



CONVENCIÓN SOBRE LAS ESPECIES MIGRATORIAS

Distribución: General

PNUMA/CMS/ScC18/Doc.10.2.2
1 juin 2014

Español
Original: Inglés

18ª REUNIÓN DEL CONSEJO CIENTÍFICO
Bonn, Alemania, 1-3 de julio de 2014
Punto 10.2.2 del orden del día

TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA RENOVABLE Y ESPECIES MIGRATORIAS: DIRECTRICES PARA UNA IMPLEMENTACIÓN SOSTENIBLE

Sumario:

En el marco de una iniciativa conjunta entre las secretarías de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y el Acuerdo sobre la Conservación de aves acuáticas migratorias de África y Eurasia (AEWA), en nombre de toda la familia de la CMS; la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA); y el proyecto Msb de BirdLife International PNUD/GEF/BirdLife, se está elaborando una recopilación de directrices sobre la manera de evitar o mitigar los impactos sobre las especies migratorias debidos a la implementación de tecnologías de energía renovable.

El documento adjunto a la presente nota lo ha preparado una consultoría, y constituye un proyecto preliminar de la compilación. Se presenta a la 18ª reunión del Consejo Científico para su revisión.

TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA RENOVABLE Y ESPECIES MIGRATORIAS: DIRECTRICES PARA UNA IMPLEMENTACIÓN SOSTENIBLE

(Preparado por la Secretaría)

1. Las secretarías de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y el Acuerdo sobre la conservación de aves acuáticas migratorias de África y Eurasia (AEWA), en nombre de toda la familia de la CMS.; la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) y el proyecto Msb de BirdLife International PNUD/GEF/BirdLife han unido sus fuerzas para llevar a cabo una revisión de la implementación de tecnologías de energía renovable y sus efectos reales o potenciales sobre las especies migratorias, y para producir un conjunto de directrices sobre cómo evitar o mitigar dichos impactos. Los detalles acerca de la iniciativa figuran en el documento UNEP/CMS/ScC18/Doc.10.2.
2. A continuación de esta nota introductoria se reproduce el proyecto preliminar de una recopilación de directrices sobre la manera de evitar o mitigar los impactos sobre las especies migratorias en la implementación de tecnologías de energía renovable. La consultora Bureau Waardenburg bv y otros socios han preparado la compilación. Se presenta a la 18ª reunión del Consejo Científico para su revisión.
3. La producción de este documento ha sido posible gracias a las contribuciones financieras de los gobiernos de Alemania y Noruega a través de las Secretarías de la CMS y AEWA, de BirdLife International a través del proyecto Msb del PNUD/GEF y de IRENA.

Acción solicitada:

Se invita al Consejo Científico a:

- (a) Considerar el proyecto de directrices "*Tecnologías de Energía Renovable y las especies migratorias: Directrices para una implementación sostenible*", y proporcionar orientación sobre su futuro desarrollo y finalización con el fin de que sean sometidas a la COP11 para su consideración y adopción.

ANEXO

Tecnologías de energía renovable y especies migratorias: directrices para una implementación sostenible

J. van der Winden
F. van Vliet
A. Patterson
B. Lane
(editors)

Proyecto preliminar, 30 de mayo de 2014

Tecnologías de energía renovable y especies migratorias: directrices para una implementación sostenible

J. van der Winden¹

F. van Vliet¹

A. Patterson²

B. Lane³

(editores)

1. Bureau Waardenburg
2. ESS Group
3. Brett Lane & Associates



Boere
Conservation Consultancy



Encargado por: Agencia Internacional de Energías Renovables, Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres, Acuerdo sobre la Conservación de aves acuáticas migratorias de África y Eurasia y Birdlife International, y el proyecto Msb de PNUD/GEF/BirdLife, UNDP/GEF/Birdlife

28 de mayo de 2014

informe no. xx-xxx

Estatus: borrador

Informe n.: xx-xx

Date of publication: 28 de mayo de 2014

Título: Tecnologías de energía renovable y especies migratorias: directrices para una implementación sostenible

Editores: F. van Vliet, A.Patterson, B. Lane
J. van der Winden

Autores
Créditos de la fotografía en la portada: H. Prinsen, A. Gymes, M. Boonman, xxxxxxxx
PM

Número de páginas incluyendo apéndices: xxx

Proyecto n: 13-107


Director de proyecto: drs. J. van der Winden.

Nombre y dirección del cliente: Agencia Internacional de Energías Renovables
Secretaría IRENA, C67 Office Building, Khalidiyah (32nd)
Street, 19th floor , procurement office
Abu Dhabi, Emiratos Árabes Unidos

Referencia del cliente: PL/PO/2013/O/0132

Firmado para su publicación: Teamleader Bird Ecology
drs. T. Boudewijn

Iniciales:



Bureau Waardenburg bv no es responsable por cualquier daño resultante, ni de las consecuencias derivadas de la aplicación de los resultados del trabajo u otros datos obtenidos a partir de Bureau Waardenburg bv; el cliente indemniza a Bureau Waardenburg bv frente a la responsabilidad de terceros en relación con estas aplicaciones.

© Bureau Waardenburg bv / Agencia Internacional de Energías Renovables

Este informe se ha elaborado a petición del cliente mencionado anteriormente y es de su propiedad. Todos los derechos quedan reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación, transmitida y/o publicitada en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, eléctrico, químico, mecánico, óptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito del cliente antes mencionado y el Bureau Waardenburg bv, ni podrá, sin dicho permiso, ser utilizado para cualquier otro propósito distinto a aquél para el que se ha producido.

El Sistema de Gestión de Calidad de Bureau Waardenburg bv ha sido certificado por CERTIKED según la norma ISO 9001:2008.

Prefacio

Sera elaborado por IRENA y la Familia CMS

Tabla de contenidos

Prefacio.....	3
Tabla de contenidos.....	4
Pasos a seguir	6
1 Introducción	8
2 Directrices generales.....	10
2.1 Introducción	10
2.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	10
2.3 Tendidos eléctricos.....	12
2.4 Infraestructura de transporte.....	12
2.5 Seguimiento previo y posterior a la construcción.....	13
2.6 Fuentes de información y orientación recomendadas.....	14
3 Energía de biomasa	16
3.1 Principales impactos	16
3.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	16
3.3 Mejores prácticas de mitigación	18
3.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción.....	19
3.5 Fuentes de información y orientación recomendadas	19
3.6 Literatura.....	19
4 Energía geotermal	21
4.1 Principales impactos	21
4.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	21
4.3 Mejores prácticas de mitigación	23
4.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción.....	24
4.5 Fuentes de información y orientación recomendadas.....	25
4.6 Literatura	25
5 Energía hidroeléctrica.....	26
5.1 Principales impactos	26
5.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	27
5.3 Mejores prácticas de mitigación	30
5.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción.....	34
5.5 Fuentes de información y orientación recomendadas.....	35
6 Energía oceánica.....	37

6.1	Principales impactos	37
6.2	Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	37
6.3	Mejores prácticas de mitigación	38
6.4	Seguimiento previo y posterior a la construcción	38
6.5	Fuentes de información y orientación recomendadas	41
6.6	Literatura	41
7	Energía solar	43
7.1	Principales impactos	43
7.2	Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	43
7.3	Mejores prácticas de mitigación	46
7.4	Seguimiento previo y posterior a la construcción	47
7.5	Fuentes de información y orientación recomendadas	48
8	Energía eólica.....	49
8.1	Principales impactos	49
8.2	Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA.....	49
8.3	Mejores prácticas de planificación y mitigación.....	57
8.4	Seguimiento previo y posterior a la construcción	56
8.5	Fuentes de información y orientación recomendadas	59
9	Síntesis / conclusión	68

Pasos a seguir

La implementación de tecnología de energía renovable puede tener un rango de impactos potencialmente significativos en las especies migratorias. Por lo tanto, se recomienda que cada país aplique las siguientes medidas para evitar, minimizar o mitigar dichos impactos potenciales. Cada país debe aplicar estas medidas en la adecuada etapa de planificación dentro del proceso de desarrollo. Sin embargo, este gráfico conteniendo los pasos debe ser visto como un proceso iterativo: si es necesario, se revisarán las medidas y se revisarán en respuesta a la nueva información y decisiones.

Paso 1: Desarrollar y apoyar la planificación estratégica a largo plazo de la tecnología de energía renovable. Aplicar los procedimientos adecuados de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) en las decisiones sobre la necesidad de tecnología de energías renovables a escala nacional y aplicar procedimientos similares apropiados de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción de plantas de energía renovable, una vez se ha decidido que el desarrollo de este tipo de tecnología de energía renovable es necesario. Los aspectos relativos al riesgo para las especies migratorias deben integrarse en los procedimientos de EA.

Paso 2: Desarrollar y apoyar la colaboración entre todas las partes interesadas (los desarrolladores de tecnología de energía renovable, conservacionistas, organizaciones gubernamentales) a través del apoyo de los Memorandos de Entendimiento de manera voluntaria, o, en caso necesario, imponer la cooperación de los desarrolladores de tecnología de energía renovable para la planificación estratégica y la mitigación de los efectos negativos sobre las especies migratorias a través de legislación.

Paso 3: Identificar sobre un mapa las zonas sensibles para las especies migratorias. Desarrollar bases de datos fundamentadas científicamente y conjuntos de datos espaciales en áreas importantes para las especies migratorias, incluyendo las rutas de desplazamiento que se utilizan frecuentemente, zonas con concentraciones excepcionales de especies migratorias, áreas importantes para la reproducción, alimentación o refugio, y corredores migratorios estrechos. Estos conjuntos de datos mejoran la planificación estratégica en los pasos 1 y 2 y definen las prioridades en el paso 4. Si no hay datos disponibles, tales como los provenientes de programas de seguimiento periódico, entonces se deben recoger datos de campo por un mínimo de un año.

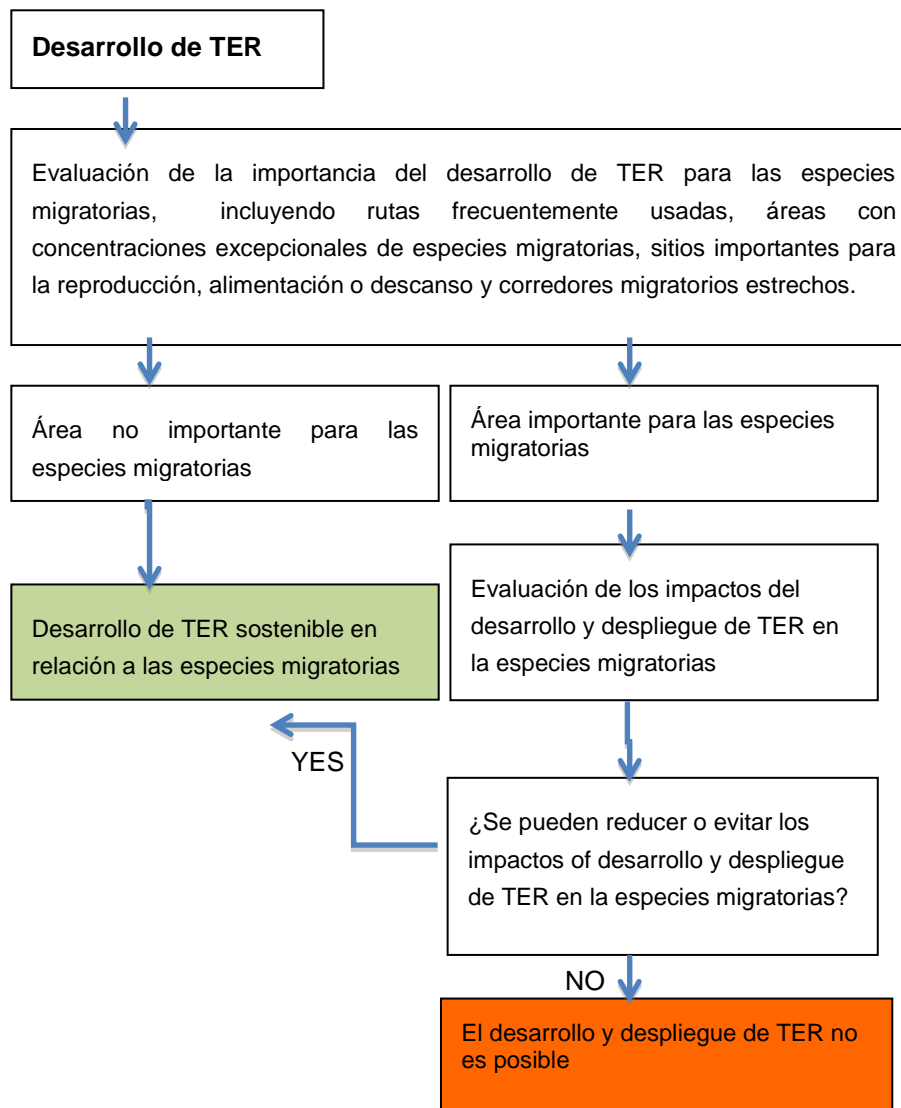
Paso 4: Considerar medidas para *evitar* los impactos del desarrollo de nuevas tecnologías de energía renovable en las especies migratorias: emplazamiento, diseño, procesos, tecnología y opciones no recomendables.

Paso 5: Considerar medidas para la *mitigación* de los impactos del desarrollo de nuevas tecnologías de energía renovable sobre las especies migratorias. Estas

medidas tratan de reducir el impacto (la severidad del impacto) o limitar la exposición de los receptores a los impactos.

Paso 6: Desarrollar y apoyar programas de evaluación que utilizan protocolos estandarizados para monitorear la efectividad de las medidas de mitigación, así como para mejorar las técnicas de mitigación y la presencia y movimientos de las especies migratorias, a fin de evaluar la magnitud del impacto (específico de la especie).

Árbol de decisiones sobre el desarrollo y el despliegue de la tecnología de energía renovable (TER) y las especies migratorias



1 Introducción

Una revisión de los efectos en las especies migratorias

Es un hecho reconocido que la producción de todas las formas de energía procedentes de fuentes renovables constituye una importante contribución a la mitigación del cambio climático (por ejemplo, Rogelj *et al.* 2013, Edenhofer *et al.* 2012). Al contribuir a la mitigación del cambio climático, la producción de fuentes renovables también aporta una contribución significativa a la conservación de la biodiversidad en todo el mundo (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica 2010, Gitay *et al.* 2002). El cambio climático rápido afecta a los ecosistemas y la capacidad de las especies para adaptarse y el resultado es la pérdida de biodiversidad. A pesar de los efectos positivos sobre la biodiversidad a través de la mitigación del cambio climático, el despliegue de tecnologías de energía renovable (TER) también puede tener efectos negativos en las especies silvestres, incluyendo en las especies migratorias.

Los efectos de la implementación de TER sobre las especies migratorias se revisa detalladamente en “Despliegue de tecnología de energía renovable y las especies migratorias: una visión general” (Van der Winden *et al.* 2014.). Esa revisión se publica en el marco del “Proyecto sobre el despliegue de tecnologías de energía renovable y las especies migratorias” (abreviado como “Proyecto sobre la energía renovable y las especies migratorias”). La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), en colaboración con las secretarías de la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS¹) y el Acuerdo sobre la Conservación de las Aves Acuáticas Migratorias de África Eurasia (AEWA) y Birdlife inició este proyecto con el objetivo general de contribuir al desarrollo ecológicamente racional de la energía renovable. La revisión internacional proporciona información importante a este documento de directrices, un segundo resultado del proyecto.

Directrices para mitigar y evitar impactos

En los últimos años se han publicado en todo el mundo muchos documentos de directrices que describen enfoques y soluciones para evitar/mitigar el conflicto entre el despliegue TER y la vida silvestre. La mayoría de estos documentos de directrices existentes se elaboran para un despliegue de TER específico y sin especial énfasis en las especies migratorias. El presente informe de directrices tiene como objetivo integrar y resumir estos documentos de orientación clave en una visión general con especial atención a las especies migratorias. Presenta soluciones, tanto técnicas como legislativas, ideadas para evitar/mitigar los impactos, incluyendo sus factores

¹ La Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) y sus acuerdos conexos se define como Familia CMS. El proyecto es relevante para toda la familia, pero está gestionado por las Secretarías de CMS y AEWA en nombre de la Familia.

determinantes, o los que limitan su eficacia, que se está aplicando, y sintetiza las lecciones aprendidas de experiencias pasadas. Las instrucciones técnicas detalladas sobre la construcción de medidas de mitigación están fuera del ámbito de aplicación de estas directrices, y en ese caso nos referimos a literatura técnica existente. Existen numerosos ejemplos de este tipo de detalladas directrices y se hará referencia explícita a las mismas, en lugar de repetir el contenido de estos documentos, incluso en forma de resumen.

Los grupos destinatarios del informe final de directrices son oficiales de políticas en los gobiernos que se ocupan del despliegue de las tecnologías de energía renovable, así como los desarrolladores de proyectos. También puede ser de interés para los consultores, jefes de obra, las ONG y otros profesionales que participan en la planificación, diseño, implementación o la aprobación de los planes o proyectos de energías renovables.

