

ENERGÍA RESPETUOSA CON LA NATURALEZA: VINCULAR LA ENERGÍA Y LA NATURALEZA PARA AFRONTAR LA CRISIS CLIMÁTICA Y DE BIODIVERSIDAD

ABRIL 2023

Autores/editores principales:

The Biodiversity Consultancy, WWF

Principales autores

colaboradores de WWF / Editores:

Francesca Antonelli, Jessica Battle, Sergio Bonati, Cristianne Close, Dean Cooper, Stephen Cornelius, Trine Glue Doan, Gerhard Egger, Wendy Elliot, Evan Freund, Kristina Fröberg, Else Hendel, Nicky Ison, Tobias Kind-Rieper, Margaret Kuhlow, Antonia Leroy, Ghislaine Llewellyn, Imke Luebbeke, Alex Mason, Marcene Mitchell, Vanessa Perez-Cirera, Fran Price, Tim Rice, Jonathan Sanchez Rippe, Nik Sekhran, Rebecca Shaw, Krista Singleton-Cambage, Paolo Tibaldeschi, Michele Thieme.

Autores colaboradores del Grupo de consultoría CLEANaction / Editores:

Alliance for Rural Electrification: David Lecoque and Jens Jaeger. **Birdlife International:** Tris Allinson. **Iberdrola:** Maria Luisa Alvarado Diaz and Marta Martinez Sanchez. **ICLEI:** Kobie Brand, Ingrid Coetzee, Rohit Sen and Maryke van Staden. **IRENA:** Amjad Abdulla. **Nordic Energy Research:** Marton Leander Volstad. **Ørsted:** Amy Finlayson and Madeline Hodge. **PACJA:** Hope Okuthe. **The Nature Conservancy:** Christina Kennedy, Joe Kiesecker and James Oakleaf.

Fecha de publicación:

Abril 2023

Contacto:

CLEANaction@wwfint.org

Crédito de las fotografías:

Portada: Paneles solares en un jardín

© Pavlo Baliukh / Shutterstock

Contraportada: El parque eólico marino de Rhyl Flats, en la bahía de Liverpool © Global Warming Images / WWF

Diseño:

Helmán Beltran Ocaña

Aviso

Aunque se ha consultado a todos los miembros del grupo de consultoría CLEANaction sobre los detalles y las opiniones contenidas en este informe, la amplia gama de perspectivas y prioridades asociadas a estas diferentes organizaciones implica que parte del contenido puede no reflejar las opiniones de todos los miembros. No obstante, todos los miembros de CLEANaction apoyan el mensaje general del informe sobre la necesidad de tener en cuenta el impacto en la biodiversidad de cualquier escenario energético futuro.

Copyright © 2023 Fondo Mundial para la Naturaleza, Gland, Suiza. Toda reproducción total o parcial debe mencionar el título y acreditar a la editorial mencionada como propietaria de los derechos de autor.



WWF es una organización conservacionista independiente, con más de 30 millones de seguidores y una red mundial activa en casi 100 países. Nuestra misión es detener la degradación del entorno natural del planeta y construir un futuro en el que las personas vivan en armonía con la naturaleza, conservando la diversidad biológica del mundo, garantizando que el uso de los recursos naturales renovables sea sostenible y promoviendo la reducción de la contaminación y el consumo derrochador. Más información en panda.org/climateenergy



The Biodiversity Consultancy es una consultora especializada en la gestión de riesgos para la biodiversidad, que ayuda a sus clientes a integrar la naturaleza en la toma de decisiones empresariales y a diseñar soluciones medioambientales prácticas que ofrezcan resultados positivos para la naturaleza. Como asesores estratégicos de algunas de las mayores empresas del mundo, lideramos el desarrollo de estrategias corporativas post-2020, métricas de biodiversidad, objetivos con base científica y cadenas de suministro sostenibles. Nuestra experiencia se aplica en todo el sector de las energías renovables, incluidas la hidroeléctrica, la solar, la eólica y la geotérmica, donde estamos especializados en la interpretación y aplicación de las salvaguardias financieras internacionales. www.thebiodiversityconsultancy.com/

CONTENIDO

Pág 4	Preámbulo
Pág 6	Prólogo
Pág 8	Resumen ejecutivo
Pág 11	1. El imperativo de las energías renovables
Pág 13	2. Abordar la crisis climática teniendo en cuenta la naturaleza
	2.1 Costo de la energía, compensaciones y comparación entre fuentes de energía
	2.2 Énfasis en la energía eólica y solar
Pág 22	3. Principales impactos y medidas de mitigación para los distintos tipos de energía
	3.1 Tecnologías de energía renovable
	3.2 Infraestructura asociada
Pág 35	4. La importancia de la ubicación
Pág 40	5. Considerar la naturaleza en la transición a cero emisiones netas
Pág 47	6. Mensajes clave y recomendaciones
Pág 53	7. Medidas adicionales
Pág 55	8. Anexos
Pág 55	Acrónimos
Pág 56	Glosario
Pág 58	Referencias
Pág 60	Notas finales

I PREÁMBULO

La naturaleza está en caída libre. El Informe Planeta Vivo 2022 de WWF puso de relieve el descenso del 69% del tamaño promedio de la población de animales salvajes en todo el planeta en los últimos 50 años. Y según el Foro Económico Mundial 2020, la generación de valor económico de 44 billones de dólares -la mitad del PIB mundial- depende de la naturaleza¹. Nuestra prosperidad depende de que protejamos y recuperemos la naturaleza.

El cambio climático está causando estragos en todo el planeta y, junto con la pérdida de hábitats y la sobreexplotación, es una de las principales causas de la reducción de la biodiversidad en todo el mundo. Esta pérdida de biodiversidad, y de la captación y almacenamiento naturales de carbono que permiten los ecosistemas sanos, agrava la crisis climática y amenaza la salud y el bienestar de la humanidad en todo el mundo. Cada fracción de un grado de aumento de temperatura es importante en la lucha contra el cambio climático. Restringir el calentamiento global a 1,5°C por encima de los niveles preindustriales limitará significativamente el impacto perjudicial sobre la naturaleza y las personas.

Los combustibles fósiles están en el centro de las crisis climática y energética, y es necesario un esfuerzo mundial concertado para lograr la transición a las energías renovables que se necesitan urgentemente. Sin embargo, la mayor exposición a las crisis energéticas presentes y futuras, con un aumento de los precios y una mayor inestabilidad del suministro, ha vuelto a centrar la atención en la seguridad energética nacional más que en la transición energética.

A pesar del urgente desafío mundial, la seguridad energética y la transición hacia una energía limpia no tienen por qué estar en conflicto. Los beneficios de la transición hacia fuentes de energía renovable nunca han sido tan evidentes. Cuando se ubican correctamente, las tecnologías maduras de energías renovables como la eólica y la solar fotovoltaica (FV) proporcionan soluciones energéticas limpias y asequibles con el menor impacto sobre la naturaleza. En algunos casos, dependiendo de las condiciones locales, la bioenergía y la energía hidroeléctrica de



© Global Warming Images WWF

bajo impacto, bajo costo y bajas emisiones de carbono también pueden proporcionar opciones locales de energía renovable con un impacto relativamente bajo sobre la naturaleza en comparación con las alternativas energéticas disponibles. Estas tecnologías de energías renovables son también las opciones energéticas más asequibles, y pueden aumentar la resiliencia, crear acceso a la energía, aliviar la pobreza energética y proporcionar una mayor seguridad energética que los combustibles fósiles.

La transición hacia las energías renovables también ofrece oportunidades para restablecer nuestra relación entre la producción de energía y la naturaleza, aumentando la eficiencia en el uso de la energía y reduciendo su demanda².

Sin embargo, la ampliación del despliegue de energías renovables debe equilibrar el impacto sobre el clima y la biodiversidad. Los impactos potencialmente negativos sobre la naturaleza deben gestionarse cuidadosamente para garantizar que se dé prioridad a las tecnologías de energías renovables que causen el menor daño posible. Para ser sostenibles, las energías renovables y las tecnologías de almacenamiento de energía deben tener en cuenta todo su impacto a lo largo de la cadena de suministro,

incluida la obtención de metales y minerales. La adopción de un modelo de economía circular que dé prioridad a la reutilización de materiales, así como la aplicación rigurosa de la jerarquía de mitigación (evitar, reducir, restaurar), pueden ayudar a evitar y minimizar los impactos y contribuir a obtener resultados positivos para la naturaleza.

La Coalición Vinculando Energía y Naturaleza para la acción (CLEANaction, por sus siglas en inglés) se creó en reconocimiento de la urgente necesidad de una transición justa y global hacia un sistema de energías renovables de bajo impacto y sensible con la naturaleza. Reúne a ONG, empresas líderes, instituciones financieras y organismos gubernamentales y de investigación para colaborar en la difusión de conocimientos e impulsar la implantación de energías renovables de bajo impacto, posibilitando soluciones basadas en las mejores prácticas para la naturaleza, como una ubicación adecuada, la superación de las brechas de datos, el desarrollo de las medidas de mitigación más avanzadas y mucho más.

Este informe es el primer paso en la misión de CLEANaction de poner de relieve los vínculos entre energía y naturaleza, y establece una agenda para sus actividades futuras.



I PRÓLOGO

VINCULAR LA ENERGÍA Y LA NATURALEZA PARA AFRONTAR LA CRISIS CLIMÁTICA Y DE BIODIVERSIDAD

Durante las negociaciones sobre el clima de la COP26 en Glasgow, reunimos a seis organizaciones líderes para estudiar el vínculo entre energía y naturaleza. La Coalición Vinculando Energía y Naturaleza para la acción (CLEANaction) se lanzó como plataforma mundial para abordar el impacto de los futuros suministros energéticos en el entorno natural del que dependen en última instancia nuestros estilos de vida y medios de subsistencia.

Sabemos que las energías renovables son nuestra mejor opción para satisfacer las necesidades energéticas futuras sin dañar irreparablemente nuestro clima y la naturaleza. Pero incluso las energías renovables perturbarán el entorno natural cuando se instalen y se mantengan.

Esta perturbación debe reducirse al mínimo para evitar una mayor pérdida de biodiversidad (la variedad de vida vegetal y animal en el mundo). CLEANaction pretende garantizar que la transición hacia un futuro de energías renovables, tan urgentemente necesaria, no comprometa nuestra necesidad inmediata de restaurar la naturaleza.

Resolver conjuntamente la crisis climática, la crisis energética y esta crisis de la naturaleza es fundamental si queremos mantener unas condiciones de vida saludables para las generaciones futuras. Esta es la misión de CLEANaction, que pretende concienciar sobre el vínculo entre energía y naturaleza, crear capacidad y comprensión para garantizar que se dan respuestas correctoras y demostrar el tipo de acción eficaz que debe emprenderse.

Como primer paso, los socios de CLEANaction encargaron a The Biodiversity Consultancy que revisara las cuestiones y medidas que deben tenerse en cuenta para dar una respuesta eficaz a la crisis de la energía y la naturaleza. Desafortunadamente, los cambios geopolíticos emergentes y continuos han alterado la agenda mundial, incluidas las opciones para abordar nuestro reto energía-naturaleza. La

Manuel Pulgar-Vidal,
WWF International Lead,
Climate and Energy



seguridad energética se ha convertido en la principal prioridad a corto plazo para muchos países, a menudo sin tener en cuenta los efectos perjudiciales para el medio ambiente a largo plazo.

Hay una serie de cuestiones críticas a las que todavía hay que dar prioridad para evitar llegar a puntos de inflexión en los que nuestro planeta nunca vuelva a alcanzar un nivel sostenible de biodiversidad. Necesitamos una transición inmediata de los combustibles fósiles a las energías renovables para evitar que el equilibrio climático cambie irreversiblemente, con consecuencias desconocidas. Sin una acción urgente, todos lamentaremos el daño que estamos dejando a las generaciones futuras.

CLEANaction ofrece un foro mundial que puede coordinar los esfuerzos relacionados en todo el

mundo y lograr los resultados positivos en materia de energía y naturaleza que son tan esenciales.

Las medidas esbozadas en este informe señalan los esfuerzos que debemos realizar para evitar un futuro desastroso. Con un esfuerzo inmediato y concertado, aún podemos garantizar un clima limpio y un planeta sano para las personas y la naturaleza, con acceso a energías renovables adecuadas para todos nosotros.

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping, sweeping strokes.

I RESUMEN EJECUTIVO

Si no se tiene en cuenta la naturaleza y los bienes y servicios que proporciona, los esfuerzos globales para la transición a un sistema de energía neta cero no lograrán el resultado positivo necesario. No hacerlo podría conducir a vías energéticas que socavan los objetivos climáticos, naturales, sanitarios y de reducción de la pobreza, dejando un planeta en continuo declive. Afortunadamente, existen soluciones energéticas que pueden ayudar a abordar conjuntamente las crisis del clima y de la biodiversidad.

Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales y evitar los peores riesgos del cambio climático, las energías renovables tendrán que representar más del 90% de la generación de electricidad en 2050³. Aunque todas las formas de tecnología energética que utilizamos -desde los paneles solares hasta las minas de carbón- tienen algún impacto sobre la naturaleza a lo largo de su ciclo de vida, está claro que debemos pasar de los combustibles fósiles contaminantes, como el carbón, el petróleo y el gas, a las energías renovables, como la eólica y la solar fotovoltaica, para ayudar a abordar las crisis del clima y la biodiversidad. Si tenemos en cuenta todos los impactos ambientales, la obtención y el almacenamiento de energía a partir de energías renovables es mucho menos perjudicial para el medio ambiente que el uso de combustibles fósiles.

En nuestra transición hacia un mundo con emisiones netas cero, debemos tener en cuenta que no todas las fuentes de energía bajas en carbono son iguales. Apoyar las tecnologías renovables con menor impacto en la naturaleza puede reportar grandes beneficios y, además, ser barato. Los estudios que tienen en cuenta toda la gama de impactos demuestran claramente que una transición a las energías renovables centrada en la eólica y la solar puede dar lugar a una reducción significativa de los impactos ambientales en comparación con otros tipos de energías renovables, aunque otras energías renovables pueden ser la solución más adecuada en función de las circunstancias locales y los principios de sostenibilidad aplicados.

La cartografía existente a escala mundial de lugares para la energía eólica y solar indica que hay suficien-

te energía disponible en sitios con una perturbación mínima de la naturaleza (lugares de bajo conflicto) para alcanzar las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) para un sistema energético coherente con el mantenimiento del aumento de la temperatura media mundial por debajo de 1,5 °C⁴. Esto debería permitir a casi todos los países alcanzar sistemas energéticos de bajo carbono, bajo costo y bajo conflicto (BajoCx3).

Las tecnologías emergentes, como la solar flotante y la eólica flotante, también pueden desempeñar un papel fundamental en la reconfiguración positiva de nuestro sistema energético, aunque es necesario seguir investigando para comprender sus repercusiones⁵. Si se diseñan adecuadamente, otras soluciones emergentes, como la agrivoltaica, que combina la agricultura y la energía solar fotovoltaica, también podrían tener repercusiones sociales y medioambientales positivas. Será necesario mejorar la gestión de la red y las tecnologías de almacenamiento de energía para hacer frente al suministro variable de muchos sistemas de energía renovable.

Entre las posibles soluciones para gestionar esta variabilidad se encuentran las redes inteligentes combinadas con medidas de almacenamiento de energía que permitan una respuesta fiable a la demanda, como el almacenamiento en baterías, el almacenamiento de calor y frío, y la energía hidroeléctrica reversible o de almacenamiento por bombeo de bajo impacto. La modernización de las centrales hidroeléctricas existentes es otra opción que puede mejorar drásticamente su eficiencia, ofreciendo respaldo a suministros variables y reduciendo la necesidad de capacidad adicional.

Reformar nuestros sistemas financieros, económicos y regulatorios para que reflejen el costo real de los impactos ambientales y climáticos puede servir de base para tomar decisiones acertadas en materia de inversión y desarrollo, y poner fin a las subvenciones energéticas que perjudican a la naturaleza y ponen en peligro los objetivos climáticos. Las interconexiones entre países pueden aumentar la seguridad energética, optimizar los rendimientos energéticos y minimizar los impactos, mientras que la descentralización energética

a través de microrredes y minirredes puede reducir los impactos negativos sobre los recursos naturales y empoderar a las comunidades.

También son necesarios cambios significativos en la forma en que obtenemos y trazamos los materiales para desarrollar nuestra infraestructura energética. Un nuevo modelo económico circular es esencial para reducir el impacto medioambiental. Este modelo debe dar prioridad a la reducción de materiales primarios, así como a la reutilización y el reciclaje para minimizar la extracción adicional y los impactos relacionados con la eliminación de equipos al final de su vida útil. Cuando se lleve a cabo una explotación minera, deben establecerse rigurosas salvaguardias medioambientales y sociales para mitigar los riesgos, centrándose en evitar la degradación del hábitat natural.

Como ocurre con todo desarrollo a gran escala, la planificación temprana es clave para garantizar que desarrollos los tipos adecuados de energías renovables en los lugares adecuados para minimizar los riesgos y evitar impactos en las comunidades y la naturaleza⁶. Una mala ubicación en zonas de hábitat natural intacto y alta dependencia de la comunidad, incluidas las áreas protegidas, podría conducir a una pérdida de ecosistemas vitales y a un acceso reducido a importantes servicios de aprovisionamiento como la pesca y la agricultura, o podría degradar el valor estético y cultural de la tierra y las aguas.

Afortunadamente, la flexibilidad en la ubicación permite que las tecnologías eólica y solar se construyan principalmente en lugares que causarían mucho menos daño a la naturaleza que sus equivalentes basados en combustibles fósiles, incluidas zonas ya urbanizadas como tejados, zonas industriales, embalses, antiguas minas y pastos. Ya existen⁷ herramientas que ayudan a identificar estas zonas poco conflictivas. Cuando se gestionan en favor de la naturaleza, las energías eólica y solar ofrecen incluso oportunidades para rehabilitar hábitats previamente degradados y obtener resultados positivos para la naturaleza.

No tener debidamente en cuenta a la naturaleza y a las personas podría socavar los objetivos climáticos.

Aunque existen claras sinergias entre la protección de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático, también hay riesgos de desajustes, como conflictos sociales y medioambientales y la liberación de reservas de carbono por la pérdida de biodiversidad.

MENSAJES CLAVES

- Todos los sistemas energéticos, incluidos los renovables, tienen algún impacto en la naturaleza.
- Teniendo en cuenta todos los impactos medioambientales, la obtención y el almacenamiento de energía a partir de fuentes renovables es mucho menos perjudicial para el medio ambiente que el uso de combustibles fósiles.
- Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales y evitar los peores riesgos del cambio climático, las energías renovables deberán representar más del 90% de la generación de electricidad en 2050.
- Apoyar las tecnologías renovables con menor impacto en la naturaleza puede tener grandes beneficios y además ser de bajo coste.
- Una transición centrada en la energía eólica y solar puede reducir significativamente el impacto ambiental en comparación con otros tipos de energías renovables.
- Una planificación temprana y estratégica que tenga en cuenta los objetivos climáticos y naturales es clave para garantizar que desarrollamos los tipos adecuados de energías renovables en los lugares adecuados para minimizar los riesgos y evitar los impactos sobre las comunidades y la naturaleza. La aplicación rigurosa de la jerarquía de mitigación (evitar, reducir, restaurar) es fundamental.
- La cartografía existente a escala mundial de ubicaciones para la energía eólica y solar indica que hay suficiente energía disponible en lugares de baja conflictividad para alcanzar las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) para un sistema energético coherente con el mantenimiento del aumento de la temperatura media mundial por debajo de 1,5 °C.
- Es necesaria una mayor eficiencia energética en todos los sectores para minimizar la demanda de un mayor suministro de energía y evitar infraestructuras adicionales innecesarias.
- Se necesitan cambios significativos en la forma en que obtenemos y rastreamos los materiales para desarrollar nuestra infraestructura energética. Es esencial un nuevo modelo económico circular para reducir el impacto medioambiental.

RECOMENDACIONES CLAVE

A continuación, se enumeran las principales recomendaciones de alto nivel derivadas de la evaluación realizada en este informe (para recomendaciones más detalladas, véase la sección 4).

Los gobiernos deben:

1. Llevar a cabo una planificación energética estratégica a escala nacional o regional para identificar posibles ahorros de energía, fuentes de energía renovables adecuadas y lugares para la expansión energética en zonas de baja sensibilidad para la biodiversidad.
2. Considerar el impacto sobre la naturaleza en la fase más temprana de la planificación integrada de energías limpias, teniendo en cuenta toda la cadena de valor (desde la obtención del material hasta su eliminación).
3. Desarrollar regímenes reguladores nacionales que exijan a los promotores de proyectos energéticos contribuir a los objetivos nacionales de conservación.
4. Invertir en la elaboración oportuna de mapas de sensibilidad natural para ayudar a orientar la ubicación de la tecnología mediante datos adecuados, y exigir a la industria que evite las zonas protegidas, las Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés) y otras zonas de especial sensibilidad y valor⁸.
5. Aplicar procesos rigurosos de evaluación del impacto ambiental y las normas exigidas a todos los nuevos desarrollos de acuerdo con las mejores prácticas.

6. Adoptar un enfoque de economía circular con una eficiencia energética optimizada, maximizando la reutilización de materiales energéticos y minimizando la demanda de recursos naturales.

Los inversores y promotores de proyectos de energías renovables deben:

1. Integrar los riesgos sociales, medioambientales y de biodiversidad en la planificación de las energías renovables y en las decisiones de inversión.
2. Aplicar salvaguardias eficaces de la biodiversidad y procedimientos de evaluación del impacto ambiental para evitar y minimizar los impactos, y compensar cualquier impacto residual para lograr resultados netos positivos.
3. Garantizar la trazabilidad de las materias primas y tener en cuenta los impactos de la cadena de suministro dentro de los compromisos corporativos con la naturaleza.
4. Aplicar un enfoque circular para minimizar el uso de materias primas y maximizar la reutilización y el reciclaje de materiales.
5. Reforzar la divulgación e información empresarial sobre biodiversidad e impacto medioambiental y social.

Todas las partes interesadas deben promover la investigación, el intercambio de conocimientos y la difusión de las mejores prácticas para fomentar una mayor concienciación y motivación hacia la expansión de las energías renovables con la menor perturbación negativa para la naturaleza.



Módulos fotovoltaicos en las cocheras de las viviendas para adultos mayores de Highmar, en Boulder (Colorado). © Dennis Schroeder



I 1. EL IMPERATIVO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El cambio climático representa un riesgo de supervivencia para la humanidad y el mundo natural tal y como lo conocemos⁹. Es necesario tomar medidas decisivas en esta década si queremos mantener el calentamiento global por debajo de 1,5 °C y evitar sus peores consecuencias. La pérdida de biodiversidad representa un riesgo para la existencia similar para la humanidad y los sistemas de soporte vital de los que dependemos para nuestra alimentación, agua, salud y mucho más¹⁰. Un planeta vivo y sano es fundamental para la estabilidad del clima y la prestación de servicios

vitales a la naturaleza y el bienestar de las personas. Las soluciones basadas en la naturaleza, como la conservación de zonas naturales con un alto nivel de absorción y almacenamiento natural de carbono, pueden ayudar a reducir los niveles atmosféricos de dióxido de carbono (CO₂) y a conservar y restaurar la biodiversidad, contribuyendo así a la consecución de nuevos y ambiciosos objetivos en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas y de las metas para 2030 acordadas recientemente en la COP15 del CDB celebrada en Montreal¹¹.

Capacidad Eléctrica por Tecnología de Generación (GW)

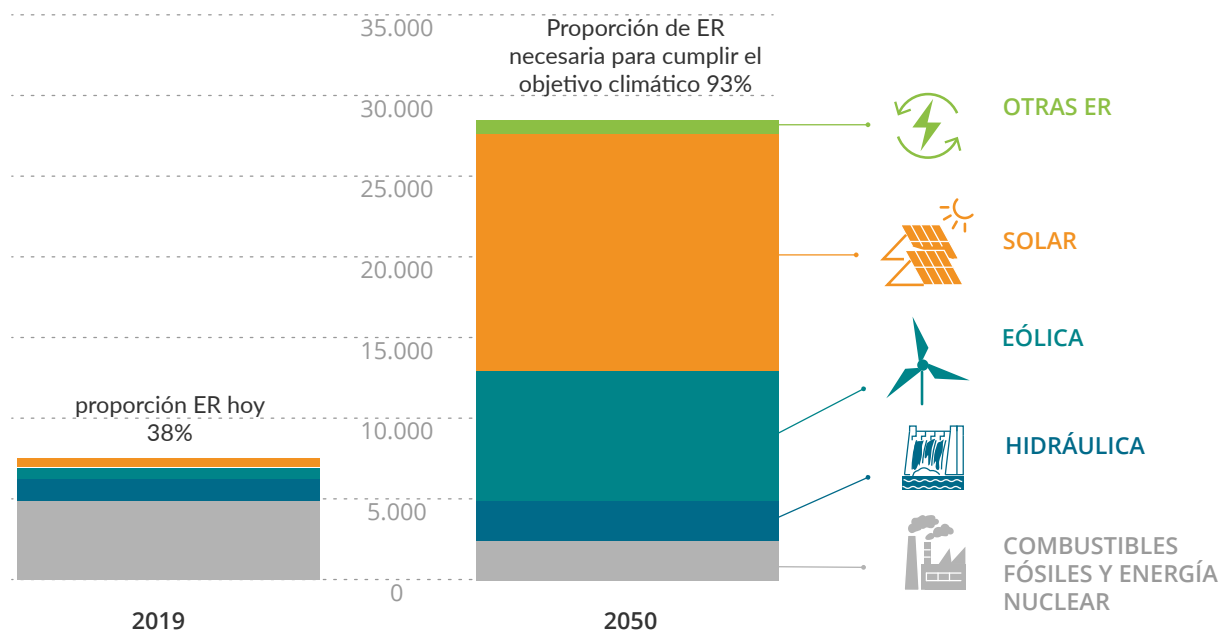


Figura 1: Un sistema eléctrico basado en las energías renovables será esencial para alcanzar las emisiones netas cero. **Fuente:** AIE 2021.

Una transición rápida y sostenible que abandone la destructiva tecnología de los combustibles fósiles y se oriente hacia energías renovables de bajo impacto, combinada con una amplia electrificación, será fundamental para mantener un planeta habitable¹². Las proyecciones de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) muestran que, para alcanzar las emisiones netas de carbono cero en 2050, las energías renovables tendrán que representar más del 90% de la generación de electricidad en 2050, junto con una drástica reducción del consumo de energía¹³. Sus proyecciones suponen que los sistemas energé-

ticos están dominados por la energía solar fotovoltaica y la eólica, que juntas proporcionarán el 70% de la generación de electricidad en 2050, mientras que otras formas de energía renovable, como la hidroeléctrica (12%)¹⁴ y la bioenergía (5%), representarán porcentajes menores (Figura 1). Actualmente no se prevé que otras tecnologías de energías renovables incipientes, como la energía mareomotriz y la undimotriz, desempeñen un papel importante en la transición energética. La comprensión científica de su impacto potencial sobre la naturaleza también es más limitada en estos momentos.

CUADRO 1: TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE DE ESPECIAL IMPORTANCIA PARA LA TRANSICIÓN A LA ENERGÍA NETA CERO

Solar - fotovoltaica (FV)

La radiación solar estimula los electrones de las celdas fotovoltaicas para generar electricidad directamente. Las celdas fotovoltaicas se conectan para formar paneles fotovoltaicos, que pueden agruparse en conjuntos. Cuanto mayor sea la irradiación, más electricidad se puede producir. Los paneles solares fotovoltaicos pueden ser eficientes desde el punto de vista espacial, ya que pueden instalarse para coexistir con algunas prácticas agrícolas, o montarse en superficies como tejados o sobre estructuras flotantes.

