lo aplica, a título de ejemplo, a varias mezclas diseñadas específicamente para parques solares.	Trabajo de investigación	Meyer et al., 2023
	Creó la herramienta de apoyo a la toma de decisiones (DST) Impactos de los parques solares en los servicios ecosistémicos (SPIES). La evidencia generada por el SPIES DST sugiere que todas las acciones de gestión estudiadas deberían mejorar los hábitats, la regulación de la biodiversidad y la polinización. Gran parte de la evidencia relacionada con el “mantenimiento de los hábitats y la biodiversidad” se asocia con acciones de gestión de crear/mantener zonas de amortiguamiento/márgenes de campo/tierras reservadas, mientras que la mayor parte de la evidencia relacionada con la “regulación de la polinización” se asocia con praderas de semillas de plantas/flores/néctar.	Análisis bibliográfico/trabajo de investigación/herramienta	Randle-Boggis et al., 2020
La energía floatovoltaica reduce la evaporación del agua y el crecimiento de algas, mejorando la calidad del agua	Destaca que la energía flotovoltáica ofrece 11 resultados tecno-ecológicos potenciales y puede reducir la evaporación del agua y el crecimiento de algas, puede integrarse sobre embalses hidroeléctricos y puede mejorar la calidad del agua. También utiliza un ejemplo para mostrar que la energía flotovoltáica puede aumentar la eficiencia flotovoltáica al reducir la temperatura del módulo.	Trabajo de investigación	Hernandez et al., 2019
	Describe los beneficios de la energía flotovoltáica (es decir, minimiza la evaporación, reduce el crecimiento de algas, enfría la temperatura del agua y mejora la eficiencia energética a través del enfriamiento por evaporación). Describe las oportunidades para un despliegue del flotovoltáico, en particular los beneficios de un despliegue en embalses.	Trabajo de investigación	Hoffacker et al., 2017
	Utiliza un estudio de caso de California (EE. UU.) para cuantificar los ahorros por evaporación, la mitigación del crecimiento de malezas acuáticas y los co-beneficios financieros de cubrir los canales con paneles solares. Concluye que el valor actual neto (NPV, por sus siglas en inglés) de la energía solar sobre canales supera al de la energía solar convencional sobre el suelo en un 20% a 50%.	Trabajo de investigación	McKuin et al., 2021
	Documento que evalúa los posibles impactos ecológicos de la energía flotovoltáica flotante en la biodiversidad de los lagos y el funcionamiento de los ecosistemas. Concluye que los impactos dependerán del contexto, y que una alta cobertura flotovoltáica puede limitar la luz, la velocidad del viento y reducir la temperatura del agua, y que la energía flotovoltáica tiene efectos que van desde las tasas metabólicas individuales hasta el funcionamiento del ecosistema.	Trabajo de investigación	Nobre et al., 2023
Asociaciones para mejorar los resultados en materia de biodiversidad	Asociación entre el Bee & Butterfly Habitat Fund (Fondo para el Hábitat de Abejas y Mariposas) y el proyecto Lightsource bp Honeysuckle Solar. Tiene como objetivo aumentar y mejorar los hábitats de polinizadores críticos como abejas melíferas y mariposas monarca.	Artículo en internet	Honeysuckle Solar to host co-located pollinator habitat in partnership with the Bee & Butterfly Habitat Fund (2023)
	Protección de hábitats naturales. Colaboración entre Ørsted y The Nature Conservancy (TNC) para proteger casi 1.000 acres de praderas nativas en el noreste de Texas. Esto se basa en la ambición de Ørsted de que todos sus proyectos de energías renovables tengan un impacto positivo neto en la biodiversidad a partir de 2030	Artículo en internet	Ørsted and The Nature Conservancy to Protect Threatened Texas Prairie at Mockingbird Solar Center (2023)