2 Directrices generales

2.1 Introducción

Hay algunos principios y enfoques básicos que son válidos para todas las formas de desarrollo de energía renovable. Por ejemplo, todo despliegue de energías renovables hará uso de algún tipo de infraestructura (por ejemplo, líneas de alta tensión aéreas, cables subterráneos) para el transporte y/o distribución de la energía generada a la red nacional (o internacional) y necesitará una infraestructura de acceso para el personal de construcción y mantenimiento. A continuación se ofrece una breve orientación sobre estos aspectos generales, en referencia sobre todo a otras guías publicadas sobre los temas de la legislación, los procedimientos de EAE/EIA, la infraestructura de transporte, los tendidos eléctricos, y el monitoreo de los impactos, respectivamente. Este capítulo concluye con una “guía de orientación”, que enumera las fuentes recomendadas de información y orientación sobre estos temas. Si está disponible, se presentará una orientación más específica sobre estos temas para cada implementación de TER en los capítulos 3-8.

2.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Legislación y políticas

Existen diversas obligaciones legales y semi-legales para estimular a los desarrolladores de recursos energéticos renovables para reducir los impactos en las especies migratorias derivados de la implementación de TER, a través de la planificación estratégica y/o la aplicación de medidas de mitigación o compensación adecuadas. Estas obligaciones se incorporan en la legislación nacional, así como en los convenios internacionales, tratados o memorandos de entendimiento.

La mayoría de los países cuentan con una legislación que sitúa la construcción y explotación de plantas de energía renovable (por ejemplo, parques eólicos, represas hidroeléctricas, centrales de energía solar, etc) bajo un régimen de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), teniendo en cuenta la legislación existente nacional sobre conservación del hábitat y la vida silvestre. Es una cuestión de cómo de estricta sea la legislación de conservación, por la influencia preponderante que tiene sobre:

- Cómo se sitúa en despliegue de TER en el paisaje;
- Qué medidas de mitigación se aplican;
- Las decisiones de que se puede construir ningún TER en ciertos lugares debido a razones imperiosas de interés de conservación;
- La obligación de compensar los impactos negativos que no se pueden mitigar.

Un procedimiento de EIA tiene como objetivo encontrar y desarrollar el emplazamiento correcto para el despliegue de TER a fin de reducir el impacto sobre el paisaje y la biodiversidad (en el sentido más amplio) al mínimo. Preferiblemente, tal EIA viene precedida de una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) a escala

nacional o regional, que en una primera fase tiene como objetivo asegurar que el medio ambiente y posiblemente otros aspectos de la sostenibilidad ambiental, son considerados de manera efectiva en la política, y en la planificación y creación de programas y considera la necesidad general de desarrollar TER (véase más adelante).

En la actualidad, existen pocos instrumentos internacionales de conservación que tienen recomendaciones y acciones específicas formuladas por sus Partes sobre los posibles impactos de la implementación de TER y las especies migratorias, el desarrollo de energía eólica es una excepción notable. La mayoría de los instrumentos de conservación importantes internacionales tienen obligaciones más generales que piden procedimientos de EIA y EAE estandarizados bien (véase más adelante). Se trata la legislación específica para el desarrollo de energías renovables en los capítulos específicos de implementación de las energías renovables.

EAE y EIA

Planificar el despliegue de las energías renovables de una manera estratégica en un área geográfica amplia es uno de los medios más eficaces para minimizar los impactos de la implementación de las energías renovables en las especies migratorias desde el principio en el proceso de planificación. Como muchas especies migratorias cruzan muchos países u océanos, una EAE internacional es esencial y aún no se ha desarrollado. Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) seguidas de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) específicas para cada lugar son las herramientas necesarias para garantizar que se minimizan los impactos y debe estar en vigor y aplicarse.

La EAE es un medio, a través del cual se incorporan consideraciones ambientales en las políticas, planes y programas a fin de lograr el mejor resultado posible para todos los involucrados. Esto es particularmente eficaz con respecto a la planificación a gran escala de plantas de generación de energía renovable (es decir, parques eólicos, paneles solares, centrales hidroeléctricas, etc), porque se pueden identificar las áreas con menos conflictos de forma proactiva y se pueden evitar las zonas sensibles, mucho antes de llegar a la fase de proyecto individual. El proceso de EIA permite la evaluación de los impactos a nivel de los proyectos. Aunque esto se basa en el proyecto y ocurre bastante tarde en el proceso de planificación, todavía proporciona un mecanismo útil y esencial para minimizar los impactos sobre las especies migratorias.

Ya en esta temprana etapa de la elaboración de políticas y la toma de decisiones, se debe recoger la información sobre las áreas sensibles, la presencia de especies migratorias y las rutas migratorias de fuentes accesibles o, si no existen, de un programa de investigación sobre el terreno durante un periodo de al menos un año para cubrir un ciclo de vida completo. Esto también ayudaría sustancialmente a evitar cualquier conflicto posterior con la legislación nacional e internacional de conservación en el caso de que sea posible que especies estrictamente protegidas

mueran o sean perturbadas de forma permanente por el desarrollo de tecnologías de energía renovable.

Hay que enfatizar la gran importancia de la disponibilidad de datos sobre especies migratorias y la presencia de áreas sensibles y/o protegidas antes o durante los procedimientos de EAE y EIA. La adecuada planificación de la implementación de las energías renovables, incluyendo los datos disponibles sobre presencia y rutas de migración de las especies migratorias, puede reducir sustancialmente el problema de las interacciones entre el despliegue de TER y las especies migratorias. Desafortunadamente, muchos países en desarrollo no cuentan con los recursos para llevar a cabo una investigación de campo detallada para recopilar los datos pertinentes. Debe facilitarse un mecanismo por el cual se pueda proporcionar financiación externa para llevar a cabo tareas básicas de estudio. Para los proyectos relativamente pequeños, los desarrolladores de proyectos deben cubrir los gastos e integrar los estudios de base en los presupuestos de los proyectos. Para programas de construcción de plantas de energía más amplios, podría ser facilitado por los gobiernos a través de las agencias nacionales de desarrollo o fondos internacionales, como a través del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). Esto también debería funcionar para los países que deseen reemplazar y/o mitigar las instalaciones peligrosas ya existentes, por ejemplo, parques eólicos con torres de celosía.

Se puede obtener información más detallada sobre el proceso de EAE y EIA y sus beneficios para la conservación de la naturaleza de la Resolución de Ramsar X.17 **“Evaluación del impacto ambiental y evaluación ambiental estratégica: orientaciones científicas y técnicas actualizadas, 2008”**, el documento de la Convención de Berna de Información Técnica T- PVS/Inf15e_2013, titulado *“Parques eólicos y las aves: un análisis actualizado de los efectos de los parques eólicos sobre las aves, y guía de prácticas recomendadas en la planificación integrada y evaluación de impacto”* (Gove et al 2013) y las Directrices de Conservación de AEWA No. 11, tituladas *“Directrices sobre la forma de evitar, minimizar o mitigar el impacto de los desarrollos de infraestructura y la alteración relacionada que afecta a las aves”* (Tucker y Treweek, 2008). Estos son documentos útiles y prácticos que proporcionan medidas necesarias para la planificación y la aplicación de EAE y EIA. El Anexo B de AEWA, Directriz 11, enumera las convenciones internacionales y demás legislación que exige estudios de impacto con la documentación relacionada en los documentos informativos.

2.3 Tendidos eléctricos

Las plantas de generación de energía renovable necesitan infraestructura para conectarse a la red de energía. Especialmente estas conexiones son aéreas los impactos sobre las especies migratorias son muy probables. Las líneas eléctricas aéreas son una de las principales causas de muertes no naturales para las aves en grandes partes del mundo, se estiman muchos millones de víctimas por electrocución o colisión cada año. También las especies de murciélagos migratorios pueden verse

afectadas, especialmente las especies más grandes, que pueden sufrir una electrocución cuando usan líneas eléctricas de media tensión para descansar.

Para obtener orientación detallada sobre las acciones apropiadas, tanto legislativas como técnicas, las mejores prácticas para la construcción de líneas de alta tensión, las mejores medidas para mitigar y evitar y prácticas de evaluación y seguimiento nos referimos a las “Directrices sobre cómo evitar o mitigar los efectos de las redes de energía eléctrica en las aves migratorias en la región de África y Eurasia” (Prinsen et al. 2011) de AEWA/CMS y las referencias que menciona. Para obtener instrucciones técnicas detalladas sobre la construcción de las medidas de mitigación, nos referimos a la literatura técnica existente y recomendamos APLIC (2006, 2012), Haas et al. (2005) y Haas et al. (2008).

2.4 Infraestructura de transporte

Los efectos durante la construcción de plantas de generación de energía renovable, incluida la infraestructura de acceso, almacenamiento y áreas de trabajo, en general, reflejan los de los proyectos de construcción similares y pueden incluir mortalidad (por ejemplo, muertes en la carretera), así como efectos de perturbación directos o indirectos, un mayor acceso para los cazadores furtivos, pérdida de hábitat, fragmentación del hábitat o de la ruta de migración y/o degradación.

Para obtener orientación detallada nos referimos a las Directrices de Conservación no. 11 de AEWA “Directrices sobre la forma de evitar, minimizar o mitigar el impacto de los desarrollos de infraestructura y la perturbación relacionada que afecta a las aves acuáticas” (Tucker y Treweek 2008) y “Vida Silvestre y tráfico: Un Manual Europeo para identificar conflictos y diseñar soluciones” (Luell et al 2003).

2.5 Seguimiento previo y posterior a la construcción

El documento asociado de revisión “Desarrollo de tecnología de energías renovables y las especies migratorias: una visión general” muestra que para una gran parte del mundo, especialmente de Asia, África y América del Sur, las investigaciones y los datos de seguimiento disponibles sobre la interacción del desarrollo de TER y las especies migratorias son escasos. El seguimiento previo y posterior a la construcción para cualquier desarrollo de energía renovable es clave para recoger más datos sobre el terreno a fin de obtener una mejor comprensión de la magnitud del problema y de las especies involucradas en estas amplias regiones.

Es importante que los estudios previos y posteriores a la construcción y el seguimiento adopten un enfoque estándar y repetible, consistente con los métodos utilizados en otros desarrollos de energía renovable. Esto permitirá la comparación entre los diferentes desarrollos de energía renovable y por lo tanto la generación de estimaciones más fiables de los impactos en base a una serie de estudios. Esto a su vez debería contribuir a una predicción más precisa de los impactos causados por los

futuros desarrollos. También es necesario un seguimiento estandarizado posterior a la construcción, para probar la eficacia de las medidas de mitigación que se aplican y comprobar los impactos previstos. Por último, también debe ayudar a las evaluaciones de impacto acumulado en especies particulares ya que los resultados de estudios similares se pueden combinar fácilmente.

Es, por tanto, fundamental que se destinen recursos a la aplicación de seguimiento previo y posterior a la construcción y que se publiquen o se informe de los resultados de estos programas de seguimiento para un uso más amplio.

Las estrategias específicas de seguimiento de implementación de TER (por ejemplo monitoreo de muertes de murciélago y de aves causadas por parques eólicos) se tratarán en los capítulos 3-8.

2.6 Fuentes de información y orientación recomendadas

Este párrafo resume las fuentes de información y orientación recomendadas; éstas son las directrices más recientes y reconocidos en el tema correspondiente.

La planificación estratégica, la legislación y los procedimientos de EAE y EIA

Burger, J. & M. Gochfeld., 2012. A Conceptual Framework Evaluating Ecological Footprints and Monitoring Renewable Energy: Wind, Solar, Hydro, and Geothermal. *Energy and Power Engineering*, Vol. 4 No. 4, 2012, pp. 303-314. doi: 10.4236/epe.2012.44040.

Gove, B., R.H.W. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase. Wind farms and birds: an updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. RSPB/BirdLife in the UK. Technical document T-PVS/Inf(2013)15 to Bern Convention Bureau Meeting, Strasbourg, 17 September 2013.

Rajvanshi, A. 2008. Mitigation and compensation in environmental assessment. Chapter 17 in T.B Fischer, P. Gazzola, U. Jha-Thakur, I. Belcakova, and R, Aschemann, eds., *Environmental Assessment Lecturers' Handbook*, EC Penta Erasmus Mundus Project, February 2008. <http://www.twoeam-eu.net/handbook/05.pdf>.

Tendidos eléctricos

APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), 2006. Suggested practices for avian protection on power lines: The state of the art in 2006. Edison Electric Institute, Washington, D.C. <http://www.aplic.org>

APLIC (Avian Power Line Interaction Committee), 2012. Mitigating bird collisions with power lines: the state of the art in 2012. Edison Electric Institute, Washington D.C. <http://www.aplic.org>

Haas, D., Nipkow, M., Fiedler, G., Schneider, R., Haas, W. & Schürenberg, B., 2005. Protecting birds from powerlines. *Nature and Environment*, No. 140. Council of Europe Publishing, Strassbourg.

Haas, D. & Schürenberg, B. (Eds), 2008. Bird electrocution; general principles and standards of bird protection at power lines (in German). Proceedings of the

Conference 'Stromtod von Vögeln, Grundlagen und Standards zum Vogelschutz an Freileitungen' in Muhr am See, April 2006. Ökologie der Vögel, Band 26, Hamburg. <http://www.birdsandpowerlines.org>

Prinsen, H.A.M., J.J. Smallie, G.C. Boere & N. Píres (Compilers), 2011. Guidelines on how to avoid or mitigate impact of electricity power grids on migratory birds in the African-Eurasian region. CMS Technical Series No. XX, AEWA Technical Series No. XX, Bonn, Germany.

http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_MoS3_Doc_07_4_3_Rev1_Guidelines_Infrastructure.pdf

Construcción y desarrollo de infraestructura

Luell, B., Bekker, G.J., Cuperus, R., Dufek, J., Fry, G., Hicks, C., Hlaváč, V., Keller, V., B., Rosell, C., Sangwine, T., Tørsløv, N., Wandall, B. le Maire, (Eds.) 2003. Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions.

Raab, R., Julius, E., Spakovszky, P. & Nagy, S. (2009): Guidelines for best practice on mitigating impacts of infrastructure development and afforestation on the Great Bustard. Prepared for the CMS Memorandum of Understanding on the conservation and management of the Middle-European population of the Great Bustard. BirdLife International. Brussels.

http://www.cms.int/species/otis_tarda/meetings/MoS3/documents/GB_MoS3_Doc_07_4_3_Rev1_Guidelines_Infrastructure.pdf

Tucker, G. & Treweek, J. 2008. Guidelines on how to avoid, minimise or mitigate the impact of infrastructure developments and related disturbance affecting waterbirds. AEWA Conservation. Guidelines No. 11, AEWA Technical Series No. 26, Bonn, Germany.

http://www.unep-aewa.org/publications/conservation_guidelines/pdf/cg_11.pdf

Energía renovable en general

Hötker, H., Thomsen, K.-M. & H. Jeromin, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats - facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut imNABU, Bergenhusen.

3 Energía de biomasa

3.1 Principales impactos

La producción de combustible de bioenergía tiene el potencial de afectar negativamente la vida silvestre migratoria, incluyendo aves y mamíferos terrestres, principalmente a través de la alteración de su hábitat. Los impactos específicos a la vida silvestre migratoria por la producción de combustible de bioenergía se encuentran a continuación.

Producción de cultivos para combustible

- Pérdida de hábitat para las aves y los mamíferos terrestres debido a la conversión de los hábitats naturales en tierras de cultivo para la producción de biocombustible
- Reducción de los recursos alimenticios para las aves y los mamíferos terrestres debido a cambios en el tipo de hábitat

Construcción

- Pérdida de hábitat para las aves y los mamíferos terrestres debido a la construcción de instalaciones de conversión de bioenergía.

3.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Legislación y Políticas

Ha habido un gran interés en la incorporación de la energía de biomasa en las carteras nacionales de energía en los últimos años. Normalmente se ha llevado a cabo a través de la utilización de biocarburantes mezclados con combustibles líquidos tradicionales, basados en combustibles fósiles, para el transporte y la calefacción. Sin embargo, relativamente pocas iniciativas políticas o acciones legislativas se han aplicado en relación con la producción de bioenergía y la mitigación de los impactos del combustible para la vida silvestre migratoria. Esto ocurre también en las regiones tropicales, que tienen un alto potencial e interés en la producción de bioenergía, además de importantes y sensibles recursos de vida silvestre migratoria y de hábitat. Se dan ejemplos de la legislación y las iniciativas de política para los dos mayores productores del mundo de bioenergía, los Estados Unidos y Brasil, en el recuadro 3.1.

Recuadro 3.1 Ejemplos de la legislación relacionada con los biocombustibles en las Américas

Estados Unidos

- Ley de Recuperación y Reinversión de 2009 - apoya el financiamiento para diversos programas de subvenciones para combustible alternativo y tecnología avanzada de vehículos, iniciativas de investigación y desarrollo y programas de mejora de la flota.
- Ley de Estabilización Económica de Emergencia/Ley de Mejora de la Energía y Extensión de 2008 - modifica y prorroga los créditos fiscales existentes para la

mezcla y producción de biodiesel, extiende el impuesto al consumo de combustibles alternativos existentes, y se extiende la alternativa alimentando la infraestructura de crédito fiscal.

- Ley de Independencia y Seguridad Energética de 2007 - incluye disposiciones para aumentar la oferta de fuentes de combustibles alternativos renovables mediante el establecimiento de un Estándar de combustible renovable obligatorio, que incluye el uso de los biocombustibles celulósicos y combustibles diesel basados en la biomasa.
- Ley de Política Energética de 2005 - estableció créditos fiscales a la electricidad renovable por la producción de electricidad generada a partir de cultivos de biomasa que se plantan exclusivamente con el fin de ser utilizados para producir electricidad.
- Ley de Seguridad Agrícola e Inversión Rural de 2002 - incluye importantes incentivos para la producción y uso de biomasa y financió numerosos proyectos desde problemas de producción de biomasa a las mejoras en los procesos de producción de la refinería.