Solar – energía solar concentrada (CSP por sus siglas en inglés) y energía solar térmica (STP por sus siglas en inglés)

La energía solar térmica (STP) y usa la energía solar concentrada (CSP) aprovecha el calor del sol para generar electricidad de forma indirecta. Las tecnologías CSP utilizan grandes conjuntos de espejos que siguen al sol para reflejar sus rayos en un único punto conocido como helióstato. Los rayos enfocados calientan un líquido que luego se utiliza para generar electricidad en una turbina convencional. La energía puede almacenarse en una batería o en un sistema de almacenamiento térmico antes de utilizarse para generar electricidad. Los lugares con luz solar intensa y cielos despejados son especialmente adecuados para la CSP.

Eólica - terrestre y marina

La energía eólica se genera a partir de turbinas accionadas por grandes palas que giran impulsadas por el viento. Las turbinas pueden estar situadas en tierra o en el mar. Las turbinas marinas suelen tener cimientos fijos, pero también pueden montarse en estructuras flotantes ancladas al fondo marino. El tamaño y la potencia de las turbinas eólicas han aumentado considerablemente desde su introducción en la década de 1980.

Hidroeléctricidad

La energía hidroeléctrica aprovecha la fuerza del agua dulce que fluye para mover turbinas que generan electricidad. El diseño de las centrales hidroeléctricas varía en función de las limitaciones geográficas y los patrones de demanda de energía. Las dos grandes categorías son la energía hidroeléctrica convencional (subdividida en hidroeléctrica de embalse y de filo de agua) y la hidroeléctrica con almacenamiento por bombeo o reversible.

Los proyectos más grandes suelen incluir un gran embalse y una presa, mientras que los más pequeños pueden no tener ningún componente de almacenamiento. A diferencia de la eólica y la solar, las centrales de embalse y almacenamiento por bombeo también pueden almacenar energía. Las presas hidroeléctricas con embalses también pueden utilizarse para otros fines, como el riego, el transporte y el almacenamiento de agua.

Bioenergía

La bioenergía utiliza materia orgánica para generar energía. Esta energía puede utilizarse para generar electricidad o directamente como fuente de calor. Las fuentes de bioenergía son diversas y pueden incluir madera y residuos del sector forestal/arborícola, cultivos, residuos y desechos ganaderos del sector agrícola, residuos del sector manufacturero, residuos alimentarios, domésticos y municipales del sector residencial, y microalgas. Para generar energía, los materiales combustibles secos se queman para calentar agua, creando vapor que acciona una turbina para producir electricidad. Alternativamente, los materiales húmedos se almacenan en tanques donde se descomponen, formando biogás, que consiste en un 40-60% de metano. Este gas se quema para calentar agua, creando vapor que acciona una turbina para generar energía.

Hidrógeno

El hidrógeno es un vector energético (más que una fuente de energía) que puede utilizarse para almacenar, transportar y suministrar energía producida a partir de otras fuentes. El hidrógeno puede producirse por diversos métodos. Un método conocido como el reformado del gas natural produce lo que se conoce como “hidrógeno gris”, que no está libre de emisiones y no contribuye a la descarbonización de la economía. El “hidrógeno azul” se produce dividiendo la molécula del metano para crear CO₂ como subproducto, el cual se almacena y no se emite. Por el contrario, el “hidrógeno verde” se produce mediante la electrólisis del agua alimentada únicamente por energías renovables. El hidrógeno puede desempeñar un papel en diversas aplicaciones de la economía, como combustible para el transporte, materia prima para la producción química y para la generación de energía o el almacenamiento de electricidad¹⁵. En la sección 2.2 se ofrecen más detalles sobre estas y otras fuentes de energía y su impacto en la naturaleza.



Uno de los empleados de Dulas Ltd llegando a la oficina en bicicleta. Dulas tiene un gran panel solar fotovoltaico en el tejado de su cobertizo para bicicletas que genera electricidad para el edificio. Machynlleth, Powys, Gales.
© Andy Aitchinson / Ashden

I 2. ABORDAR LA CRISIS CLIMÁTICA TENIENDO EN CUENTA LA NATURALEZA

Cumplir el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales exige alcanzar emisiones netas de CO₂ nulas a mediados de siglo. Además de cambiar la forma en que utilizamos y reutilizamos los recursos naturales y la energía (véase el capítulo 3), es necesaria una descarbonización masiva de toda la economía mundial, mediante una rápida transición de un sistema energético basado en los combustibles fósiles a otro

con una electrificación global basada en las energías renovables. Todas las vías hacia 1,5 °C consideran que la eficiencia energética y el cambio a las energías renovables son fundamentales para alcanzar el objetivo de cero emisiones netas en 2050 o antes¹⁶. Para encaminarnos hacia el cero neto, es necesario cuadruplicar la expansión de la energía eólica y solar en esta década. El reto es enorme: equivaldría aproximadamente a instalar cada día el parque solar más grande del mundo¹⁷.

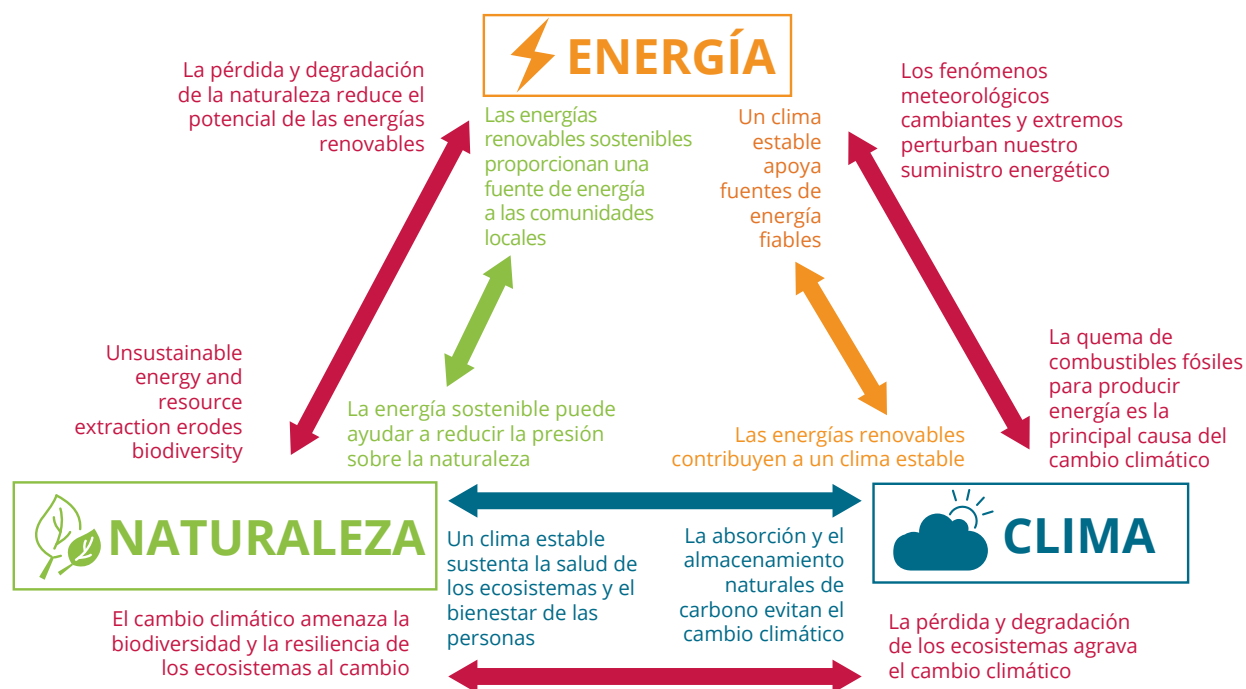


Figura 1a: Las relaciones positivas y negativas entre naturaleza, clima y energía.

Fuente: CLEANaction.

El desarrollo de infraestructuras suele conllevar costos medioambientales inherentes. La energía, la naturaleza y el clima están estrechamente interrelacionados (Figura 1a). La lucha contra el cambio climático no debe hacerse a expensas de la integridad de los ecosistemas y la conservación de la biodiversidad¹⁸. Evitar la pérdida o degradación del hábitat natural es clave. De lo contrario, la mitigación del cambio climático podría verse seriamente comprometida. Con una mala ubicación, más de 10 millones de hectáreas de tierras naturales en todo el mundo (un área del tamaño de Islandia) podrían ser despejadas para el desarrollo eólico y solar mientras los países tratan de cumplir sus compromisos climáticos en virtud del Acuerdo de París¹⁹. Las carreteras y líneas de transmisión que las acompañan también podrían convertir y fragmentar los hábitats naturales. Estos impactos entran en conflicto con los objetivos del ODS 15 de detener y revertir la degradación y pérdida de hábitats. También se ha calculado que los desarrollos de energías renovables mal ubicados podrían liberar alrededor de 4.000 millones de toneladas de CO₂ retenidas en la tierra y los suelos, lo que equivale a alrededor del 8% de la reducción total de emisiones necesaria para cumplir los objetivos del Acuerdo de París²⁰.

Afortunadamente, existen mecanismos eficaces para mitigar los impactos sobre la naturaleza cuando se aplican en las primeras fases de planificación del desarrollo (véase la sección 2.3). Los enfoques que integran la biodiversidad y los objetivos climáticos pueden evitar vías energéticas que abordan las emisiones de gases de efecto invernadero, pero socavan la conservación de la naturaleza.

Para evitar contribuir a una mayor erosión de la naturaleza, la transición hacia las energías renovables también debe abordar los impactos causados por las cadenas de suministro y al final de la vida útil de un proyecto. El esfuerzo mundial de electrificación exige el despliegue masivo de tecnologías energéticas limpias que requieren metales y minerales como acero, aluminio, cobre, litio, zinc, níquel y elementos de tierras raras. La extracción de estos elementos ya tiene importantes repercusiones medioambientales y sociales. La expansión de la demanda los exacerbará a menos que haya una planificación estratégica cuidadosa y se establezcan mecanismos rigurosos para garantizar que el sector de las energías renovables sólo compre materiales que hayan

sido obtenidos éticamente de una manera neutral o positiva para la biodiversidad, y que todo el uso de los recursos sea cada vez más circular.

2.1 COSTOS ENERGÉTICOS, COMPENSACIONES Y COMPARACIÓN ENTRE FUENTES DE ENERGÍA

Adoptar la combinación adecuada de tecnologías bajas en carbono para satisfacer la demanda energética aporta múltiples beneficios a la salud humana y de los ecosistemas, al tiempo que tiene el potencial de estabilizar la temperatura global. Determinar qué combinación energética es la más adecuada para cada zona dependerá de una serie de factores. Entre ellos se incluyen factores financieros, técnicos (por ejemplo, disponibilidad de recursos, confiabilidad, conectividad a la red, capacidad de generación y almacenamiento, etc.), sociales (por ejemplo, acceso a la energía) y medioambientales. En la mayoría de los lugares, una mezcla de electricidad basada en energías renovables consistirá probablemente en una combinación de tecnologías variables, como la solar fotovoltaica y la eólica, y fuentes menos variables, como la bioenergía, la CSP con almacenamiento, la geotérmica y la hidroeléctrica. Éstas pueden desarrollarse mediante una cuidadosa ubicación y las mejores prácticas para garantizar un bajo impacto, con el apoyo de tecnologías de almacenamiento (por gravedad, químicas, térmicas) e integradas en redes eléctricas “inteligentes” que almacenen y suministren energía de forma más eficiente²¹.

Todas las vías energéticas conllevan costos medioambientales y sociales. Habrá compensaciones entre la superficie de tierra, agua de mar o agua dulce necesaria, los recursos materiales y la escala de los impactos específicos del lugar (véase la figura 2). A la hora de comparar tipos de energía, es importante tener en cuenta la gama completa y la importancia de los posibles impactos sobre la biodiversidad, incluida la conversión o degradación de los hábitats naturales, la contaminación y los impactos sobre las especies. Una Análisis de Ciclo de Vida (ACV) aplica un método normalizado para tener en cuenta toda la gama de impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, desde la extracción de materias primas, pasando por el

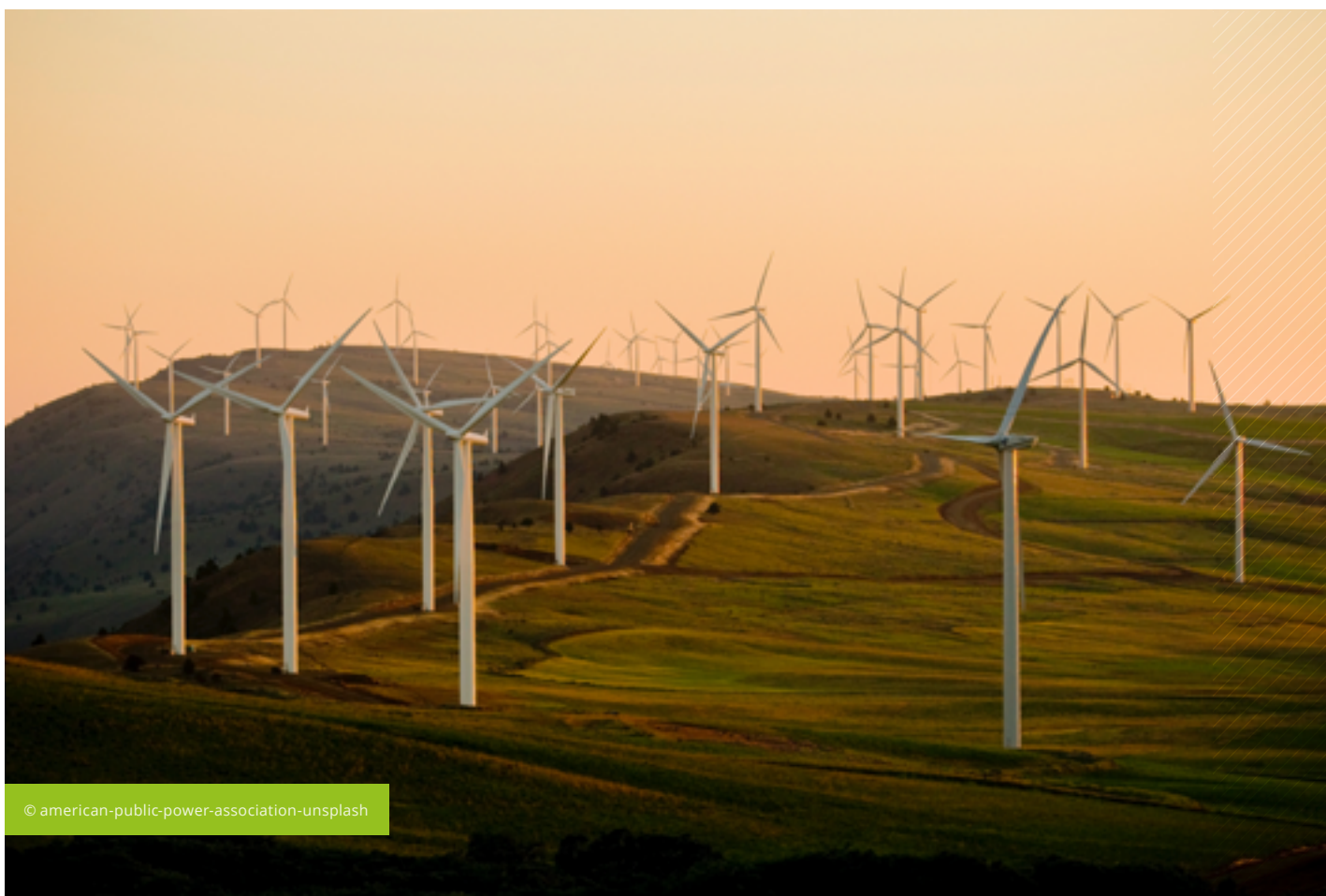
desarrollo, la producción y el almacenamiento de energía, el transporte y el uso, hasta la gestión de residuos y el reciclaje tras el cierre. EL ACV es una herramienta adecuada para comparar los impactos e identificar posibles compensaciones entre estrategias de desarrollo.

Los resultados del ACV muestran que la elección de las tecnologías afecta en gran medida al impacto medioambiental de las estrategias energéticas. Si se tiene en cuenta toda la gama de impactos ambientales, la obtención y el almacenamiento de energía a partir de energías renovables es mucho menos perjudicial para el medio ambiente en general que el uso de combustibles fósiles²². Además de sus beneficios para el clima y la salud, una transición a la energía renovable centrada en

la eólica y la solar puede dar lugar a una reducción significativa de los impactos ambientales²³. Estos incluyen la reducción de los impactos sobre las especies y una disminución significativa de la contaminación, la ecotoxicidad y los impactos sobre el agua

dulce en general. En cualquier caso, los impactos de la energía eólica y solar se limitan en gran medida a ecosistemas o especies particulares; el cambio climático inducido por los combustibles fósiles, por otro lado, no sólo amenaza a la humanidad, sino que tendrá impactos irreversibles en muchos de los ecosistemas y especies de nuestro planeta²⁴.

La abundancia y la distribución geográfica global de la energía solar y eólica también significa que, a diferencia de los combustibles fósiles, a menudo hay flexibilidad en la ubicación, lo que permite el uso de terrenos ya convertidos o alterados o ubicaciones en alta mar alejadas de zonas de alta sensibilidad, como hábitats de mamíferos marinos y rutas de migración de aves. Si se gestionan de forma respetuosa con la naturaleza, los proyectos eólicos y solares pueden contribuir a mejorar la biodiversidad local en torno a las turbinas o los paneles solares. Por ejemplo, las granjas solares situadas en terrenos agrícolas ya transformados pueden ofrecer la oportunidad de restaurar las praderas de flores autóctonas alrededor de los paneles solares.



© american-public-power-association-unsplash

La energía eólica y solar también suelen tener un menor impacto global que otros tipos de energías renovables, como la hidroeléctrica y la bioenergía. La construcción de presas hidroeléctricas y embalses asociados suele provocar la inundación de grandes zonas de hábitats naturales y modifica los regímenes de caudales naturales, alterando los hábitats aguas abajo. La energía hidroeléctrica, incluidos los proyectos a filo de agua, también provoca la fragmentación de los ecosistemas de agua dulce, a menudo con graves consecuencias para las especies migratorias y otras. También impide el transporte de sedimentos, causando un impacto masivo en los deltas que se encogen y hunden. Los proyectos previstos de presas a gran escala corren el riesgo de fragmentar algunos de los últimos ríos caudalosos del mundo (véase el cuadro 2).^{25, 26}

La bioenergía en todas sus formas, incluidas la biomasa, el biocombustible y el biogás, tiene un mayor impacto en la biodiversidad por unidad de energía que la eólica y la solar fotovoltaica. En el caso de la bioenergía procedente de cultivos, se ha calculado que es cien veces mayor²⁷. Sin embargo, el impacto de la bioenergía no puede generalizarse fácilmente, ya que depende de la materia prima. La bioenergía puede generarse a partir de residuos orgánicos, lo que probablemente reducirá parte de la presión

sobre los ecosistemas. Sin embargo, es necesario diferenciar entre la biomasa sólida para la producción combinada de calor y electricidad, el biocombustible líquido para el transporte y el biogás. La captación de biogás, procedente por ejemplo de las plantas de tratamiento de aguas residuales, suele basarse en las infraestructuras existentes y captura los gases nocivos de efecto invernadero (GEI), por lo que el impacto sobre la naturaleza es relativamente bajo. La bioenergía puede ser una opción más cara que la solar o la eólica, pero su gama de costos e impacto en la naturaleza depende de la materia prima y de los métodos de tratamiento utilizados.

También es importante reconocer que gran parte del potencial de producción mundial de bioenergía se concentra en zonas de gran valor para la biodiversidad.²⁸ La bioenergía puede ofrecer soluciones energéticas de bajo costo a escala local, pero la baja densidad energética de la biomasa suele generar una gran huella cuando se despliega a gran escala²⁹. Esto significa que cualquier beneficio de la bioenergía para mitigar el cambio climático corre el riesgo de verse contrarrestado por el carbono liberado debido a la conversión del hábitat³⁰. Estos factores subrayan la necesidad de evaluar los costos y beneficios medioambientales y climáticos de los distintos tipos de bioenergía.



© Global Warming Images WWF

CUADRO 2: RIESGOS DE LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE

La energía hidroeléctrica ha sido durante mucho tiempo un componente importante de la capacidad global de energía renovable del mundo como fuente fiable y almacenamiento de energía, y es probable que siga desempeñando un papel en la descarbonización de la economía mundial. Sin embargo, la energía hidroeléctrica sólo representaría cerca al 12% de la futura generación mundial de energía en un escenario de emisiones netas cero³¹. Aunque las presas adicionales previstas en ríos de flujo libre proporcionarían menos del 2% de la energía mundial proyectada necesaria para mantenerse dentro del límite de temperatura de 1,5 °C, la expansión asociada corre el riesgo de perder la condición de “ríos libres” de los afluentes principales del Amazonas, Congo, Irrawaddy y Salween, y la fragmentación de otros 260.000 km de ríos de flujo libre en todo el mundo³².

Los ríos caudalosos tienen una importancia única, pero están desapareciendo: sólo un tercio de los ríos del mundo de más de 1.000 km siguen siendo caudalosos, y las presas son la principal causa de este declive. Los ríos intactos son esenciales para la salud de los ecosistemas funcionales y sustentan los medios de vida de millones de personas, por ejemplo, los pueblos indígenas y tradicionales de la selva amazónica³³. Las presas hidroeléctricas alteran el régimen de caudal del río, disminuyendo la conectividad acuática y alterando permanentemente los caudales naturales de agua, lo que repercute directamente en los medios de vida, la seguridad y el bienestar de las personas. Las presas hidroeléctricas también tienen un impacto dramático en el flujo de sedimentos, provocando la incisión del lecho del río y el hundimiento y encogimiento del delta.³⁴

Incluir los valores de biodiversidad de la cuenca hidrográfica en la planificación inicial es fundamental para mantener los caudales ambientales y evitar proyectos que represen ríos intactos y alteren zonas de alto valor de conservación. Las oportunida-

des de mitigación más eficaces e importantes se dan durante la planificación temprana. La consideración de opciones de energía renovable no hidroeléctrica y el emplazamiento de las infraestructuras necesarias en lugares que minimicen el impacto en los corredores fluviales de gran valor para la biodiversidad o los servicios ecosistémicos es fundamental. La readaptación y modernización de las centrales hidroeléctricas existentes y los nuevos proyectos diseñados estratégicamente, incluido el almacenamiento por bombeo con reservorio independiente (no altera el flujo natural) en zonas degradadas, pueden proporcionar alternativas energéticas sostenibles a un costo menor para la naturaleza y las personas y, en algunos casos, pueden desempeñar un papel como tecnología de reserva para permitir la integración de otros sistemas de energía renovable³⁵. Se han desarrollado herramientas reconocidas internacionalmente para proporcionar orientación sobre buenas prácticas para gestionar los riesgos para la biodiversidad asociados al desarrollo hidroeléctrico.³⁶

WWF y The Nature Conservancy han estado trabajando para proteger los pocos ríos del mundo que permanecen intactos de los proyectos de desarrollo hidroeléctrico. Esta labor ha puesto de relieve la necesidad de sistemas energéticos “LowCx3” (bajos en carbono, bajos en costos y bajos en conflictos) centrados en evitar las presas en ríos de flujo libre y en identificar los tipos de energía adecuados para las personas y el planeta³⁷. En Europa, WWF y más de 150 ONGs abogan contra la construcción de nuevas centrales hidroeléctricas, ya que alrededor del 75% del potencial técnico de la energía hidroeléctrica en Europa ya se ha explotado, las poblaciones de especies migratorias de peces de agua dulce se han desplomado en un 93% de media en Europa desde 1970, y el 33% de toda la energía hidroeléctrica prevista en la UE se encuentra en zonas protegidas.³⁸

2.2 ÉNFASIS EN LA ENERGÍA EÓLICA Y SOLAR

Una transición hacia las emisiones netas cero basada en el aumento de la energía eólica y solar fotovoltaica sería mucho menos perjudicial que otras vías energéticas. Sin embargo, aún podría tener un impacto ambiental considerable, y el despliegue de las mejores prácticas es crucial para reducir el daño a la biodiversidad. Tres motivos comunes de preocupación son el espacio adicional necesario para construir centrales solares fotovoltaicas y eólicas, su impacto en especies vulnerables, sobre todo aves y murciélagos, y la necesidad de metales y minerales para fabricarlas.

EXPLOTACIÓN DE TERRENOS SOLARES Y EÓLICOS

Aunque la energía eólica y la solar fotovoltaica son relativamente eficientes desde el punto de vista espacial en comparación con otras energías renovables en cuanto a la potencia que pueden generar por unidad de superficie, la enorme cantidad de energía que hay que producir implica que la superficie total de tierra y mar necesaria es considerable. Se calcula que la superficie total necesaria para suministrar toda la energía renovable del mundo es de casi 1 millón de km², casi el doble que el estado de California³⁹. Por ejemplo, la superficie estimada necesaria para satisfacer las necesidades nacionales de energía solar oscila entre el 0,1% en gran parte

de África y más del 5% en el norte de Europa⁴⁰. La gestión del espacio entre los aerogeneradores en zonas de bajo conflicto para otros usos, como la energía solar fotovoltaica, la naturaleza o la producción de alimentos, podría reducir significativamente la huella necesaria para las energías renovables y proporcionar importantes beneficios colaterales⁴¹. Esto está poniendo de relieve la importancia de la planificación del uso de la tierra, tanto para optimizar el uso de la tierra como para minimizar el riesgo de desplazamiento de las actividades a zonas no perturbadas.