continúa➔

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
SOLAR			
(continúa) Asociaciones para mejorar los resultados en materia de biodiversidad	Colaboración entre el estudio Pollinator Habitat Aligned with Solar Energy (Hábitat de polinizadores alineado con la energía solar o PHASE, por sus siglas en inglés) y Lightsource bp con el objetivo de medir los beneficios ecológicos de los hábitats para los polinizadores en proyectos solares a escala de servicios públicos, incluido Bellflower.	Artículo en internet	Researching the benefits of pollinator conservation at Bellflower Solar (2023)
	Se están diseñando nuevos desarrollos solares para cumplir con el estándar Fair to Nature de la RSPB. RSPB asesora sobre cómo Lightrock Power puede ir más allá de los compromisos de GN de biodiversidad para especies y hábitats prioritarios.	Artículo en internet	RSPB partnership with Lightrock Power (2021)
	Asociación entre Lightsource bp y Arkansas Monarch Conservation Partnership (Asociación para la conservación de la mariposa monarca de Arkansas o AMCP, por sus siglas en inglés) para proporcionar hábitats a las mariposas monarca migratorias.	Artículo en internet	Solar farm, safe haven: Monarch butterflies to find crucial habitat at Conway Solar (2023)
	Colaboración con la Universidad de Córdoba y la Universidad Autónoma de Madrid para determinar las medidas adecuadas de mejora de la biodiversidad.	Artículo en internet	VELUX Group and BayWa r.e. solar PV (2024)
	Asociación entre European Energy y la Sociedad Danesa para la Protección de la Naturaleza (Danmarks Naturfredningsforening). Por cada 100 hectáreas de tierras que European Energy utilice para una granja solar, se comprarán cinco hectáreas de tierras para la naturaleza. Por cada turbina instalada se comprará una hectárea de tierras para la naturaleza. La compra de tierras se llevará a cabo en colaboración con el Fondo Danés para la Naturaleza (Den Danske Naturfond).	Artículo en internet	Denmark: Agreement for nature-friendly renewable projects (2024)
EÓLICO TERRESTRE			
Mejora de la biodiversidad – general	Examina las regulaciones, los incentivos y las prácticas corporativas que influyen en las compañías de energía eólica suecas en relación con la gestión de la biodiversidad en los parques eólicos. Incluye oportunidades y desafíos y un proyecto piloto de RWE en un entorno forestal nórdico.	Tesis de maestría	Svegborn, 2024
Restauración de hábitats	Publicación de Scottish Renewables que muestra más de 2,5 millones de GBP en trabajos de restauración de turberas llevados a cabo por tres compañías de energías renovables en sitios de todo el país.	Informe	Wind power and peatland – enhancing unique habitats (2020)
Co-beneficio del aumento de la condición fisiológica de la vegetación aguas abajo	Efectos positivos sobre la condición de los hábitats y las funciones de los ecosistemas en el desierto de Gobi como resultado de la dinámica del viento aguas abajo de las turbinas.	Trabajo de investigación	Xu et al., 2019
“Corredores verdes” debajo de las líneas de transmisión	Analiza cómo se pueden utilizar “corredores verdes” debajo de las líneas de transmisión para aumentar la conectividad de los hábitats y cómo éstos pueden ayudar a mejorar la biodiversidad cuando se gestionan de manera sostenible (en el contexto europeo). Incluye un estudio de caso.	Tesis de maestría	Swarnama-heswaran, 2023
Asociaciones para mejorar los resultados en materia de biodiversidad	La asociación de Ørsted con la contribución de Playa Lakes Joint Venture restaurará el hábitat de aves migratorias y otras especies silvestres al tiempo que apoya una gestión comunitaria del agua	Artículo en internet	Ørsted Partners with Playa Lakes Joint Venture to Restore and Preserve West Texas Wetlands (2023)