Iniciativa de Biocombustibles de Brasil

En un informe de 105 páginas (sin fecha, pero de 2009 o posterior), titulado “El futuro de la bioenergía y la biomasa en Brasil “ de la Asociación Brasileña de la Industria de la Biomasa y Energías renovables (ABIB), las palabras “vida silvestre” y “hábitat” aparecían sólo una vez. El Programa brasileño de Producción y Uso de Biodiesel (descrito con más detalle a continuación) tampoco aborda los impactos de la expansión de la biomasa energética para la vida silvestre migratoria o sus hábitats. Estos ejemplos demuestran una falta de atención a los impactos en la vida silvestre migratoria y sus hábitats, causados por los cultivos de biomasa para combustible y su recolección, incluyendo en delicadas regiones tropicales ecológicamente diversas.

Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE)

Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) para la producción de biocombustible son una herramienta importante para la planificación, gestión y mitigación de los impactos de esta tecnología de energía renovable en las especies migratorias. Ya que la pérdida de hábitat puede tener un impacto significativo para las especies migratorias, deben realizarse EAE para la planificación y ejecución de programas de producción de biocombustible a gran escala de la manera más respetuosa posible con el medio ambiente y con la sociedad. En el cuadro 3.2 se da un ejemplo de un EAE para un programa de producción de biocombustibles.

Recuadro 3.2. EAE de Programa de biocombustibles

El Gobierno de Brasil, en 2004 introdujo un Programa de Producción y Uso de Biodiesel (PNPB) que integra el deseo de seguridad energética con objetivos de desarrollo rural. El PNPB instituyó una serie de incentivos económicos, fuentes de financiación y requisitos de relación de mezcla para la producción nacional de biodiesel. Una de las características principales del PNPB es que requiere que las refinерías de biodiesel compren cultivos de biomasa (principalmente aceite de palma) de la pequeña agricultura familiar, fomentando así el desarrollo de energías renovables y el desarrollo económico rural (Langevin 2010). Aunque tuvo éxito en el cumplimiento de estos objetivos, el PNPB no incluyó una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de la creciente economía de biodiesel.

En respuesta a este vacío de conocimientos, se propuso una EAE en 2011 para examinar las posibilidades de expansión de la producción sostenible de biomasa de aceite de palma en el norte de Brasil (de Carvalho 2011). Los objetivos de la EAE fueron evaluar la expansión de la producción de aceite de palma con el fin de definir el desarrollo del aceite de palma sostenible ayudando así a la planificación y la toma de decisiones. La EAE utilizó revisión de literatura y un análisis de datos espaciales para identificar las tierras degradadas que serían preferibles para la expansión del aceite de palma en lugar de hábitats de más valor ecológico.

Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA)

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental son una herramienta crucial en la determinación de los impactos de las prácticas de cultivo y cosecha de biomasa para combustible sobre la vida silvestre migratoria y sus hábitats. Las EIA para la producción de combustibles de biomasa deben centrarse en las especies que se ven afectadas principalmente por el desarrollo de la energía de biomasa, principalmente especies de aves de pastizales y bosques y mamíferos terrestres. Con respecto a las aves migratorias, las EIA deben tratar de determinar la importancia para las aves migratorias de un área potencial del proyecto, en función de la disponibilidad de recursos (alimentos, agua, refugio, cría, etc) y cómo los recursos pueden verse afectados por los cambios en el hábitat que conlleva el proyecto. La presencia de especies amenazadas o en peligro de extinción en la zona del proyecto en cualquier momento durante el ciclo de vida anual de la especie también se debe considerar como parte de la EIA. La EIA también debe identificar posibles medidas de mitigación que podrían ayudar a disminuir el impacto de las especies migratorias de los cambios en el hábitat que se esperan como resultado del proyecto.

3.3 Mejores prácticas de mitigación

Muchos de los efectos negativos pueden reducirse o evitarse mediante buenas prácticas en la ubicación y en el manejo de la tierra y la silvicultura sostenible, incluidas las estrategias de siembra, el momento y el método de la cosecha y la elección de los cultivos. Los principios de buenas prácticas que figuran a continuación constituyen puntos clave de buenas prácticas para la producción de energía de biomasa, y podrían utilizarse para minimizar los impactos adversos sobre las

especies migratorias y maximizar los beneficios. Para más información, los profesionales pueden consultar las guías publicadas, más detalladas.

Ubicación

- Situar la producción de biocombustibles en tierras de cultivo degradadas y abandonadas para evitar la conversión de hábitat natural de alta calidad en campos de producción de biocombustibles (Fargione et al. 2010).

Diseñar una gestión sostenible de la tierra y silvicultura

- Utilizar especies nativas en lugar de especies introducidas y/o cultivos en hileras. Esto aumenta la heterogeneidad del hábitat y resulta en un aumento de la biodiversidad aviar y de insectos (Murray y Best 2003, Fargione et al. 2009, Fargione et al. 2010, Hartman 2011, Robertson et al. 2011).
- Utilizar recogida de cosechas en rotación o por franjas para mejorar la diversidad de especies. Se pueden encontrar ejemplos de mejora de la biodiversidad de especies de aves migratorias en los campos de mijo, a través de facilitar hábitats tanto de pastos altos como de pastos cortos (Murray y Best 2003, Roth et al. 2005, Bies et al. 2006).
- Situar la producción de biocombustibles en tierras de cultivo degradadas y abandonadas para evitar la conversión de hábitat natural de alta calidad en campos de producción de biocombustibles (Fargione et al. 2010).
- Usar biocombustibles que no requieren recursos de tierras adicionales, tales como residuos de la madera/de los cultivos, los desechos animales/municipales, cultivos de cobertura, y las algas (Fargione et al. 2009).

3.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

Los estudios de población son fundamentales en la formación de una base para la comprensión de cómo el cultivo de biomasa como combustible puede afectar a las especies migratorias, principalmente aves y mamíferos terrestres. Los estudios de población deben identificar qué especies utilizan los hábitats propuestos para el cultivo de biocombustibles y cómo la diversidad y abundancia de especies de aves y mamíferos cambia con el cambio de hábitat, así como estacionalmente en tiempos de cosecha de los cultivos. Para caracterizar completamente los efectos en especies migratorias de los cultivos de bioenergía, deben estudiarse tres tipos de hábitat: los hábitats nativos (es decir, las praderas o bosques), los cultivos de biomasa de bajo impacto (es decir, pastizal natural o especies de árboles nativos) y cultivos de biomasa de alto impacto de (es decir, los cultivos en hileras no nativos). Deben llevarse a cabo estudios en las zonas de cultivo antes y después de la cosecha para identificar cambios en poblaciones de aves y mamíferos según diferentes condiciones de disponibilidad de alimentos y refugio. Se deben planear los estudios para que coincidan con los diferentes periodos del ciclo de vida anual de las especies, específicamente con la migración, reproducción e invernación.

Idealmente, deberían llevarse a cabo estudios de población antes de que los hábitats de pastizales o praderas nativos se conviertan en áreas de cultivo de biocombustibles. Los estudios deben cuantificar la diversidad y abundancia de las especies migratorias, así como identificar si el área alberga cualquier especie amenazada o en peligro de extinción. Este tipo de estudios deben servir para la toma de decisiones de emplazamiento de los

campos de cultivo de biomasa, y las áreas de impacto serán las que proporcionen el hábitat menos valioso para las aves, mamíferos y especies raras migratorias.

Los estudios realizados en los campos activos de cultivo de biomasa pueden servir para identificar si las acciones de manejo podrían aumentar el valor del hábitat para las aves y los mamíferos migratorios. Para lograr este objetivo, las acciones de manejo prudentes podrían incluir los comentados del apartado anterior.

3.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

- Fargione, J. E., T. R. Cooper, D. J. Flaspohler, J. Hill, C. Lehman, T. McCoy, S. McLeod, E. J. Nelson, K. S. Oberhauser, and D. Tilman. 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *BioScience* 59(9):767-77.
- Fargione, J. E., R. J. Plevin, and J. D. Hill. 2010. The ecological impact of biofuels. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41:351-77.
- Köppen, S., S. Markwardt, and H. Fehrenbach. 2013. *Biofuels Screening Toolkit: Guidelines for Decision Makers*.
- National Wildlife Federation. 2013. *Perennial Herbaceous Biomass Production and Harvest in the Prairie Pothole Region of the Northern Great Plains: Best Management Guidelines for Achieve Sustainability of Wildlife Resources*.
- The Heinz Center and The Pinchot Institute. 2009. *Ensuring Forest Sustainability in the Development of Wood Biofuels and Bioenergy: Implications for Federal and States Policies*.
- UNEP/GEF/UNIDO for biofuels, see: http://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/What_we_do/Topics/Energy_access/Guidelines_for_Decision_Makers_FINAL_WEB_20022014.pdf

3.6 Literatura

- Bies, L. 2006. The Biofuels Explosion: Is Green Energy Good for Wildlife? *Wildlife Society Bulletin* 34(4):1203-05.
- de Carvalho, C.M. 2011. Strategic Environmental Assessment for Sustainable Expansion of Palm Oil Biofuels in Brazilian North Region. *Energy & Environment*. 22(5):565-76.
- Fargione, J. E., T. R. Cooper, D. J. Flaspohler, J. Hill, C. Lehman, T. McCoy, S. McLeod, E. J. Nelson, K. S. Oberhauser, and D. Tilman. 2009. Bioenergy and wildlife: threats and opportunities for grassland conservation. *BioScience* 59(9):767-77.
- Fargione, J. E., R. J. Plevin, and J. D. Hill. 2010. The ecological impact of biofuels. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 41:351-77.
- Hartman, J. C., J. B. Nippert, R. A. Orozco, C. J. Springer. 2011. Potential ecological impacts of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) biofuel cultivation in the Central Great Plains, USA. *Biomass and Bioenergy* 35:3415-21.
- Murray, L. D. and L. B. Best. 2003. Short-term bird response to harvesting switchgrass for biomass in Iowa. *The Journal of Wildlife Management* 67(3):611-21.
- Robertson, B. A., P. J. Doran, E. R. Loomis, J. R. Robertson, and D. W. Schemske. 2011. Avian use of perennial biomass feedstocks as post-breeding and migratory stopover habitat. *PLoS ONE* 6(3):e16941.
- Roth, A. M., D. W. Sample, C. A. Ribic, L. Paine, D. J. Undersander, and G. A. Bartelt. 2005. Grassland bird response to harvesting switchgrass as a biomass energy crop. *Biomass and Bioenergy* 28:490-498.

4 Energía geotermal

4.1 Principales impactos

Las diversas tecnologías de recursos geotérmicos difieren en muchos aspectos, pero plantean un conjunto común de cuestiones ecológicas relativas a las especies migratorias. Los efectos (potenciales) del desarrollo y despliegue de tecnologías de energía geotérmica en las especies migratorias se pueden clasificar en uno de los siguientes títulos:

Construcción y desmantelamiento

1. Pérdida de hábitat para las aves y los mamíferos debido a la construcción de plantas e infraestructuras de energía geotérmica.
2. Degradación del hábitat para las aves, los mamíferos y los peces debido a los efectos sobre la calidad de las aguas superficiales (emisión de residuos).
3. Fragmentación del hábitat para las aves y los mamíferos, debido a las infraestructuras y otras estructuras (vallas, edificios, etc.)
4. Perturbación de las aves y los mamíferos, debido a las actividades de construcción.
5. Mortalidad de las aves y los mamíferos debido a colisiones con los vehículos.

Funcionamiento

1. Perturbación de las aves y los mamíferos debido a la alteración sonora, lumínica y térmica.
2. Degradación del hábitat para las aves, los mamíferos y los peces debido a los efectos sobre la calidad del agua superficial (emisión de residuos), la temperatura y la cantidad (extracción de agua).

La mayor parte del impacto identificado puede ser minimizado a través de medidas de mitigación y monitoreo, junto con los procedimientos adecuados de gestión ambiental. Los efectos de la transmisión y/o el transporte de la energía generada no se incluyen en la enumeración anterior, pero se discuten en el capítulo 2.

4.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Hacemos referencia en el párrafo 2.2 de una descripción general de la legislación, la política, las directrices y la importancia de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) e Evaluación del Impacto Ambiental (EIA).

Legislación y Políticas

El marco institucional, la legislación y las restricciones legales son fronteras para delimitar el desarrollo del despliegue de la energía geotérmica, especialmente en vista de la protección de las especies migratorias. No existe una legislación específica o política de desarrollo de la tecnología de la energía geotérmica y la vida silvestre

(especies migratorias). El marco legislativo y regulatorio para la energía geotérmica a escala mundial e incluso dentro de, por ejemplo, la Unión Europea (http://geodh.eu/wp-content/uploads/2012/11/K4RES-H_Geothermal_Regulations.pdf) es muy diverso. La legislación nacional pertinente está repartida en leyes de minería, energía, medio ambiente, gestión del agua y geología, y a veces se contradice.

Hay varios informes que presentan propuestas para mejorar el marco regulatorio para la electricidad geotérmica en general, por ejemplo, <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2011/09/D4.1-Report-on-Geothermal-Regulations.pdf> y <http://www.geoelec.eu/wp-content/uploads/2013/11/D6.2-Final-Report.pdf>.

Evaluaciones Ambientales Estratégicas

SEAs on large spatial scales can help to detect and avoid severe environmental impacts of geothermal energy developments. Although some countries have developed SEAs to address renewable energy development, these are rarely specific to geothermal energy. Some examples, without a special focus on migratory species, of general strategic geothermal planning are described in Box 4.1.

Las EAE a grandes escalas espaciales pueden ayudar a detectar y evitar los severos impactos ambientales de desarrollo de la energía geotérmica. Aunque algunos países han desarrollado EAE para abordar el desarrollo de las energías renovables, éstas rara vez son específicas para la energía geotérmica. En el Recuadro 4.1. se describen algunos ejemplos, sin un enfoque especial en las especies migratorias, de la planificación estratégica de la energía geotérmica en general.

Recuadro 4.1 Ejemplos de planificación estratégica geotérmica

EEUU: los Estados Unidos, que poseen la capacidad mundial instalada más grande de energía geotérmica (Asociación de Energía Geotérmica 2013), han desarrollado una Declaración Programática de Impacto Ambiental (PEIS) para alquiler de geotérmica (BLM y USFS 2008) en las tierras federales de la porción occidental del país. El PEIS evaluó varias alternativas para la asignación de tierras como disponibles o no para el alquiler y se analizaron estipulaciones para proteger los recursos sensibles. El PEIS describió también las enmiendas propuestas para los planes de uso de tierras federales a fin de adoptar las asignaciones, estipulaciones y procedimientos recomendados y las mejores prácticas de gestión. http://permanent.access.gpo.gov/LPS123922/LPS123922/www.blm.gov/wo/st/en/prog/energy/geothermal/geothermal_nationwide/Documents/Final_PEIS.html

Perú: El Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotérmica en Perú se desarrolló en nombre del Ministerio peruano de Energía y Minas (Agencia Japonesa de Cooperación Internacional 2013). Este plan no ofrece una evaluación explícita de los impactos ambientales del desarrollo de la energía geotérmica en Perú. Sin embargo, tiene en cuenta la minimización de los impactos ambientales nocivos mediante la identificación de áreas ambientalmente sensibles. También identifica áreas de mejora, como la capacitación de personal de las agencias del gobierno en el proceso de evaluación de impacto ambiental para proyectos de energía geotérmica.