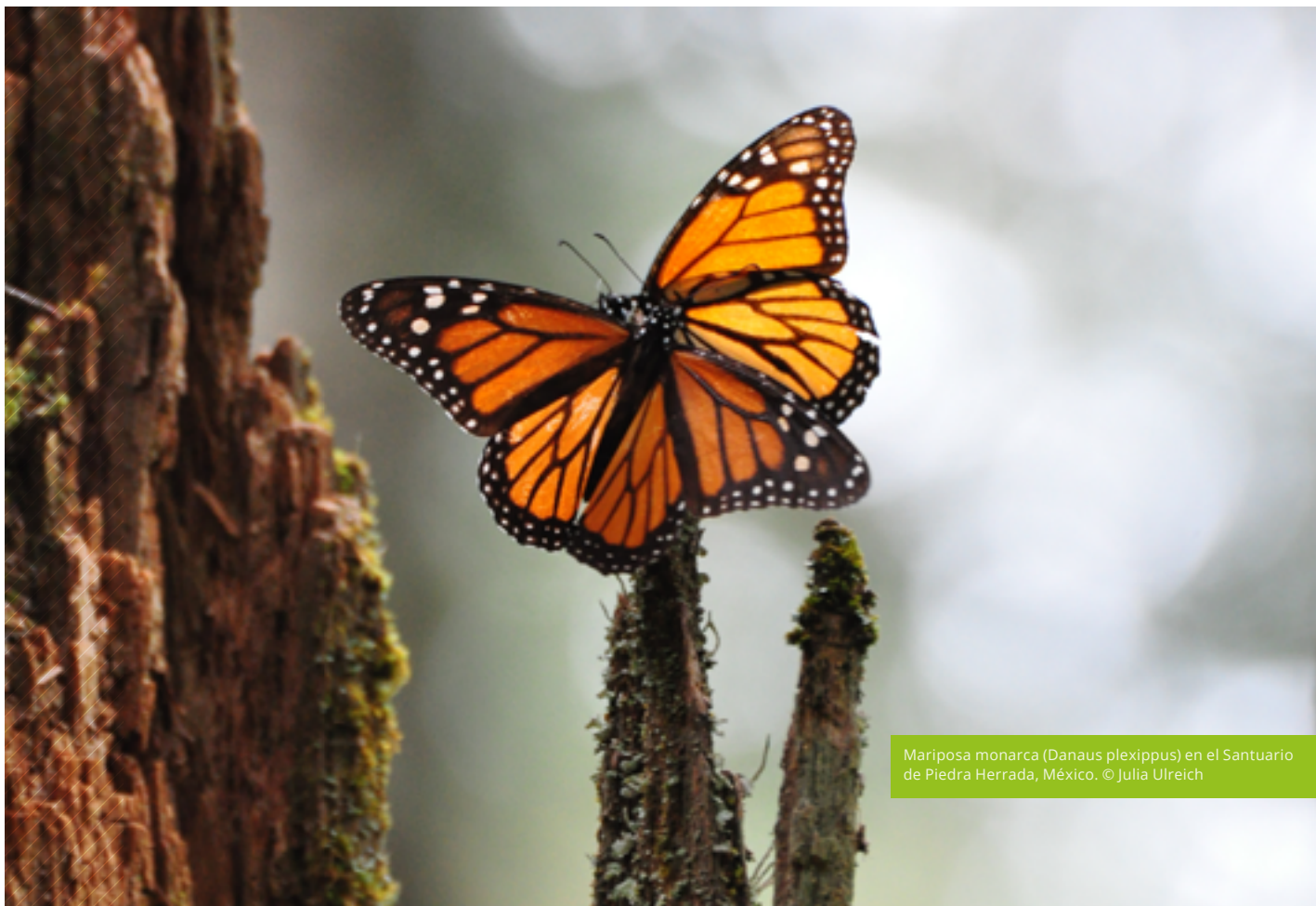
Una revisión de los estudios que comparan los análisis de ciclo de vida de diversas fuentes de energía, incluidos sus impactos sobre la naturaleza derivados de la transformación del suelo y el cambio climático, concluye que una transición centrada en la energía eólica y solar minimizará cualquier daño a la naturaleza⁴². Los análisis individuales de ciclo de vida que tienen en cuenta toda la gama de impactos de las fuentes de energía en la transformación del suelo han llegado a conclusiones diferentes. Algunos concluyen que la superficie de tierra y mar natural transformada para la energía eólica es menor por unidad de energía que para todas las demás formas de energía. Otros indican que la energía solar fotovoltaica y la energía solar concentrada afectan a una superficie mayor, pero siguen estando dentro del rango de la extracción de gas natural y son significativamente inferiores a las del carbón. Los estudios también muestran que la mayoría de los países pueden cumplir sus objetivos energéticos ampliando las energías renovables en terrenos ya transformados⁴³. Los estudios realizados en Estados Unidos muestran que la superficie de terreno necesaria para las energías renovables es un orden de magnitud inferior a la superficie que ocupan actualmente los combustibles fósiles⁴⁴, lo que ofrece oportunidades para reutilizar terrenos que actualmente se utilizan para combustibles fósiles. Por ejemplo, las minas de carbón y las centrales eléctricas obsoletas podrían cubrirse con paneles solares y cogestionarse para la producción de alimentos o la biodiversidad. Sin embargo, un estudio reciente ha sugerido que, para varios escenarios de descarbonización, la tierra necesaria para la generación de electricidad se duplicará como mínimo en el futuro, lo que podría tener graves consecuencias medioambientales, especialmente la pérdida de hábitats y la pérdida de biodiversidad asociada.⁴⁵

Un factor clave que explica este abanico de estimaciones sobre la superficie de terreno afectada por las fuentes de energía es si se incluye o no el espacio entre las fuentes. El impacto sobre este terreno dependerá de su uso una vez instalados los sistemas energéticos. Por ejemplo, lo más probable es que los paneles solares construidos sobre infraestructuras ya existentes tengan un impacto mínimo en el espacio intermedio. En cambio, colocar estos paneles en espacios naturales con una gran biodiversidad puede fragmentar los hábitats asociados. Del mismo modo, si los aerogeneradores se construyen en terrenos agrícolas junto a una carretera, el impacto sobre el espacio entre ellos será mucho menos perjudicial que el de las turbinas situadas en zonas de naturaleza virgen con una gran biodiversidad. Esta comparación indica que la menor huella de uso del suelo de las nuevas energías renovables procede de sistemas construidos en terrenos ya transformados.

IMPACTO SOBRE LAS ESPECIES

La energía eólica, en particular, es a menudo criticada por su impacto negativo sobre las aves y los murciélagos. Sin embargo, si se tienen en cuenta los efectos de la contaminación y el cambio climático, los impactos sobre las aves asociados a la energía eólica y solar son, en general, menos significativos que los de otras tecnologías energéticas clave, como los combustibles fósiles, la bioenergía y la energía nuclear⁴⁶. Esto socava la capacidad de la naturaleza para regular las emisiones de gases de efecto invernadero y protegerse de los fenómenos meteorológicos extremos. Por tanto, las dos crisis deben abordarse en conjunto con políticas holísticas que traten ambos problemas simultáneamente y reconozcan sus interconexiones.⁴⁷

La tecnología de la energía eólica en su configuración actual presenta un riesgo particular para un subconjunto de especies de aves vulnerables. Estos impactos pueden acumularse cuando varios parques eólicos se solapan en el área de distribución de una especie. Esto puede conducir a un elevado riesgo de extinción para las aves amenazadas, en particular las especies vulnerables a la colisión con las palas de las turbinas y/o las líneas de transmisión, o a la electrocución en las líneas de distribu-



Mariposa monarca (*Danaus plexippus*) en el Santuario de Piedra Herrada, México. © Julia Ulreich

ción, como las grandes aves que vuelan, los buitres, las avutardas, las grullas y las aves migratorias⁴⁸. Los murciélagos también pueden ser muy vulnerables; los desarrollos mal planificados pueden diezmar las poblaciones locales de murciélagos debido a las colisiones con las turbinas.

Además, entre las especies vulnerables a la energía eólica marina se encuentran las ballenas, los delfines, las tortugas marinas y algunas especies de peces, sobre todo cuando están expuestas a altos niveles de ruido durante la construcción. Los mamíferos y las tortugas marinas también corren el riesgo de colisión con los buques de construcción y mantenimiento, mientras que la alteración del hábitat puede afectar a las especies que viven en el fondo marino. Afortunadamente, ya existen enfoques eficaces para hacer frente a muchos tipos de impacto sobre las especies, y se siguen probando y aplicando nuevas estrategias de mitigación. Las oportunidades de mitigación más eficaces e importantes se encuentran en las primeras fases de

planificación. Una ubicación cuidadosa de los proyectos eólicos y de las infraestructuras asociadas lejos de las zonas sensibles, como las rutas migratorias, puede minimizar el impacto sobre las especies vulnerables (véase la sección 3).

Pueden ser necesarias otras medidas de mitigación *in situ* para hacer frente a los riesgos de colisión y electrocución. Entre las estrategias de mitigación eficaces se incluye la parada temporal de las turbinas durante los periodos sensibles o cuando las especies de riesgo vuelan hacia la zona del parque eólico, mientras que se están ensayando medidas para disuadir a los murciélagos y a las aves de volar hacia las aspas de las turbinas⁴⁹. El riesgo de colisión con las líneas eléctricas puede reducirse mediante una ubicación cuidadosa o haciéndolas más visibles mediante deflectores de vuelo de aves o enterrándolas, mientras que existen métodos bien establecidos y sencillos para evitar las electrocuciones mediante un diseño seguro para la fauna salvaje. En el caso de los mamíferos marinos y las tortugas marinas, los

métodos probados para reducir el riesgo de lesiones o muerte durante la construcción incluyen la evitación estacional, el monitoreo acústico, las búsquedas de cadáveres de aves y murciélagos, y retrasos al alistamiento del pilotaje, los procedimientos de pilotaje de arranque suave, las pausas en la actividad de pilotaje, los dispositivos de disuasión acústica y la creación de barreras acústicas como las cortinas de burbujas.⁵⁰

No obstante, siguen existiendo brechas considerables en nuestra comprensión de los impactos de las energías renovables y de cómo mitigarlos. A medida que aumenta el ritmo de expansión de las energías renovables, nuestra capacidad para evaluar y gestionar los riesgos se va quedando atrás. Esto es especialmente cierto en el caso de las tecnologías de energías renovables emergentes y en las zonas menos investigadas de gran importancia para la conservación, incluida gran parte de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Para comprender las interacciones entre la biodiversidad local y las energías renovables e identificar estrategias eficaces para mitigar los riesgos, es urgente investigar y llevar a cabo un seguimiento y un intercambio de datos normalizados.

RECURSOS MINERALES

Mientras que los combustibles fósiles y la energía nuclear actuales requieren una extracción significativa de materias primas críticas, se espera que la transición a una economía basada en la energía eólica y solar aumente en gran medida la demanda de metales y minerales necesarios para desarrollar infraestructuras energéticas, incluidos el litio, el cobalto, el grafito, el níquel, el aluminio y los minerales de tierras raras (véase también el recuadro 3, página 16, sobre la extracción de cobre)⁵¹. Muchas de estas materias primas se encuentran dentro de algunas de las regiones con mayor biodiversidad del mundo, como la cuenca del Congo, lo que plantea graves amenazas para la naturaleza y para las personas cuyos medios de vida están directamente relacionados con ella.⁵²

El desarrollo de un enfoque circular en el uso de estos recursos, que incluya el establecimiento de una capacidad de reciclaje avanzada, la gestión del final de la vida útil y el fomento de la innovación tec-

nológica para la sustitución de minerales es fundamental para minimizar la necesidad de extraer estos recursos. Un informe reciente destaca el potencial para reducir la necesidad de estos minerales críticos en un 58% de aquí a 2050, siempre que se invierta en reciclaje, en prácticas de economía circular y en tecnologías que requieran menos material nuevo.⁵³

Sin embargo, en los casos en que la minería es inevitable, es necesaria una planificación estratégica y la adhesión a las mejores prácticas de salvaguardia ambiental y social para evitar impactos negativos innecesarios en la naturaleza. Se está proponiendo la extracción de algunos de estos minerales del fondo de los océanos, pero con costos aún desconocidos para los entornos sensibles de las profundidades marinas y sus funciones de almacenamiento de carbono (véase el cuadro 4 en la página 16).

Hay una necesidad urgente de mejorar la comprensión de la escala de la minería necesaria para apoyar una transición a la energía renovable, y de tener en cuenta explícitamente los riesgos y las compensaciones en la planificación espacial, las salvaguardias del sector corporativo y financiero y el desarrollo de políticas⁵⁴. Se necesita una trazabilidad completa de los materiales y una gestión de los riesgos medioambientales a lo largo de las cadenas de suministro para comprender los riesgos y minimizar los impactos de la extracción de materias primas tanto para las personas como para la naturaleza⁵⁵. Es necesaria una cuidadosa planificación estratégica a escala nacional o incluso mundial para identificar los métodos de extracción menos perjudiciales y las ubicaciones para la minería terrestre, lejos de los lugares sensibles, incluidas las zonas protegidas, las zonas clave para la biodiversidad y otras zonas de importancia para la conservación.

Cuando no se puedan evitar los impactos, habrá que aplicar la jerarquía de impactos para reducirlos primero, mitigarlos después y, por último, compensarlos. Esto incluye acciones para reducir y restaurar completamente la huella de la minería, abordar los impactos indirectos más allá del emplazamiento de la mina y trabajar con los promotores de proyectos regionales para identificar y abordar los impactos acumulativos⁵⁶. Cuando queden impactos residuales inevitables, los promotores deberán buscar lugares alternativos.

CUADRO 3: MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LA MINERÍA DE COBRE

Las energías renovables requerirán cantidades significativas de metales y minerales, siendo el cobre uno de los más importantes. Se espera que la demanda de cobre aumente un 40% en las próximas dos décadas, impulsada en gran medida por la industria eólica marina, seguida de la eólica terrestre y la solar⁵⁷. La Asociación Internacional del Cobre reconoce que existe potencial para aumentar masivamente el reciclaje y la reutilización del cobre⁵⁸, aunque la minería seguirá siendo un componente importante del suministro de cobre a corto plazo.

Los mayores proveedores de cobre del mundo son Chile y Perú, seguidos de China, la República Democrática del Congo (RDC) y Estados Unidos⁵⁹. Países como Chile, Perú y la RDC tienen también una gran biodiversidad, con grandes extensiones de hábitat

natural remanente. La minería del cobre en estos países tendrá impactos inevitables sobre la biodiversidad. La industria no sólo tiene una gran huella, sino que los procesos implicados y la infraestructura asociada también perturban la biodiversidad a través de la mortalidad directa, la pérdida de hábitat y la fragmentación.

Afortunadamente, existen prácticas de mitigación probadas para minimizar los impactos⁶⁰. Al igual que ocurre con el desarrollo de las energías renovables, la planificación estratégica temprana es clave para evitar la conversión de hábitats naturales y otros impactos sobre la biodiversidad y el clima⁶¹. El énfasis en evitar y minimizar los impactos es especialmente importante en el caso de la minería, ya que la restauración y la compensación suelen ser difíciles, inciertas y caras.⁶²

CUADRO 4: LOS RIESGOS PARA LA NATURALEZA DE LA EXPLOTACIÓN MINERA DE LOS FONDOS MARINOS

Algunos metales y minerales esenciales para la transición hacia las energías renovables pueden encontrarse en las profundidades marinas, a varios kilómetros de profundidad. Entre ellos figuran el cobre, el cobalto, el níquel, el litio, la plata, los metales especiales (por ejemplo, el telurio) y las tierras raras (por ejemplo, el neodimio y el disprosio)⁶³. Estos yacimientos pueden adoptar diversas formas, como los nódulos polimetálicos⁶⁴ de las llanuras marinas profundas, las costras de cobalto⁶⁵ de los montes submarinos y los depósitos de sulfuros asociados a los respiraderos hidrotermales, las cadenas volcánicas submarinas y los arcos insulares⁶⁶. Estos sistemas y los propios depósitos minerales proporcionan hábitats críticos para multitud de especies que desempeñan papeles importantes en el ecosistema marino y en los ciclos del carbono y los nutrientes. Entre ellas se encuentran especies migratorias como las ballenas y los atunes, así como microorganismos, corales y esponjas, por nombrar algunos.

Un área destinada a la explotación comercial es la zona de fractura Clarion-Clipperton, en el Océano Pacífico central. Los nódulos que se encuentran aquí se forman a lo largo de miles de años y tienen un conjunto único de biota asociada. La explotación minera, si se autoriza, eliminaría directamente las comunidades bentónicas (lecho marino) y destruiría permanentemente el hábitat del lecho marino⁶⁷. La explotación minera también provocaría contaminación acústica y lumínica subacuática, que puede ser muy perturbadora en este entorno natural de escasa luminosidad, y perjudicial tanto para las especies del fondo marino como para los peces y las ballenas. Se formarían penachos de sedimentos debido a la alteración del lecho marino o al vertido de aguas residuales a la columna de agua, asfixiando a las comunidades bentónicas a lo largo de cientos de kilómetros o más. Además de estos riesgos conocidos, existe una gran cantidad de riesgos desconocidos que plantea la explotación minera de los fondos marinos. También se desconoce en gran medida el impacto de las perturbaciones de los fondos marinos en el funcionamiento general de los océanos y en los ciclos de nutrientes y carbono,

con posibles repercusiones en la regulación del clima, la pesca y el bienestar humano. La extensión y distribución de la biodiversidad de los fondos marinos es poco conocida, sus efectos son difíciles de vigilar y su mitigación muy complicada, tal vez imposible.

Aún no está claro cómo se regularía la explotación minera de los fondos marinos ni cómo se aplicarían las normas y directrices. También hay cuestiones sin resolver sobre el reparto de beneficios entre todos los Estados de cualquier explotación minera de los fondos marinos. Sólo un puñado de empresas occidentales y unos pocos Estados participan en el desarrollo de esta industria incipiente.

Organizaciones de la sociedad civil, gobiernos, el Parlamento Europeo, organizaciones pesqueras y más de 650 científicos, así como un número cada vez mayor de empresas como BMW Group, Volvo Group, Renault, Google y Samsung SDI, piden una **suspensión de la minería de aguas profundas** a menos que se disponga de certidumbre científica y buenas normas medioambientales, así como garantías de que se evitarán daños significativos al medio marino; se haya asegurado una licencia social; se aborden las cuestiones de gobernanza; y se hayan realizado inversiones adecuadas para identificar alternativas a la apertura de una nueva y vasta frontera extractiva en uno de los últimos espacios naturales de nuestro planeta.⁶⁸

Sumándose a esta resistencia, UNEP FI aconseja que “no hay forma previsible de que la minería de los fondos marinos pueda considerarse coherente con los Principios de Financiación de la Economía Azul Sostenible” y recomienda a las instituciones financieras que no inviertan en tales actividades.⁶⁹ Del mismo modo, WWF cree que la minería de los fondos marinos podría tener consecuencias desastrosas y, por lo tanto, no debería permitirse; las compensaciones relacionadas no deberían contemplarse en el contexto de la enorme incertidumbre sobre los impactos de la minería de los fondos marinos (si el impacto no puede cuantificarse adecuadamente, entonces no puede compensarse con seguridad).



Un obrero trabaja en una trituradora a base de diésel frente a un aerogenerador. Se trata de un proyecto eólico de 17,5 MW, compuesto por dieciocho parques eólicos en los estados indios de Tamil Nadu, Maharashtra, Rajasthan y Karnataka. Land Rover Nuestro Planeta

3. PRINCIPALES IMPACTOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA LOS DISTINTOS TIPOS

Reconociendo que todas las fuentes de energía, incluida la amplia gama de renovables, tendrán algún impacto en la naturaleza, es importante comprender los costos comparativos. Sólo entonces podrá el responsable de la toma de decisiones elegir el equilibrio energético más adecuado para cada lugar. Cada

situación será diferente, con muchos factores basados en las condiciones locales. Sin embargo, hay una serie de impactos clave que pueden asociarse a las distintas fuentes de energía, lo que proporciona una indicación de la aplicación más adecuada. La Figura 2 ofrece una visión general de esta comparación de impactos.

	IMPACTOS CLAVE	SOLAR FV Y CSP	EÓLICA TERRESTRE	EÓLICA MARINA	ENERGÍA HIDROELÉCTRICA	BIOENERGÍA	GEOTÉRMICA	NUCLEAR	PETRÓLEO Y GAS	CARBÓN
Impactos	Cambios en el uso del suelo y del mar	▼▼	▼	▼	▼▼▼	▼▼▼▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼▼
	Sobreexplotación de especies	▼	▼	▼	▼▼	▼▼▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼
	Especies invasoras y enfermedades	▼	▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼	▼▼▼	▼▼
	Contaminación	▼	▼	▼	▼▼	▼▼	▼▼▼	▼▼	▼▼▼	▼▼▼▼
	Cambio climático	▼	▼	▼	▼▼	▼▼	▼	▼▼	▼▼▼▼	▼▼▼▼
Potencial de mitigación	Resultados comparativos de ciclo de vida*-transformación natural de la tierra	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Resultados comparativos de ciclo de vida*-ecotoxicidad	●	●	●	●	●		●	●	●
	Potencial para abordar impactos a nivel de proyecto	▲▲	▲▲	▲▲	▲		▲▲	▲▲	▲	▲
	Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza	▲▲	▲▲	▲▲	▲		▲▲	▲▲	▲	

Notas: La energía solar incluye la fotovoltaica y la termosolar. La eólica incluye la terrestre y la marina. Categorías de impacto basadas en la clasificación de WWF del informe Planeta Vivo 2020. Categorías de impacto relativas '▼' bajo, '▼▼' medio, '▼▼▼' alto, '▼▼▼▼' muy alto. Escala relativa de los impactos a partir de los resultados de la evaluación del ciclo de vida: '▲' bajo, '▲▲' medio, '▲▲▲' alto, '▲▲▲▲' muy alta. El potencial de mitigación indicativo relativo se aplica únicamente a los impactos a nivel de proyecto, sobre la base de una amplia revisión bibliográfica. Escala: buen potencial, potencial medio, cierto potencial, potencial limitado o nulo.

Figura 2: Evaluación comparativa de los impactos de los principales tipos de energías renovables y el potencial para mitigarlos. **Fuente:** Hertwich et al. 2015; PNUMA 2016; Gibon et al. 2017; Luderer et al. 2019.

La figura también resume el potencial de mitigación *in situ* y de resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto. Los resultados se basan en análisis de ciclo de vida de diferentes tipos de energía. En las secciones específicas de cada sector se ofrecen más detalles sobre los impactos y las oportunidades de mitigación.

Las secciones que se presentan a continuación ofrecen una síntesis del estado actual de los conocimientos (y las brechas) sobre los impactos en la biodiversidad y la mitigación eficaz asociada a los distintos tipos de energía y sus infraestructuras asociadas.

3.1 TECNOLOGÍAS DE ENERGÍAS RENOVABLES



SOLAR – FOTOVOLTAICA (FV)

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats, efectos barrera.

Biodiversidad más amenazada:

ecosistemas áridos.

Potencial de hacer frente a los impactos del proyecto:

alto – se pueden evitar mediante la selección del lugar y el micro emplazamiento de paneles en tierras ya transformadas. Restauración y mejora de la vegetación. Planificación cuidadosa de las infraestructuras asociadas, como líneas eléctricas y carreteras.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

alto - a menudo oportunidades para llevar a cabo la mejora del hábitat *in situ* si se ubican en terrenos previamente modificados (con evaluación de la idoneidad de dichos terrenos para esta conversión a largo plazo).

Brechas de información importante:

importancia de los impactos sobre grupos de especies, en particular murciélagos e insectos.

Recursos para obtener más información:

PNUMA 2016; Bennun et al. 2021.

Resumen:

el desarrollo de energía solar fotovoltaica a gran escala suele requerir grandes extensiones de terreno, lo que puede provocar una pérdida significativa de hábitats si no se planifica correctamente. Otros impactos incluyen los efectos barrera y los impactos acumulativos sobre la población. La ubicación en terrenos previamente degradados o en edificios puede evitar la mayoría de los impactos sobre la biodiversidad. A menudo existen oportunidades de restauración y mejora alrededor de las instalaciones solares, lo que ofrece la posibilidad de lograr resultados positivos para la biodiversidad, especialmente en terrenos previamente alterados. Se sabe poco sobre los posibles impactos de la energía solar fotovoltaica en aves, murciélagos y otros grupos de especies (PNUMA 2016; Bennun et al. 2021).

Los impactos potenciales de la energía solar fotovoltaica flotante siguen sin estudiarse en gran medida y es probable que dependan mucho del contexto. Los impactos potenciales incluyen la alteración del hábitat debido a los efectos de sombra de los paneles, y la agrupación (con posibles enredos, aunque los riesgos parecen muy bajos y no se han estudiado). Los valores de biodiversidad que pueden verse más amenazados son los ecosistemas costeros y de agua dulce, incluidos los arrecifes de coral y las praderas marinas. Estos riesgos pueden evitarse colocando los paneles lejos de zonas especialmente sensibles y en masas de agua artificiales, como embalses hidroeléctricos. La mitigación *in situ*, así como las oportunidades de mejorar la biodiversidad, por ejemplo, mediante la creación de sustratos artificiales debajo de los paneles, requieren más estudios (Hooper et al. 2021). Aunque los impactos directos sobre las masas de agua no deben descartarse y requieren una atención continua, por ejemplo, a través de los procesos estándar de revisión ambiental, los impactos indirectos sobre las descargas de caudal (en particular de las plantas fotovoltaicas híbridas hidroflotantes) pueden ser aún más importantes.



SOLAR - ENERGÍA SOLAR CONCENTRADA (CSP)

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats y cambios hidrológicos debidos al uso del agua.

Biodiversidad más amenazada:

ecosistemas áridos y aves.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

medio – se pueden evitar mediante la selección del lugar.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

medio - a veces hay oportunidades para mejorar el hábitat *in situ* si se ubican en terrenos previamente modificados.

Brechas de información importante:

gravedad de los impactos sobre aves e insectos debido al riesgo de colisión con infraestructuras y chamuscado.

Recursos para obtener más información:

PNUMA 2016; Bennun et al. 2021.

Resumen:

como en el caso de la energía fotovoltaica, la mayoría de los impactos de la energía solar concentrada pueden evitarse situándola en terrenos previamente degradados y alejados de zonas sensibles. Esto también presenta oportunidades para lograr resultados positivos para la naturaleza mediante la rehabilitación *in situ* del hábitat de las zonas degradadas, aunque estas oportunidades están restringidas en la mayoría de los casos debido al espacio limitado entre infraestructuras. Los valores de biodiversidad más amenazados son los ecosistemas áridos y las aves. Un impacto potencialmente significativo, sobre todo en las regiones áridas, son los cambios en la hidrología local debido al gran volumen de agua que se necesita para refrigerar y lavar los espejos. Las mejoras tecnológicas, como las tecnologías de lavado en seco, pueden ayudar a minimizar este impacto. Existen pruebas de mortalidad de aves por volar en la trayectoria de la energía luminosa concentrada, aunque se necesita más investigación para comprender la magnitud de este impacto en las poblaciones de aves. Si se colocan en tierras degradadas, suele haber oportunidades de mejora del hábitat (PNUMA 2016; Bennun et al. 2021).



Nueva turbina eólica en Westmill. © Ashden / Ashden

EÓLICA TERRESTRE

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats, efectos barrera, colisiones con turbinas e impactos acumulativos sobre aves y murciélagos.

Biodiversidad más amenazada:

aves, especialmente rapaces y migratorias, murciélagos.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

medio – se pueden evitar mediante la selección del emplazamiento, aunque a menudo limitada a zonas de alto potencial eólico que coinciden con áreas de distribución de especies sensibles. Microemplazamiento de las turbinas. Medidas para reducir el riesgo de colisión de las turbinas, como disuasores acústicos, aumento de la visibilidad de las palas⁷⁰ y reducción de la velocidad (uso de datos de radar o cámaras de vídeo digitales para detectar especies en peligro, y detención temporal o control de la velocidad de rotación de la turbina eólica)⁷¹. Las zonas con una elevada captación y almacenamiento natural de carbono pueden evitarse gracias a la ubicación.

Potencial para lograr resultados

positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

medio⁷² – a menudo hay oportunidades para emprender mejoras del hábitat *in situ* si se ubican en tierras degradadas. Los impactos sobre las aves y los murciélagos son más difíciles de abordar.

Brechas de información importante:

magnitud de los impactos y eficacia de las medidas de mitigación.

Recursos para obtener más información:

PNUMA 2016; Bennun et al. 2021

Resumen:

uno de los principales riesgos para la biodiversidad asociados a la energía eólica es la mortalidad de aves y murciélagos por colisión con las palas de las turbinas, lo que puede provocar elevadas tasas de mortalidad en una amplia gama de grupos de especies vulnerables, como buitres, rapaces, avutardas y muchas especies migratorias. Estos riesgos son difíciles de evitar por completo, ya que la ubicación de las turbinas está estrechamente vinculada al potencial de energía eólica. Sin embargo, los riesgos pueden reducirse situando las turbinas lejos de zonas importantes para las aves y de rutas migratorias. Las estrategias de mitigación *in situ* incluyen el aumento de la visibilidad de las palas de las turbinas, elementos acústicos disuasorios y procedimientos para apagar determinadas turbinas cuando haya aves vulnerables en la zona. En el caso de los murciélagos, detener el funcionamiento de las palas de las turbinas cuando la velocidad del viento es baja puede reducir el riesgo de colisión con un costo mínimo para la generación de energía (PNUMA 2016; Bennun et al. 2021).

Una gran concentración de parques eólicos o solares en combinación con otros desarrollos puede crear barreras para el movimiento de las especies y potencialmente causar impactos acumulativos significativos en las poblaciones de especies. Estos riesgos solo pueden abordarse mediante una planificación espacial rigurosa a escala y el desarrollo de una planificación estratégica a nivel de paisaje que tenga en cuenta la biodiversidad. El seguimiento continuo y el intercambio de datos son fundamentales para comprender mejor la magnitud de los impactos y la eficacia de las medidas paliativas. Existen oportunidades de mejora del hábitat *in situ* si se ubican en tierras degradadas (PNUMA 2016; Bennun et al. 2021). Es importante alejar el desarrollo de las zonas con alta captación y almacenamiento natural de carbono.



AUna grúa levanta lentamente una pala del rotor para instalarla en el aerogenerador del primer parque eólico marino comercial de Norteamérica, el parque eólico de Block Island, frente a la costa de Rhode Island, Estados Unidos. Joan Sullivan / Climate Visuals

EÓLICA MARINA

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats, aumento de las infraestructuras físicas en el medio marino, aumento del tráfico marítimo, ruido marino de la construcción y el mantenimiento, efectos barrera, colisiones con las turbinas, impactos perturbadores sobre las especies marinas durante la construcción y el mantenimiento, impactos acumulativos sobre las poblaciones de aves y murciélagos.