continúa➔

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
EÓLICO TERRESTRE			
(continúa) Asociaciones para mejorar los resultados en materia de biodiversidad	La donación de 2 millones de USD de Ørsted a The Conservation Fund y The Nature Conservancy (TNC) apoyará actividades voluntarias de conservación y restauración de tierras en hasta 3.000 acres de hábitats de pradera de pastos altos en las Kansas Flint Hills.	Artículo en internet	Ørsted Partners with The Conservation Fund and The Nature Conservancy to Protect and Restore Native Tallgrass Prairie near Sunflower Wind Farm (2023)
EÓLICO MARINO			
Mejora de la biodiversidad – general	Una plataforma de información para la mejora de la naturaleza en parques eólicos marinos, proyectos en el Mar del Norte e información práctica sobre proveedores, permisos y más.	Herramienta	The Rich North Sea Nature Enhancement Toolbox (2024)
	Informe que muestra las prácticas disponibles para un uso compartido en parques eólicos marinos en relación con la transición ecológica (diseño inclusivo de la naturaleza, mejora de la biodiversidad, etc.), la transición alimentaria y la transición energética.	Informe	Advancing multi-use in offshore wind farms: Roadmap for the Dutch North Sea (2023)
Arrecifes artificiales y efectos arrecifales	Se desplegaron colchones de bloques de hormigón articulado EONcrete en el parque eólico marino Vineyard Wind 1, en Massachusetts, para proteger los cables submarinos y crear condiciones ambientales que fomenten el crecimiento de la flora y fauna marinas. Estos colchones marinos incluyen una mezcla bio-mejorada, de superficie y diseño (basados en la naturaleza) optimizados para crear hábitats para una amplia gama de organismos marinos, aumentando así la riqueza de especies, reduciendo el dominio de especies invasoras y aumentando la biodiversidad. También se ha establecido un fondo de 3 millones de USD en este parque para desarrollar y demostrar métodos y tecnologías innovadores para mejorar la protección de los mamíferos marinos y apoyar los esfuerzos regionales de monitoreo a medida que crece la industria eólica marina en Massachusetts y los Estados Unidos.	Artículo en internet	Avangrid use of EONcrete cable mattresses (2024)
	Se revisaron los beneficios clave de las estructuras de hábitats artificiales y se encontraron muchos estudios que respaldan los siguientes beneficios clave de los arrecifes artificiales: apoyan la conservación, proporcionan refugios, fuente de alimentos y zonas de viveros, mejoran la pesca, restauran los hábitats degradados, proporcionan complejidad estructural y mejoran la producción del ecosistema. Evalúa consideraciones para la planificación de arrecifes artificiales, destacando que el factor más importante es la complejidad estructural del arrecife artificial.	Análisis bibliográfico y orientación	Boscarino-Gaetano et al., 2024
	Proporciona un marco para seleccionar opciones de mejora de la biodiversidad para diferentes ubicaciones de OWF y constituye una base para el diseño de cinco proyectos en alta mar dentro del programa Rich North Sea. Evalúa seis medidas de mejora de la biodiversidad para OWF, que incluyen el despliegue de sustratos naturales, la reintroducción y facilitación de especies constructoras de arrecifes y el despliegue de sustratos artificiales para arrecifes artificiales en sedimentos blandos o en las protecciones contra la erosión.	Informe de programa	Bureau Waardenburg, 2020
	Análisis rápido del potencial para aumentar los efectos positivos de las protecciones contra la erosión en la macrofauna bentónica y las especies de peces asociadas. Encontró que la riqueza total de especies epibentónicas en las protecciones contra la erosión puede duplicarse al introducir protecciones contra la erosión en lugares distintos de los lugares actuales.	Trabajo de investigación	Coolen et al., 2019