Islandia: el Gobierno islandés decidió en 1997 desarrollar un plan maestro para todos los proyectos potenciales de energía geotérmica (e hidroeléctrica). Todos los proyectos

propuestos deben ser evaluados y categorizados en varios aspectos, pero también en base al impacto que los desarrollos de energía tendrían sobre el medio ambiente. La tarea la organizó un comité directivo de 16 miembros y se nombraron unos 50 expertos para los cuatro grupos de trabajo (incluyendo expertos en vida silvestre). En principio no debía entrar en los detalles necesarios para la evaluación de impacto ambiental (EIA), pero aún así encontrar aquellos proyectos que mejor se adaptasen a los avances basados en la producción de energía, la economía y la protección de la naturaleza. Los expertos valoraron los impactos potenciales sobre la flora y fauna de los diversos proyectos de energía propuestos. Revisaron los datos existentes para cada proyecto propuesto y los dividieron según su calidad en tres categorías; bueno (A), aceptable (B) e insatisfactorio (C) y sugirieron varias tareas de recopilación de datos con el fin de mejorar la base de conocimientos para las áreas del proyecto. Para clasificar los proyectos propuestos del grupo de trabajo se consideraron varias formas de llevar a cabo la evaluación y finalmente se seleccionó un procedimiento de tres pasos utilizando análisis de criterios múltiples. El primer paso fue evaluar los valores del sitio, a continuación, en la segunda etapa se evaluó el impacto del desarrollo y, finalmente, en la tercera etapa se clasificaron los proyectos propuestos de peor a mejor opción desde el punto de vista de patrimonio ambiental y cultural utilizando un proceso analítico jerárquico que usa valores del sitio y los impactos previstos. <http://www.rammaaetlun.is/english>

Estudios de Impacto Ambiental (EIA)

En el contexto de las especies migratorias, el EIA de los desarrollos de energía geotérmica debe centrarse específicamente en:

1. Las especies migratorias: aves, mamíferos y peces.
2. La función y la importancia de la zona de impacto para las especies migratorias: si hay rutas de desplazamiento que se utilizan con frecuencia, concentraciones excepcionales de especies migratorias, zonas importantes de reproducción o alimentación de las especies migratorias o cuellos de botella espaciales (pasillos estrechos).
3. Los principales impactos de la implementación de la tecnología de energía geotérmica en las especies migratorias: Véase el párrafo 4.1.
4. Las medidas para evitar, minimizar o reducir los impactos adversos significativos del desarrollo de tecnologías de energía geotérmica en las especies migratorias: Véase el párrafo 4.3

Recuadro 4.2 Ejemplo de EIA para el desarrollo de tecnología geotérmica

EEUU: Los Departamentos de Interior y Agricultura de los Estados Unidos han emitido una Declaración Programática de Impacto Ambiental (PEIS) para alquiler de geotérmicas en el oeste de Estados Unidos (2008) que describe los impactos generales y las preocupaciones ambientales, incluyendo los impactos en la vida silvestre migratoria, causados por el desarrollo de la energía geotérmica. Los principios esbozados en la PEIS se pueden aplicar en general a cualquier EIA para el futuro desarrollo de la energía geotérmica. http://permanent.access.gpo.gov/LPS123922/LPS123922/www.blm.gov/wo/st/en/prog/energy/geothermal/geothermal_nationwide/Documents/Final_PEIS.html

4.3 Mejores prácticas de mitigación

Para determinar si el efecto puede ser evitado o mitigado, qué medidas se pueden tomar, la efectividad de la medida de mitigación, y la rentabilidad de las medidas,

deben evaluarse los factores específicos de proyectos y de sitios. Desarrollar un conjunto final de medidas de mitigación para el proyecto en consulta con los organismos federales correspondientes de gestión de recursos y las partes interesadas. Llevar a cabo estas consultas al principio del proceso de desarrollo del proyecto y preferentemente antes de la ubicación y el diseño final del proyecto. Esta sección trata sobre las medidas de mitigación, basándose en la discusión de los impactos descritos en el párrafo 4.1.

(<http://teeic.indianaffairs.gov/er/geothermal/mitigation/eco/index.htm>).

Ubicación

- Evitar el desarrollo en hábitat sensible o prioritario para especies migratorias mediante la conducción de evaluaciones pre-desarrollo específicas del lugar sobre las especies migratorias potenciales que se verían afectadas y la importancia de la zona para esas especies.

Diseño

- Diseñar corredores de tuberías de la manera adecuada. Evitar bloquear las rutas de migración de animales, enterrando las tuberías o elevándolos para permitir el libre movimiento de los animales.
- Reducir al mínimo la pérdida de hábitat por medio de técnicas de perforación direccional.
- Evitar que la fauna beba las aguas residuales geotérmicas mediante fluidos geotérmicos separados, aislados por vallas de polietileno de alta densidad (HDPE) estanques de sumidero recubiertos, antes de su eliminación a través de re-inyección de vuelta al depósito.
- Suministrar agua potable para la vida silvestre en varios puntos para que no se vean tentados de beber aguas residuales geotérmicas, particularmente durante condiciones atmosféricas secas.
- Cercar los estanques de salmuera residual de acondicionamiento.
- Utilizar tecnología de inyección en pozos de yacimientos geotérmicos para reducir el hundimiento del suelo y la contaminación de los cuerpos de agua locales con aguas residuales.
- Enfriamiento por re-inyección de agua y/o reciclaje.

Mitigación en la fase operativa

- Evitar el desperdicio de los recursos hídricos y conservar agua durante las lluvias.

4.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

Monitoreo pre-construcción /estudio de referencia

Los esfuerzos de monitoreo se deben centrar en la ubicación de las instalaciones de energía geotérmica con respecto al uso de la tierra para las especies migratorias (aves, mamíferos, peces), especialmente las especies amenazadas y en peligro de

extinción. Determinar las especies en peligro y reunir información sobre la que se pueda basar la predicción de la magnitud del impacto sobre las aves. El monitoreo previo a la construcción debería implicar estudios de la abundancia, la dispersión, la actividad y los patrones de movimiento de las especies (sensibles). Los resultados de la presencia/ausencia en general y la diversidad y los estudios de abundancia de vida silvestre migratoria deben informar las decisiones de ubicación de las instalaciones de energía geotérmica. El período de seguimiento, al menos, debe incluir todas las etapas del ciclo de vida de las especies en cuestión, lo que generalmente significa un período de seguimiento mínimo de 12 meses.

Monitoreo posterior a la construcción

- Monitoreo de las poblaciones de fauna migratorias relevantes
- Monitoreo de los cuerpos de agua (cantidad, calidad y temperatura, corrientes) que se ven afectados (por abstracción y/o residuos)

4.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

Bureau of Land Management and United States Forest Service. 2008. Final Programmatic Environmental Impact Statement for Geothermal Leasing in the Western United States. <http://teeic.indianaffairs.gov/er/geothermal/mitigation/eco/index.html>

4.6 Literatura

- Abbasi, S. A. and N. Abbasi. 2000. The likely adverse environmental impacts of renewable energy sources. *Applied Energy* 65:121-144.
- Bureau of Land Management and United States Forest Service. 2008. Final Programmatic Environmental Impact Statement for Geothermal Leasing in the Western United States.
- [GEA] Geothermal Energy Association. 2012. Geothermal: International Market Overview Report.
- Japan International Cooperation Agency. 2013. Master plan for the development of geothermal energy in Peru. Final Report. Prepared for the Peruvian Ministry of Energy and Mines.
- Kagel, A., D. Bates, and K. Gawell. 2007. A guide to geothermal energy and the environment. Geothermal Energy Association.
- Matek, B. 2013. Geothermal Power: International Market Overview. Washington, D.C.: Geothermal Energy Association.
- Northrup, J. M. And G. Wittemyer. 2012. Characterising the impacts of emerging energy development on wildlife, with an eye towards mitigation. *Ecology Letters* 16:112-125.3.0 Hydropower.

5 Energía hidroeléctrica

5.1 Principales impactos

Los impactos potenciales de la energía hidroeléctrica en los sistemas ecológicos que proporcionan hábitats para los animales migratorios son:

- Pérdida de organismos acuáticos migratorios, como peces, en las turbinas hidroeléctricas de la estación eléctrica,
- Cambios en los regímenes hidrológicos en las vías de agua afectadas,
- Pérdida de hábitat debido a la perturbación o el desplazamiento resultante de la creación de embalses,
- Barreras a la migración en la corriente para organismos acuáticos, como peces,
- Mala calidad del agua debida a los cambios en los regímenes de flujo,
- Sedimentación en las vías de agua, aguas arriba de las instalaciones de energía hidroeléctrica,

Peces migratorios, aves, mamíferos y reptiles tienen el potencial de verse afectados por la energía hidroeléctrica. Los principales impactos de la energía hidroeléctrica en las especies migratorias se resumen a continuación para las fases de construcción, operación y desmantelamiento de los proyectos. Hacemos referencia a la revisión de documentos por Kumar (2011) en relación a una descripción detallada de los impactos del desarrollo de la energía hidroeléctrica en el medio ambiente y las especies migratorias.

Construcción y desmantelamiento

1. Mortalidad de peces, aves y reptiles a través de la caza furtiva, potenciales derrames químicos y el drenaje de humedales.
2. Pérdida de hábitat para peces, aves, mamíferos y reptiles.
3. Obstrucción del desplazamiento de peces, mamíferos acuáticos y tortugas de agua dulce.
4. Degradación del hábitat para peces y tortugas de agua dulce a través de cambios en la hidrología de las zonas aguas abajo.
5. Alteración del hábitat de los peces a través de cambios en la erosión y la sedimentación aguas abajo.

Funcionamiento

1. Mortalidad directa de peces y, potencialmente de tortugas, en las turbinas, así como cambios en la presión del agua cuando los organismos pasan a través de las centrales hidroeléctricas.
2. Pérdida de hábitat de poca profundidad, hábitats ribereños de flujo rápido, bordes ribereños y áreas de desove de peces, donde se construyen las represas hidroeléctricas eléctricas.
3. Ganancia de hábitats a través de la creación de grandes embalses de aguas profundas para el almacenamiento de agua.

4. Obstrucción del movimiento por la estructura física construida en medio de rutas de migración de peces, mamíferos acuáticos y tortugas de agua dulce. Puede ser posible alguna mejora proporcionando escaleras y ascensores de peces.
5. Cambios hidrológicos y de temperatura del agua estacionales, incluyendo la pérdida de sitios de desove de peces y los factores desencadenantes de la temperatura de desove.
6. Degradación del hábitat río abajo causado por flujos de agua alterados, dando lugar a un impacto directo en los peces y las aves acuáticas, así como los impactos sobre la presa de peces, tortugas, mamíferos acuáticos y aves acuáticas. Alteración de la vegetación de ribera y los bancos de arena cambiando la geomorfología de la cuenca baja del río, lo que lleva a una pérdida de oportunidades de anidación para peces, aves, mamíferos acuáticos y reptiles (por ejemplo, sitios de cría de tortuga).
7. Proliferación de especies exóticas.
8. Acumulación de residuos tóxicos procedentes de captaciones en embalses hidroeléctricos eléctricos, lo que lleva a un aumento de la bioacumulación en los organismos que utilizan el embalse.
9. Reducción de las tasas de las inundaciones aguas abajo, lo que lleva a eventos de cría menos frecuentes para peces, tortugas y aves acuáticas.

5.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Legislación y políticas

La legislación y la política en el desarrollo y mantenimiento de la energía hidroeléctrica en relación con la vida silvestre varían sustancialmente entre los distintos continentes y países. Como ejemplo se proporcionan algunos ejemplos de las directivas y políticas más adelante.

En Europa, la Directiva Marco del Agua (2000) proporciona un enfoque legislativo de la gestión y protección del agua basado en formaciones geográficas e hidrológicas naturales (cuencas hidrográficas). Uno de los objetivos de la Directiva Marco del Agua (DMA) es que el agua alcance un buen estado ecológico y químico, para proteger la salud humana, el abastecimiento de agua, los ecosistemas naturales y la biodiversidad, que incluye las especies migratorias. Para el desarrollo hidroeléctrico, la aplicación de los artículos 5 y 6 de la DMA incluye la revisión de los impactos ambientales de las actividades humanas y directrices de seguimiento del estado de las aguas superficiales.

La DMA es un marco para la política de aguas de la UE y se complementa con otras leyes que regulan aspectos específicos del uso del agua y que se enumeran a continuación.

- La Directiva de Aguas Subterráneas (2006)
- La Directiva sobre normas de calidad ambiental (2008)
- Dos Decisiones de la Comisión (2005 y 2008) sobre el estado ecológico establecieron un registro de casi 1.500 sitios incluidos en un ejercicio de calibración para permitir la comparación de las normas ambientales de los diferentes países, y se publicaron los resultados. Esto incluyó estándares de vías acuática y ecológicos relacionados

Actualmente, Canadá es el tercer generador de energía hidroeléctrica más grande del mundo, con más de 75GW de potencia instalada, y hay margen para más que doble su capacidad actual. La ley de ejecución presupuestaria del Gobierno de Canadá (proyecto de ley C-38), promulgada en junio de 2012, está destinado a agilizar el proceso de revisión de todo tipo de proyectos. Mientras que la ley también tiene por objeto reforzar la protección del medio ambiente, los grupos ambientales de Canadá tienen opiniones diferentes. Algunas de las medidas que se encuentran en la Ley C-38 ya están en marcha, aunque otras políticas y regulaciones de implementación aún no se han desarrollado. Por ejemplo, aún es necesario producir las políticas y reglamentos relacionados con los cambios a la Ley de Pesca. Hasta que todas las medidas se hayan aplicado plenamente, será difícil discernir si el proyecto de ley ha mejorado los procesos de aprobación para los desarrolladores de energía hidroeléctrica.

Los responsables políticos de los Estados Unidos se enfrentan a la necesidad de hacer crecer la cuota de energía renovable y gestionar una infraestructura de generación y de transmisión en envejecimiento. A partir de marzo de 2012, 29 Estados y el Distrito de Columbia y Puerto Rico tienen Normas de cartera de renovables (NCR). Cada estado establece sus propias metas y designa qué tecnologías van a ser elegibles. Mientras que la energía hidroeléctrica se reconoce como un recurso totalmente renovable, su inclusión como una tecnología elegible varía de estado a estado. Mientras que las NCR incluyen la energía hidroeléctrica, a menudo hay condiciones sobre el tamaño, la ubicación o la edad que limitan su elegibilidad. Sin embargo, ha habido una tendencia en los últimos años hacia el tratamiento más inclusivo de la energía hidroeléctrica. En enero de 2013, la Ley de Eficiencia Reguladora de Energía Hidroeléctrica se aprobó por unanimidad como política para promover el crecimiento de la energía hidroeléctrica mini y del río a través de la racionalización del proceso de permisos para ese tipo de energía hidroeléctrica. También en enero de 2013, la Ley de Alivio Tributario estadounidense incluyó una prórroga de un año del Crédito de Impuesto de Producción (PTC) para el desarrollo de las energías renovables. Las preocupaciones ambientales relacionadas con el paso de los peces ha llevado a la eliminación de algunas represas en los EE.UU.. Esto a menudo implica decidir sobre el equilibrio entre la restauración de los ecosistemas y los actuales beneficios socio-económicos de los proyectos.

En América Latina, la energía hidroeléctrica es la principal fuente de generación de energía, y representa aproximadamente el 65% de toda la electricidad generada. En total, la capacidad instalada de energía hidroeléctrica de América Latina ascendió a 153 GW a finales de 2010. América del Sur ofrece un panorama diverso en el desarrollo de las energías renovables, con algunos países líderes, y otros que todavía dependen principalmente de los combustibles fósiles. Varios países están en proceso de evaluación de las posibles reformas y políticas. Paraguay, por ejemplo, llevó a cabo una evaluación del potencial nacional de energía hidráulica en 2012 para identificar lugares de proyecto. Argentina ha completado su Plan de 2030 incluyendo un eje principal de política energética que se centra en la energía hidroeléctrica y

nuclear con el objetivo de reducir el gas en el mercado de la electricidad del 52% al 30%. Del mismo modo Chile publicó su Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, que tiene la intención de aumentar la cuota de mercado de la energía hidráulica desde el actual 34% al 48%.

Durante los próximos 10 años se espera que el consumo de electricidad en Brasil crezca a una tasa promedio de 4,5% por año desde 443 TWh en 2011 a 736 TWh en 2021. Se espera que la industria realice alrededor del 50% del consumo de electricidad del país en 2021. Para satisfacer esta demanda adicional y para garantizar la seguridad energética nacional, el Gobierno de Brasil ha promocionado la construcción de la nueva hidroeléctrica. La energía hidroeléctrica genera actualmente el 80% de la electricidad de Brasil, pero sigue habiendo un importante potencial inexplorado.

La política energética de Colombia está definida por el Plan Nacional de Energía 2006-2025, y la Estrategia Energética Integral (2003-2020). Dentro de la expansión de la generación planificada y contratada de 4 GW hasta 2021, 3GW se consiguen de la energía hidroeléctrica. Estudios recientes indican que está disponible energía eólica cuando las necesidades energéticas de Colombia son más altas; es decir, durante las estaciones secas y en la tarde-noche. Por lo tanto, las autoridades están investigando la operación conjunta de parques eólicos y de energía hidroeléctrica en algunas cuencas y la creación de redes inteligentes de energía hidroeléctrica que respalden el almacenamiento de la energía eólica y otras energías renovables (IHA 2013).

EAE

Una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) permite que se establezca un marco para identificar las alternativas de ubicación menos deseables y descartarlas en las primeras etapas del proceso de planificación, para un tipo particular de desarrollo. Una EAE puede llevarse a cabo tanto para la ejecución del proyecto como la operación del proyecto, e incluir la evaluación de las obras y las infraestructuras asociadas, el alcance de los impactos acumulativos, el papel y la capacidad de terceros, y los impactos asociados a los proveedores primarios, utilizando los conocimientos técnicos apropiados y sin carencias significativas (Asociación Internacional de Hidroelectricidad 2010). Deben ser recogidos datos de referencia para establecer y documentar la condición del ambiente afectado previa al proyecto, contra la que se pueden comparar los cambios posteriores al proyecto. La Asociación Internacional de Hidroelectricidad (2010) describe en detalle EAE para las obras hidroeléctricas. Algunos ejemplos de planificación estratégica de la energía hidroeléctrica se describen en el Recuadro 5.1

Recuadro 5.1 Ejemplos de planificación estratégica de energía hidroeléctrica

Río Mekong: la Comisión del Río Mekong es un organismo de cuenca intergubernamental que proporciona el marco institucional para aplicar el Acuerdo del Mekong de 1995 para la cooperación regional en la cuenca del Mekong. La EAE busca identificar las posibles oportunidades y riesgos

mediante la evaluación de las estrategias de desarrollo alternativas de energía hidroeléctrica en el Mekong (Centro Internacional para la Gestión del Medio Ambiente 2010).