Biodiversidad más amenazada:

hábitats y especies bentónicas sensibles y aves sensibles del ecosistema costero, en particular aves marinas y migratorias, murciélagos y mamíferos marinos.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

medio – se pueden evitar mediante la selección del lugar, por ejemplo, evitando zonas de gran valor para la biodiversidad como arrecifes de coral y marismas, zonas protegidas, zonas clave para la biodiversidad, corredores de migración de aves, tortugas marinas y mamíferos marinos, zonas de desove y cría de peces y zonas con una elevada captación y almacenamiento natural de carbono. Medidas para reducir el riesgo de colisión de las turbinas, incluida la parada temporal durante los episodios de migración, la reducción de la iluminación, los elementos acústicos disuasorios y el aumento de la visibilidad de las palas. Las medidas para minimizar el impacto de las perturbaciones acústicas incluyen procedimientos de pilotaje de arranque suave, pausas en la actividad de pilotaje, dispositivos de disuasión acústica y creación de barreras acústicas como cortinas de burbujas. La energía eólica flotante genera menos ruido durante la fase de construcción que las turbinas fijadas en el fondo. Las estructuras flotantes aumentan el riesgo de enredo y también provocan agregaciones de poblaciones de peces.

Brechas de información importante:

magnitud del impacto (sobre todo en las aves migratorias), eficacia de las medidas paliativas y riesgo de especies exóticas invasoras.

Potencial para lograr resultados

positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

medio – potencial para crear un efecto de arrecife artificial en los elementos de fondo, aunque debe evitarse la afluencia de especies invasoras. Posibilidad de reducir la presión global sobre determinados ecosistemas marinos, ya que pueden permitir que determinadas especies se recuperen o reproduzcan en zonas de menor perturbación física, por ejemplo, a causa de la pesca restringida.

Los impactos operativos y sobre los hábitats del fondo marino pueden minimizarse mediante una cuidadosa selección del lugar y como parte de un proceso de planificación espacial marina basado en el ecosistema. Los impactos relacionados con la construcción pueden minimizarse aplicando estrictos protocolos de construcción para reducir el ruido y disuadir temporalmente a las especies sensibles. El riesgo adicional de accidentes marítimos y la consiguiente contaminación pueden mitigarse mediante la ubicación, la vigilancia y los remolcadores de emergencia, las restricciones de velocidad y la optimización de las rutas de navegación. El seguimiento continuo y el intercambio de datos son fundamentales para comprender mejor la magnitud de los impactos y la eficacia de las medidas paliativas.

Resumen:

similar a los impactos de la energía eólica terrestre y su mitigación. Además, la construcción de parques eólicos marinos puede afectar a especies vulnerables al ruido, como los mamíferos marinos, las tortugas marinas y algunas especies de peces, en particular durante la construcción (por ejemplo, el hincado de pilotes para la energía eólica fijada en el fondo). Los mamíferos y las tortugas marinas también corren el riesgo de colisión con los buques de construcción. La huella física de las infraestructuras a escala industrial destruirá los hábitats bentónicos.

Recursos para obtener más información:

PNUMA 2016; Bennun et al. 2021; WWF 2021.



La sedimentación amenaza la energía hidroeléctrica, importante fuente de electricidad en Kenia. © Flore de Preneuf / Banco Mundial

HIDROELÉCTRICA

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida y degradación de hábitats acuáticos, ribereños y terrestres, cambios en los regímenes de flujo, incluidos el agua, los sedimentos y las especies acuáticas, pérdida de conectividad, bloqueo del movimiento de especies acuáticas río arriba y río abajo, arrastre de peces, impactos asociados a las infraestructuras lineales e impactos indirectos asociados a la inmigración de personas a zonas de hábitats naturales.

Biodiversidad más amenazada:

hábitats de agua dulce, peces y otras especies acuáticas, en particular especies migratorias y de área de distribución restringida. Hábitats naturales inundados por el embalse de la presa. Hábitats aguas abajo afectados por los cambios en los flujos de agua y sedimentos, incluidos los ecosistemas costeros, como los deltas, que dependen de la afluencia de sedimentos.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

bajo – la ubicación de la infraestructura está vinculada al potencial energético, lo que limita las oportunidades de evitar impactos significativos. Es fundamental evitar los corredores fluviales de gran importancia para la biodiversidad y explorar opciones energéticas alternativas no hidroeléctricas. El mantenimiento de los caudales ambientales y la construcción de pasos para peces sólo pueden atenuar algunos de los impactos en algunos casos.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

bajo - potencial de restauración limitado. Las compensaciones no suelen ser viables debido a la singular biodiversidad afectada. Los impactos indirectos son difíciles de controlar.

Brechas de información importante:

mejor comprensión de la gestión de los regímenes de caudales ambientales. Impacto de la alteración del flujo de sedimentos en cuencas enteras.

Resumen:

Los valores de biodiversidad más amenazados por la energía hidroeléctrica son los hábitats de agua dulce y las especies acuáticas, en particular las especies migratorias y de área de distribución restringida. Los principales impactos de la energía hidroeléctrica sobre la biodiversidad son la pérdida de hábitats debido a la inundación del embalse y la pérdida de conectividad y de ecosistemas río abajo debido a los cambios en el régimen de caudales (véase también el Cuadro 2). La alteración del flujo de sedimentos puede tener impactos masivos en el lecho del río hasta llegar a deltas que se encogen y hunden. Estos impactos son difíciles de mitigar, ya que la ubicación de la presa hidroeléctrica está vinculada al potencial energético del río⁷³. El mantenimiento de los caudales ambientales y la construcción de pasos para peces pueden mitigar algunos de los impactos. Sin embargo, hay que reconocer que no siempre mantendrán la conectividad. Es necesario un seguimiento continuo para comprender mejor los regímenes de caudales ambientales y aguas abajo (por ejemplo, en relación con los picos hidroeléctricos). Las presas hidroeléctricas suelen construirse en zonas remotas, por lo que las nuevas carreteras de acceso pueden aumentar las actividades humanas en la zona, lo que provoca impactos indirectos como la pérdida de hábitats y la explotación de especies. También puede haber una importante dimensión social negativa relacionada con la energía hidroeléctrica, incluido el desplazamiento de personas y la pérdida de servicios críticos para las comunidades dependientes, como el agua dulce y la pesca.

A pesar de estas preocupaciones, algunas partes interesadas insisten en que existen herramientas/opciones para utilizar la energía hidroeléctrica de forma positiva para la naturaleza⁷⁴. Algunas herramientas de sostenibilidad de la energía hidroeléctrica reconocidas internacionalmente están diseñadas para orientar a la industria en la consecución de buenas prácticas en el desarrollo de la energía hidroeléctrica con respecto a la conservación de la biodiversidad.⁷⁵

Recursos para obtener más información:

TBC 2016; PNUMA 2016; IFC 2018.



BIOENERGÍA

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats, degradación, fragmentación, liberación de CO₂ atrapado debido al cambio de uso del suelo, impactos sobre los hábitats de agua dulce asociados a la erosión y la escorrentía agrícola, e impactos indirectos asociados a la migración interna de personas a zonas de hábitats naturales.

Biodiversidad más amenazada:

hábitat natural y especies asociadas.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

muy bajo – Los cultivos para bioenergía requieren grandes extensiones de tierra. Las medidas para minimizar los impactos incluyen la preservación de la vegetación del sotobosque, la conservación de zonas de hábitat natural como manchas forestales y hábitats ribereños dentro de las plantaciones, y el mantenimiento o la restauración de corredores de vida silvestre a través de las plantaciones. Hay que tener en cuenta que los impactos asociados a las materias primas para algunos nuevos tipos de bioenergía, como los residuos alimentarios y las microalgas, siguen siendo inciertos. Estos tipos de bioenergía representan una pequeña proporción de la producción bioenergética actual.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

muy bajo – potencial de restauración limitado para las tierras utilizadas para cultivos bioenergéticos. Las compensaciones no suelen ser viables debido a la gran cantidad de terreno afectado. Evitar los posibles daños a la naturaleza utilizando residuos alimentarios como materia prima puede ser beneficioso.

Recursos para obtener más información:

Immerzeel et al. 2014; Wu et al. 2018; Jeswani et al. 2020.

Brechas de información importante:

en general, se conocen bien los cultivos alimentarios y energéticos. Impactos menos claros para formas avanzadas de bioenergía como los biocombustibles de algas.

Resumen:

la bioenergía procedente de cultivos requiere mucha tierra, lo que puede provocar una pérdida, degradación y fragmentación significativas de los hábitats (Immerzeel et al. 2014; Wu et al. 2018). Siempre que sea posible, los cultivos bioenergéticos deben plantarse en tierras agrícolas establecidas en lugar de en hábitats naturales convertidos. Las medidas para minimizar los impactos incluyen la preservación de la vegetación del sotobosque y la conservación de áreas de hábitat natural, como parches forestales y hábitats ribereños dentro de las plantaciones, el mantenimiento o la restauración de corredores de vida silvestre a través de las plantaciones, y esfuerzos holísticos para reducir y gestionar los conflictos con la vida silvestre. La erosión y la escorrentía agrícola pueden provocar impactos en el agua dulce y afectar a los ecosistemas costeros aguas abajo. La mitigación debe centrarse en evitarlos mediante la planificación del uso del suelo, incluido el uso de tierras agrícolas marginales, degradadas o abandonadas, así como medidas políticas y reguladoras que promuevan un sector bioenergético más sostenible que tenga en cuenta los valores de la biodiversidad. Las compensaciones a menudo no son viables debido a la gran cantidad de tierra afectada. Los biocombustibles pueden proporcionar soluciones energéticas de bajo costo a nivel local, pero la baja densidad energética de la biomasa conlleva una huella inevitablemente grande cuando se despliega a escala.⁷⁶ Esto significa que cualquier beneficio de mitigación climática de la bioenergía corre el riesgo de verse superado por el carbono liberado debido a la conversión del hábitat, y que conlleva grandes riesgos climáticos.⁷⁷

Sin embargo, hay experiencias de tipos de bioenergía que no utilizan cultivos como materia prima que demuestran que puede ser posible gestionar los riesgos para la sostenibilidad y la biodiversidad asociados a los proyectos de bioenergía.⁷⁸ Hay una serie de herramientas a disposición de los países que ya han invertido en bioenergía para ayudar a gestionar los impactos y que pueden permitir un enfoque más sostenible de la biomasa.⁷⁹



Complejo geotérmico y central eléctrica de Olkaria, la primera central geotérmica de África. © IRENA

GEOTÉRMICA

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida y degradación de hábitats, cambios en los regímenes hídricos y en la calidad del agua

Biodiversidad más amenazada:

hábitat natural y especies asociadas

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

medio - La ubicación de las infraestructuras está ligada al potencial energético. Los recursos geotérmicos suelen estar situados en zonas de gran importancia para la biodiversidad. La reinyección de las aguas residuales geotérmicas en el yacimiento puede reducir en gran medida los impactos eco toxicológicos. A menudo hay oportunidades de restauración.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

medio - los impactos en los regímenes hídricos son más difíciles de abordar.

Brechas de información importante:

impactos hidrológicos sobre el agua dulce y otra biodiversidad dependiente

Resumen:

aunque la energía geotérmica tiene una huella relativamente pequeña, ésta está ligada a los lugares donde existe potencial, a menudo en zonas de gran importancia para la conservación de la biodiversidad. Si no se planifica con cuidado, la geotermia puede tener impactos significativos en los regímenes hídricos locales y aguas abajo (Bayer et al. 2013; PNUMA 2016; Gasparatos et al. 2017; Lammerant et al. 2020). La adopción de tecnologías geotérmicas de bajo impacto ecológico, como la minimización de las aberturas, la reinyección de aguas residuales térmicas y la perforación direccional, son prácticas habituales para minimizar los impactos. Redirigir las emisiones durante las pruebas de los pozos para evitar el rociado de salmuera y la defoliación resultó útil para proyectos en bosques (Mutia 2010). La posibilidad de reinyectar las aguas residuales geotérmicas en el yacimiento reduce en gran medida los impactos eco toxicológicos. Sin embargo, los impactos sobre los regímenes hídricos son más difíciles de abordar. A menudo existen oportunidades de restauración en torno a los desarrollos de energía geotérmica. Los impactos hidrológicos asociados a la energía geotérmica son poco conocidos.

Recursos para obtener más información:

Bayer et al. 2013; PNUMA 2016; Gasparatos et al. 2017; Lammerant et al. 2020; Mutia. 2010.



Central nuclear en el río Ródano, Francia © Michel Gunther / WWF

NUCLEAR

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida, degradación y fragmentación de hábitats asociados a la extracción de uranio, e impactos indirectos asociados a la inmigración de personas a zonas de hábitats naturales.

Biodiversidad más amenazada:

hábitat natural y especies asociadas.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

medio – se pueden evitar mediante la selección del lugar (para la central eléctrica). En el caso de la minería de uranio, la mitigación se centra en la restauración tras el desmantelamiento. Los impactos indirectos en los alrededores de la mina pueden ser difíciles de controlar.

Potencial de obtener resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

medio - posibilidades de restauración in situ y compensaciones para hacer frente a los impactos de la mina.

Brechas de información importante: importancia y mitigación de los impactos indirectos

Recursos para obtener más información:

OCDE 1999; Environmental Law Alliance Worldwide 2010; CSBI & TBC 2015; Sovacool 2012.

Resumen: los principales impactos de la energía nuclear sobre la biodiversidad están asociados a la extracción de uranio. Entre ellos se incluyen la pérdida, degradación y fragmentación del hábitat, así como los impactos sobre las especies asociadas (OCDE 1999; Environmental Law Alliance Worldwide 2010; CSBI & TBC 2015). Las elevadas temperaturas de la superficie del mar provocadas por los efluentes de la refrigeración del agua pueden afectar a los entornos costeros. Evitar las zonas sensibles durante la extracción de uranio es una medida de mitigación clave, aunque puede ser difícil de aplicar en la práctica. Las medidas de mitigación se centrarán probablemente en la restauración tras el desmantelamiento de las minas de uranio. También son importantes las medidas para reducir las emisiones, la contaminación y la gestión de los residuos. Los impactos indirectos en los alrededores de la mina pueden ser difíciles de controlar y las opciones de mitigación son poco conocidas.

Otros impactos de la energía nuclear pueden ser el vertido de aguas residuales calientes de los sistemas de refrigeración en los hábitats acuáticos circundantes. Puede haber oportunidades de mejora del hábitat in situ alrededor de las centrales nucleares si se ubican en terrenos degradados. La energía nuclear también conlleva riesgos asociados al transporte, la gestión de residuos y el almacenamiento de residuos nucleares, lo que a su vez podría provocar importantes impactos ambientales.



Pingüino rescatado tras un vertido de petróleo siendo limpiado en la Fundación Nacional Sudafricana para la Conservación de las Aves Costeras. República de Sudáfrica. © Martin Harvey / WWF

COMBUSTIBLES FÓSILES

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida, degradación y fragmentación del hábitat asociadas a la extracción, a menudo de zonas de hábitat natural intacto. Impactos indirectos asociados a la inmigración de personas a las zonas afectadas, lo que conduce a la sobreexplotación. Efectos del cambio climático sobre las especies y los ecosistemas. Contaminación local. Elevado consumo de agua: implicaciones para las regiones áridas.

Biodiversidad más amenazada:

hábitat natural y especies asociadas vulnerables al cambio climático.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

bajo - La ubicación de las infraestructuras está ligada a los recursos. Los recursos de combustibles fósiles suelen estar situados en zonas de gran importancia para la biodiversidad. A menudo hay oportunidades de restauración in situ limitadas.

Potencial de obtener resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

bajo - Posibilidades de restauración in situ y compensaciones para hacer frente a los impactos. Impactos indirectos difíciles de abordar.

Resumen:

la extracción de combustibles fósiles suele tener lugar en zonas de gran biodiversidad e importancia desde el punto de vista de la conservación, lo que provoca una pérdida y degradación significativas del hábitat natural y afecta a las especies asociadas. La mitigación a nivel local se centra en minimizar los impactos y restaurar el hábitat tras la extracción. Se necesitan compensaciones para hacer frente a los impactos residuales. Las compensaciones son inherentemente inciertas y difíciles de aplicar. Los impactos indirectos derivados de la inmigración de personas a las zonas afectadas pueden provocar una mayor pérdida de hábitats debido a la conversión de bosques y otros hábitats naturales para la agricultura y el uso insostenible de los recursos naturales. La quema de combustibles fósiles es una de las principales causas del cambio climático, que a su vez afecta negativamente a muchas de las especies y ecosistemas amenazados del planeta.

Recursos para obtener más información:

CSBI Y TBC 2015; IPIECA 2020.

3.2 INFRAESTRUCTURAS ASOCIADAS



Torre de alta tensión en un bosque. © B-roll Shots / Shutterstock.com

LÍNEAS ELÉCTRICAS	
Principales impactos sobre la biodiversidad: fragmentación de hábitats, colisiones con tendidos eléctricos, electrocución en líneas de distribución, restricción de los movimientos de la fauna e impactos acumulativos a nivel poblacional sobre las aves.	Resumen: la electrocución debida a líneas eléctricas mal diseñadas sigue suponiendo un riesgo importante para muchas aves (PNUMA 2016; Bennun et al. 2021). La construcción de líneas de distribución seguras que incluyan aislamiento y una separación adecuada de los conductores puede hacer frente a esos riesgos cuando se integran en el diseño inicial. Las colisiones con las líneas de transmisión pueden reducirse mediante la instalación de desviadores del vuelo de las aves, diseños seguros para las aves y el soterramiento de las líneas eléctricas o su trazado para evitar zonas sensibles como los humedales (Bennun et al. 2021). Es necesario prestar atención a la conversión del hábitat causada por una nueva línea eléctrica o carretera de acceso, ya que los procesos naturales suelen verse alterados de forma permanente.
Biodiversidad más amenazada: aves y murciélagos; bosques y otros hábitats muy afectados por la fragmentación.	
Potencial para hacer frente a los impactos del proyecto: alto - Soterramiento de las líneas eléctricas, instalación de desviadores de vuelo de aves en las líneas eléctricas, diseño de líneas de distribución seguras para las aves, restauración del hábitat natural tras la construcción (para evitar la conversión permanente del hábitat).	
Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto: medio - la gestión eficaz del espacio bajo las líneas eléctricas aéreas puede proporcionar importantes servicios ecosistémicos a la biodiversidad local.⁸⁰ Pueden considerarse compensaciones que aborden el riesgo de colisión y electrocución de las líneas eléctricas no mitigadas en otras partes del paisaje.	Brechas de información importante: eficacia de las medidas de mitigación para las especies menos estudiadas con alto riesgo de colisión
	Recursos para obtener más información: PNUMA. 2016; Bennun et al. 2021.



Planta de producción de hidrógeno en Islandia. © Glenmore / Shutterstock.com

HIDRÓGENO

Principales impactos sobre la biodiversidad:

- **Hidrógeno gris y azul:** pérdida de hábitat, degradación y fragmentación asociadas a la extracción, a menudo de zonas de hábitat natural intacto. Impactos indirectos asociados a la inmigración de personas a zonas de hábitat natural. Efectos del cambio climático sobre las especies y los ecosistemas.
- **Hidrógeno verde:** pérdida de hábitats, impacto sobre las especies vulnerables al desarrollo eólico y solar (véanse los cuadros anteriores). Impactos sobre las especies de los ecosistemas de agua dulce en particular, ya que la producción de hidrógeno verde es intensiva en agua y tiene el potencial de afectar negativamente a los ecosistemas de agua dulce si no se aplican las salvaguardias adecuadas.

Biodiversidad más amenazada:

- Hidrógeno gris y azul: hábitat natural y especies asociadas vulnerables al cambio climático
- Hidrógeno verde: hábitat natural y especies asociadas

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

- **Hidrógeno gris y azul: bajo** - la ubicación de las infraestructuras está ligada a los recursos. Los recursos de combustibles fósiles suelen estar situados en zonas de gran importancia para la biodiversidad. A menudo existen posibilidades limitadas de restauración in situ.
- **Hidrógeno verde: medio** - se evita mediante la selección del emplazamiento. Como el hidrógeno verde requerirá una fuente de energía renovable, la capacidad de abordar los impactos del proyecto está vinculada a la energía eólica/solar subyacente que alimentará la producción de hidrógeno. Por lo tanto, el comentario anterior sobre las mejores prácticas para la energía eólica/solar se aplicará también al hidrógeno verde. Entre los impactos adicionales del hidrógeno verde se incluye el uso de agua necesario, por lo que será fundamental evitar las zonas con escasez de agua a la hora de seleccionar el emplazamiento.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

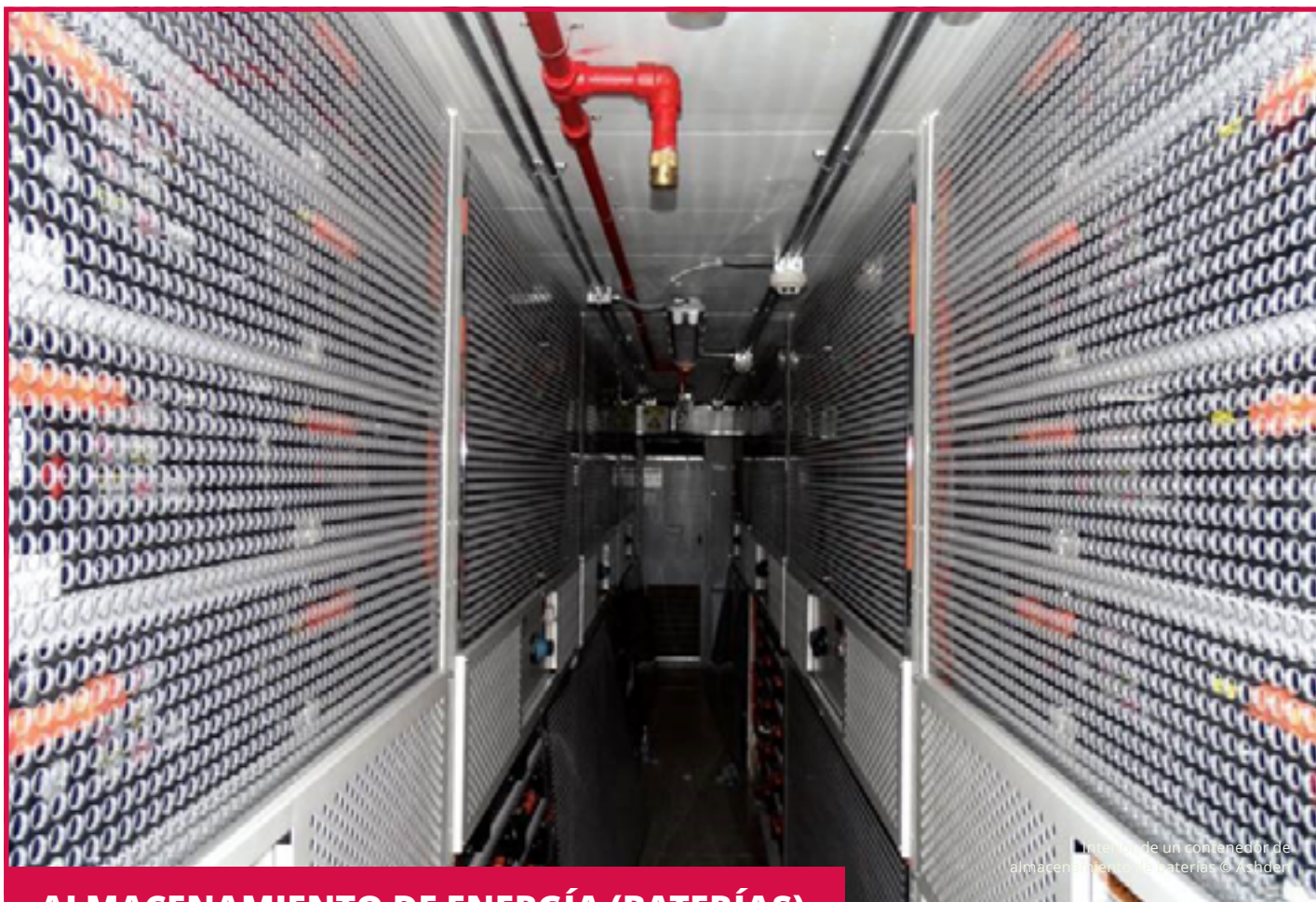
- **Hidrógeno gris y azul: bajo** - oportunidades de restauración in situ y compensaciones para abordar los impactos en el emplazamiento. Impactos indirectos difíciles de abordar.
- **Hidrógeno verde: medio** - al igual que en el caso anterior, estará vinculado a los recursos renovables subyacentes y al uso del agua; a menudo habrá oportunidades de mejorar el hábitat in situ si se ubica en terrenos previamente modificados o degradados. Posibilidades de seleccionar emplazamientos con abundante agua.

Resumen:

los principales impactos del hidrógeno sobre la biodiversidad dependen de su método de producción. Dado que el hidrógeno gris y el azul se basan en la extracción de combustibles fósiles, que a menudo se produce en zonas de alta biodiversidad intacta y de gran importancia para la conservación, son propensos a provocar una pérdida y degradación significativas del hábitat natural y a afectar a las especies asociadas. El hidrógeno verde, producido con energías renovables, tiene el potencial de tener un menor impacto en la biodiversidad con una selección adecuada del emplazamiento de la energía eólica y solar.

Recursos para obtener más información:

AIE, The Future of Hydrogen (2019) y Global Hydrogen Review (2021), Ptx. Sustainability Dimensions and Concerns, Atmospheric Implications of increased Hydrogen use (2022).



ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA (BATERÍAS)

Principales impactos sobre la biodiversidad:

pérdida de hábitats, degradación, fragmentación e impactos sobre las especies asociadas; impactos asociados a las infraestructuras lineales e impactos indirectos asociados a la inmigración de personas a las zonas afectadas, lo que conduce a la sobreexplotación.

Biodiversidad más amenazada:

hábitat natural y especies asociadas.

Potencial para abordar los impactos del proyecto:

varía en función del tipo de recurso - potencial para reducir la necesidad de extracción de recursos y los impactos asociados mediante el reciclaje y la reutilización de componentes.

Potencial para lograr resultados positivos para la naturaleza a nivel de proyecto:

varía.

Recursos para obtener más información:

Dominish et al. 2019; Sonter et al. 2020a.; SINTEF, 2022.

Resumen:

con el aumento de las tecnologías de energías renovables variables aumenta la necesidad de baterías para almacenar la energía. Esto llevará a un aumento de la minería de metales y minerales utilizados para producir baterías, como el cobalto, el níquel, las tierras raras y el litio. Los impactos de la minería pueden variar, pero suelen incluir la pérdida y degradación del hábitat. La extracción de litio requiere mucha agua, sobre todo en los depósitos de salmuera. Los principales impactos sobre la biodiversidad asociados a la minería del litio son la contaminación del agua y los cambios hidrológicos debidos a la extracción de agua. Muchos de estos minerales también pueden encontrarse en las profundidades oceánicas. Sin embargo, poco se sabe sobre la biodiversidad y los ecosistemas de las profundidades marinas y, del mismo modo, sobre los impactos potenciales asociados a la minería de los fondos marinos.

Lagunas de información importante: impactos asociados a la explotación minera de los fondos marinos, comprensión de la futura reducción de la demanda e innovación; los responsables políticos se quedan rezagados a la hora de comprender lo que nos depara el futuro y utilizan información obsoleta como base para la toma de decisiones.