continúa➔

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
EÓLICO MARINO			
(continúa) Arrecifes artificiales y efectos arrecifales	Trabajo de investigación que encuentra aumentos en la abundancia de especies asociadas con sustratos duros después del establecimiento de estructuras artificiales (es decir, tanto OWF como arrecifes artificiales) en el medio marino. La bibliografía indica que las protecciones contra la erosión cumplen con los requisitos para funcionar como AR, proporcionando refugio, viveros, zonas de reproducción y oportunidades de alimentación.	Trabajo de investigación	Glarou et al., 2020
	Revisó 620 estudios de investigación sobre arrecifes artificiales. Encontró que la investigación en técnicas más elaboradas está aumentando, por ejemplo, uso de submarinos operados a distancia, indicadores orgánicos, isótopos y biología molecular. Concluyó que el reto es desarrollar modelos de gestión robustos.	Análisis bibliográfico	Lima et al., 2019
	Trabajo de investigación sobre los cimientos de OWF como arrecifes artificiales. Encontró que las tasas de captura de bacalao del Atlántico eran más altas alrededor de los monopilares con protecciones de rocas. Los monopilares con protecciones de sacos de arena y bases enfundadas atrajeron significativamente menos bacalao. Encontró que los efectos de los arrecifes estaban restringidos espacialmente.	Trabajo de investigación	Werner et al., 2024
	Evalúo el potencial de creación de hábitats en los parques eólicos marinos y sugiere una serie de opciones de mejora, incluidas protecciones contra la erosión que actúen como posibles arrecifes artificiales, uso de frondas sintéticas, grava y rocas, creación de una amplia gama de nichos hidrodinámicos dentro de las protecciones contra la erosión y una cuidadosa adaptación de dichas protecciones a los hábitats.	Trabajo de investigación	Wilson y Elliott, 2009
Restauración de ecosistemas	Los arrecifes de ostras planas europeas (<i>Ostrea edulis</i> L.) son un posible hábitat clave para el ecosistema del Mar del Norte, pero muchos factores han provocado su desaparición. El proyecto ECOFRIEND tuvo como objetivo desarrollar y estudiar nuevos métodos para reintroducir y monitorear los arrecifes de ostras planas y la biodiversidad relacionada en parques eólicos marinos, en cooperación con la industria eólica. Los objetivos del proyecto incluyeron una prueba de concepto para la reintroducción activa de camas de ostras planas en alta mar, para mostrar si pudiera haber una población viable de ostras planas en un parque eólico marino. El monitoreo mostró que la población de ostras planas era viable. Los resultados se han difundido para permitir que las partes interesadas, como la industria marina, los utilicen para el diseño, la ejecución y el monitoreo de proyectos piloto de restauración de ostras planas en el medio marino.	Informe de proyecto	Bos et al., 2023b
	ReCoral by ØrstedTM es un proyecto que se propone descubrir si los cimientos de las turbinas eólicas marinas podrían proporcionar un hábitat adicional donde los corales podrían florecer. Se trata de una prueba de concepto en asociación con el Centro de Investigación de Biología Marina de Penghu, y tiene como objetivo apoyar el crecimiento natural de coral sobre los cimientos de las turbinas eólicas marinas en los parques eólicos marinos de Greater Changhua en Taiwán, mediante el cultivo de desove de coral arrastrado en las playas y la introducción de larvas viables en jaulas de malla alrededor de los cimientos de las turbinas.	Artículo en internet	Ørsted, 2024a
	El estuario del Humber, en el Reino Unido (SAC y SPA), ha sido degradado por la contaminación y el desarrollo comercial, provocando una pérdida de hábitats. Ørsted está colaborando con el Yorkshire Wildlife Trust y el Lincolnshire Wildlife Trust para restaurar los pastos marinos y las marismas e introducir medio millón de ostras nativas para mejorar la salud y la resiliencia del ecosistema del estuario.	Artículo en internet	Ørsted, 2024b

continúa →

OPCIONES DE MEJORA	MENSAJES CLAVE	TIPO DE PUBLICACIÓN	REFERENCIA
EÓLICO MARINO			
Creación de un hábitat refugio sin pesca de arrastre	Utilizando estudios de caso, encontró un impacto positivo de los parques eólicos en los macrozoobentos, concluyendo que esto probablemente sea el resultado de la ausencia de pesca de arrastre. Se discuten los beneficios de la ausencia de pesca de arrastre.	Trabajo de investigación	Knorn et al., 2024
	Discute el potencial de los parques eólicos marinos para actuar como áreas sin pesca de arrastre o santuario, ya que está prohibido pescar cerca de las turbinas y dentro de la zona de seguridad para evitar el enredo de los aparejos de pesca. La pesca de arrastre estaría prohibida o limitada en estas zonas de seguridad, por lo que los proyectos de desarrollo podrían actuar como zonas sin pesca de arrastre, donde los peces tendrán mayores tasas de supervivencia.	Trabajo de investigación	Langhamer, 2012
	El estudio sugiere que los efectos positivos aparentes sobre la abundancia de peces en un OWF pueden deberse a un efecto de refugio, ya que la pesca está prohibida en los OWF. Afirma que los efectos de refugio se han demostrado incluso en áreas relativamente pequeñas para el cangrejo comestible, el abadejo, el bacalao y la langosta.	Trabajo de investigación	Stenberg et al., 2015



UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA
CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

SEDE MUNDIAL
Rue Mauverney 28
1196 Gland, Suiza
mail@iucn.org

www.iucn.org/es
www.iucn.org/resources/publications