Vietnam: El Centro Internacional para la Gestión del Medio Ambiente preparó un EAE piloto que se centró en los efectos potenciales de la energía hidroeléctrica planificada sobre la biodiversidad. El EAE piloto proporciona una metodología y un conjunto de herramientas para evaluar los efectos sobre la biodiversidad de la energía hidroeléctrica al nivel estratégico. También identificó las áreas geográficas y grupos de proyectos en el sexto PDP que requieren evaluación y mitigación más intensiva para garantizar su sostenibilidad y minimizar sus impactos negativos en la biodiversidad y en la economía (Centro Internacional para la Gestión del Medio Ambiente 2007).

Estados Unidos: El Departamento de Energía de los Estados Unidos encargó una evaluación del potencial de la energía derivado del desarrollo hidroeléctrico (Kao et al 2014.). Esta evaluación utiliza características técnicas, ambientales y socioeconómicas claves para identificar las oportunidades de nuevos desarrollos de energía hidroeléctrica en 3 millones de transmisiones. Los productos desarrollados a través de esta evaluación se han diseñado para ser flexibles de manera que puedan ser personalizados a fin de satisfacer las necesidades analíticas de los actores individuales.

EIA

En una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es importante distinguir los impactos que un desarrollo hidroeléctrico específica tendrá sobre el medio ambiente local e identificar estrategias de mitigación. En el contexto de las especies migratorias, el EIA de los desarrollos hidroeléctricos debería centrarse específicamente en la importancia de la zona para la migración de los peces, así como también de los mamíferos acuáticos y tortugas de agua dulce. Deben ser examinados en especial los impactos en las rutas migratorias de las especies de peces diádromos, y el EIA debe incluir un plan para mitigar los impactos de las especies migratorias de peces y otras especies silvestres migratorias que se vean afectados por el desarrollo de la tecnología. Además, deben ser investigados las posibles consecuencias de los regímenes de caudales alterados (a menudo impulsados por la demanda variable de potencia) de las inundaciones y del relleno de los humedales aguas abajo de las represas hidroeléctricas, ya que esto puede afectar a concentraciones para la cría importantes de los peces y de las aves migratorias. Los posibles efectos de barrera y los efectos negativos en los hábitats de las especies migratorias deben considerarse. El Programa de Asistencia para la Gestión del Sector de Energía (2012) ha proporcionado directrices de muestra.

Recuadro 5.2. Ejemplos de EIA para planificación hidroeléctrica

Américas: La construcción de nuevas represas hidroeléctricas en América del Norte se ha estancado en las últimas décadas y muchas grandes presas han sido o están en proceso de clausura. Por el contrario, esta tecnología de energía renovable está creciendo en América Latina, en particular en la cuenca del río Amazonas, que tiene un enorme potencial para el desarrollo hidroeléctrico. En Brasil, la ley para los proyectos que puedan afectar negativamente a la fauna silvestre, incluidas las instalaciones hidroeléctricas, requiere EIA. Una EIA robusta y defendible para proyectos hidroeléctricos deben incluir un análisis de alternativas al proyecto propuesto, incluyendo una alternativa de “no acción” en el que no se construye ningún proyecto, así como un análisis de los recursos ambientales existentes y los impactos previstos respecto a esos recursos como resultado del proyecto. Hay muchos ejemplos de EIA que se

han realizado para las instalaciones hidroeléctricas en los Estados Unidos, que utilizan este modelo. Las EIA para las instalaciones de energía hidroeléctrica deben centrarse en los impactos a los recursos acuáticos en el sistema del río afectado y en los recursos terrestres que se verán afectados por las inundaciones permanentes o la inmersión de los hábitats que antes estaban en tierras fuera del agua. Deben examinarse en especial los impactos en las rutas migratorias de las especies de peces diádromos, y el EIA debe incluir un plan para mitigar los impactos en las especies migratorias de peces y en otras especies silvestres migratorias que se verán afectados por el desarrollo de esta tecnología

5.3 Mejores prácticas de mitigación

Planificación

Ubicación

Los impactos en el hábitat debido a la ubicación pueden variar mucho dependiendo de la localización de la explotación hidroeléctrica. Los proyectos hidroeléctricos tienen la posibilidad de fragmentar y transformar los ecosistemas acuáticos y terrestres, alterar las corrientes descendentes y alterar los hábitats naturales, los patrones migratorios, los ecosistemas de llanuras de inundación, la pesca aguas abajo y los ciclos de inundación naturales que pueden afectar a la biodiversidad. La manera más eficaz para evitar los efectos adversos de los desarrollos hidroeléctricos en las especies migratorias de todos los taxones, es planificar la energía hidroeléctrica lejos del hábitat crítico o sensible, que sea adyacentes o esté aguas abajo del desarrollo. Las grandes instalaciones tienen el potencial de eliminar los hábitats del fondo del valle, únicos, que pueden representar un hábitat crítico para especies amenazadas (Oficina de Política de Inversiones, 2012).

Además, se puede recomendar mejorar las instalaciones hidroeléctricas existentes y diseñar nuevas instalaciones para solucionar y minimizar las lesiones y la mortalidad relacionada con los cambios de presión en los peces migratorios durante el paso por la turbina (Brown et al. 2012).

Mitigación

Construcción y desmantelamiento

Hay muchas medidas de mitigación para reducir o evitar los impactos sobre las especies migratorias en la construcción de obras hidroeléctricas. Los siguientes son algunos ejemplos.

- Ubicación para evitar la pérdida de hábitat crítico
- No colocar grandes represas en la corriente principal de un sistema fluvial permitiendo así la migración a gran escala de la fauna que depende de los ríos
- Evitar el emplazamiento en zonas caracterizadas por altas tasas de erosión
- Rescatar y replantar las especies de plantas protegidas de hábitat terrestre eliminadas por la creación de embalses

- Establecer y mantener los caudales mínimos en el río para satisfacer las necesidades aguas abajo de los ecosistemas y satisfacer las necesidades de migración de organismos acuáticos
- Considerar y diseñar pasos de peces eficaces o escalas de peces para permitir el paso de las especies migratorias de peces en represas.
- Las mejoras en la turbina, aliviadero, y sobre el diseño de flujo han demostrado ser un gran éxito en la reducción de la mortalidad y las lesiones de peces y otros organismos acuáticos
- Considerar la restauración o la mitigación de los impactos de los embalses en los ecosistemas aguas abajo a través de las inundaciones gestionadas y un programa de “caudales ambientales” mejorados, donde estos flujos se consideren de igual rango que los flujos de agua de generación de energía y sistemas de riego.
- Las liberaciones periódicas de grandes embalses pueden ser útiles en el aumento de los flujos de sedimentos y nutrientes a los hábitats de aguas abajo en entornos fluviales
- Compensar el hábitat terrestre eliminado con la creación de embalses, estableciendo hábitat gestionado en otros lugares (es decir, compensaciones ambientales)
- La revegetación y conservación de las áreas forestales en las cuencas río arriba pueden reducir la sedimentación en los embalses, lo que prolonga su vida útil y el mantenimiento de su capacidad.
- Construcción a tiempo para evitar los períodos sensibles (por ejemplo, durante las temporadas de reproducción y de migración clave para los organismos acuáticos).

Como ejemplo específico, un período de construcción se limitó al período de no anidamiento de 4 meses en un año para proteger las actividades reproductivas de grandes rapaces residentes. (Proyecto Hidroeléctrico de Ampliación Okutadami y Otori, Japón).

Para obtener directrices detalladas sobre la mitigación de la construcción y el desmantelamiento de las instalaciones hidroeléctricas, la referencia es: Agencia Internacional de Energía 2006a, 2006b, 2012, y la Oficina de Inversiones de 2012.

Funcionamiento

Lo siguiente ha sido adaptado de la Agencia Internacional de la Energía 2006b.

La Fase operativa de mitigación se centra en cuestiones clave, las más importantes para las especies migratorias son:

- La diversidad biológica
- Los regímenes hidrológicos
- La migración de los peces y la navegación fluvial
- La calidad del agua
- Creación de embalses

Diversidad biológica – Las siguientes medidas son fundamentales para asegurar que se mitigan los impactos del desarrollo hidroeléctrico en la diversidad biológica

- Comprender la influencia del proyecto sobre el medio ambiente circundante y la selección y la aplicación de medidas de conservación adecuadas en función de la EIA
- La regeneración de la vegetación mediante la siembra
- Conservación de un ecosistema fluvial manteniendo los niveles de caudal mínimo para imitar los regímenes hidrológicos naturales
- Implementación de medidas para prevenir la invasión de especies exóticas a lo largo de la duración de los proyectos
- Seguimiento después de que se aplican las medidas para evaluar su eficacia y el manejo adaptativo informado por los resultados del monitoreo.

Regímenes hidrológicos - Las siguientes medidas son importantes para mitigar los efectos potencialmente perjudiciales de los cambios en el régimen hidrológico.

- Mantener los caudales de los ríos en los niveles necesarios para mantener la función ecológica del río y sus hábitats asociados, muchos de los cuales pueden ser importantes para los animales acuáticos migratorios.
- Aumentar las tasas de flujo en los puntos de entrada de los pasos de peces para impedir el paso de peces aguas abajo a través de turbinas y para alentar la migración aguas abajo (Fjelstad et al. 2012).
- Gestionar el depósito teniendo en cuenta los requisitos de cualquiera de las especies migratorias que utilizan los hábitats creados por el depósito (por ejemplo, paso estacional de los peces o las aves acuáticas)
- Uso juicioso de los aliviaderos de presas, diseñados para no obstruir el paso de peces, para crear zonas de agua permanente en los ríos afectados por la reducción de los flujos debido a la operación de las presas hidroeléctricas, creando así hábitat de refugio en los momentos críticos del año o durante la sequía para especies migratorias y otros animales acuáticos.
- Seguimiento después de que se emprendan las medidas para evaluar su eficacia y la gestión adaptativa en respuesta a los hallazgos del monitoreo.

Migración de peces y navegación fluvial - Las medidas siguientes promoverán la migración de peces y reducirán las tasas de mortalidad y las lesiones a los peces que pasan a través de turbinas o aliviaderos hidráulicos.

- Instalación de pasos de peces artificiales para volver a conectar los ríos fragmentados y restaurar los movimientos de peces. La instalación y supervisión deben considerar los movimientos migratorios, tanto aguas arriba como aguas abajo, las rutas de migración de las especies, los caudales y descarga de los ríos antes y después de una instalación, la distribución espacial de los hábitats, el comportamiento de las especies, la dinámica de reclutamiento de la población, y las etapas del ciclo vital (Agostinho et al. 2011, Godinho y Kynard 2009, y Pompeu et al. 2012).

- Instalación de medidas para atraer y dirigir a los peces lejos de la entrada de las estaciones hidroeléctricas (tipo acústico, lámpara de mercurio, lámpara de sodio).
- En el diseño de vías de paso de peces, biólogos de peces e ingenieros deberían colaborar en el diseño del paso para resolver problemas del paso de los peces (Godinho y Kynard 2009).

Calidad del agua - Los siguientes puntos deben aplicarse para mejorar la calidad del agua en los embalses y las zonas aguas abajo.

- Control de temperatura teniendo en cuenta el crecimiento de los peces mediante la instalación de tomas de agua selectivos
- Reducción de la turbiedad del agua seleccionando el funcionamiento de las presas y construyendo túneles de desvío
- Eliminar la aparición de olor o sabor del agua anormal en los embalses mediante la instalación de dispositivos de aireación y circulación.

Creación de embalses - Las medidas siguientes pueden mitigar los impactos ambientales relacionados con el represamiento de los embalses.

- Reducciones en la escala de la regulación de los niveles de depósito y conservación de los humedales mediante el mantenimiento de los niveles de agua adecuados en los embalses
- Investigación ambiental para explorar la viabilidad y las consecuencias de los regímenes alternativos de nivel de agua del embalse, gestionando niveles que reflejen resultados ambientales óptimos.

5.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

El monitoreo requiere la recopilación, análisis, interpretación y presentación de información física y biológica específica. El monitoreo previo es esencial para recopilar datos sobre la ecología de un sitio y proporcionar datos de referencia, forma parte del proceso de planificación. Estos datos de referencia se pueden utilizar para llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental y generar medidas de mitigación para el proyecto. El monitoreo de la construcción posterior debe realizarse de una manera en que los resultados pueden ser comparados con datos de referencia y evaluar si las medidas de mitigación son eficaces.

Monitoreo pre-construcción/estudio de referencia

Peces – El monitoreo debe tratar de recopilar la información necesaria para predecir los impactos ambientales del desarrollo hidroeléctrico y proporcionar los datos básicos necesarios para el seguimiento a largo plazo. El monitoreo previo a la construcción debe realizarse durante un período mínimo de dos años y comprenderá estudios sobre lo siguiente:

- calidad del agua
- hábitat acuático
- macroinvertebrados acuáticos

- comunidades de peces (abundancia y comportamiento)
- Áreas de cría de peces (aguas arriba de la instalación de energía hidroeléctrica) y áreas no reproductoras (aguas abajo de las instalaciones)

Monitoreo Físico Ambiental – Deben monitorearse diversos atributos físicos de los cursos de agua y/o crear un modelo de captación histórica y datos sobre el clima en el marco de investigaciones de referencia para la evaluación de impactos ambientales y para el monitoreo de los impactos de la fase operativa de los proyectos hidroeléctricos. Estos incluyen:

- profundidad y velocidad del agua
- parámetros de sedimentos
- erosión del litoral y, si procede, límite de la turba
- deposición de sedimentos aguas arriba y aguas abajo de la central hidroeléctrica
- oxígeno disuelto y temperatura del agua, incluyendo la pre-construcción y los patrones estacionales de funcionamiento
- presión total del gas disuelto tanto aguas arriba como aguas abajo de la central hidroeléctrica.

Monitoreo post construcción

Peces – El seguimiento posterior a la construcción debe continuar durante al menos varios años, e idealmente de forma permanente. Debe utilizar los mismos métodos, lugares y tiempo de muestreo que el seguimiento de pre-construcción. De esta manera, un programa de monitoreo estará integrado y será coherente, proporcionando una evaluación de los impactos del proyecto más eficiente, comparable y estadísticamente poderosa.

Directrices

Para obtener instrucciones detalladas sobre la vigilancia acuática de desarrollos hidroeléctricos consulte Lewis et. al. (2013). Además, debe hacerse hincapié en que deben aplicarse las normas derivadas del marco de trabajo de la “Comisión Mundial de Represas”.

5.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

Los siguientes recursos son las directrices más recientes y reconocidas sobre los impactos ambientales y la mitigación de la energía hidroeléctrica.

Energy Sector Management Assistance Program, 2012. Sample Guidelines: Cumulative Environmental Impact Assessment for Hydropower Projects in Turkey. Ankara, Turkey.

International Centre for Environmental Management, 2007. Pilot Strategic Environmental Assessment in the Hydropower Sub-sector, Vietnam. Final Report: Biodiversity Impacts of the hydropower components of the 6th Power Development Plan. Prepare for The World Bank, MONRE, MOI & EVN, Hanoi, Vietnam.

International Centre for Environmental Management, 2010. MRC Strategic Environmental Assessment (SEA) of hydropower on the Mekong mainstream, Hanoi, Viet Nam.

- International Energy Agency, 2006a. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex III, Hydropower and environment: present context and guidelines for future actions, Volume I: Summary and recommendations.
- International Energy Agency, 2006b. Implementing agreement for hydropower technologies and programmes - Annex VIII, Hydropower good practice: environmental mitigation measures and benefits. New Energy Foundation, Japan.
- International Energy Agency, 2012. Technology Roadmap – Hydropower. International Energy Agency, Paris, France.
- International Hydropower Association, 2010. Hydropower Sustainability Assessment Protocol.
- Lewis, F.J.A., A.J. Harwood, C. Zyla, K.D. Ganshorn, and T. Hatfield. 2013. Long term Aquatic Monitoring Protocols for New and Upgraded Hydroelectric Projects. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/166. ix + 88p.
- Kumar, A., T. Schei, A. Ahenkorah, R. Caceres Rodriguez, J.-M. Devernay, M. Freitas, D. Hall, A. Killingtveit, Z. Liu, 2011: Hydropower. In IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlomer, C. von Stechow (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Office of Investment, 2012. Overseas Private Investment Corporation – Environmental Guidance – Renewable Energy – Hydropower.
- World Commission on Dams framework: <http://www.internationalrivers.org/resources/dams-and-development-a-new-framework-for-decision-making-3939>

6 Energía oceánica

6.1 Principales impactos

El desarrollo de proyectos de energías oceánicas en el medio ambiente costero y marino tiene el potencial de afectar los peces migratorios, tortugas marinas, aves, mamíferos marinos, crustáceos y calamares. Los impactos a estos grupos de especies son pérdida y degradación del hábitat, mortalidad, efectos fisiológicos, y la obstrucción al desplazamiento. Estos se explican en detalle a continuación.

Construcción

- Pérdida de hábitat para peces, tortugas marinas, mamíferos marinos y crustáceos y calamares
- Degradación del hábitat de los peces, tortugas marinas, aves, mamíferos marinos y crustáceos y calamares
- Mortalidad directa de las aves, tortugas marinas y mamíferos marinos

Funcionamiento

- Mortalidad directa para los peces, tortugas marinas, aves y mamíferos marinos
- Pérdida de hábitat para peces, tortugas marinas, aves y crustáceos y calamares
- Degradación del hábitat de los peces, tortugas marinas, aves, mamíferos marinos y crustáceos y calamares
- Obstrucción para el movimiento de los peces, tortugas marinas y mamíferos marinos.