© thomas-richter-unsplash

I 4. LA IMPORTANCIA DE LA UBICACIÓN

PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA PARA LA EXPANSIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

El espacio que necesitan las tecnologías de energías renovables para permitir la transición a la energía neta cero pone de manifiesto la necesidad de una correcta ubicación. Por desgracia, los proyectos energéticos mal ubicados siguen fragmentando y destruyendo hábitats naturales. Más del 17% de los proyectos eólicos, solares e hidroeléctricos a gran escala (de más de 10 MW) en todo el mundo se desarrollan actualmente en importantes zonas de conservación.⁸¹ Se prevé que estos impactos aumenten: el 9% de los proyectos eólicos y el 7% de los solares están actualmente planificados para su desarrollo en Áreas Clave para la Biodiversidad (KBA, por sus siglas en inglés), zonas de importancia mundial para la biodiversidad. Muchos de estos proyectos, si no todos, podrían haberse ubicado en otros lugares si se hubiera planificado y tenido en cuenta su impacto en la naturaleza.⁸²

La integración de los valores naturales y sociales en la planificación energética es clave para desarrollar planes nacionales eficaces de reducción de emisiones que no comprometan los objetivos sociales y medioambientales. Mediante la síntesis de los conjuntos de datos sobre biodiversidad disponibles y ejercicios de planificación espacial (Cuadro 5 en la

página 32), pueden identificarse los lugares adecuados para la expansión de las energías renovables, lejos de las zonas de alta sensibilidad para la biodiversidad, como a lo largo de las rutas de migración de aves y mamíferos marinos⁸³. Lo ideal sería que las energías renovables se desarrollaran en terrenos baldíos, en otros terrenos degradados o en terrenos ya utilizados para otros fines, como el desarrollo urbano, pero los planes también deberían tener siempre en cuenta cómo evitar el desplazamiento de otras actividades económicas a zonas de hábitat natural intacto.⁸⁴ Los gobiernos deben trabajar con las partes interesadas para adoptar un enfoque holístico del desarrollo terrestre, marino y de agua dulce, tanto en el marco de sus procesos nacionales de planificación espacial de la energía como a través de la colaboración regional y mundial.

Sin embargo, en muchos lugares faltan datos adecuados sobre biodiversidad para una buena planificación estratégica. Este suele ser el caso, por ejemplo, de las rutas migratorias de las aves marinas, y la recopilación de datos para trazar dichas rutas migratorias puede llevar muchos años. Es urgente invertir en la cartografía de la sensibilidad de la naturaleza, que debería formar parte de la planificación espacial estratégica que los gobiernos desarrollan a escala nacional y regional. Además, los gobiernos deberían proporcionar datos detallados sobre el terreno a los promotores de proyectos para

que puedan elegir las ubicaciones con mayor potencial de prevención y mitigación. Los promotores que ganen las subastas para desarrollar proyectos podrían pagar por estos datos cuando se les conceda una licencia.

La ubicación también debe tener en cuenta la proximidad a los usuarios de la energía. Las soluciones energéticas locales, como las aplicaciones de generación de energía distribuida y las micro-redes, pueden proporcionar energía asequible y limpia, evitando al mismo tiempo impactos sobre la biodiversidad, como las colisiones de aves y murciélagos con las líneas eléctricas. Los polígonos industriales de energía renovable que combinan la industria pesada con la energía renovable en terrenos previamente modificados pueden maximizar la eficiencia energética y minimizar la necesidad de infraestructuras de red adicionales⁸⁵. Al planificar estos desarrollos lejos de los hábitats naturales, se pueden evitar riesgos significativos, al tiempo que se ofrecen oportunidades para llevar a cabo la restauración in situ y la mejora del hábitat, como la reintroducción de praderas de flores silvestres para los polinizadores.

Muchos países carecen actualmente de los recursos necesarios para desarrollar planes eficaces de expansión energética que tengan en cuenta adecuadamente la naturaleza. Los financiadores de las energías renovables pueden desempeñar un papel importante apoyando a los gobiernos en la ejecución de ejercicios integrales de planificación espacialmente explícitos, con la participación de la sociedad civil, así como denegando la financiación de proyectos de energías renovables con probables impactos adversos sobre la biodiversidad y promoviendo la inversión en proyectos positivos para la naturaleza. A su vez, la identificación previa de zonas adecuadas para el desarrollo de energías renovables puede ayudar a eliminar la incertidumbre, acelerar la concesión de permisos y proporcionar un marco normativo claro en el que puedan operar las empresas. A escala regional, los acuerdos para compartir la energía y el comercio transfronterizo pueden ayudar a impulsar el desarrollo energético a gran escala hacia zonas de máximo rendimiento y bajo impacto sobre la naturaleza⁸⁶. Entre los ejemplos se incluyen la Hoja de Ruta de la Energía de la Comisión Europea, que establece un objetivo de interconexión del 15% para 2030⁸⁷, y los esfuerzos para promover el

uso compartido de las energías renovables en África Occidental a través del Pool de Energía de África Occidental (**West Africa Power Pool**).

HERRAMIENTAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Existen varias herramientas de planificación de la conservación y la energía que ayudan a fundamentar las decisiones de desarrollo. Por ejemplo, BirdLife International ha desarrollado **AVISTEP: la herramienta de sensibilidad aviar para la planificación energética**. Esta herramienta cartográfica en línea de acceso gratuito ofrece una evaluación espacial detallada de la sensibilidad de las aves en relación con distintos tipos de infraestructuras energéticas: parques eólicos (en tierra y mar adentro), instalaciones solares fotovoltaicas y líneas eléctricas aéreas. Puede utilizarse en todo el proceso de desarrollo, tanto en apoyo de la planificación estratégica nacional y subnacional como para la selección y evaluación de emplazamientos. La versión actual abarca India, Nepal, Tailandia y Vietnam, pero la herramienta se está ampliando a todo el mundo. Además, el **Mapa de Sensibilidad de las Aves Planeadoras** de BirdLife proporciona información sobre la distribución de las especies de aves planeadoras en el Mediterráneo, Oriente Medio y el Norte de África, con el fin de facilitar la toma de decisiones sobre el emplazamiento de la energía eólica.

WWF alberga una serie de herramientas y conjuntos de datos sobre conservación y planificación. Entre ellas se incluyen bases de datos de ecosistemas **marinos, de agua dulce y terrestres** de todo el mundo, así como herramientas que comparan la distribución de las especies con las ecorregiones terrestres. WWF también ha desarrollado un conjunto de filtros de riesgo, que incluye el **Filtro de Riesgo para el Agua** y el **Filtro de Riesgo para La Biodiversidad**. Se trata de herramientas de selección a nivel de cartera diseñadas para ayudar a empresas e inversores a priorizar acciones que mejoren la resiliencia empresarial y contribuyan a un futuro sostenible. The Nature Conservancy (TNC) ha creado herramientas de planificación para apoyar una transición energética sostenible, como su **Herramienta Paris to Practice**, y la **Herramienta Energy Sprawl**, que visualiza las compensaciones mutuas entre energía, emisiones de carbono y uso del suelo basándose en las necesidades energéticas

mundiales previstas. La herramienta SiteRight de TNC para **EE. UU.** e **India** ayuda a identificar zonas adecuadas para el desarrollo eólico y solar en áreas de menor sensibilidad para la biodiversidad. El Banco Mundial ha creado la **herramienta de recalificación** Energy Sector Management Assistance Program, que ayuda a explorar e identificar zonas adecuadas para el desarrollo de la energía solar, eólica terrestre y marina basándose en consideraciones medioambientales y socioeconómicas. Para la planificación espacial de la energía hidroeléctrica a gran escala, la **herramienta Riverscope** de TMP Systems e International Rivers es una herramienta de evaluación exhaustiva que examina el impacto y la viabilidad de las presas. Otras herramientas para la energía hidroeléctrica son el **programa Future Dams**, la **herramienta Hydropower by Design** de TNC y la **Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool** (RSAT).

Las herramientas de planificación eficaces deben basarse en datos fiables. La Herramienta Integrada de Evaluación de la Biodiversidad (**IBAT**) alberga los datos sobre biodiversidad más fidedignos del mundo para fundamentar las decisiones sobre proyectos. IBAT pro-

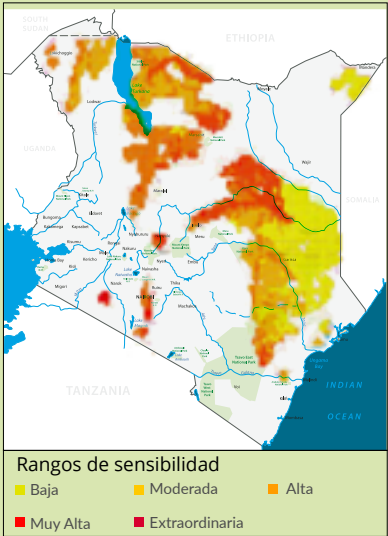
porciona a los suscriptores datos globales de la Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas, la Base de Datos Mundial de Áreas Clave para la Biodiversidad y la **Lista Roja de Especies Amenazadas** de la UICN. IBAT proporciona informes detallados sobre estas bases de datos, así como una rápida detección visual de biodiversidad crítica. La IBAT no incluye actualmente zonas de importancia para la conectividad de especies y ecosistemas (distintas de las zonas de agregación), que es especialmente importante evitar tanto para la energía solar como para la eólica, pero el PNUMA-WCMC está planeando una nueva base de datos sobre “zonas de conectividad” que colmaría esta brecha. Para la planificación de la energía en alta mar, el **Ocean Data Viewer** (Visor de Datos Oceanográficos) alberga una serie de conjuntos de datos mundiales sobre biodiversidad marina y servicios ecosistémicos, puestos a disposición por instituciones científicas internacionales y otras organizaciones para fundamentar la toma de decisiones. El Grupo de Trabajo sobre Áreas Protegidas para Mamíferos Marinos ha creado y alberga el **Atlas Electrónico de Áreas Importantes para los Mamíferos Marinos** y una base de datos para destacar las áreas prioritarias para la conservación de los mamíferos marinos.

CUADRO 5: EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) ESTRATÉGICA PARA APOYAR LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN KENIA

Las evaluaciones ambientales estratégicas (EAE) son una valiosa herramienta para tener en cuenta las sensibilidades ambientales en la planificación de las energías renovables, ayudando a evaluar los posibles impactos ambientales y sociales de las políticas, planes y programas. Recientemente, el Ministerio de Energía de Kenia ha llevado a cabo una EAE en la que han participado numerosas partes interesadas, entre ellas ONG conservacionistas, y que ha contado con financiación del Programa de Reforma y Transacciones Energéticas en África de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).



La colaboración con especialistas en especies permitió identificar y cartografiar los aspectos sensibles de la biodiversidad en relación con las posibles zonas de desarrollo eólico. Los resultados se utilizaron para identificar las zonas adecuadas para el desarrollo de la energía eólica lejos de las características sensibles de la biodiversidad, como las colonias de buitres y las rutas de migración de las aves. El mapa muestra cómo varía la sensibilidad de las especies a la biodiversidad en las zonas con recursos eólicos económicos. Las categorías reflejan la presencia de especies sensibles, basándose en mapas de áreas de distribución, observaciones y (en el caso de los buitres) movimientos de aves marcadas.



OPORTUNIDADES DE UBICACIÓN EN TERRENOS DE BAJO IMPACTO

La localización de energías renovables en zonas previamente degradadas contribuirá a evitar una mayor pérdida de hábitats y la consiguiente liberación de reservas de carbono⁸⁸. Estudios realizados por The Nature Conservancy y WWF muestran que el mundo puede obtener hasta 17 veces la cantidad de energía requerida por los objetivos globales de reducción de emisiones actuales sólo de tierras transformadas (véase el mapa a continuación).⁸⁹

La mayoría de los países, incluidos los diez principales emisores de gases de efecto invernadero, pueden

cumplir los objetivos del Acuerdo de París colocando infraestructuras de energías renovables en tierras previamente cultivadas o minadas, zonas industrializadas y dentro de zonas urbanizadas, como los tejados. Por ejemplo, para que el Reino Unido cumpla sus objetivos de energía neta cero, tendría que ampliar las granjas solares al 0,3% de su superficie total. Esto equivale a algo menos de la mitad del terreno que se utiliza actualmente para la agricultura, y aproximadamente a la mitad del espacio que ocupan actualmente los campos de golf.⁹⁰ Estos estudios demuestran que, mediante una planificación estratégica adecuada, los países pueden conseguir sistemas energéticos con bajas emisiones de carbono, bajo costo y bajo impacto en los recursos sociales y medioambientales.

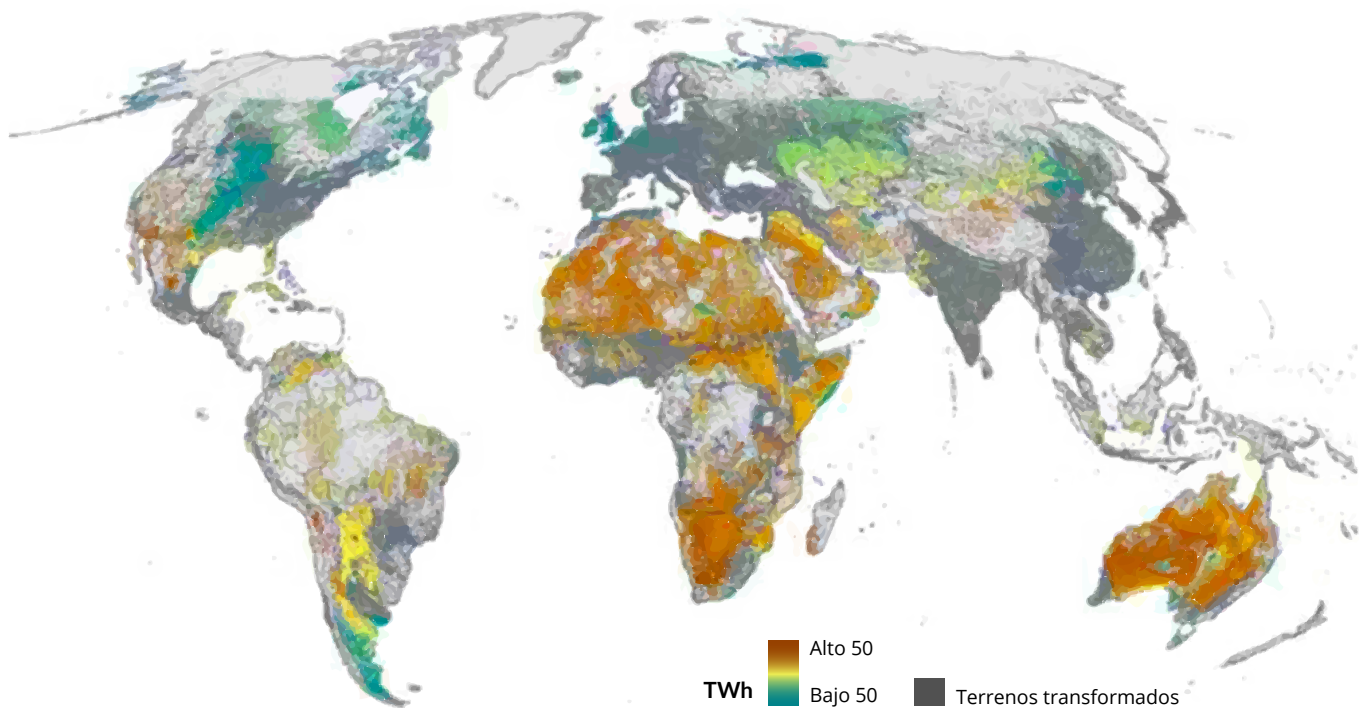


Figura 3: Mapa de terrenos reconvertidos superpuesto con el potencial técnico eólico y solar máximo.
Fuente: de Baruch-Mordo et al. 2019.

USO COMPARATIVO DEL USO DEL SUELO Y DE LA INTENSIDAD DE LAS EMISIONES

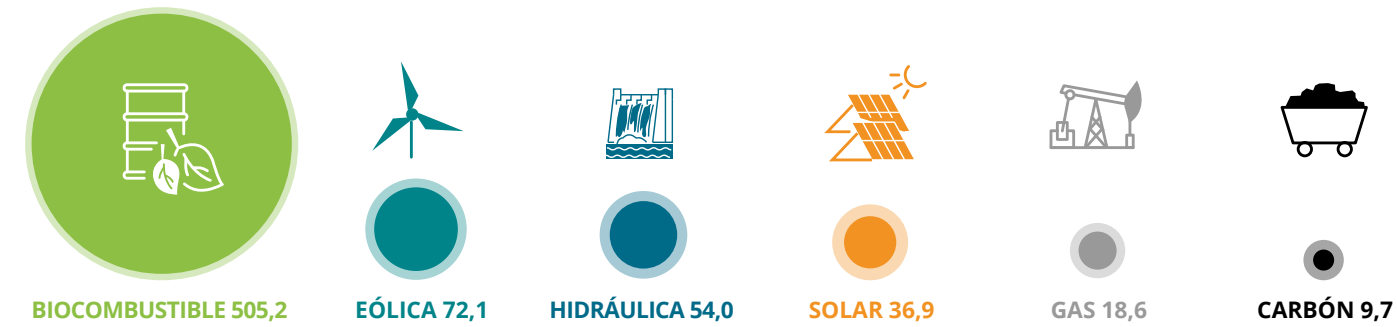
En comparación con los combustibles fósiles, a veces puede parecer que las energías renovables tienen una mayor intensidad de uso del suelo (km²/unidad de

energía). Esto depende de si las mediciones correspondientes tienen en cuenta el espacio entre sistemas. Por ejemplo, en la Figura 4, el espacio entre los paneles solares o entre los aerogeneradores se ha incluido en la estimación de la intensidad del uso de la tierra, lo que les da una huella mucho mayor. Sin embargo, el impacto real sobre este espacio dependerá de su uso tras la

instalación. Como se ha explicado anteriormente (página 14), para garantizar la menor huella de intensidad de uso de la tierra de la energía solar y eólica, estos sistemas deben ubicarse en terrenos ya transformados.

En cuanto a las emisiones de CO₂, las cifras muestran claramente que el impacto de los combustibles fósiles, como el gas y el carbón, es mucho mayor que el de las energías renovables.

Intensidad de uso del suelo (km²/TWh/año)



Emisiones de CO₂ (gCO₂eq/kWh)



Figura 4: Huellas de uso de la tierra para combustibles fósiles y fuentes de energía renovables, adaptado de Kiesecker y Naugle (2017)⁹¹.

UBICACIÓN EN TIERRAS EXPLOTADAS POR PUEBLOS INDÍGENAS

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (DNUDPI) establece que los pueblos indígenas tienen derecho a ser escuchados y a participar en la toma de decisiones, la planificación y la ejecución de proyectos que puedan afectar a sus derechos a la autodeterminación, a la participación, a sus derechos humanos y/o al uso legal, consuetudinario o tradicional de la tierra y los recursos naturales y/o a su cultura. El Consentimiento Libre, Previo e Infor-

mado (CLPI) por parte de los titulares de los derechos (o de la organización que éstos designen para representarlos) es un principio de las Naciones Unidas que debe respetarse en todos los casos en que se vean afectados pueblos indígenas. Un requisito importante del CLPI es que debe exigirse el consentimiento/ aprobación de los titulares de los derechos para poder conceder una licencia. Las aportaciones de las partes interesadas deben aplicarse y utilizarse a través de una estructura de gobernanza significativa, que debe incluir sistemas que reflejen sus opiniones, ayuden a facilitar las negociaciones y modifiquen la planificación según sea necesario.



I 5. CONSIDERAR LA NATURALEZA EN LA TRANSICIÓN A CERO

La transición hacia las energías renovables ofrece una oportunidad única para transformar radicalmente la forma en que obtenemos y utilizamos la energía y conseguir resultados neutros en carbono y positivos para la naturaleza (Figura 5). Para lograrlo, debemos tener en cuenta no sólo los costos de carbono de nuestro sistema energético, sino tam-

bién su impacto en la naturaleza a todos los niveles, desde la planificación y la aplicación a nivel de emplazamiento hasta la de sistemas. La jerarquía de mitigación para evitar, reducir, restaurar y compensar puede ayudar a enmarcar acciones que contribuyan a un cambio positivo para la naturaleza a lo largo de una trayectoria neta cero.

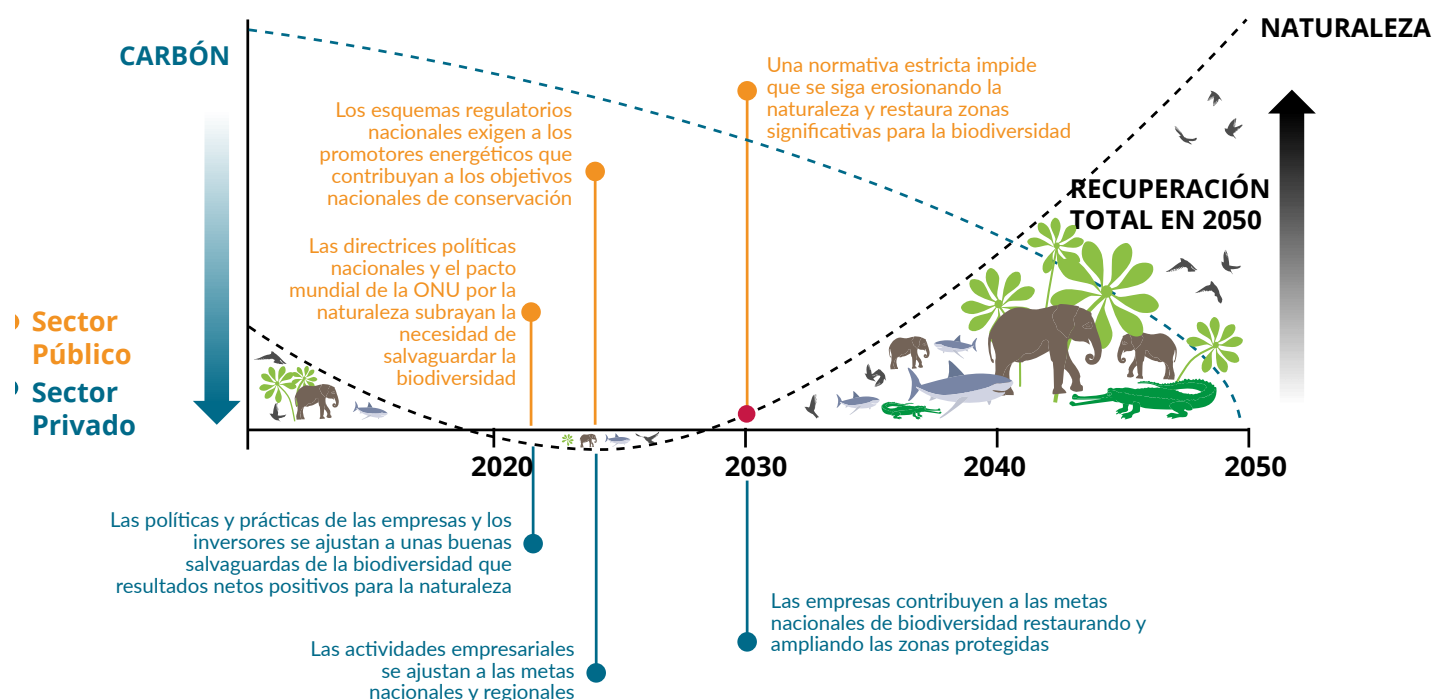


Figura 5: Hitos en la transición de Naturaleza Positiva a Cero Neto.

Fuente: Nature Positive, 2022⁹².

Aunque tradicionalmente se aplica a nivel de emplazamiento, puede orientar el cambio político nacional y regional e impulsar cambios sistémicos significativos en la forma en que obtenemos y utilizamos la energía, y los minerales necesarios para la transición energética (Figura 6)⁹³. Existen oportunidades de mitigación para cada uno de estos elementos, basadas en categorías clave de acciones⁹⁴:

- Transformar los sistemas subyacentes, a múltiples niveles, para hacer frente a los factores causantes de la pérdida de naturaleza;

- Evitar y reducir las futuras presiones causantes de la pérdida de naturaleza; y
- Restaurar y regenerar las pérdidas pasadas para que la naturaleza pueda recuperar su extensión e integridad.
- Para lograr con eficacia una transición energética positiva para la naturaleza, hay factores clave que deben integrarse en los elementos de la transición a distintos niveles, incluidos el cambio de los sistemas, la política y la regulación, y la aplicación práctica, tal y como se expone en la Figura 6.

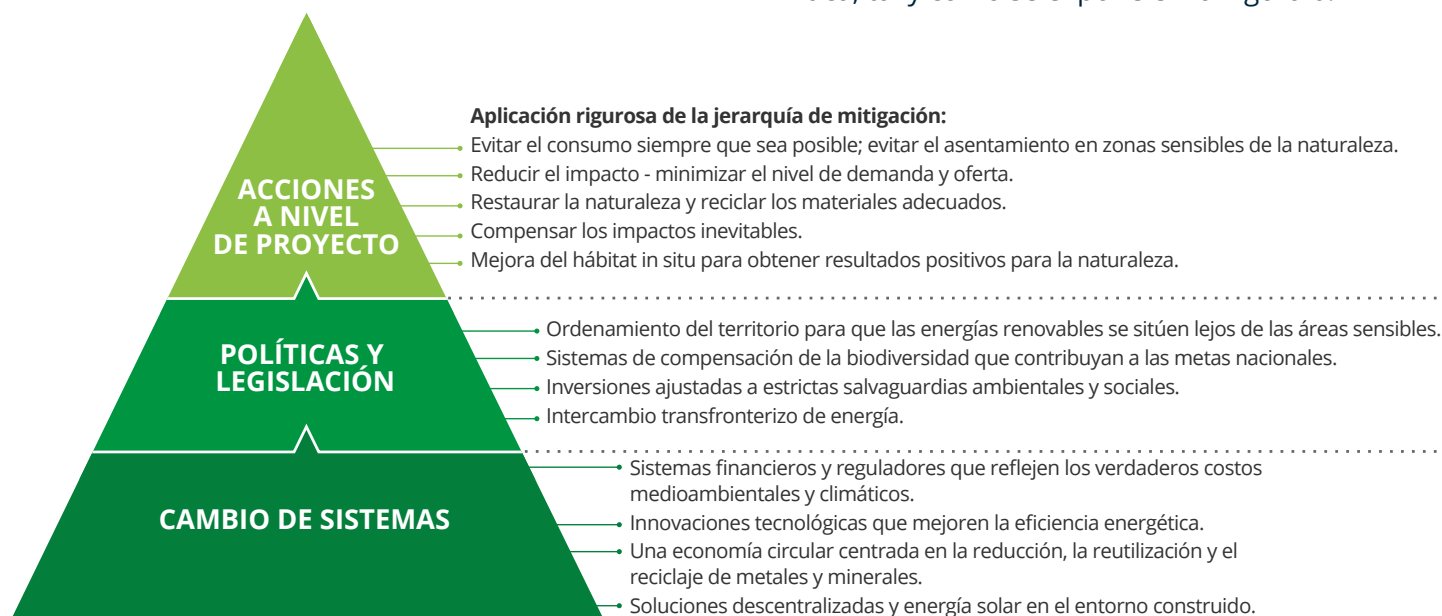


Figura 6: Factores clave para una transición energética positiva para la naturaleza.

CAMBIO DE SISTEMAS

El cambio de los sistemas será fundamental para revertir la pérdida y degradación de la naturaleza. Esto incluye la reforma de los sistemas económicos y reguladores y el compromiso de los sectores público y privado para reflejar el costo de sus impactos ambientales, climáticos y sociales. También son necesarios cambios sistémicos en la forma de financiar el sector energético. Los inversores deben tener plenamente en cuenta los verdaderos costos medioambientales, sociales y sanitarios de las opciones energéticas. Para hacer posible una transición energética equitativa, es necesario un cambio transformador que aborde las estructuras de mercado perversas y las distorsiones que favorecen a los combustibles fósiles frente

a las energías limpias, incluida la rápida eliminación de las subvenciones a los combustibles fósiles. Las políticas fiscales que incentivan las soluciones energéticas sostenibles, como una tarificación adecuada del carbono que cubra las emisiones de todos los sectores, pueden facilitar esa transición. A escala local, se puede incentivar a los propietarios de tierras para que apoyen el desarrollo energético mediante sistemas de compensación. En Estados Unidos, por ejemplo, los agricultores pueden recibir hasta 8.000 dólares anuales por turbina al arrendar tierras de cultivo para el desarrollo de la energía eólica⁹⁵.