6.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Legislación y políticas

Los países con un alto potencial para el desarrollo de la tecnología de la energía oceánica han establecido políticas oceánicas que identifican valores esenciales, metas y estrategias para la gestión y el uso de sus recursos oceánicos. Estas iniciativas políticas incluyen a menudo el objetivo de desarrollar energía marina renovable dentro de las aguas territoriales del país. Véase el recuadro 6.1 con ejemplos de iniciativas oceánicas de carácter político para dos países con un alto potencial en el desarrollo de la energía oceánica renovable: Canadá y Estados Unidos.

Recuadro 6.1 Ejemplos de legislación marina de fauna en las Américas

Ley de los Océanos de Canadá, aprobada en 1997, obliga a que la estrategia nacional de uso marino se base en los principios del desarrollo sostenible y la gestión integrada de las actividades en las aguas costeras y marinas. La Ley de los Océanos solicita que el Ministro de Pesca y Océanos dirija y facilite el desarrollo de una estrategia de gestión de los océanos nacional, incluyendo el desarrollo y despliegue de tecnologías de energía renovable, así como la protección del medio marino, presumiblemente incluyendo especies migratorias y sus hábitats.

Los Estados Unidos establecieron una Política Nacional del Océano en 2010, que ofrece un marco para un enfoque global e integrado de gestión basado en el ecosistema para la política oceánica. El Plan Nacional de Aplicación de Políticas Oceánicas reconoce la necesidad de desarrollar tecnologías de energía marítima renovables y comenzar a generar electricidad a partir de estas fuentes, mientras que al mismo tiempo se protegen los recursos marinos a través del uso de planificación espacial responsable y el desarrollo sostenible.

EAE

Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) para el desarrollo de la energía oceánica son una herramienta importante en la planificación, implementación y administración del desarrollo de la energía renovable del océano. Las EAE deben considerar todos los aspectos de los impactos ambientales y sociales de una red de desarrollos tecnológicos de energía oceánica a escala comercial y proporcionar una visión estratégica y directrices para la evaluación de los impactos en el medio ambiente antes, durante y después de la construcción del proyecto. Las EAE deben considerar los efectos acumulativos de varias implementaciones de la tecnología de la energía marina en conjunto con otros desarrollos de energías renovables y no renovables en una región determinada. Las EAE también deben identificar las áreas que son potencialmente adecuadas para el despliegue de tecnología de energía oceánica (en espera de la finalización de la EIA, que se menciona más adelante) y, como la pérdida de hábitat es un impacto tan significativo para las especies migratorias, las EAE deben proteger las áreas que no deben ser desarrolladas por la presencia de importantes recursos naturales, tales como hábitat crítico para la vida silvestre migratoria. En el cuadro 6.2 se indican ejemplos de dos EAE que se prepararon en Canadá, un país con un alto potencial para el desarrollo de la energía oceánica.

Recuadro 6.2 Ejemplos de EAE de energía potencial en Canadá

Canadá tiene un alto potencial de generación de energía oceánica y, a mediados de la década de 2000 el Departamento de Energía de Nueva Escocia encargó una Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) para proyectos de energía mareomotriz a escala de demostración y comercial en la Bahía de Fundy. La EAE incluyó un análisis de las interacciones entre la tecnología de energía renovable marina y el medio ambiente, incluidas las especies migratorias, y cómo las diferentes fases de despliegue de la tecnología de la energía mareomotriz probablemente tendrán un impacto en los diversos aspectos del medio marino. Como seguimiento de la EAE de la Bahía de Fundy, el Gobierno de Nueva Escocia encargó una segunda SEA para las energías renovables marinas en la región costera del Cabo Bretón. Se completó el informe de antecedentes para apoyar la EAE del Cabo Bretón en 2012. El informe de referencia detalla las condiciones ambientales existentes en la región del Cabo Bretón, incluyendo las comunidades de vida silvestre migratoria que están presentes en la zona: especies de aves marinas, mamíferos marinos y peces migratorios para apoyar la planificación futura de despliegues de tecnología de energía oceánica en la región.

EIA

Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) deberían realizarse como parte de cualquier proyecto de desarrollo de la energía marina renovable que tiene el potencial de afectar las especies migratorias o sus hábitats, incluyendo aves migratorias, murciélagos, mamíferos marinos, tortugas marinas, peces, crustáceos y calamares. El Departamento de Interior de los Estados Unidos emitió una Declaración de Impacto Ambiental Programática (PEIS) para el Desarrollo de Energía Alternativa y Producción en la Plataforma Continental Exterior (2007) que describe los recursos oceánicos existentes en el área propuesta para el desarrollo, proporciona un análisis de las alternativas para el proyecto propuesto, define los impactos previstos sobre los recursos naturales del proyecto propuesto, y ofrece estrategias de monitoreo y mitigación que ayuden a minimizar los impactos a la fauna migratoria y sus hábitats. El Departamento del Interior de los Estados Unidos en 2007 preparó un ejemplo de EIA para el desarrollo de energía oceánica. La Declaración Programática de Impacto Ambiental (PEIS) para el Desarrollo de Energía Alternativa y Producción en la Plataforma Continental Exterior identifica los impactos generales y las preocupaciones ambientales, incluyendo los impactos sobre fauna marina migratoria, causados por el desarrollo de la energía marina renovable en los océanos Atlántico y Pacífico y el Golfo de México. Los principios esbozados en la PEIS se pueden aplicar en general a cualquier proyecto de energía renovable del océano alrededor del mundo.

6.3 Mejores prácticas de mitigación

Ubicación y planificación

- debe implementarse un proceso detallado de selección y revisión del sitio para no ubicar el desarrollo en los principales corredores migratorios o hábitats sensibles (Boehlert et al. 2008).
- Las actividades de construcción, mantenimiento y desmantelamiento deben ser programadas para evitar los períodos de migración importantes cuando las especies migratorias podrían potencialmente estar en el área, y así reducir las interacciones negativas con la vida silvestre migratoria.

Mitigación

- Minimizar el uso de líneas de amarre y anclaje sueltas para reducir el riesgo de enredo para las especies (Boehlert et al. 2008).
- Utilizar observadores a bordo en la construcción, mantenimiento y desmantelamiento de buques para evitar molestias a la migración de especies marinas visibles en el área de trabajo, incluidas las tortugas marinas y mamíferos marinos.
- Utilizar dispositivos que desvíen el ruido (por ejemplo, paredes de burbujas o deflectores) alrededor del sitio de trabajo durante las fases de generación de altos decibeles de la construcción, para evitar impactos fisiológicos a los mamíferos marinos y las tortugas marinas.
- Los cables submarinos dentro del desarrollo de la energía oceánica y en la conexión a tierra deben ser enterrados a profundidades dentro del sedimento que minimicen o eliminen los impactos de los EMF a las tortugas marinas y mamíferos marinos.

6.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

El seguimiento previo y posterior a la construcción es importante en la planificación, construcción y operación de instalaciones de energías oceánicas. Además, la realización de la actividad de supervisión durante la construcción es un elemento importante en la mitigación de los impactos de las especies migratorias marinas. Junto con el desarrollo de energía eólica marina, la vigilancia durante la construcción es probablemente esencial para la instalación de energía oceánica. Se recomienda utilizar monitorización adaptativa de los nuevos avances a través de las fases de planificación, construcción y operación a través de protocolos cuidadosamente diseñados para proporcionar información a proyectos similares y futuros que se proponen (Witt et al. 2011, ORPC 2013).

Seguimiento pre-construcción Los estudios deben centrarse en la diversidad y abundancia de vida silvestre migratoria marina en el área que estaría potencialmente afectada y en la caracterización del hábitat de la zona con respecto a los recursos disponibles para la vida silvestre migratoria marina. Esta información básica debería contribuir en las decisiones sobre el emplazamiento de las instalaciones de energía oceánica, en los tipos de tecnologías de energía del océano a ser empleadas en un sitio específico y en las medidas de mitigación apropiadas para ser usadas durante y después de la construcción. Los estudios pre-construcción para las aves deben involucrar estudios de la diversidad, abundancia, dispersión, y la actividad de las especies de aves migratorias, especialmente las que tienen una mayor probabilidad de verse afectadas por el proyecto propuesto. Este seguimiento debe incluir todas las etapas importantes en el ciclo de vida anual de las aves migratorias, incluyendo la migración, cría y de invernada. Los estudios de pre-construcción para las especies marinas migratorias (incluyendo peces, tortugas marinas, mamíferos marinos, calamares y crustáceos) deben centrarse en el estudio de los patrones de migración desde un punto de vista geográfico y temporal y si el área del proyecto propuesto proporciona los recursos críticos para las especies marinas migratorias o alberga concentraciones de estas especies en cualquier momento durante el año.

La realización de seguimiento durante la construcción de instalaciones de energía oceánica puede ser un factor significativo para evitar los impactos a la fauna marina migratoria durante las operaciones de construcción. Debe existir supervisión durante la construcción cada vez que hay una posibilidad de que especies marinas migratorias se encuentren en la zona del proyecto durante la construcción. Las tortugas marinas y mamíferos marinos son probablemente los dos taxones de fauna marina migratoria que tienen el mayor potencial de verse afectados por las actividades de construcción, especialmente aquellas que generan ruido subacuático. Las capacidades auditivas de las tortugas marinas y mamíferos marinos pueden verse dañadas por ruidos submarinos fuertes que pueden ocurrir durante las actividades de construcción naval, como el clavado de pilotes, la perforación, voladura, o por golpes. La medida en la que se utilizan estas técnicas de construcción en un sitio de proyecto debe determinar la intensidad del monitoreo de las tortugas marinas y mamíferos marinos durante la construcción. Cuando se detectan tortugas marinas y mamíferos marinos en las

cercanías de las actividades generadoras de ruido, con el potencial de causar daño auditivo, se deben emplear medidas de mitigación para evitar este impacto.

Seguimiento post-construcción, se puede utilizar para evaluar la eficacia de las medidas de mitigación y comparar los efectos previstos con los resultados reales. Si fuera necesario y posible, se pueden hacer ajustes en la operación de las instalaciones de energía oceánica para evitar los impactos a la fauna marina migratoria durante los períodos críticos. Los estudios post-construcción para todas las especies migratorias que pueden verse afectadas por instalaciones de energías oceánicas deben ser comparables a estudios de pre-construcción para permitir comparaciones directas de los resultados. Los estudios post-construcción deben determinar si las especies migratorias continúan utilizando el área del proyecto con la misma frecuencia que antes de la construcción del proyecto, si la estructura de la comunidad de diferentes taxones ha cambiado (y si es así, cómo), y si parece que el proyecto esté causando impactos negativos (o positivos) para las especies migratorias que siguen utilizando el área del proyecto para la alimentación, el desplazamiento, el refugio o la cría. Los efectos del ruido y del campo electromagnético generado por los cables submarinos sobre las especies migratorias marinas es una consideración importante para los estudios posteriores a la construcción.

6.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc23. Implementation of underwater noise mitigation measures by industries: operational and economic constraints. (en preparación)

ACCOBAMS-MOP5/2013/Doc24. Methodological guide: Guidance on Underwater Noise Mitigation Measures (en preparación).

http://www.accobams.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1164%3Amop5-working-documents-and-resolutions&catid=34&Itemid=65

[USDOE] United States Department of Energy. 2009. Ocean Energy Technology Overview.

[USDOI] United States Department of the Interior. 2007. Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Volume II, Chapter 5.

6.6 Literatura

AECOM. 2012. Marine Renewable Energy: Background Report to Support a Strategic Environmental Assessment (SEA) for the Cape Breton Coastal Region, inclusive of the Bras D'or Lakes. Prepared by AECOM for the Nova Scotia Department of Energy.

Boehlert, G. W., G. R. McMurray, and C. E. Tortorici (eds.). 2008. Ecological effects of wave energy in the Pacific Northwest. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-92.

[OEER] Offshore Energy Environmental Research. 2008. Fundy Tidal Energy Strategic Environmental Assessment: Final Report. Prepared by the OEER Association for the Nova Scotia Department of Energy.

[ORPC] Ocean Renewable Power Company. 2013. Cobscook Bay Tidal Energy Project 2012 Environmental Monitoring Report Final Draft. FERC Project No. P012711-005. Accessed online at:

http://www.orpc.co/permitting_doc/environmentalreport_Mar2013.pdf

[USDOI] United States Department of the Interior. 2007. Programmatic Environmental Impact Statement for Alternative Energy Development and Production and Alternate Use of Facilities on the Outer Continental Shelf. Volume II, Chapter 5.

Witt, M. J., E. V. Sheehan, S. Bearhop, A. C. Broderick, D. C. Conley, S. P. Cotterell, E. Crow, W. J. Grecian, C. Halsband, D. J. Hodgson, P. Hosegood, R. Inger, P. I. Miller, D. W. Sims, R. C. Thompson, K. Vanstaen, S. C. Votier, M. J. Attrill, and B. J. Godley. 2011. Assessing wave energy effect on biodiversity: the Wave Hub experience. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 370:502-529.

7 Energía solar

7.1 Principales impactos

Los impactos potenciales de la energía solar en los sistemas ecológicos incluyen la mortalidad directa de los animales migratorios, la pérdida de hábitats, la alteración o el desplazamiento de los individuos y las poblaciones, y la degradación del hábitat. Los principales impactos de los desarrollos de energía solar en las especies migratorias se resumen a continuación. No se detectaron diferencias entre las fases de construcción, desmantelamiento y operación.

1. Mortalidad de aves, mamíferos e insectos
2. Pérdida de hábitat para las aves, los mamíferos y los insectos.
3. Degradación/fragmentación del hábitat para las aves, los mamíferos y los insectos.
4. Perturbación/desplazamiento de aves, mamíferos e insectos.

Con el propósito de proveer y formular directrices sobre las mejores prácticas para el desarrollo ambientalmente sensible de proyectos de energía solar, se ha supuesto que se producirá en un entorno terrestre y que el mayor desarrollo de energía solar no será en lagos, vías navegables y hábitats marinos u oceánicos.

7.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Hacemos referencia en el párrafo 2.2 de una descripción general de la legislación, la política, las directrices y la importancia de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) e Evaluación del Impacto Ambiental (EIA). El siguiente párrafo describe los instrumentos y las estrategias pertinentes que son específicos en el desarrollo de la energía solar.

Legislación y políticas

En Europa, las Directivas de Hábitats y Aves proporcionan directrices para la protección de la biodiversidad. El artículo 6 de la Directiva Hábitats establece una serie de pautas que se deben aplicar a los planes y proyectos que puedan tener un efecto significativo sobre un espacio Natura 2000. Para desarrollos de la energía solar, la aplicación del artículo 6 de la Directiva Hábitats incluye la realización de evaluaciones apropiadas para proyectos de desarrollo que afectan a las zonas especiales de conservación (ZEC), muchas de los cuales incluyen hábitats clave de animales silvestres migratorios.

El desarrollo y despliegue de la tecnología de energía solar en el hemisferio occidental se concentra actualmente en los Estados Unidos principalmente. Otras naciones del Nuevo Mundo o bien tienen relativamente poco potencial para la energía solar, se

centran actualmente en la generación de electricidad basada en combustibles fósiles, o dependen de otras formas de energía renovable (como la energía hidroeléctrica). Varios estados de Estados Unidos han establecido requisitos mínimos porcentuales para la generación de energía solar y ofrecen financiamiento, incentivos fiscales y préstamos para el desarrollo de este recurso. A nivel nacional, los Departamentos de Energía y del Interior de los Estados Unidos tienen varios programas de políticas destinadas a fomentar el desarrollo de la energía solar. El Plan Solar Occidental (discutido en detalle más adelante) integra la planificación estratégica para el desarrollo de energía solar en el suroeste de EE.UU., y la Iniciativa SunShot tiene como objetivo hacer que la energía solar sea competitiva en costos de energía respecto a combustibles fósiles para el año 2020. Con respecto a las especies migratorias y su hábitats, el Plan Solar Occidental identifica la necesidad de considerar estas cuestiones en el desarrollo y emplazamiento de las futuras instalaciones de energía solar.

convenios y acuerdos internacionales relevantes sobre naturaleza y biodiversidad (véase también el anexo I de la Unión Europea (2011) y el Anexo 4 en Wilhelmsson et al. 2010)

- El Acuerdo para la conservación de los pequeños cetáceos del Mar Báltico y Mar del Norte (ASCOBANS) - Resolución sobre los efectos adversos del sonido, embarcaciones y otras formas de perturbación sobre los pequeños cetáceos adoptadas en 2006.
- Convenio sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo (Espoo, 1991)
- Protocolo de Evaluación Ambiental Estratégica (Kiev, 2003)
- Ley de los Mares de Naciones Unidas.

EAE

Las Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) deben consultarse en la fase de planificación para determinar los sitios adecuados para la evolución de la energía solar. Las EAE informan a los desarrolladores de medios eficaces y eficientes para detectar y evitar los impactos ambientales.

Deben elegirse las áreas con menor impacto ambiental y social y mayor beneficio económico, para los desarrollos de energía solar a gran escala.

Un buen ejemplo de una evaluación ambiental estratégica para la implementación de proyectos de energía solar se realizó para el suroeste de los Estados Unidos de América. Esta evaluación, denominada Declaración Programática de Impacto Ambiental (PEIS) la preparó el Departamento del Interior, la Oficina de Administración Territorial (BLM) y el Departamento de Energía de EE.UU. (DOE). Su objetivo es proporcionar orientación sobre el desarrollo de proyectos de energía solar a escala comercial en terrenos públicos en seis estados soleados clave en el suroeste de Estados Unidos. Proporciona orientación sobre dónde puede darse desarrollo de energía solar en terrenos públicos sin comprometer otros usos de los recursos. Se

supone que el desarrollo de la energía solar es un “uso único” y que excluirá en gran medida los usos alternativos. Identifica una serie de zonas de energía solar que el gobierno priorizará y en las que facilitará el desarrollo de la evolución de la energía solar a escala comercial. Al menos 30 proyectos de energía solar a escala comercial se han aprobado en la región en los últimos cuatro años, y hay 70 solicitudes de proyectos aún pendientes.

De importancia para la protección de las especies migratorias y sus hábitats, las áreas más adelante figuran explícitamente como zonas de exclusión para el desarrollo de energía solar. El recuadro 7.1 proporciona una lista de las zonas de exclusión. Es significativo que muchas de estas exclusiones se basan en la protección legal de los hábitats y las especies o grupos de especies (por ejemplo, las especies amenazadas) que proviene de otra legislación. Las zonas excluidas incluyen (pero no se limitan a):

Recuadro 7.1 Ejemplos de zonas de exclusión para la planificación de la energía solar en EE.UU.

- Todas las Áreas de Preocupación Ambiental Crítica (ACECs) identificadas en los planes de uso del suelo aplicables (incluidas Áreas Desérticas de Manejo de Vida Silvestre [DWMAs] en el área de planificación del Distrito del desierto de California).
- Todas las áreas designadas y propuestas como hábitat crítico para especies protegidas bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción (ESA), de 1973 (modificada) como se identifica en los planes de recuperación respectivos ([http://ecos.fws.gov/tess_public/TESSWebpageRecovery? Sort = 1](http://ecos.fws.gov/tess_public/TESSWebpageRecovery?Sort=1)).
- Todas las áreas donde el BLM ha asumido un compromiso con los socios de agencias estatales y otras entidades para la gestión de hábitat de las especies sensibles, incluyendo pero no limitándose a las áreas centrales, el hábitat de anidación y el hábitat de invierno del urogallo; el hábitat de la ardilla de tierra de Mohave; el hábitat del lagarto cornudo de cola plana; y el hábitat del lagarto con punta de Bosc.
- El hábitat de urogallos de artemisa (ocupado actualmente, hábitat de nidificación y de invierno) identificado por la BLM en California, Nevada y Utah, y el hábitat de los urogallos Gunnison (ocupado actualmente, hábitat de nidificación y de invierno) identificados por el BLM en Utah.^c
- En California, los terrenos clasificados como Clase C en el área de planificación del Área de Conservación del Desierto de California (CDCA).
- Todos los sitios de translocación tortuga de desierto identificados en los planes de uso del suelo aplicables, planes de mitigación a nivel de proyecto u Opiniones Biológicas.
- Todos los corredores de caza mayor definidos en los planes de uso del suelo aplicables.
- Todos los corredores de caza mayor de invierno identificados en los planes de uso del suelo aplicables.

- Áreas Naturales de Investigación identificadas en los planes de uso del suelo aplicables.
- Ríos Silvestres, Escénicos y Recreativos designados por el Congreso, incluyendo cualquier corredor o tierras identificadas para la protección a través de un plan de corredor fluvial asociado aplicable.
- Los segmentos de ríos que se determina que son elegibles o aptos para el estatus de Ríos Silvestres, Escénicos y Recreativos identificados en los planes de uso del suelo aplicables, incluyendo cualquier corredor o tierras identificadas para la protección a través de un plan de ordenamiento territorial asociado aplicable.
- Bosque primario identificado en los planes de uso del suelo aplicables.
- 31. En California, los terrenos administrados por BLM propuestos para la transferencia al Servicio de Parques Nacionales con la concurrencia de la BLM

EIA

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es necesaria para todos los desarrollos solares potenciales, para determinar el riesgo que el desarrollo puede representar para el medio ambiente. Para las especies migratorias el EIA tendrá en cuenta todas las especies migratorias que tienen el potencial de ocurrir en la región y evaluará la importancia del impacto en la población de la especie y su hábitat asociado.

Los Estados Unidos de América ofrece una vez más algunos excelentes ejemplos de EIA integrales de instalaciones de energía solar a escala comercial, el Departamento de Interior de los Estados Unidos ha emitido un Borrador de la Declaración Programática de Impacto Ambiental (DPEIS) para Desarrollo Solar de la Energía (2010) que describe los impactos generales y las preocupaciones ambientales, incluyendo los impactos en la vida silvestre migratoria, causados por el desarrollo de energía solar en el suroeste de Estados Unidos. Los principios esbozados en el DPEIS pueden aplicarse en general a cualquier futuro desarrollo de la energía solar a gran escala. También deben completarse EIA en sitios específicos para proyectos solares propuestos, a fin de determinar las condiciones ambientales existentes, se impactos esperados del proyecto, y medidas de mitigación recomendadas que se aplican específicamente al proyecto propuesto. Buenos ejemplos son:

- Crescent Dunes, Nevada; y
- Genesis Solar Energy Project, California

7.3 Mejores prácticas de mitigación

Planificación

Las siguientes son las principales medidas adoptadas para evitar los impactos sobre las especies migratorias durante la fase de planificación de un proyecto de desarrollo. Estas medidas son igualmente aplicables a los proyectos de desarrollo de energía solar.

- La selección del sitio es la clave para minimizar los impactos
- Consultar cualquier evaluación ambiental estratégica aplicable y el mapeo de valores ecológicos para identificar áreas donde los desarrollos solares sean apropiados
- Realizar EIA específicas del sitio que incluyan estudios pertinentes para la vida silvestre migratoria
- Revisar otra información existente sobre las especies y los hábitats en el área de estudio.
- Comunicarse con las agencias apropiadas al principio del proceso de planificación para identificar las especies migratorias potenciales que pueden estar presentes en el área de estudio
- Evitar las áreas legalmente protegidas (por ejemplo, sitios Ramsar, sitios de valor nacional o sub-nacional), y otros lugares sensibles tales como humedales, importantes refugios de aves y murciélagos y concentraciones importantes de fauna para la cría o sitios de reunión migratorios)
- Diseñar el desarrollo para evitar o minimizar los impactos en los hábitats acuáticos
- Desarrollar la tecnología de la energía solar en tierras de menor valor de conservación para reducir los impactos del desarrollo en las áreas de mayor valor de conservación
- Evitar extracción de aguas superficiales o de aguas subterráneas que afectan hábitats sensibles y hábitats ocupados por especies amenazadas o migratorias. La capacidad de suministros locales de agua superficial o subterránea para proporcionar suficiente agua para la refrigeración, si es necesario, debe considerarse temprano en el emplazamiento y diseño del proyecto.
- Las instalaciones de energía solar no deben situarse cerca de fuentes de agua que atraen a las aves migratorias.
- Minimizar el número de cruces de arroyos en la localización de los caminos de acceso. Cuando no se pueden evitar cruces de arroyos, utilizar rampas en lugar de cortes en la orilla del arroyo. Diseñar los cruces de corrientes para proporcionar las condiciones de flujo que permiten y mantienen el movimiento y el paso seguro de los peces
- Ubicar las estructuras altas para evitar trayectorias conocidas de aves y murciélagos
- Investigar si la gestión del hábitat a nivel de sitio podría proporcionar beneficios para las aves y la biodiversidad
- Colaborar con los gobiernos, las empresas de servicios públicos, consultores y organizaciones de conservación y otros grupos de interés para asegurar que se utilizan las mejores fuentes disponibles.
- Utilizar tipos alternativos de la tecnología de energía solar, como colectores cilindro-parabólicos, motores de plato, y sistemas fotovoltaicos en lugar de utilizar una instalación de torre central (Roeb et al 2011). Disminuir el número de estanques de evaporación o usar otros tipos de tecnología de energía solar que no utilizan estanques de evaporación. Si se requieren estanques de evaporación

en función del tipo de instalación solar, los estanques deben estar cercados y cubiertos por red cuando sea posible (McCrary et al. 1986, Solar PEIS 2010).

- Cuando se utiliza una torre de planta solar, la ocurrencia y la intensidad de los puntos de espera debe mantenerse al mínimo para reducir la incidencia de la mortalidad de aves por quemadura (McCrary et al. 1986).
- Desarrollar la tecnología de energía solar más cerca de las ciudades y en las zonas que ya están afectadas (Marquis 2009).
- Evitar el desarrollo de la tecnología de energía solar en las áreas que son corredores y rutas de vuelo migratorios importantes (Solar PEIS 2010).
- Uso cables de alta tensión de corriente continua enterrada (HVDC) en lugar de las líneas aéreas de transmisión para minimizar la fragmentación del hábitat y los riesgos de colisión para las aves.

Además de la planificación de mínimos impactos sobre las especies migratorias y la biodiversidad en general, existe un margen en los sitios de parques solares para mejorar el hábitat (véase el recuadro 7.2)

Recuadro 7.2 La planificación de energía solar Reino Unido

Un ejemplo de guía de prácticas recomendadas para la planificación de desarrollo de la energía solar en el Reino Unido (BRE 2014) incluye directrices para la preparación de los Planes de Gestión de Biodiversidad (BMP) para los parques solares que tienen relevancia en la protección de la vida silvestre migratoria no marina y sus hábitats, así como la integración de la mejora de la biodiversidad en la planificación y gestión sobre el terreno de parques de energía solar:

- *Identificar los elementos clave de la biodiversidad in situ, incluidas las especies legalmente protegidas, las especies y los hábitats de alto valor de conservación ... y áreas designadas, en las proximidades del sitio propuesto;*
- *Identificar los posibles impactos derivados del desarrollo del sitio, y definir medidas de mitigación para hacer frente a los mismos;*
- *Detallar objetivos específicos para el sitio a fin de beneficiar a los elementos clave de la diversidad biológica y las mejoras de hábitat que se han programado para lograrlos;*
- *Contribuir a la biodiversidad en el paisaje y las redes ecológicas locales, mejorando la conectividad entre hábitats existentes;*
- *Identificar las especies para la siembra y fuentes adecuadas de semillas y plantas;*
- *Tener en cuenta mejoras más amplias, como cajas nido y de descanso;*
- *Resumir un régimen de gestión de hábitats para toda la vida del sitio;*
- *Proporcionar un plan de monitoreo del sitio; y adaptar la gestión según las conclusiones de dicho seguimiento;*
- *Establecer cómo será desmantelado el sitio*

Mitigación

Construcción y desmantelamiento

Las siguientes medidas de mitigación se pueden adaptar a los desarrollos solares para minimizar los impactos sobre las especies migratorias.

- Planificar la construcción para evitar períodos sensibles (por ejemplo, durante la época de reproducción)
- Los setos entre secciones pueden reducir los riesgos de colisión para las aves acuáticas

Funcionamiento

Reducción de la mortalidad de las aves - Las siguientes medidas de mitigación se pueden adaptar a los desarrollos solares para minimizar los impactos sobre las especies de aves migratorias.

- Operaciones de mantenimiento planificadas para evitar los períodos sensibles
- Reducir la iluminación a lo necesario para los objetivos de seguridad y protección. Apagar todas las luces innecesarias durante la noche para limitar la atracción de las aves migratorias
- Utilizar cercas, mallas de alambre y rejas para asegurar que los estanques de evaporación no son accesibles para las aves y otra fauna. Esto es para reducir la posibilidad de a) atracción b) ahogamiento c) envenenamiento
- Colocación de tiras blancas a lo largo de los bordes de los paneles para reducir la similitud de los paneles con el agua, para disuadir a las aves y los insectos
- Técnicas de disuasión aviar, incluyendo: gestión del hábitat en la instalación; control de la presa; tecnología para evitar que las aves se posen; evitar nidos; malla u otros medios para cercar; asustar o perseguir a través del uso de perros o aves rapaces entrenadas; y disuasión de radar y de largo alcance, bio-acústica o visual.

Los proyectos de energía solar Dunas de Media Luna y Genesis en Nevada, EE.UU. y California, EE.UU. proporcionan excelentes ejemplos de propuestas para el seguimiento y para la mitigación de los impactos de los proyectos de energía solar a escala comercial en la biodiversidad. Es de destacar que estas medidas incluyen medidas para contrarrestar o de compensación que son a la vez directas (protección del hábitat) e indirectas (investigación).

El primer proyecto de EIA incluye un “Plan de Mitigación y Monitoreo de Vida Silvestre”, que incluye medidas para garantizar la construcción fuera de la temporada de anidación de aves migratorias y la gestión de los estanques de refrigeración de agua de evaporación para impedir el uso por las aves. El plan también incluye medidas para mitigar y compensar los impactos sobre las especies de fauna no migratorias y amenazadas.

Véase: http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/nv/field_offices/battle_mountain_field/blm_information/nepa/crescent_dunes_solar.Par.86958.File.dat/Appendix%20E.pdf

Las condiciones de certificación para la planta de Génesis representan la práctica actual y son muy amplias en su cobertura de la flora, la fauna y los impactos de hábitat de la planta solar propuesta.

Véase: http://www.blm.gov/pgdata/etc/medialib/blm/ca/pdf/palmsprings/genesis.Par.19404.File.dat/Vol2_Genesis%20PA-FEIS_Apdx-G-Certification.pdf

Las prácticas recientes de impacto ambiental incluyen medidas para compensar los impactos a través de la provisión de compensaciones ambientales. Los ejemplos de los Estados Unidos que se han mencionado anteriormente, incluyen tales medidas, a pesar de que se encuentran fuera de un régimen formal de política de compensación del gobierno. Un ejemplo de una política de compensaciones ambientales es Australia, donde se requiere que los efectos sobre las especies migratorias (y otros asuntos de importancia ambiental nacional) que están protegidos por la Ley federal de Protección del Medio Ambiente y Conservación de la Biodiversidad de 1999 deben ser compensados. Una compensación directa (es decir, del hábitat) se considera como el componente más importante de la compensación, y a los proyectos de investigación y seguimiento que no contribuyen a los resultados sobre el terreno se les da un peso mucho menor en las compensaciones. Existe el riesgo de que este énfasis, aunque tiene la intención de garantizar los hábitats restantes de especies significativas, podría frenar la investigación innovadora sobre el hábitat y métodos de recuperación de la población, que en última instancia pueden asegurar el futuro de la especie. El mejor equilibrio entre las compensaciones directas e indirectas puede variar dependiendo de las especies afectadas. (Véase:

<http://www.environment.gov.au/system/files/resources/12630bb4-2c10-4c8e-815f-d7862bf87e7/files/offsets-policy.pdf>)

7.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

El monitoreo es un componente esencial en la gestión de la biodiversidad para los desarrollos solares. Los programas de monitoreo pre-construcción deben diseñarse para identificar indicadores clave y establecer las condiciones de base para las especies migratorias y sus hábitats. Los resultados del seguimiento deben ser recogidos de forma que puedan ser medidos y comparados de manera consistente a lo largo del tiempo para determinar si las medidas de mitigación han sido eficaces. El seguimiento de los desarrollos de energía solar se centra en la biodiversidad, incluyendo la riqueza de especies y abundancia de aves y reptiles, la salud de los pastizales y el mantenimiento de toda plantación u obras de restauración de hábitat, realizados por el proyecto. El monitoreo debe realizarse antes y después de la construcción del desarrollo de energía solar de una manera comparable. Es conveniente establecer un enfoque de manejo adaptativo en el que los resultados del monitoreo proporcionen información a la gestión en curso del sitio.

Seguimiento pre-construcción /estudio de referencia

Un aspecto importante del programa de monitoreo de pre-construcción es determinar los riesgos biológicos asociados con el desarrollo solar propuesto y la realización de

una EIA. La EIA identificará los riesgos y las formas de mitigar los riesgos. El monitoreo previo implicará registrar la riqueza de especies y abundancia en el área de estudio. Las especies amenazadas y migratorias en el área de estudio deben ser controladas en todas las etapas del ciclo de las especies objetivo. El monitoreo previo debería realizarse durante un periodo suficientemente largo como para reunir información sobre todos los periodos correspondientes a las especies migratorias presentes en la zona afectada, y tener en cuenta la variabilidad natural en la medida de lo posible.

Seguimiento post-construcción

Aves – el monitoreo posterior a la construcción debe continuar durante un período suficiente como para determinar si se ha producido un impacto significativo sobre las especies migratorias afectadas. Debe incluir los mismos métodos, lugares y tiempo de muestreo que el seguimiento de pre-construcción. Cualquier mortalidad o lesión a una especie migratoria en un desarrollo de energía solar debe registrarse y notificarse en todo momento. Siempre que sea posible, un programa nacional, bajo los auspicios de un organismo nacional, como una asociación de la industria u organismo gubernamental, debería reunir datos sobre los impactos de las instalaciones de energía solar sobre fauna migratoria y publicarlos cada año.

7.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

Como hay un número limitado de desarrollos de la energía solar a escala comercial, las directrices sobre la mitigación y la gestión de impactos sobre la vida silvestre migratoria también están limitadas. Un buen punto de partida es:

Patton, T., L. Almer, H. Hartmann, and K.P. Smith, 2013, *An Overview of Potential Environmental, Cultural, and Socioeconomic Impacts and Mitigation Measures for Utility-Scale Solar Development*, ANL/EVS/R-13/5, prepared by Environmental Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, IL, June. Argonne National Laboratory, Chicago, USA.