Reorientar las subvenciones a los combustibles fósiles hacia soluciones innovadoras puede ayudar a resolver los problemas de fiabilidad y despliegue a gran escala de las energías renovables. Esto incluye:

- Readaptación y modernización de los proyectos hidroeléctricos existentes si son respetuosos con el medio ambiente, adición de turbinas a presas sin generación de energía (por ejemplo, estructuras de navegación) y reutilización de las presas hidroeléctricas existentes para reforzar la generación eólica y solar.
- Avances tecnológicos en la capacidad de almacenamiento, incluido el almacenamiento en baterías y el almacenamiento basado en la gravedad⁹⁶ para absorber energía cuando es abundante y suministrarla durante los periodos en los que la generación es menor.
- Inteligencia artificial y redes eléctricas digitales más inteligentes para predecir la capacidad y ayudar a prever la demanda, contribuyendo a estabilizar el suministro eléctrico.

En algunos casos, la combinación de tecnologías de energías renovables, por ejemplo, la combinación de energía hidroeléctrica con energía solar flotante puede estabilizar el suministro de energía y maximizar el rendimiento, minimizando al mismo tiempo la necesidad de reconvertir más tierras. Los sistemas agrivoltaicos que combinan paneles fotovoltaicos semitransparentes con la producción de cultivos pueden ayudar a satisfacer las necesidades alimentarias y energéticas minimizando la competencia por la tierra y el riesgo de desplazamiento⁹⁷. Por ejemplo, se calcula que la actual demanda mundial de energía podría satisfacerse con producción solar si menos del 1% de las actuales tierras de cultivo se convirtieran a un sistema agrivoltaico.⁹⁸

También son necesarios cambios importantes para implantar una cadena de producción de energía circular que maximice la reutilización y el reciclaje de los minerales necesarios para producir y almacenar energía renovable, minimizando la necesidad de extraer nuevos recursos. Las infraestructuras de energías renovables deben estar diseñadas para poder desmontarse y reacondicionarse o reciclarse, mientras que todas las piezas deben poder

repararse, sustituirse y reutilizarse por completo de un modo u otro. La trazabilidad completa de las materias primas a lo largo de las cadenas de valor de la energía puede ayudar a identificar los riesgos medioambientales asociados al abastecimiento y a minimizar los impactos de la cadena de suministro. Es fundamental que el cambio hacia una economía circular vaya acompañado de un uso más eficiente de la energía y de cambios de comportamiento que reduzcan las necesidades energéticas en el mundo desarrollado y proporcionen al mismo tiempo un acceso universal a la energía. La repotenciación también debería utilizarse para reducir el impacto medioambiental del despliegue de las energías renovables. El análisis completo de ciclo de vida de los proyectos debe llevarse a cabo antes de que se consideren elegibles para cualquier ayuda de financiación pública, y se necesitan inversiones en proyectos (de investigación) y empresas de nueva creación para apoyar esta transición.

En muchos casos, cambiar los sistemas para que funcionen con la naturaleza ofrece oportunidades para alcanzar objetivos tanto climáticos como naturales. Las soluciones basadas en la naturaleza ofrecen opciones prometedoras para proteger, gestionar y restaurar los ecosistemas, al tiempo que aportan importantes beneficios para mitigar el cambio climático. Algunos ejemplos de soluciones basadas en la naturaleza son: la restauración de los bosques de montaña para secuestrar carbono al tiempo que se regulan los flujos de agua y se gestiona el riesgo de inundaciones; la restauración de las cuencas hidrográficas para regular el suministro de agua; y la rehabilitación de los hábitats costeros para atenuar la acción de las olas y reducir el riesgo de inundaciones⁹⁹. Si se aplican correctamente, aportan soluciones beneficiosas para todas las partes, abordan los retos de la sociedad y promueven el bienestar humano.¹⁰⁰

Los cambios en los sistemas a gran escala deben tener en cuenta su impacto en los medios de vida de las personas, considerar la inclusión de los grupos vulnerables y contribuir a la reducción de la pobreza energética. Una aplicación deficiente podría acarrear consecuencias imprevistas y problemas relacionados con la injusticia energética. Por ejemplo, aunque una rápida transición de la leña a tecnologías limpias para cocinar, tal y como



© danny-greenberg-unsplash

prevé la AIE¹⁰¹, puede reducir la degradación de los bosques y arboledas, también podría reducir el valor de estos hábitats para la población local y llevar a una situación en la que se vean obligados a pagar por la energía. Del mismo modo, la transición energética y la sustitución de tecnologías energéticas pueden causar desempleo entre los trabajadores de la industria de los combustibles fósiles si no se les vuelve a generar habilidades y se les orienta hacia el sector de las energías renovables u otros. Estas compensaciones deben tenerse en cuenta en una transición justa y equitativa.

POLÍTICAS Y LEGISLACIÓN

Los cambios deseados en el sistema deben impulsarse a través de políticas nacionales y regionales que apunten a una transición sostenible hacia la energía neta cero. Los gobiernos desempeñan un papel fundamental a la hora de facilitar una expansión de las energías renovables que sea “BajoCx3”:

1. Bajo en carbono: sistemas eléctricos que tengan una baja huella de carbono y sean eficientes;
2. Bajo costo: sistemas eléctricos fiables y asequibles;

3. Baja conflictividad: evitar zonas sensibles para la biodiversidad y zonas de gran importancia para el bienestar de las personas.¹⁰²

Las decisiones sobre las combinaciones adecuadas de tipos de energía y sistemas energéticos centralizados o descentralizados dependen en gran medida del contexto. Tienen importantes implicaciones sociales y medioambientales que requieren una cuidadosa consideración mediante una evaluación y planificación estratégicas tempranas. Por ejemplo, una expansión mal planificada de los biocombustibles (etanol) en Brasil corre el riesgo de liberar 45 millones de toneladas equivalentes de CO₂.¹⁰³ Por otro lado, una expansión de los biocombustibles que tenga en cuenta la naturaleza podría reducir estas emisiones en casi un 90%, evitar impactos en el hábitat de 113 especies y proporcionar un rendimiento energético similar.¹⁰⁴ Tener en cuenta los impactos medioambientales y sociales también puede tener sentido desde el punto de vista económico. Por ejemplo, se ha demostrado que la ubicación proactiva de las energías renovables en tierras reconvertidas y cerca de los centros de demanda reduce significativamente los costos de transmisión debido a las economías de escala, al tiempo que proporciona acceso a la energía a las poblaciones rurales de África.¹⁰⁵

Estos cambios del sistema asociados a la expansión de las energías renovables deben tenerse en cuenta a lo largo de todo el periodo de desarrollo y ejecución de cualquier nuevo proyecto de infraestructura. El ciclo de vida de estas instalaciones (véase la figura 7) abarca todas las fases de desarrollo de la infraestructura. Los análisis de costos y beneficios medioambientales, sociales y económicos, así como las estrategias de resiliencia y de respuesta ante catástrofes y emergencias, deben considerarse y prepararse para todas las fases de ciclo de vida de la infraestructura. Sólo a partir de este proceso podrá determinarse y gestionarse por adelantado el impacto total del proyecto.

En el medio marino, la identificación de zonas adecuadas para el despliegue de la energía eólica marina debe basarse en un enfoque ecosistémico de la ordenación del espacio marino (OEM) a escala nacional y regional, ubicando las infraestructuras de forma que se minimicen sus impactos negativos en los ecosistemas marinos y se integren diseños respetuosos con el medio ambiente. La ordenación del espacio marino puede ayudar a identificar las zonas adecuadas, incluidas las utilizadas anteriormente para la explotación de petróleo y gas, o mediante la ubicación conjunta con otros proyectos, como la acuicultura.

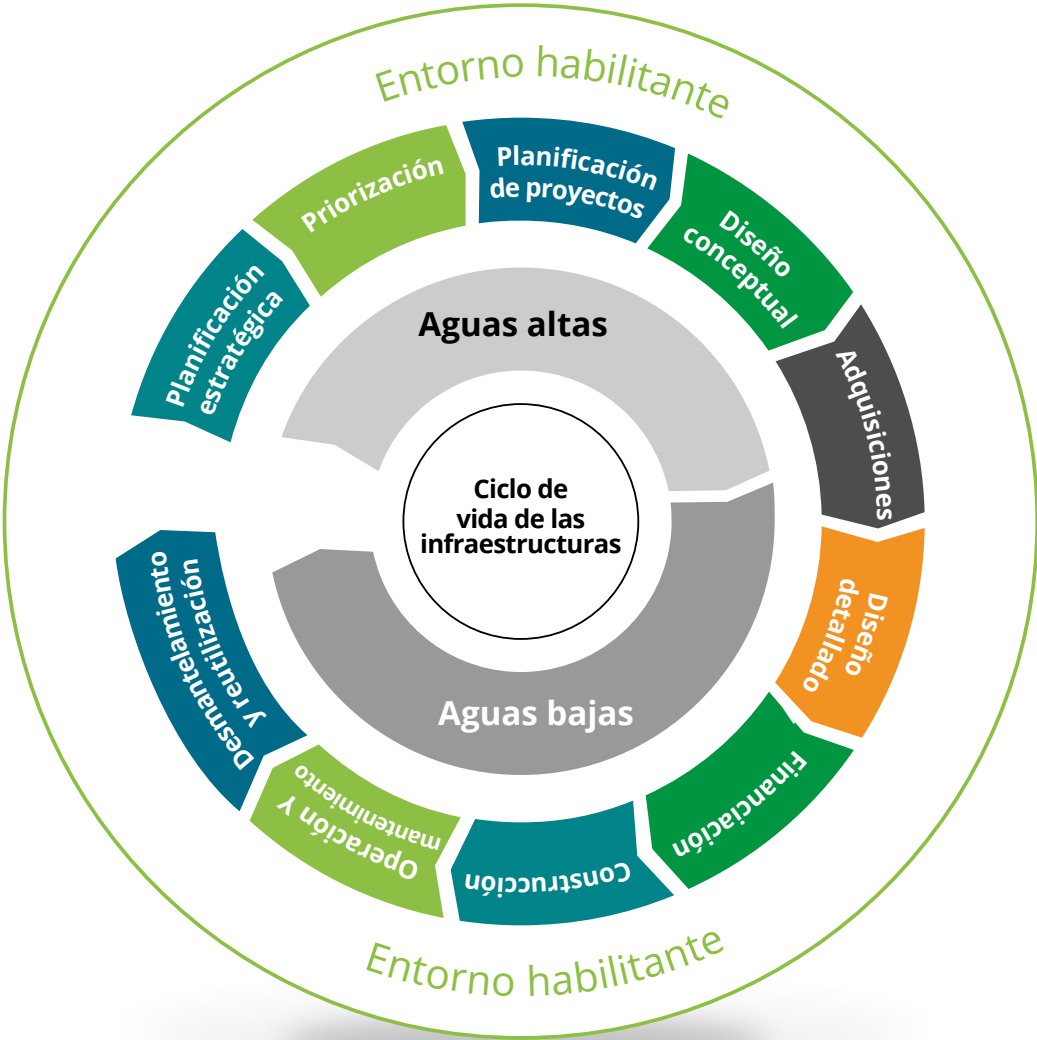


Figura 7: Ciclo de vida de un proyecto de infraestructura.
Fuente: GIZ y PNUMA: Navegador de herramientas de infraestructuras sostenibles.

Los procesos de evaluación del impacto ambiental y social (ESIA por sus siglas en inglés) son el principal instrumento regulador para aprobar proyectos y hacer cumplir las buenas prácticas de mitigación, y constituyen una herramienta fundamental para evitar y limitar los posibles impactos a nivel de proyecto. Las normas de ESIA y su aplicación deben ser eficaces para abordar los posibles impactos de las energías renovables. La aprobación de los proyectos debe estar supeditada a la demostración de una sólida aplicación de la jerarquía de mitigación para reducir los impactos a niveles no significativos y (si es inevitable) compensar cualquier impacto residual, con sólidos planes de seguimiento, evaluación y gestión adaptativa.

Más allá de la promoción de buenas prácticas de mitigación, la normativa puede exigir a los promotores de proyectos que contribuyan a la protección y restauración de la biodiversidad, en consonancia con los objetivos nacionales. Para fomentar soluciones innovadoras y avanzar en las mejores prácticas, los regímenes reguladores también deberían ponderar el impacto sobre la naturaleza como criterio principal en los concursos públicos y subastas para la concesión de licencias.

La reforma de las políticas por parte de los gobiernos debe reflejarse en la industria y las finanzas. Los promotores pueden establecer compromisos industriales para evitar el desarrollo en zonas de gran importancia para la biodiversidad y fijar objetivos empresariales claros y ambiciosos positivos para la naturaleza que contribuyan a los objetivos de conservación (véase el Cuadro 6). Los financiadores pueden establecer políticas de inversión que se ajusten a las salvaguardias medioambientales de buenas prácticas y ofrezcan resultados netos positivos para la biodiversidad.¹⁰⁶ Las Normas de Desempeño de la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés) están ampliamente reconocidas como las más influyentes a la hora de impulsar un cambio social y medioambiental positivo, e incluyen requisitos para ofrecer una “pérdida neta nula” o, preferiblemente, impactos netos positivos sobre la naturaleza.^{107, 108} La adaptación y la aplicación estricta de normas similares o mejores por parte de todas las instituciones que financian la transición energética ayudarían a garantizar que los promotores contribuyan a los objetivos de desarrollo sostenible en lugar de ponerlos en peligro.¹⁰⁹

ACCIONES A NIVEL DE PROYECTO

Los financiadores de energías limpias, los promotores y los legisladores tienen un papel que desempeñar para evitar y limitar los posibles impactos negativos a nivel de proyecto. Como base, la aplicación de salvaguardias ambientales estrictas es necesaria para mitigar los impactos a nivel de proyecto que no pueden evitarse mediante una planificación y selección tempranas de la ubicación. La jerarquía de mitigación ofrece un marco eficaz que da prioridad a la evitación temprana y la minimización in situ frente a medidas menos seguras y costosas para restaurar y compensar los impactos sobre la naturaleza.¹¹⁰ La planificación temprana es clave; los promotores pueden identificar y abordar los problemas en una fase temprana mediante la detección de riesgos y la consideración de alternativas de emplazamiento y diseño, como el redireccionamiento de infraestructuras lineales para evitar impactos.¹¹¹ Los impactos pueden reducirse aún más mediante prácticas de mitigación in situ basadas en pruebas, así como aplicando medidas para controlar los impactos indirectos, como la inmigración inducida y la degradación asociada de la biodiversidad en el paisaje más amplio. La rehabilitación progresiva de las instalaciones temporales de construcción y la restauración completa de la biodiversidad tras el desmantelamiento son otras estrategias para mitigar plenamente los impactos. En todos los casos, deben aplicarse protocolos e indicadores de seguimiento sólidos y normalizados para evaluar plenamente los impactos y la eficacia de las medidas de mitigación. Un planteamiento preventivo que asuma un cierto grado de impacto por adelantado puede ayudar a aplicar medidas de mitigación adicionales durante las operaciones, como la restricción de producción de energía de las turbinas si se producen impactos imprevistos.

A diferencia de otras formas de generación de energía, la eólica y la solar ofrecen oportunidades para generar energía junto con la producción de alimentos y/o el mantenimiento y la mejora de la biodiversidad. En algunos casos, las instalaciones solares pueden tener un efecto positivo en los rendimientos agrícolas a través de la producción de sombra, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y la reutilización del agua para la limpieza de los paneles¹¹². Por ejemplo, estudios realizados en Asia demuestran que las tierras sembradas con hierbas y gestionadas como pastos dentro de las granjas solares pueden reducir las emisiones

de carbono por kWh asociadas al cambio de uso del suelo entre tres y cinco veces en comparación con las tierras desbrozadas permanentemente, e incluso convertirse en sumideros de carbono mediante el secuestro a largo plazo¹¹³. Cuando se planifican en una fase temprana del ciclo del proyecto, los proyectos eólicos y solares también pueden ser lugares para la regeneración basada en la naturaleza¹¹⁴.

Para satisfacer las expectativas de la sociedad e impulsar un cambio rentable pero sostenible, tanto los inversores como los compradores de energías renovables deben integrar plenamente criterios específicos de biodiversidad en sus normas ambientales, sociales y de gobernanza (ASG). Aunque en la actualidad no existe una certificación medioambiental formal para

los proveedores de energías renovables, la selección de las inversiones en función de criterios explícitos de biodiversidad puede ayudar a evitar los riesgos más graves. Los criterios básicos incluyen la confirmación de que el promotor puede cumplir las normas internacionales de buenas prácticas de la industria para la naturaleza (como las Normas de Desempeño de la IFC) y ha adoptado prácticas de verificación adecuadas a lo largo de su cadena de suministro para garantizar que el abastecimiento y la compra de materiales no provocarán impactos significativos en otros lugares.

Integrar la biodiversidad en una estrategia de sostenibilidad ayudará a garantizar que los proyectos de energía limpia no socavan los compromisos con la naturaleza, al tiempo que contribuyen a atajar la crisis climática.

CUADRO 6: UNA HOJA DE RUTA POSITIVA PARA LOS PROMOTORES DE ENERGÍAS RENOVABLES

Las empresas reconocen cada vez más que las buenas prácticas en materia de biodiversidad tienen sentido desde el punto de vista empresarial. Al igual que los objetivos corporativos de neutralidad de carbono, los objetivos basados en la ciencia para la naturaleza (SBTN, por sus siglas en inglés) brindan a los promotores de energías renovables con visión de futuro la oportunidad de adelantarse a los cambios normativos y políticos yendo más allá de la reducción tradicional del impacto hacia un modelo empresarial positivo para la naturaleza¹¹⁶. Al ser positiva para la naturaleza, una empresa se esfuerza, a través de sus procesos y actividades, por obtener resultados positivos generales para la naturaleza y su contribución al bienestar humano.

Establecer una SBTN, como un compromiso positivo para la naturaleza (que suele estar abierto a cualquier empresa que lo suscriba voluntariamente), ayudará a las empresas a alinearse con los objetivos de sostenibilidad medioambiental de la sociedad y puede mejorar significativamente la marca y la reputación. Los objetivos positivos para la naturaleza suelen abarcar múltiples acciones en toda la cadena de valor de una empresa, con el fin de obtener un resultado global positivo en materia de biodiversidad.

Para ser creíbles, los objetivos positivos para la naturaleza deben ser medibles, viables y basados en metodologías científicamente sólidas. Para alinearse con los objetivos de biodiversidad en desarrollo¹¹⁷, las empresas deben fijar objetivos claros y con plazos concretos, por ejemplo, “sin pérdida neta” de biodiversidad para 2025 y llegar a ser “positivas en términos netos” para 2030. Para alcanzar estos objetivos, se pueden especificar varios objetivos intermedios, como detener la deforestación a lo largo de una cadena de suministro de minerales. Estos objetivos pueden ayudar a medir y mantener el progreso hacia el objetivo final.

El proceso positivo para la naturaleza suele comenzar con un análisis de ciclo de vida para comprender dónde radican los mayores impactos y dependencias sobre la biodiversidad. Esta evaluación permite a la empresa centrarse en sus impactos y dependencias más importantes. A su vez, esta información puede ayudar a priorizar las acciones y desarrollar un plan de seguimiento y evaluación. Sobre el terreno, las acciones positivas para la naturaleza incluyen la aplicación efectiva de la jerarquía de mitigación, que da prioridad a evitar y minimizar los impactos en lugar de compensarlos a posteriori.

Medidas iniciales que puede adoptar un promotor de energías renovables para que sus operaciones sean positivas para la naturaleza.

COMPROMÉTASE: Desarrollar un compromiso sencillo y claro con la naturaleza y alinearse con las nuevas normas mundiales para hacer negocios y los objetivos de desarrollo sostenible.

CONSTRUYA CAPACIDAD Y AMBICIÓN INTERNAS: Para tener éxito, puede que sea necesario concientizar sobre los problemas y comprometer recursos para lograr una transformación audaz.

SER UN LÍDER: Sumar su voz a las iniciativas mundiales que abogan por un cambio positivo. Ayudar a comprometer e influir a los responsables políticos en la necesidad de adoptar políticas ambiciosas sobre la naturaleza.

COMPRENDER LA INTERACCIÓN CON EL MUNDO NATURAL: Comprender los riesgos, dependencias y oportunidades en materia de biodiversidad asociados a los avances y los impactos relacionados con el abastecimiento de materiales.



I 6. MENSAJES CLAVE Y RECOMENDACIONES

MENSAJES CLAVE

1. **Para alcanzar las emisiones netas cero en 2050, la AIE indica que el 93% de la generación eléctrica deberá proceder de energías renovables, principalmente eólica y solar.**

Un sistema energético mundial basado en las energías renovables compatible con la limitación del aumento medio de la temperatura global a 1,5°C reducirá los daños a la biodiversidad en torno a un 70%, salvando hasta 700.000 especies de una posible extinción (comparando el Escenario de Política Energética Estipulado con el Escenario de Emisiones Netas Cero de la AIE).¹¹⁸

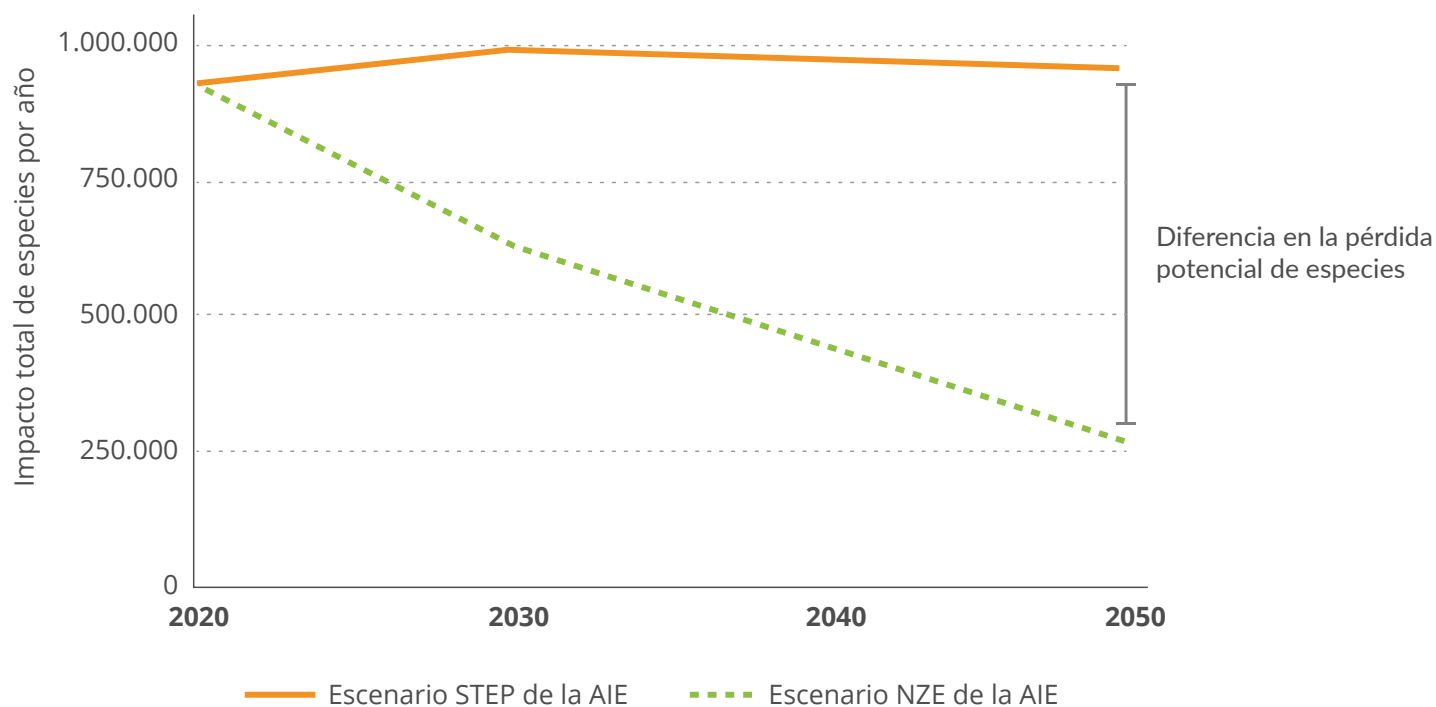
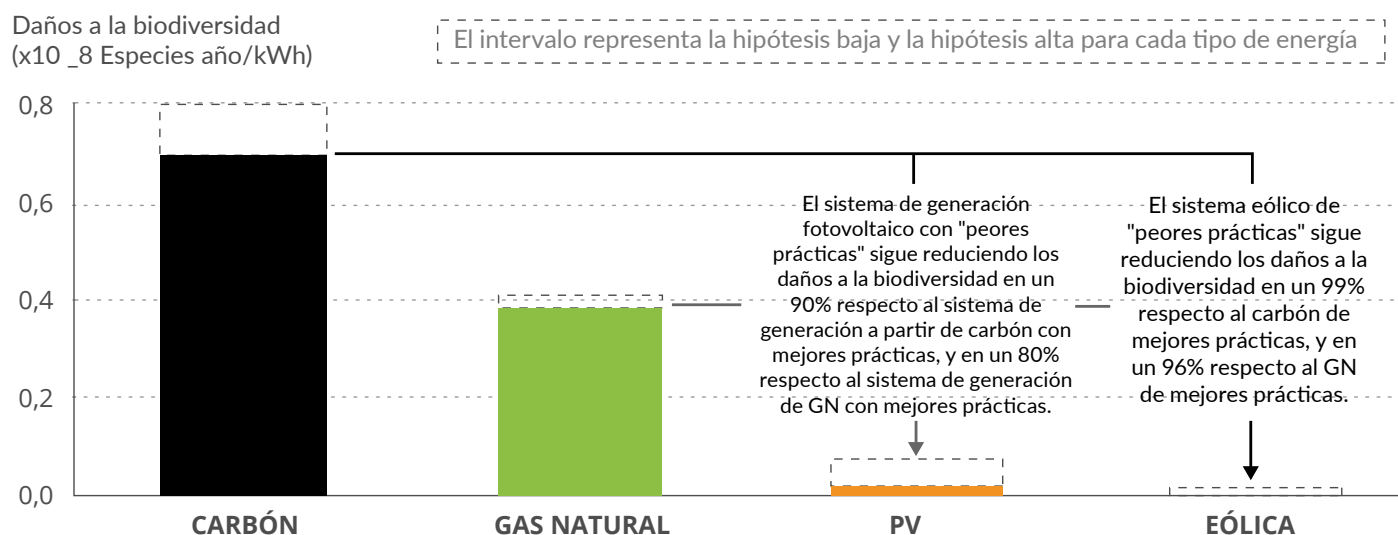


Figura 8: Análisis de ciclo de vida del escenario de política energética declarada y del escenario de energía neta cero sobre la biodiversidad. **Fuente:** véase la nota final.

2. Si se tiene en cuenta todo el ciclo de vida y todas las repercusiones medioambientales, la obtención y el almacenamiento de energía a partir de fuentes renovables es mucho menos perjudicial para el medio ambiente que el uso de combustibles fósiles.¹¹⁹

Todas las tecnologías energéticas, desde los paneles solares hasta las minas de carbón, tienen

algún impacto en la naturaleza. Sin embargo, para ayudar a resolver la crisis de la biodiversidad y garantizar al mismo tiempo las salvaguardias sociales, las pruebas son inequívocas de que debemos pasar de los combustibles fósiles más contaminantes (carbón, petróleo y gas) a las tecnologías de energías renovables (como la eólica y la solar fotovoltaica).



Notas:

- Suponiendo que toda la capacidad eléctrica de carbón y gas natural de 2020 se traslade a la energía eólica y solar fotovoltaica con una mezcla 50/50
- La unidad de daño a la calidad del ecosistema es especie.año, derivada del enfoque de la fracción potencialmente desaparecida (PDF por sus siglas en inglés). La PDF es una medida que cuantifica la fracción de las especies actuales que podrían extinguirse en una ubicación geográfica específica debido a una emisión o intervención antropogénica. Es una medida de la pérdida de riqueza de especies, es decir, de la posible extinción de especies. La PDF incluye las pérdidas que se producen justo después de la intervención y también los daños integrados en el tiempo. Por ejemplo, un pulso de emisiones de CO₂ sigue provocando la pérdida de especies al cabo de 100 años.

Figura 9: Análisis de ciclo de vida de los impactos de las tecnologías energéticas sobre la biodiversidad.

Fuente: véase la nota final.¹¹⁹

3. En nuestra transición hacia un mundo con cero emisiones netas de carbono, debemos reconocer que no todas las fuentes de energía bajas en carbono son iguales.

Apoyar las tecnologías renovables con menor impacto en la naturaleza puede tener grandes beneficios para la biodiversidad y, además, ser de bajo costo.

La energía eólica y la solar tienden a tener un menor impacto global sobre la naturaleza que otros

tipos de energías renovables, aunque otras de ellas pueden ser la solución más adecuada, dependiendo de las circunstancias locales.

El uso de energía hidroeléctrica o bioenergía debe evaluarse cuidadosamente para determinar el impacto total en las condiciones locales. La experiencia sugiere que las presas hidroeléctricas mal planificadas pueden tener un grave impacto en la biodiversidad¹²⁰. Algunas investigaciones a largo plazo demuestran que la energía hidroeléctrica tiene un grave impacto negativo

en la biodiversidad, la salud de los ecosistemas y, en muchos casos, incluso en el bienestar humano¹²¹. El impacto de la generación hidroeléctrica en los ríos es muy elevado en algunas partes del mundo, y muchas centrales ni siquiera alcanzan los requisitos ecológicos mínimos¹²². Sin embargo, en algunos casos, la reconversión de centrales hidroeléctricas existentes, o nuevos proyectos estratégicamente diseñados, pueden proporcionar alternativas energéticas sostenibles que incluyan servicios auxiliares (como capacidades de almacenamiento que contribuyan a la estabilidad de la red), a un costo menor para la naturaleza y las personas que otras opciones locales.

La bioenergía tendrá a menudo un impacto negativo sobre la naturaleza significativamente mayor que la energía eólica y la solar fotovoltaica, y gran parte del potencial de producción mundial de bio-

energía está vinculado a zonas protegidas para la biodiversidad. Existe una amplia gama de opciones de biocombustibles, algunas de las cuales pueden proporcionar soluciones energéticas de bajo costo a nivel local. Por lo tanto, es necesario evaluarlas caso por caso. Sin embargo, la baja densidad energética de la bioenergía puede hacer que los beneficios de la mitigación del cambio climático se vean contrarrestados por el carbono liberado debido a la conversión de hábitats.

Incluso en el caso de la energía eólica y solar, es esencial reconocer que habrá una serie de opciones para su aplicación. El uso de las mejores prácticas para la energía solar fotovoltaica y eólica, evaluadas en condiciones locales, puede ayudar a reducir los daños a la biodiversidad, salvando potencialmente hasta 90.000 especies.¹²³

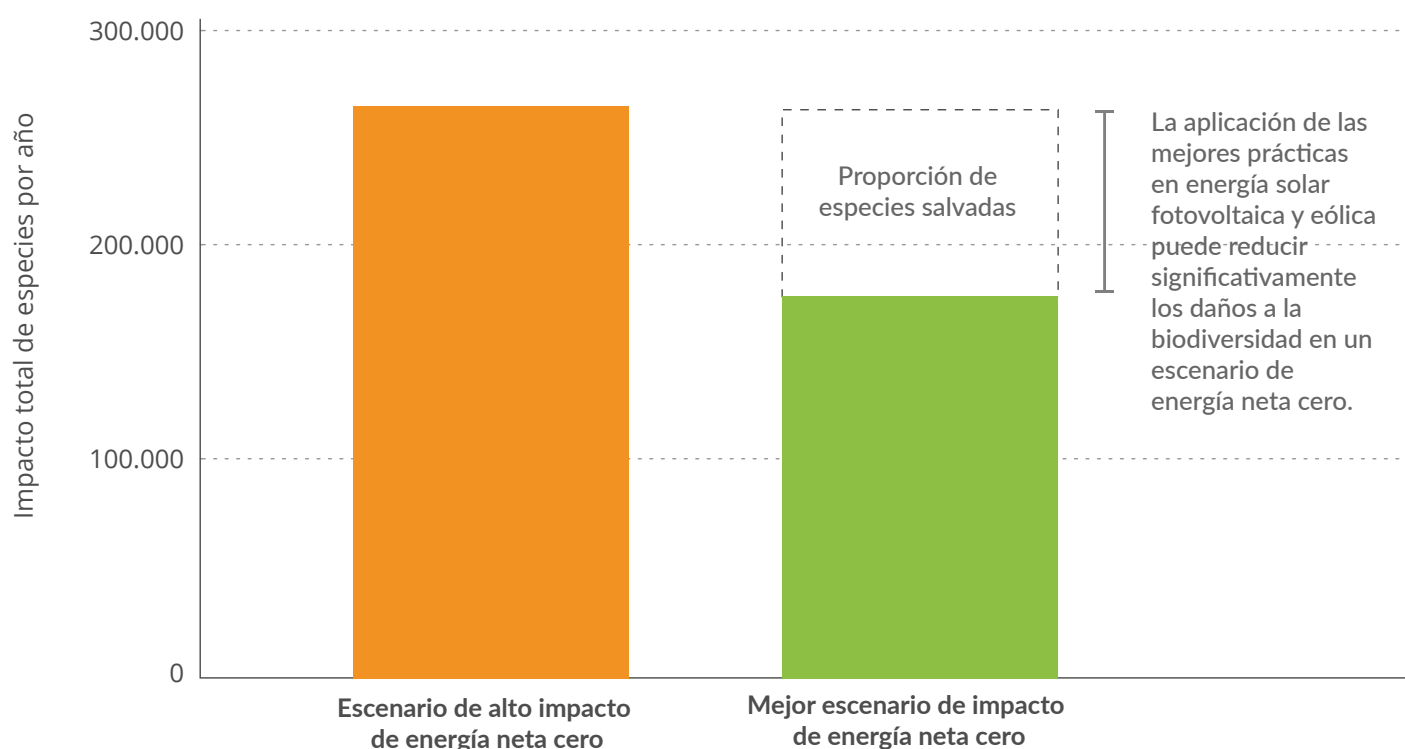


Figura 10: Daño total a la biodiversidad entre los escenarios de energía neta cero de impacto alto y bajo.

Fuente: véase la nota final.¹²⁴

- La cartografía existente a escala mundial de ubicaciones para la energía eólica y solar indica que hay suficiente energía disponible en lugares poco conflictivos para alcanzar las previsiones de la AIE para un sistema energético coherente con el objetivo climático de 1,5 °C.¹²⁵

El potencial técnico mundial de la energía eólica y solar a escala comercial y de bajo impacto es varias veces superior a los objetivos de energías renovables a los que se han comprometido los países en el marco del Acuerdo de París. Esto debería permitir a casi todos los países lograr

sistemas energéticos de bajo carbono, bajo costo y bajo impacto en los recursos sociales y medioambientales. Además, este potencial renovable de bajo impacto supera la demanda energética prevista para 2050 en un escenario en el que todos los sectores (industria, transporte, etc.) se electrifiquen.¹²⁶

Un ordenamiento territorial que tenga en cuenta toda la gama de riesgos y limitaciones técnicas, medioambientales y sociales puede ser una herramienta crucial para identificar los emplazamientos adecuados para el desarrollo energético, y unas medidas de mitigación adecuadas en estos emplazamientos reducirán aún más el impacto sobre la biodiversidad.

RECOMENDACIONES CLAVE

Este informe ha subrayado la urgente necesidad de una transición global de la generación de energía basada en combustibles fósiles a un mundo totalmente alimentado por energías renovables. Reconoce, sin embargo, que la necesaria ampliación de las energías renovables suscita preocupación por su impacto en la naturaleza. Sin una gestión proactiva, existe la posibilidad de que se siga perdiendo biodiversidad a un ritmo que podría poner en peligro nuestro estilo de vida actual y, en última instancia, nuestra propia existencia.

Esta revisión pretende sentar las bases del trabajo de CLEANaction. El informe plantea una serie de cuestiones relacionadas con las posibles palancas que permitirán una transición energética respetuosa con el clima y la biodiversidad, pero no pretende encontrar soluciones duraderas en detalle. Este proceso será el objetivo de los socios de la coalición CLEANaction: reconocer la necesidad de actuar urgentemente, definir los pasos que hay que dar y facilitar su aplicación urgente. Las recomendaciones de esta revisión se agrupan a continuación y pretenden ayudar a mostrar el camino hacia un futuro sostenible. Con esta plataforma, CLEANaction se esforzará por reunir a socios que puedan formular un programa de trabajo consensuado y fijar un calendario para su aplicación.

CAMBIO DE SISTEMA

Los responsables políticos, los empresarios y los inversores deberían:

1. Priorizar las inversiones en eficiencia energética
2. Reformar los sistemas financieros, económicos y normativos para que reflejen el costo de sus repercusiones medioambientales y climáticas
3. Promover una transición energética justa que tenga plenamente en cuenta su impacto social y afecte lo menos posible a la naturaleza.
4. Poner fin o reorientar las subvenciones, incentivos o inversiones energéticas que perjudican a la naturaleza y ponen en peligro los objetivos climáticos hacia las energías renovables y las medidas de eficiencia energética
5. Reforzar la divulgación y la información de las empresas sobre los impactos en la biodiversidad y los resultados de la mitigación
6. Garantizar la trazabilidad de las materias primas y tener en cuenta los impactos de la cadena de suministro en los compromisos empresariales.
7. Alinear las inversiones con los objetivos nacionales y mundiales de biodiversidad y, siempre que sea posible, establecer objetivos positivos para la naturaleza.
8. Adoptar un enfoque de economía circular para optimizar la eficiencia energética, maximizar la reutilización de materiales energéticos y minimizar la demanda de recursos naturales.
9. Establecer acuerdos transfronterizos de uso compartido de la energía para impulsar el desarrollo energético hacia zonas de máximo rendimiento, reduciendo al mismo tiempo su huella
10. Ampliar las soluciones basadas en la naturaleza que contribuyan a los objetivos climáticos y de biodiversidad.

POLÍTICAS Y LEGISLACIÓN

Los responsables políticos, los empresarios y los inversores deberían:

1. Desarrollar regímenes reguladores nacionales que obliguen a los promotores energéticos a contribuir a los objetivos nacionales de conservación.
2. Establecer compromisos empresariales y financieros positivos para la naturaleza, así como objetivos de conservación claros y ambiciosos, en consonancia con los compromisos nacionales en materia de biodiversidad.
3. Llevar a cabo una planificación estratégica a escala nacional o regional para identificar posibles ahorros de energía, fuentes de energía renovables adecuadas y ubicaciones para la expansión energética en zonas de baja sensibilidad para la biodiversidad.
4. Aplicar acuerdos de reparto de poder y coordinación regional para facilitar la expansión energética a escala, en zonas de máximo rendimiento y mínimo impacto
5. Invertir en la cartografía temprana de la sensibilidad de la naturaleza para ayudar a orientar la ubicación de la tecnología mediante datos adecuados, y exigir a la industria que evite las zonas protegidas, las Áreas Clave para la Biodiversidad y otras zonas de especial sensibilidad y valor.¹²⁸
6. Aplicar procesos rigurosos de evaluación del impacto ambiental (EIA) y exigir normas a todos los nuevos desarrollos de acuerdo con las mejores prácticas.
7. Supeditar la aprobación de proyectos a la aplicación rigurosa de la jerarquía de mitigación para reducir los impactos a niveles insignificantes, y aprobar únicamente licencias a proyectos que apliquen las mejores prácticas en la gestión de impactos sobre la naturaleza.
8. Garantizar la asignación de fondos suficientes para limpiar y restaurar las zonas degradadas por el uso inadecuado de la energía.

9. Proporcionar a las autoridades ambientales el mandato y la capacidad suficiente para gestionar eficazmente las consecuencias sobre la naturaleza de las acciones propuestas en las solicitudes para la generación de nueva energía
10. Fomentar soluciones innovadoras y avanzar en las mejores prácticas mediante normativas que den más importancia al impacto sobre la naturaleza que a otros criterios en los concursos y subastas de licencias (por ejemplo, para la energía eólica marina).

MITIGACIÓN A NIVEL LOCAL

Los responsables políticos, los líderes empresariales y los inversores deberían:

1. Aspirar a que todos los nuevos desarrollos sean positivos para la naturaleza, situando la biodiversidad en el centro de las decisiones de desarrollo.
2. Dar prioridad al uso de terrenos ya transformados, como zonas urbanas, espacios industrializados, infraestructuras existentes, o utilizar el suelo en conjunción con otros usos productivos (por ejemplo, agrivoltaico).
3. Aplicar protocolos estrictos para minimizar los impactos sobre las especies, como el riesgo de colisión con aves y murciélagos, la contaminación acústica, etc.
4. Establecer planes claros de cierre y fin de vida útil
5. Incluir en la evaluación de impacto ambiental (EIA) los impactos acumulativos de todas las actividades presentes en la zona más amplia del proyecto.
6. Promover el empleo local y la creación de nuevos puestos de trabajo mediante un seguimiento y una gestión coherentes del impacto in situ.
7. Aplicar un enfoque circular para garantizar las tasas más altas posibles de reutilización y reciclaje y poner en marcha mecanismos para garantizar el abastecimiento ético de materiales y minerales.

8. Incentivar y subvencionar soluciones de co-utilización y coexistencia como la agrivoltaica
9. Empezar la mejora del hábitat in situ, como la reintroducción de praderas de flores silvestres para los polinizadores alrededor de las turbinas eólicas y los paneles solares.
10. Promover la participación ciudadana para motivar la integración de consideraciones sobre biodiversidad en la planificación energética temprana.

TEMAS TRANSVERSALES

La elaboración de este informe ha puesto de relieve temas comunes que deben integrarse en todas las medidas recomendadas anteriormente. Entre ellos figura la necesidad de que todos los actores involucrados:

- Destaquen la importancia de la descarbonización mediante objetivos basados en la ciencia y su aplicación.
- Fomenten el desarrollo de nuevas tecnologías y soluciones con bajas emisiones de carbono en sectores difíciles de eliminar.
- Incluyan un análisis de ciclo de vida, que aplique un método normalizado para tener en cuenta toda la gama de impactos potenciales a lo largo del ciclo de vida de un proyecto.
- Promuevan los estudios, el intercambio de conocimientos y las mejores prácticas para comprender mejor la interacción entre las energías renovables y la biodiversidad.
- Promuevan la descarbonización acelerada mediante el cambio temprano a opciones probadas, seguras para la naturaleza y bajas en carbono, y garantizar la existencia de escasos obstáculos para su despliegue generalizado.





Aumento de la producción en la nueva central eléctrica de Balcombe © Oliver Rudkin / 10:10

I 7. MEDIDAS ADICIONALES

Además de las prioridades señaladas en la sección 4.1, existe una amplia gama de otras medidas relacionadas con la energía y las intervenciones en la naturaleza que pueden ser consideradas por las partes interesadas para facilitar aún más el proceso de expansión de las energías renovables con el mínimo impacto perjudicial para la biodiversidad. La tabla siguiente presenta un resumen de varias recomendaciones extraídas de las perspectivas de las distintas partes interesadas. Éstas deben participar en cualquier intento de garantizar que las futuras intervenciones energéticas tengan plenamente en cuenta el impacto probable sobre la naturaleza y que se tomen las medidas adecuadas para minimizar cualquier consecuencia negativa de las nuevas aplicaciones energéticas.

El siguiente cuadro presenta posibles acciones para:

- **TRANSFORMAR** para permitir el máximo aprovechamiento de las tecnologías de energías renovables sin perturbar excesivamente la naturaleza
- **EVITAR** daños innecesarios a la naturaleza por las energías renovables.
- **REDUCIR** el impacto en la biodiversidad de las medidas de energía limpia.
- **RESTAURAR Y REGENERAR** la biodiversidad con medidas relacionadas con la energía.

ENFOQUE/ESCALA DE LA MITIGACIÓN	TRANSFORMAR	EVITAR	REDUCIR	RESTAURAR Y REGENERAR
CAMBIO DE SISTEMAS	Planificar y promover sistemas descentralizados de generación de energía con sistemas distribuidos de energías renovables que permitan compartir las líneas eléctricas y que dirijan las centrales eléctricas necesarias a zonas de baja sensibilidad medioambiental.	Fomentar la innovación y las nuevas tecnologías que eviten y reduzcan los impactos.	Establecer acuerdos transfronterizos para compartir la energía con el fin de dirigir el desarrollo energético a zonas de máximo rendimiento, reduciendo al mismo tiempo su huella.	Eliminar las presas pertinentes para restablecer los caudales medioambientales.
	No financiar proyectos renovables con impactos altos sobre la biodiversidad.	Incentivar y subvencionar soluciones de co-utilización y coexistencia como la agrivoltaica.	Optimizar el rendimiento energético en hábitats modificados, como la instalación de sistemas fotovoltaicos flotantes sobre elementos artificiales como embalses.	Promover las inversiones positivas para la naturaleza, como los bonos verdes, que ayudan a proteger y restaurar la naturaleza.
		Promover la priorización de soluciones de repotenciación e hibridación frente a la reconversión de terrenos naturales.	Producir bioenergía a partir de residuos animales y alimentarios.	Utilizar una planificación espacial basada en los ecosistemas en la que se designe espacio tanto para la naturaleza como para las energías renovables, y aplicar una planificación espacial marina holística en la que participen todas las partes interesadas.

ENFOQUE/ESCALA DE LA MITIGACIÓN	TRANSFORMAR	EVITAR	REDUCIR	RESTAURAR Y REGENERAR
POLÍTICAS Y LEGISLACIÓN	Supeditar la aprobación de los proyectos a la demostración de una aplicación sólida de la jerarquía de mitigación para reducir los impactos a niveles no significativos.	Desarrollar y aplicar una planificación holística del espacio marino, con la participación de todas las partes interesadas y utilizando un enfoque basado en los ecosistemas.	Aplicar salvaguardias eficaces para reducir y compensar los daños a la biodiversidad.	Determinar las zonas prioritarias para la restauración y aplicar políticas para que el sector energético contribuya a los objetivos de restauración.
	Compensar cualquier impacto residual, con un seguimiento y una evaluación sólidos y planes de gestión adaptativa.	Aplicar acuerdos de reparto de la energía y coordinación regional para facilitar la expansión de la energía a escala en zonas de máximo rendimiento y mínimo impacto.	Identificar soluciones energéticas optimizadas que minimicen los daños a la naturaleza, como sustituir las presas y los monocultivos de bioenergía por la expansión solar	Exigir fianzas ambientales como depósito obligatorio para cualquier actividad que afecte al medio ambiente.
	Proporcionar suficiente capacidad y mandato a las autoridades medioambientales para gestionar bien las consecuencias para la naturaleza en las aplicaciones.	Exigir a la industria que evite las zonas protegidas, las zonas clave para la biodiversidad y otras zonas de especial sensibilidad y valor, como los corredores ecológicos y las rutas migratorias.	Establecer y hacer cumplir requisitos claros para las redes de transmisión y distribución de energía respetuosas con la fauna y la flora silvestres, y adaptar las líneas eléctricas inseguras existentes.	Imponer una tasa de naturaleza a la superficie utilizada para nuevas infraestructuras, correspondiente al costo de restaurar el mismo tipo de naturaleza en otro lugar.
		Exigir que se eviten las zonas con alta captación y almacenamiento natural de carbono.	Restringir legalmente el ruido submarino para proteger los ecosistemas marinos (como han hecho, por ejemplo, Alemania, Bélgica, Países Bajos y Dinamarca).	Subvencionar a los agricultores para fomentar el desarrollo eólico y solar en terrenos privados.

ENFOQUE/ESCALA DE LA MITIGACIÓN	TRANSFORMAR	EVITAR	REDUCIR	RESTAURAR Y REGENERAR
MITIGACIÓN A NIVEL LOCAL	Compensar los impactos residuales invirtiendo en proyectos que restauren los hábitats y eviten futuras pérdidas en otros lugares.	Alejar las infraestructuras lineales y los tendidos eléctricos de las zonas sensibles, como las áreas protegidas, las zonas de conservación de biodiversidad, los corredores ecológicos, los humedales, los hábitats costeros vulnerables y los bosques.	Controlar la afluencia de personas a la zona operativa del proyecto y gestionar los impactos asociados sobre la biodiversidad.	Llevar a cabo la rehabilitación de instalaciones temporales y posteriores al desmantelamiento
		Enterrar las líneas eléctricas siempre que sea posible.	Minimizar la extracción de minerales y el impacto de la cadena de suministro optimizando las infraestructuras del lugar.	Utilizar un diseño que incluya la naturaleza para que las infraestructuras ofrezcan oportunidades de regeneración natural (por ejemplo, en los cimientos de las turbinas eólicas marinas).





Ánsar careto (*Anser indicus*), canal B.R.B., Lahore, Punjab. Una de las aves migratorias de vuelo más alto del mundo © WWF-Pakistan

I 8. ANEXOS

ACRÓNIMOS

Acrónimo	Descripción
AVISTEP	Herramienta de sensibilidad aviar para la planificación energética
CO ₂	Dióxido de carbono
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CSP	Energía solar concentrada, por sus siglas en inglés
CLEANaction	Coalición Vinculando Energía y Naturaleza para la acción
RDC	República Democrática del Congo
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
ESIA	Evaluación de Impacto Ambiental y Social, por sus siglas en inglés
PIB	Producto Interno Bruto
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IEA	Agencia Internacional de la Energía

IFC	Corporación Financiera Internacional, por sus siglas en inglés
KBA	Área clave de biodiversidad por sus siglas en inglés
ACV	Análisis de Ciclo de Vida
MSP	Planificación espacial marina, por sus siglas en inglés
NDC	Contribuciones determinadas a nivel nacional, por sus siglas en inglés
ONG	Organización no gubernamental
NZE	Emisiones netas cero, por sus siglas en inglés
FV	Fotovoltaica
RETs	Tecnologías de energías renovables, por sus siglas en inglés
SBTN	Objetivos Basados en la ciencia para la naturaleza por sus siglas en inglés
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible

EAE	Evaluación Ambiental Estratégica
STP	Energía solar térmica por sus siglas en inglés
TNC	The Nature Conservancy
UNEP	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

UNEP FI	Iniciativa Financiera del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
USAID	Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

GLOSARIO

Término	Descripción
Ecosistemas áridos	Donde la precipitación anual media sea inferior a 10 pulgadas (25cms) al año.
Agrivoltaico	Proyectos que utilizan la tierra tanto para la agricultura como para sistemas solares fotovoltaicos.
Efectos barrera	Fenómeno por el cual las estructuras construidas por el hombre impiden los patrones naturales de movimiento de la fauna silvestre.
Biodiversidad	La variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de los ecosistemas.
Zonas de carbono azul	Ecosistemas costeros altamente productivos que son particularmente importantes por su capacidad de almacenar carbono en las plantas y en los sedimentos que se encuentran debajo, por ejemplo, manglares, marismas y pastos marinos.
Hidrógeno azul	Producido por la división del metano para crear CO2 como subproducto, que se almacena y no se emite (aunque el efecto a largo plazo del almacenamiento de CO2 es incierto).
Impactos acumulativos	Impactos que resultan cuando los efectos de una acción se suman o interactúan con otros efectos en un lugar concreto y en un tiempo determinado.
Ecotoxicidad	Es el objeto de estudio de la ecotoxicología (una combinación de ecología y toxicología), que se refiere a la posibilidad de que los factores biológicos, químicos o físicos afecten a los ecosistemas.
Hidrógeno verde	Hidrógeno producido a partir de la electrólisis del agua alimentada únicamente por energías renovables.

Hidrógeno gris	Hidrógeno producido a partir de la reformado del gas natural.
Lugares poco conflictivos	Lugares que eviten zonas sensibles desde el punto de vista de la biodiversidad y zonas de gran importancia para el bienestar de las personas.
BajoCx3	Baja emisión de carbono, bajo costo y baja conflictividad.
Jerarquía de mitigación	Enfoque que pretende ayudar a gestionar el riesgo para la biodiversidad y que suele aplicarse en las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA). Presenta una jerarquía de pasos: evitar, minimizar, rehabilitar, restaurar y compensar.
Hábitat natural	Un complejo de vegetación natural, principalmente autóctona o autóctona, no sometida a una conversión o degradación significativa, cuyo objetivo principal es proporcionar un hábitat para la vida silvestre.
Soluciones basadas en la naturaleza	Acciones para proteger, conservar, restaurar, utilizar de forma sostenible y gestionar ecosistemas terrestres, de agua dulce, costeros o marinos, naturales o modificados, que abordan los retos sociales, económicos y medioambientales de forma eficaz y adaptativa, al tiempo que proporcionan bienestar humano, servicios ecosistémicos y resiliencia y beneficios para la biodiversidad.
Naturaleza positiva	La descripción de un mundo en el que la naturaleza (especies y ecosistemas) se restaura y se regenera en lugar de disminuir.
Compensaciones por biodiversidad	Resultados de conservación mensurables resultantes de acciones diseñadas para compensar los impactos adversos residuales significativos sobre la biodiversidad derivados del desarrollo de un proyecto una vez adoptadas las medidas de prevención y mitigación adecuadas. El objetivo de las compensaciones de biodiversidad es conseguir que no haya pérdida neta y, preferiblemente, que haya una ganancia neta de biodiversidad sobre el terreno en lo que respecta a la composición de las especies, la estructura del hábitat y la función del ecosistema, así como al uso que hace la gente y a los valores culturales asociados a la biodiversidad.
Área protegida	Lugares que reciben protección por sus reconocidos valores naturales y ecológicos.
Impactos a nivel de población	Impactos que afectan a la viabilidad a largo plazo de la población de una especie.
Ribereño	Relacionadas con un curso de agua, por lo general un río o arroyo, o que viven en él o están situadas en sus orillas.
Aguas de escorrentía	Proyectos hidroeléctricos que canalizan el agua corriente de un río a través de un canal para hacer girar una turbina. Por lo general, los proyectos a filo de agua tienen poca o ninguna capacidad de almacenamiento.

REFERENCIAS

- Adeh, E.H., Good, S.P., Calaf, M. & Higgins, C.W. (2019) Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands. *Scientific Reports* 9: 11442.
- Arlidge, W.N.S., Bull, J.W., Addison, P.F.E., Burgass, M.J., Gianuca, D., Gorham, T.M., Jacob, C., Shumway, N., Sinclair, S.P., Watson, J.E.M., Wilcox, C. & Milner-Gulland, E.J. (2018) A Global Mitigation Hierarchy for Nature Conservation. *BioScience* 68: 336–347.
- Ashley, M. (2014) The implications of co-locating marine protected areas around offshore wind farms.
- Baruch-Mordo, S., Kiesecker, J.M., Kennedy, C.M., Oakleaf, J.R. & Opperman, J.J. (2019) From Paris to practise: sustainable implementation of renewable energy goals. *Environmental Research Letters* 14: 024013.
- Bayer, P., Rybach, L., Blum, P. & Brauchler, R. (2013) Review on life cycle environmental effects of geothermal power generation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 446–463.
- Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N. & Carbone, G. (2021) *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development*. IUCN International Union for Conservation of Nature and The Biodiversity Consultancy, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. **Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development | IUCN Library System**
- Bergström, L., Sundqvist, F. & Bergström, U. (2013) Effects of an offshore wind farm on temporal and spatial patterns in the demersal fish community. *Marine Ecology Progress Series* 485: 199–210.
- Bertram, C., Riahi, K., Hilaire, J., Bosetti, V., Drouet, L., Fricko, O., Malik, A., Nogueira, L.P., Zwaan, B. van der, Ruijven, B. van, Vuuren, D. van, Weitzel, M., Longa, F.D., Boer, H.-S. de, Emmerling, J., Fosse, F., Fragkiadakis, K., Harmsen, M., Keramidas, K., Kishimoto, P.N., Kriegler, E., Krey, V., Paroussos, L., Saygin, D., Vrontisi, Z. & Luderer, G. (2021) Energy system developments and investments in the decisive decade for the Paris Agreement goals. *Environmental Research Letters* 16: 074020.
- Burt, M., Firestone, J., Madsen, J.A., Veron, D.E. & Bowers, R. (2017) Tall towers, long blades and manifest destiny: The migration of land-based wind from the Great Plains to the thirteen colonies. *Applied Energy* 206: 487–497.
- Carbon Tracker Initiative (2021) The sky's the limit: Solar and wind energy potential is 100 times as much as global energy demand. <https://carbontracker.org/reports/the-skys-the-limit-solar-wind/>
- CSBI & TBC (2015) A cross-sector guide to implementing the Mitigation Hierarchy. Cross-Sector Biodiversity Initiative, Cambridge, UK. <http://www.csbi.org.uk/our-work/mitigation-hierarchy-guide/>
- Dawood, F., Anda, M. & Shafiullah, G.M. (2020) Hydrogen production for energy: An overview. *International Journal of Hydrogen Energy* 45: 3847–3869.
- De Andrade Junior, M.A.U., Watson, J.E.M., Williams, B.A., Allan, J.R., O'Bryan, C.J. & Maxwell, S.L. (2021) How to halve the carbon and biodiversity impacts of biofuel-driven land-use change in Brazil. *Biological Conservation* 260: 109214.
- De Silva, G.C. de S., Regan, E.C., Pollard, E.H.B. & Addison, P.F.E.A. (2019) The evolution of corporate no net loss and net positive impact biodiversity commitments: Understanding appetite and addressing challenges. *Business Strategy and the Environment* 1–15.
- Dominish, E., Florin, N. & Teske, S. (2019) Responsible Minerals Sourcing for Renewable Energy. https://earthworks.org/cms/assets/uploads/2019/04/MCEC_UTS_Report_lowres-1.pdf
- Emmott, C.J.M., Röhr, J.A., Campoy-Quiles,

M., Kirchartz, T., Urbina, A., Ekins-Daukes, N.J. & Nelson, J. (2015) Organic photovoltaic greenhouses: a unique application for semi-transparent PV? *Energy & Environmental Science* 8: 1317–1328.

Environmental Law Alliance Worldwide (2010) Overview of Mining and its Impacts in: *Guidebook for Evaluating Mining Project EIAs*. Environmental Law Alliance Worldwide.

European Commission. (2017) Towards a sustainable and integrated Europe: Report of the Commission Expert Group on electricity interconnection targets. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2017-11/report_of_the_commission_expert_group_on_electricity_interconnection_targets_0.pdf

Fairley, P. (2017) The complex web behind the siting of power plants. *Nature* 551: S150–S152.

Gasparatos, A., Doll, C.N.H., Esteban, M., Ahmed, A. & Olang, T.A. (2017) Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 70: 161–184.

Gibon, T., Hertwich, E.G., Arvesen, A., Singh, B. & Veronesi, F. (2017) Health benefits, ecological threats of low-carbon electricity. *Environmental Research Letters* 12: 034023.

Gonzalez Sanchez, R., Kougias, I., Moner-Girona, M., Fahl, F. & Jäger-Waldau, A. (2021) Assessment of floating solar photovoltaics potential in existing hydropower reservoirs in Africa. *Renewable Energy* 169: 687–699.

Grill, G., Lehner, B., Thieme, M. et al. (2019) Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature* 569, 215–221 <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9>

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. (2019) Techno-ecological synergies of solar energy for global sustainability. *Nature sustainability* 2: 560–568.

Hertwich, E.G., Gibon, T., Bouman, E.A., Arvesen, A., Suh, S., Heath, G.A., Bergesen, J.D., Ramirez, A., Vega, M.I. & Shi, L. (2015) Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112: 6277–6282.

Hooper, T., Armstrong, A. & Vlaswinkel, B. (2021) Environmental impacts and benefits of marine floating solar. *Solar Energy* 219: 11–14.

IEA (2019a) *The Future of Hydrogen*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

IEA (2019b) *World Energy Outlook 2019*. IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>

IEA (2021a) *World Energy Outlook 2021*. Paris. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>

IEA (2021b) *Net Zero by 2050*. Paris. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>

IEA (2021c) *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. IEA, Paris. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions/executive-summary>

IFC (2018) Good practice note: Environmental, Health, and Safety Approaches for Hydropower Projects. International Finance Corporation, Washington DC, USA. [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/cefc36ec-9916-4ec4-b5ac-1d99602a3ef3/GPN_EHSHydropower.pdf?MOD=AJPERES&HA\(2022\)Hydropower2050Identifyingthethenext850+GWtowardsNetZero](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/cefc36ec-9916-4ec4-b5ac-1d99602a3ef3/GPN_EHSHydropower.pdf?MOD=AJPERES&HA(2022)Hydropower2050Identifyingthethenext850+GWtowardsNetZero)

Immerzeel, D.J., Verweij, P.A., van der Hilst, F. & Faaij, A.P.C. (2014) Biodiversity impacts of bioenergy crop production: a state-of-the-art review. *GCB Bioenergy* 6: 183–209.

IPBES (2019) *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Intergovernmental Science- Policy Platform on Biodiversity and

Ecosystem Services, IPBES. <https://zenodo.org/record/3553579>

IPCC (2022) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA.

IPIECA (2020) Managing biodiversity and ecosystem services in oil and gas development. Mainstreaming the mitigation hierarchy. <https://www.ipieca.org/resources/fact-sheet/managing-biodiversity-and-ecosystem-services-in-oil-and-gas-development-mainstreaming-the-mitigation-hierarchy-2020/>

Jacobson, M.Z., Delucchi, M.A., Cameron, M.A., Coughlin, S.J., Hay, C.A., Manogaran, I.P., Shu, Y. & von Krauland, A.-K. (2019) Impacts of Green New Deal Energy Plans on Grid Stability, Costs, Jobs, Health, and Climate in 143 Countries. *One Earth* 1: 449–463.

Jeswani H.K., Chilvers, A., Azapagic, A (2020) Environmental sustainability of biofuels: a review *Proc. R. Soc. A*. 47

Kiesecker, J. M. and Naugle, D. (eds.) (2017) *Energy Sprawl Solutions: Balancing Global Development and Conservation*. Washington, DC, Island Press

Kiesecker, J.M., Baruch-Mordo, S., Kennedy, C.M., Oakleaf, J.R., Baccini, A. & Griscom, B.W. (2019) Hitting the Target but Missing the Mark: Unintended Environmental Consequences of the Paris Climate Agreement. *Frontiers in Environmental Science*.

Koschinsky, A., Heinrich, L., Boehnke, K., Cohrs, J.C., Markus, T., Shani, M., Singh, P., Stegen, K.S. & Werner, W. (2018) Deep-sea mining: Interdisciplinary research on potential environmental, legal, economic, and societal implications. *Integrated Environmental Assessment and Management* 14: 672–691.

Koschinski S., Lüdemann K. (2020), *Noise mitigation for the construction of increasingly*

large offshore wind turbines: Technical options for complying with noise limits, report commissioned by the Federal Agency for Nature Conservation, Isle of Vilm, Germany, <https://www.bfn.de/publikationen/hintergrundpapier/noise-mitigation-construction-increasingly-large-offshore-wind>

Lammerant, L., Laureysens, I. & Driesen, K. (2020) *Potential impacts of solar, geothermal and ocean energy on habitats and species protected under the habitats and birds directives*. European Union, LU. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/784760>

Luderer, G., Pehl, M., Arvesen, A., Gibon, T., Bodirsky, B.L., de Boer, H.S., Fricko, O., Hejazi, M., Humpenöder, F. & Iyer, G. (2019) Environmental co-benefits and adverse side effects of alternative power sector decarbonization strategies. *Nature Communications* 10: 5229.

McManamay, R.A., Vernon, C.R. & Jager, H.I. (2021) Global Biodiversity Implications of Alternative Electrification Strategies Under the Shared Socioeconomic Pathways. *Biological Conservation* 260: 109234.

Moran, E.F., Lopez, M.C., Moore, N., Müller, N. & Hyndman, D.W. (2018) Sustainable hydropower in the 21st century. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 115: 11891–11898.

Mutia, T.M. (2010) *Biodiversity Conservation and Geothermal Development*.

The Nature Conservancy. 2019. A Better Blueprint for the Clean Energy Landscape. <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/a-better-blueprint-for-the-clean-energy-landscape/>

NS Energy (2021) Profiling the world's top five copper mining countries in 2020. *NS Energy Business*. <https://www.nsenergybusiness.com/news/top-five-copper-mining-countries/>

OECD (1999) *Environmental Activities in Uranium Mining and Milling (A Joint Report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency)*. <https://www.oecd-neo>

[org/upload/docs/application/pdf/2019-12/766-environmental-activities.pdf](https://www.worldwildlife.org/publications/connected-and-flowing-wwf-tnc-report)

Opperman, J.J., Hartmann, J., Lambrides, M., Carvallo, J.P., Chapin, E., Baruch-Mordo, S., Eyler, B., Goichot, M., Harou, J., Hepp, J., Kammen, D., Kiesecker, J., Newsock, A., Schmitt, R., Thieme, M., Wang, A., Weatherby, C. & Weber, C. (2019) *Connected and flowing: a renewable future for rivers, climate and people*. WWF and The Nature Conservancy, Washington, DC. [5l64sox6zz_connected_and_flow_wwf_tnc_report 5.pdf \(worldwildlife.org\)](https://www.worldwildlife.org/publications/connected-and-flowing-wwf-tnc-report)

Pell, R., Tijsseling, L., Goodenough, K., Wall, F., Dehaine, Q., Grant, A., Deak, D., Yan, X. & Whattoff, P. (2021) Towards sustainable extraction of technology materials through integrated approaches. *Nature Reviews Earth & Environment*.

Rehbein, J., Watson, J., Lane, J., Sonter, L., Venter, O., Atkinson, S. & Allan, J. (2020) Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas. *Global Change Biology* 26: 3040–3051.

Santangeli, A., Minin, E.D., Toivonen, T., Pogson, M., Hastings, A., Smith, P. & Moilanen, A. (2016) Synergies and trade-offs between renewable energy expansion and biodiversity conservation – a cross-national multifactor analysis. *GCB Bioenergy* 8: 1191–1200.

Schmutz & Sendzimir. 2018. Riverine Ecosystem Management

Schwarz, U. (2019). Hydropower pressure on European rivers: The story in numbers. WWF, RiverWatch, EuroNatur, and GEOTA.

Siala, K., Chowdhury, A.K., Dang, T.D. & Galelli, S. (2021) Solar energy and regional coordination as a feasible alternative to large hydropower in Southeast Asia. *Nature Communications* 12: 4159.

SINTEF (2022) The Future is Circular: Circular Economy and Critical Minerals for the Green Transition, SINTEF, Bergen. <https://www.sintef.no/en/publications/publication/2073636/>

Sonter, L.J., Dade, M.C., Watson, J.E.M. & Valenta, R.K. (2020a) Renewable energy production will exacerbate mining threats to biodiversity. *Nature Communications* 11: 4174.

Sonter, L.J., Gordon, A., Archibald, C., Simmonds, J.S., Ward, M., Metzger, J.P., Rhodes, J.R. & Maron, M. (2020b) Offsetting impacts of development on biodiversity and ecosystem services. *Ambio* 49: 892–902.

Sovacool, B.K. (2012) The avian and wildlife costs of fossil fuels and nuclear power. *Journal of Integrative Environmental Sciences* 9: 255–278.

Stratmann, T., Soetaert, K., Kersken, D. & van Oevelen, D. (2021) Polymetallic nodules are essential for food-web integrity of a prospective deep-seabed mining area in Pacific abyssal plains. *Scientific Reports* 11: 12238.

TBC (2016) *Hydropower: Applying the mitigation hierarchy to manage biodiversity risk*.

Teske, S., Florin, N., Dominish, E. & Giurco, D. (2016) Renewable Energy and Deep Sea Mining: Supply, Demand and Scenarios. Report prepared by ISF for J.M.Kaplan Fund, Oceans 5 and *Synchronicity Earth*, July 2016.

Thieme, M.L., Tickner, D., Grill, G., Carvallo, J.P., Goichot, M., Hartmann, J., Higgins, J., Lehner, B., Mulligan, M., Nilsson, C., Tickner, K., Zarfl, C. & Opperman, J. (2021) Navigating trade-offs between dams and river conservation. *Global Sustainability* 4.

UNEP (2016) Green Energy Choices: *The benefits, risks, and trade-offs of low-carbon technologies for electricity production*. United Nations, New York, USA.

UNEP FI (2022) [Harmful marine extractives: Deep-Sea Mining](#). UNEP FI, Geneva.

US Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (2022) Hydrogen Fuel Basics webpage. <https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-fuel-basics>

Van de Ven, D.-J., Capellan-Peréz, I., Arto, I., Cazarro, I., de Castro, C., Patel, P. & Gonzalez-Eguino, M. (2021) The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific Reports* 11: 2907.

Weaver, P.P.E. & Billett, D. (2019) Environmental Impacts of Nodule, Crust and Sulphide Mining: An Overview. Pp. 27–62 in: Sharma, R. (Ed.) *Environmental Issues of Deep-Sea Mining*. Springer International Publishing, Cham.

World Bank Group (2018) Good Practice Handbook - Environmental Flows for Hydropower Projects: Guidance for the Private Sector in *Emerging Markets*. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_climate_nature_and_our_1_5c_future_report.pdf

Wu, Y., Zhao, F., Liu, S., Wang, L., Qiu, L., Alexandrov, G. & Jothiprakash, V. (2018) Bioenergy production and environmental impacts. *Geoscience Letters* 5: 14.

WWF (2019a) *Climate, Nature and our 1.5°C Future: A synthesis of IPCC and IPBES reports*. Gland, Switzerland. https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/wwf_climate_nature_and_our_1_5c_future_report.pdf

WWF (2019b) 'No new hydropower in Europe: A manifesto'. https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/stop_new_hydropower_in_europe_web.pdf;

WWF (2019c) *Hydropower pressure on European rivers: The story in numbers*. <https://www.wwf.eu/?356638/Hydropower-pressure-on-European-rivers-The-story-in-numbers>

WWF & Beyond Zero Emissions (2020) **Renewable Energy Industrial Precincts** briefing paper

WWF & TBC (2021) *Public development banks and biodiversity. How Development Finance Institutions can align with the Post-2020 Global Biodiversity Framework*. [20210621_Summary_Public-development-banks-and-biodiversity_WWF-](#)

The-Biodiversity-Consultancy- min.pdf

WWF (2021) Nature Protection and Offshore Renewable Energy in the European Union

WWF (2022) *Living Planet Report 2022 – Building a nature-positive society*. Almond, R.E.A., Grooten, M., Juffe Bignoli, D. & Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland.

NOTAS FINALES

1. Nature Risk Rising, Foro Económico Mundial, enero de 2020.
2. La mayoría de los modelos climáticos y energéticos de las regiones desarrolladas del mundo muestran que la reducción del consumo de energía es una condición previa para gestionar los futuros sistemas orientados a las energías renovables (véase, por ejemplo, Mühlenhoff & Bonadio 2020).
3. IEA. 2021.
4. Baruch-Mordo et al. 2019, IEA. 2021, Thieme et al. 2021. Más información en www.brighterfuture.panda.org
5. Algunas nuevas tecnologías ofrecen un enorme potencial, pero el daño a la naturaleza difiere sustancialmente entre las distintas aplicaciones y debe evaluarse en su totalidad.
6. Véanse los Principios internacionales de buenas prácticas para infraestructuras sostenibles de las Naciones Unidas, 2021.
7. Véase www.brighterfuture.panda.org
8. Such areas include ecological corridors, migration routes, fish spawning and rearing areas, and areas with high natural carbon uptake and storage
9. Véase el informe del WWF de 2021, **Sintiendo el calor: el destino de la naturaleza más allá de 1,5°C de calentamiento global**.

10. WWF. 2022.
11. Para 2030: Proteger el 30% de las tierras, los océanos, las zonas costeras y las aguas interiores de la Tierra; Reducir en 500.000 millones de dólares anuales las subvenciones gubernamentales perjudiciales; Reducir a la mitad el desperdicio de alimentos. Véase **Comunicado de prensa oficial del CDB - 19 de diciembre de 2022, Montreal**
12. Véase el documento de WWF 2021. La **transición hacia una política de abandono del petróleo y el gas**: necesidad urgente de abandonar los combustibles fósiles
13. IEA. 2021a.
14. La cuota de energía hidroeléctrica necesaria para cumplir los objetivos climáticos en 2050, comparada con la cuota de energía hidroeléctrica actual, varía de un continente a otro.
15. IEA. 2019a.
16. Incluidos los elaborados por el IPCC, la AIE y la Asociación Internacional de Energías Renovables.
17. En este escenario de cero emisiones netas para 2050, la capacidad solar fotovoltaica deberá multiplicarse por 20 y la eólica por 11 de aquí a 2050. Véase AIE. 2021b
18. Según lo reconocido en el 2021 **Pacto Climático de Glasgow**, preámbulo, página 1: “Tomando nota de la importancia de garantizar la integridad de todos los ecosistemas, incluidos los bosques, los océanos y la criosfera, y la protección de la biodiversidad, [...]” y artículo 38: “Destaca la importancia de proteger, conservar y restaurar la naturaleza y los ecosistemas para alcanzar el objetivo de temperatura del Acuerdo de París, entre otras cosas mediante la actuación de los bosques y otros ecosistemas terrestres y marinos como sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero y mediante la protección de la biodiversidad, garantizando al mismo tiempo salvaguardias sociales y ambientales.”
19. Kiesecker et al. 2019.
20. Kiesecker et al. 2019 - <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aaf6e0/meta>; The Nature Conservancy.
21. Véase Opperman et al. 2019.
22. Por ejemplo, véase UNEP. 2016; Luderer et al. 2019.
23. UNEP 2016; Gibon et al. 2017; Luderer et al. 2019. 24
24. WWF. 2019a
25. Thieme et al. 2021.
26. La experiencia también ha demostrado los problemas que pueden asociarse a la energía hidroeléctrica, como la reducción del caudal de agua y del acceso a las llanuras aluviales. La energía hidroeléctrica puede causar problemas geopolíticos debido a los impactos transfronterizos. Otras preocupaciones son las repercusiones en la adaptación al cambio climático, los efectos en los manglares, la alteración de los flujos de nutrientes y la posible perturbación de la seguridad alimentaria, ya que un tercio de la producción mundial de alimentos depende de los ríos.
27. Gibon et al. 2017; Luderer et al. 2019; van de Ven et al. 2021.
28. Es decir, el 30% de las tierras más prioritarias para la protección de la biodiversidad. Véase Santangeli et al. 2016.
29. McManamay et al. 2021.
30. Luderer et al. 2019.
31. IEA 2021b.
32. Thieme et al. 2021; Moran et al. 2018.
33. La energía hidroeléctrica suministra actualmente alrededor del 65% de la electricidad de Brasil. Muchas presas

ocupan tierras que proporcionan servicios espirituales y culturales a los pueblos indígenas, lo que puede provocar conflictos. Por eso es importante evaluar esos servicios ecosistémicos, incluido el impacto en las comunidades afectadas, en una fase temprana del proceso de planificación.

34. G. Grill et al. 2019.

35. Opperman et al. 2019.

36. Véase World Bank Group. 2018.

37. See 'A Brighter Future', WWF and The Nature Conservancy, <https://brighterfuture.panda.org>

38. IHA. 2022.; WWF. 2019b.; WWF. 2019c.

39. Jacobson et al. 2019.

40. Carbon Tracker Initiative. 2021; van de Ven et al. 2021.

41. Jacobson et al. 2019.

42. Hertwich et al. 2015; UNEP. 2016; Gibon et al. 2017; Luderer et al. 2019.

43. Baruch-Mordo et al. 2019.

44. 126.000 km², es decir, el 1,3% del suelo, frente al 0,1% necesario para la huella de las energías renovables y otro 0,7% para la separación de las turbinas eólicas; de www.thesolutionsproject.org.

45. <https://thebreakthrough.org/blog/whats-the-land-use-intensity-of-different-energy-sources>

46. Sovacool. 2012; Hertwich et al. 2015.

47. Véase, por ejemplo, Comisión Europea, '**El cambio climático y la pérdida de biodiversidad deben abordarse conjuntamente**', Revista EC Horizon, octubre de 2021.

48. Bennun et al. 2021.

49. Por ejemplo, pintar las palas de las turbinas para aumentar su visibilidad para las aves y utilizar disuasores acústicos para los murciélagos. Para más información, véase Bennun et al. 2021.: **Mitigación de los impactos sobre la biodiversidad asociados al desarrollo de la energía solar y eólica: directrices para promotores de proyectos**, IUCN.

50. Para más información, véase Bennun et al. 2021.

51. Gibon et al. 2017; Luderer et al. 2019; IEA 2021c, 2021c; Pell et al. 2021.

52. Sonter et al. 2020a.

53. SINTEF. 2022.

54. Sonter et al. 2020a.

55. Pell et al. 2021.

56. CSBI & TBC. 2015.

57. IEA. 2021c.

58. Copper Recycling - Copper Alliance

59. NS Energy Staff. 2021.

60. Véase CSBI & TBC. 2015.

61. Sonter et al. 2020a.

62. Sonter et al. 2020b.

63. Teske et al. 2016.

64. Stratmann et al. 2021.

65. Weaver & Billett. 2019.

66. Koschinsky et al. 2018.

67. Weaver & Billett. 2019.

68. Véase www.savethehighseas.org/momentum-for-a-moratorium.

69. UNEP FI. 2022.
70. Por ejemplo, **un estudio de NINA** en Noruega mostró que la tasa de mortalidad se redujo en un 70% cuando las palas de los rotores se pintaron de negro.
71. Para más información sobre las restricciones, véase esta **Presentación de Power Point** de SINTEF Energy Research.
72. El potencial de restauración/mejora de los parques solares y eólicos es similar, aunque probablemente sea mayor en el caso de los parques eólicos, ya que suele haber más terreno recuperable entre las turbinas. Sin embargo, a diferencia de los parques solares, los parques eólicos plantean el problema de los impactos de colisión sobre aves y murciélagos vulnerables. Estos impactos son muy difíciles de abordar o compensar en su totalidad. La calificación global media tiene en cuenta estos dos factores (potencial de restauración/mejora e impactos sobre las especies).
73. El paso de peces ha tenido un éxito limitado, sobre todo en los trópicos, donde la diversidad de peces que necesitan paso es muy alta y la instalación de paso debe adaptarse a múltiples rasgos del ciclo vital. Del mismo modo, los flujos electrónicos pueden ayudar a mitigar los efectos de los cambios en el régimen de caudales, pero no permitirán, por ejemplo, el paso de sedimentos a los niveles que se habrían producido sin la existencia de una presa y un embalse. Véanse también: Noonan et al. 2012 y Radinger et al. 2021 (Conservation Biology).
74. Ej: IHA: **<https://www.hydropower.org/blog/how-sustainable-hydropower-can-promote-biodiversity>**.
75. Ej: **<https://www.hydrosustainability.org/hydropower-sustainability-tools>**
76. McManamay et al. 2021.
77. Luderer et al. 2019.
78. En los países nórdicos, por ejemplo, gran parte de la economía energética fósil se ha transformado en bioenergía forestal autóctona, por ejemplo. **<https://energysustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13705-021-00290-9>**
79. Véase por ejemplo: **Ejemplos de relaciones positivas entre bioenergía y agua | Bioenergy (ieabioenergy.com)**
80. **<https://renewables-grid.eu/publications/green-electricity-corridors-briefing-paper.html>**
81. Rehbein et al. 2020.
82. Los términos “Plan Director Energético” y “Plan Integrado de Recursos” se utilizan para describir herramientas eficaces de planificación
83. Bennun et al. 2021.
84. Véase van de Ven et al. 2021 para más información sobre el riesgo de desplazamiento por una expansión solar mal planificada.
85. Véase el documento informativo de WWF de 2020, **Recintos industriales de energías renovables**.
86. Santangeli et al. 2016.
87. Comisión Europea. 2017. La Comisión define la interconexión como la capacidad de importación de un Estado miembro como porcentaje de su capacidad total de generación.
88. Hernandez et al. 2019.
89. Baruch-Mordo et al. 2019.
90. Carbon Brief. 2022.
91. Véase Kiesecker et al. 2020.
92. Véase **www.naturepositive.org**

93. Véase Arlidge et al. 2018.
94. Basado en el “Marco ART3” de la Red de Objetivos Científicos. Véase **Objetivos científicos para la naturaleza - Orientaciones iniciales para las empresas**
95. Burt et al. 2017.
96. Incluidas torres de almacenamiento que pueden almacenar energía con un método similar al de las centrales hidroeléctricas de bombeo.
97. Emmott et al. 2015.
98. Adeh et al. 2019.
99. Véase el trabajo de WWF’s en **soluciones basadas en la naturaleza**.
100. Véase el informe de WWF **Impulsar la naturaleza: Crear las condiciones que permitan soluciones basadas en la naturaleza**
101. IEA. 2021.
102. Véase Opperman et al. 2019.
103. de Andrade Junior et al. 2021.
104. de Andrade Junior et al. 2021.
105. 105 Baruch-Mordo et al. 2019; Drechsler et al. 2017.
106. WWF & TBC. 2021.
107. de Silva et al. 2019.
108. Para más información, véase la **Norma de Desempeño 6** de la CFI. La IFC también ha elaborado unas **Guías de medio ambiente, salud y seguridad para la energía eólica**.
109. Un gran número de otros bancos de desarrollo e instituciones financieras han alineado ampliamente sus propias posturas medioambientales con las de la CFI, aunque a menudo no se aplican de forma efectiva en la práctica. Véase WWF y TBC. 2021.CSBI & TBC. 2015.
110. Bennun et al. 2021.
111. Hernandez et al. 2019.
112. van de Ven et al. 2021.
113. Véase Hernández et al. 2019 para ejemplos
114. Véase el documento de TBC insight, **¿Qué significa Nature Positive para las empresas?**
115. Véase el sitio web de la **Red de Objetivos Científicos** y su **Orientaciones iniciales para las empresas**.
116. En particular, el **Marco Global de Biodiversidad Kunming-Montreal** del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
117. De “Net Zero by 2050”, AIE, Paris <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>, License: CC BY 4.0, and Gibon, T., Hertwich, E.G., Arvesen, A., Singh, B. & Verones, F. (2017) Health benefits, ecological threats of low-carbon electricity. Environmental Research Letters 12: 034023
118. Gibon, T., Hertwich, E.G., Arvesen, A., Singh, B. & Verones, F. (2017) Health benefits, ecological threats of low-carbon electricity. Environmental Research Letters 12: 034023, IEA WEO 2021; Luderer et al. 2019.
119. La construcción de presas puede provocar inundaciones, la interrupción del caudal de los ríos y la fragmentación de los ecosistemas de agua dulce, a menudo con graves consecuencias para las especies migratorias y de otro tipo. Véase el cuadro 1 para más detalles.
120. Véase Schmutz & Sendzimir. 2018. Riverine Ecosystem Management.
121. Schwarz. 2019.

122. High-end system impact versus low-end (best practice) system impact for IEA NZE scenario - Gibon, T., Hertwich, E.G., Arvesen, A., Singh, B. & Verones, F. (2017) Health benefits, ecological threats of low-carbon electricity. Environmental Research Letters 12: 034023, IEA WEO 2021)
123. High-end system impact versus low-end (best practice) system impact for IEA NZE scenario - Gibon, T., Hertwich, E.G., Arvesen, A., Singh, B. & Verones, F. (2017) Health benefits, ecological threats of low-carbon electricity. Environmental Research Letters 12: 034023, IEA WEO 2021)
124. Baruch-Mordo et al. 2019, IEA 2021, Thieme et al. 2021. Véase también <https://brighterfuture.panda.org/#solutions>
125. Baruch-Mordo et al. 2019. Véanse también las páginas 23 y 63 de Opperman et al. 2019.
126. Por ejemplo, imponiendo un canon natural a la zona utilizada para las nuevas infraestructuras, correspondiente al costo de restaurar el mismo tipo de naturaleza en otro lugar.
127. Estas zonas incluyen corredores ecológicos, rutas migratorias, zonas de desove y cría de peces y zonas con una elevada captación y almacenamiento natural de carbono.
128. Koschinski S., Lüdemann K. 2020.
129. Existen muchos colores diferentes de hidrógeno que se están estudiando actualmente para un uso más extendido, pero en este informe se consideran los tres más destacados en general: azul, gris y verde.





Coalition Linking Energy And Nature for action



CLEANaction@wwfint.org | www.panda.org/cleanaction