Se puede encontrar información sobre la forma de integrar resultados en la conservación de la biodiversidad en proyectos de energía solar en:

BRE 2014. Biodiversity guidance for solar developments. Eds G E Parker and L Greene. BRE National Solar Centre.

Los planes estratégicos de evaluación y mitigación ambiental y las condiciones de la certificación del suroeste de los Estados Unidos, antes mencionados, también son muy informativos.

8 Energía eólica

8.1 Principales impactos

Los impactos potenciales de los parques eólicos en los sistemas ecológicos incluyen la pérdida del hábitat a través de la perturbación o el desplazamiento, los efectos barrera y la mortalidad relacionada con la colisión. Se han señalado los sonidos bajo el agua durante la construcción de parques eólicos en alta mar y los campos electromagnéticos de los cables submarinos como posibles factores negativos para la vida marina. Los principales impactos de los parques eólicos sobre las especies migratorias se resumen a continuación, tanto para la fase de construcción y/o desmantelamiento y la fase operativa. Para consultar una descripción detallada de los impactos del desarrollo de la energía eólica en las especies migratorias citamos como referencia el documento de revisión (van der Winden et al. 2014).

Construcción y desmantelamiento

1. Pérdida de hábitat para las aves, murciélagos, mamíferos terrestres, peces, calamares y crustáceos.
2. Degradación/fragmentación del hábitat para las aves, murciélagos, peces y calamares.
3. Perturbación/desplazamiento de aves, murciélagos, mamíferos marinos, mamíferos terrestres, peces, calamares y crustáceos.
4. Efectos fisiológicos sobre los mamíferos marinos, peces y calamares.
5. Mortalidad de mamíferos marinos, peces y crustáceos.
6. Ganancia de hábitat para peces, calamares y crustáceos.

Funcionamiento

1. Mortalidad de aves y murciélagos.
2. Perturbación/desplazamiento de las aves, (murciélagos), mamíferos marinos y peces.
3. Cambios en la estructura de la comunidad de peces y crustáceos.
4. Efectos fisiológicos en los peces y crustáceos.

Los efectos de la transmisión y/o el transporte de la energía generada no se mencionan en la enumeración anterior, pero se discuten en el capítulo 2.

8.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA

Hacemos referencia en el párrafo 2.2 de una descripción general de la legislación, la política, las directrices y la importancia de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) e Evaluación del Impacto Ambiental (EIA). El siguiente párrafo describe los instrumentos y las estrategias pertinentes que son específicos para los desarrollos de energía eólica.

Legislación y políticas

En Europa, las Directivas de Hábitats y Aves proporcionan directrices para la protección de la biodiversidad. El artículo 6 de la Directiva Hábitats establece una serie de pautas que se deben aplicar a los planes y proyectos que puedan tener un efecto significativo sobre un espacio Natura 2000. Para desarrollos de la energía eólica, la aplicación del artículo 6 de la Directiva Hábitats incluye la realización de evaluaciones apropiadas, lo cual se describe en detalle en: Documento de orientación, desarrollo de la energía eólica y Natura 2000 (Unión Europea 2011).

Convenios y acuerdos pertinentes internacionales sobre naturaleza y biodiversidad (véase también el Anexo I en Unión Europea 2011 y el Anexo 4 en Wilhelmsson et al. 2010)

- Convenio de Berna relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural - Resolución sobre la reducción de los efectos adversos en la vida silvestre de la generación de energía eólica, adoptada por el Comité Permanente de la Convención en diciembre de 2004.
- Convención de Bonn sobre la Conservación de las Especies Migratorias de Animales Silvestres (CMS) - Resolución sobre turbinas eólicas y especies migratorias, adoptada por la Conferencia de las Partes en 2002.
- Acuerdo de Aves Acuáticas de África y Eurasia (AEWA) - Resolución sobre la energía renovable y las aves acuáticas migratorias, adoptada en 2012: Hace un llamamiento a las partes contratantes para adoptar medidas específicas a fin de reducir los posibles efectos negativos de los parques eólicos terrestres, así como los marinos, sobre las aves acuáticas.
- Acuerdo de la Conservación de Poblaciones de Murciélagos Europeos (EUROBATS) - Resolución sobre el posible impacto de los parques eólicos sobre los murciélagos, adoptada en 2003.
- Acuerdo sobre la conservación de los pequeños cetáceos del Mar Báltico y Mar del Norte (ASCOBANS) - Resolución sobre los efectos adversos del ruido, embarcaciones y otras formas de perturbación sobre los pequeños cetáceos, adoptada en 2006.
- Convenio para la Protección del Medio Ambiente Marino del Atlántico Nordeste (OSPAR) - Orientación sobre consideraciones ambientales para el Desarrollo de parques eólicos marino, OSPAR (2008).
- Convenio sobre la evaluación del impacto ambiental en un contexto transfronterizo (Espoo, 1991) - Las Partes establecerán un procedimiento de evaluación de impacto ambiental que permita la participación pública en (entre otras) las principales instalaciones para el aprovechamiento de la energía eólica para la producción de energía (Anexo I).
- Protocolo de Evaluación Ambiental Estratégica (Kiev, 2003) - Se llevará a cabo una evaluación ambiental estratégica para (entre otras) las instalaciones de explotación de la energía eólica para la producción de energía (Anexo II).

Recuadro 8.1. Países Bajos: el criterio 1% de la mortalidad de aves y murciélagos

En el marco de trabajo de la legislación holandesa sobre naturaleza se han desarrollado criterios en relación a los efectos aceptables en la vida silvestre. Para la mortalidad en las turbinas eólicas de aves y murciélagos, se propuso en los procedimientos el criterio de mortalidad anual adicional de 1% y en la actualidad está aceptado por la ley. Se ha deducido para el criterio del comité ORNIS para la caza sostenible afirmando que “números pequeños” son toda muestra de menos del 1% de la mortalidad total anual de la población de la que se trate “(valor promedio).

Legislación y políticas relacionadas específicamente con la vida marina

Existen directrices y regulaciones nacionales e internacionales para el seguimiento y la mitigación de los efectos de los parques eólicos en los mamíferos marinos. Muchos foros internacionales, como la Comisión Europea, la Comisión de Mamíferos Marinos de EE.UU., OSPAR, UNCLOS, CMS, ASCOBANS y IWC han preparado recomendaciones, directrices y normas con relevancia para los efectos sobre el medio ambiente del ruido bajo el agua y/o los parques eólicos marinos. Son relevantes ya que pueden ser adaptados, se adaptan o deben ser adaptados al nivel nacional. Las recomendaciones, directrices y reglamentos incluyen la Directiva EIA, la Directiva de hábitats europeos, la política marítima integrada europea, la Directiva marco sobre la estrategia marina, el Acuerdo sobre la conservación de los pequeños cetáceos del Mar Báltico, Atlántico Noreste, Mar irlandés y del Norte (ASCOBANS) y la Convención sobre las especies migratorias (CMS). Para una descripción de la importancia de estos para los mamíferos marinos, en relación con los parques eólicos marinos hacemos referencia a ICES (2010).

ICES (2010) señaló que había diferencias importantes en las directrices nacionales sobre la mitigación de los efectos de los parques eólicos marinos. Sin embargo proporcionaron ejemplos de pautas en algunos países para prevenir y/o mitigar los efectos negativos sobre los mamíferos marinos en el marco de la construcción de parques eólicos en alta mar (véase el cuadro 3 de ICES 2010).

Legislación para parques eólicos (en alta mar) en los EE.UU.

Las futuras instalaciones de energía eólica marina en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos están reguladas por la Oficina de Administración de Energía Oceánica (BOEM) en conjunto con otras agencias. Los futuros desarrollos eólicos marinos en los Estados Unidos deben cumplir con varias leyes ambientales destinadas a proteger la vida silvestre, incluidas las especies migratorias y sus hábitats. Estas incluyen:

- La Ley de Política Ambiental Nacional de 1969 - requiere un análisis exhaustivo de los posibles impactos en el medio ambiente de cualquier proyecto, lo que implica una importante revisión por parte del gobierno federal. Este análisis debe incluir un análisis de escenarios alternativos para el desarrollo propuesto y ofrecer

una estrategia de mitigación y monitoreo cuando se espera que se vean afectados. los recursos naturales

- La Ley de Especies en Peligro de 1973 - cualquier proyecto que pueda resultar en impactos negativos para las especies incluidas en la Ley de Especies en Peligro (ESA) debe recibir la aprobación del Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. (USFWS) y/o el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS).
- La Ley de Protección de Mamíferos Marinos de 1972 - prevé la protección de los mamíferos marinos - independientemente de cualquier otra condición de conservación - incluyendo cetáceos, pinnípedos, y el oso polar (*Ursus maritimus*). Los desarrolladores de energía eólica marina deben tener en cuenta las especies potenciales afectadas por su desarrollo y ofrecer medidas de mitigación, monitoreo y presentación de informes.
- La Ley de Gestión y la Convención de pesquerías Magnuson-Stevens - requiere la designación y protección de hábitats esenciales de peces (EFH) para las especies de peces gestionadas por el gobierno federal. Como parte de la evaluación ambiental de las instalaciones eólicas marinas propuestas, se debe completar y presentar una evaluación EFH al NMFS para su consulta.
- La Ley Nacional de Santuarios Marinos - prevé la creación y protección de Santuarios Marinos Nacionales para preservar recursos marinos especiales. Los proyectos de energía eólica marina no pueden construirse en ningún santuario marino designado, y deben revisarse los efectos potenciales para cualquier santuario cercano durante la evaluación ambiental de los proyectos de energía eólica marina.

Los proyectos eólicos en tierra también están sujetos a una serie de leyes federales, incluyendo algunas de las mencionadas anteriormente, así como a reglamentos estatales y locales. Los proyectos eólicos marinos en aguas del estado (menos de 3 millas náuticas desde tierra) también están sujetos a las regulaciones estatales.

EAE

La manera más eficaz para detectar y evitar impactos ambientales severos debidos al desarrollo de la energía eólica es realizar Evaluaciones Ambientales Estratégicas (EAE) en grandes escalas espaciales. Las EAE permiten la planificación estratégica y la ubicación de desarrollos de energía eólica en las zonas con menor impacto ambiental y social y mayor beneficio económico. Algunos ejemplos de buenas prácticas de planificación estratégica de parques eólicos se describen en el Recuadro 8.2. De acuerdo con la Directiva 2001/42/CE, los planes y programas nacionales o internacionales en los Estados miembros de la UE, con posibles impactos medioambientales significativos, deben ser objeto de una EAE, que incluye el desarrollo de la energía eólica a gran escala

Recuadro 8.2 Ejemplos de planificación estratégica de parques eólicos

Escocia: El Patrimonio Natural Escocés ha adoptado una nota de orientación sobre ubicación estratégica para parques eólicos en tierra, que incluye una serie de mapas de sensibilidad. En total, se han desarrollados 5 mapas, de los cuales 2 describen la sensibilidad asociada con el paisaje e intereses recreativos y 2 describen la sensibilidad que surge de la biodiversidad y de

los intereses científicos en la tierra. El mapa final combina estas sensibilidades en tres grandes zonas que representan tres niveles relativos para oportunidades y limitaciones. En general, los mapas proporcionan una amplia visión de donde es probable que haya mayor margen para el desarrollo de parques eólicos y donde existen limitaciones más significativas en términos de patrimonio natural. (Resumen del texto: Documento de orientación, desarrollo de energía eólica y Natura 2000, Unión Europea 2011). Véase también:

<http://www.snh.gov.uk/planning-and-development/renewable-energy/onshore-wind>.

Región del Drôme, Francia: En 2005, las autoridades regionales de la región de Drôme en Francia decidieron desarrollar un plan de energía eólica para toda la región. Se prepararon mapas detallados de zonificación en estrecha consulta y diálogo con todos los grupos de interés. Cada uno de ellos identificaba diferentes áreas de potencial alto, medio o bajo en términos de recursos eólicos, servicios públicos pertinentes y acceso a conexiones de la red. Se preparó un mapa de síntesis basándose en mapas de sensibilidad para las diferentes especies de vida silvestre, con el fin de delimitar las zonas de especial sensibilidad ambiental. Estos detallados mapas están destinados a proporcionar un sistema de alerta temprana de posibles conflictos con estas especies importantes para que se puedan planificar los parques eólicos en función de este conocimiento. (Resumen del texto: Documento de orientación, desarrollo de la energía eólica y Natura 2000, Unión Europea 2011).

Véase también: http://www.drome.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=146.

Parques eólicos marinos de Dinamarca: En el marco de una política energética nacional a largo plazo, en Dinamarca se evaluaron 23 ubicaciones de parques eólicos en alta mar (dentro de 7 áreas más grandes). Se seleccionaron las ubicaciones en el marco del enfoque de planificación estratégica, teniendo en cuenta por ejemplo, las condiciones de viento, los valores de la naturaleza, la visibilidad y las conexiones a la red. (Resumen del texto: Documento de orientación, desarrollo de energía eólica y Natura 2000, Unión Europea 2011). Véase también: <http://ec.europa.eu/ourcoast/download.cfm?fileID=983>.

Países Bajos: El Gobierno holandés trata de concentrar proyectos de parques eólicos en tierra a gran escala en aquellas áreas que son “más adecuadas”. Consecuentemente el Gobierno holandés desarrolló una visión sobre la energía eólica terrestre, que se aprobó en marzo de 2014. En total, se han designado 11 zonas de los Países Bajos para la evolución de la energía eólica a gran escala. El impacto de la energía eólica en el medio ambiente fue uno de los criterios utilizados a fin de identificar las zonas “más adecuadas” para la energía eólica a gran escala. Véase también:

<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/nieuws/2014/03/31/kabinet-volgt-provincies-in-aanwijzing-11-gebieden-voor-windenergie-op-land.html>.

Los parques eólicos marinos en América del Norte y del Sur: Actualmente no hay instalaciones de energía eólica marina a escala comercial significativa en ninguna parte de las aguas del Norte o del Sur de América, sin embargo se encuentran pendientes varias propuestas para el desarrollo de este tipo de instalaciones y se está trabajando para apoyar estas propuestas. Los Estados Unidos han comenzado el proceso de alquilar bloques de la Plataforma Continental Exterior a desarrolladores de energía eólica dentro de la zona económica exclusiva de los Estados Unidos en el noroeste del Océano Atlántico. En 2011 se publicó un plan estratégico desarrollado por el Departamento de Energía de los EE.UU. para apoyar el potencial del desarrollo de la energía eólica marina en ese país. The Estrategia nacional de viento marino está destinada a guiar las acciones de los reguladores para promover el desarrollo de energía eólica marina de una manera responsable. El informe también reconoce que la escasez de información disponible sobre los impactos de la ubicación

y operación de una instalación de energía eólica marina podría afectar los recursos ambientales, incluidas las especies migratorias, en aguas estadounidenses. (Departamento de Energía de los Estados Unidos 2011).

EIA

Para determinar el impacto de los planes de energía eólica o proyectos sobre el medio natural, la realización de una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es crucial. (Véase, por ejemplo: Bowyer et al 2009, Unión Europea 2011, Ledec et al 2011, Gove et al 2013). En el contexto de las especies migratorias, la EIA de los desarrollos de energía eólica debe incluir todos los taxones que puedan resultar afectados. En concreto, la EIA debe centrarse en los efectos sobre las aves, murciélagos y la vida marina (en alta mar), ya que los grupos de estas especies son las más afectadas por la construcción y/o explotación de parques eólicos. Para los parques eólicos, tanto en alta mar como en tierra también se deben considerar los posibles efectos negativos en los hábitats de las especies migratorias. Una descripción detallada de la Evaluación de Impacto Ambiental para desarrollo de Parques Eólicos se encuentra en UNDP-CEDRO (2011) y Gove et al. (2013). Para las instrucciones específicas sobre la supervisión previa a la construcción, que a menudo es necesaria para apoyar EIA, hacemos referencia al párr. 8.4.

8.3 Mejores prácticas de planificación y mitigación

8.3.1 Planificación

Ubicación

La manera más eficaz para evitar los efectos adversos de las instalaciones de energía eólica en las especies migratorias de todos los taxones, es planificar la energía eólica lejos de hábitats de especies raras y rutas de migración principales. Los sitios críticos incluyen, por ejemplo, cuellos de botella migratorios, humedales, zonas costeras y picos de las montañas. En una escala local, se debe evitar la colisión de las especies propensas a visitar la zona del parque eólico considerando cuidadosamente el diseño de la zona circundante, incluyendo el uso del suelo.

Configuración del parque eólico

La extensión de los efectos adversos de las instalaciones de energía eólica sobre las aves depende en parte de la configuración del parque eólico. Un espacio más grande entre las turbinas disminuye la tasa de colisiones de aves y también puede percibirse como una barrera menos amenazante para las aves local que están alimentándose o criando. Para evitar los efectos barrera, deben colocarse largas filas de turbinas en paralelo a la ruta principal de migración/vuelo y pueden planificarse corredores entre grandes grupos de turbinas, para proporcionar rutas seguras de vuelo a través de la zona. Esto también reducirá el riesgo de colisión, ya que mejora las posibilidades de las aves para atravesar el parque eólico de manera segura.

Tipo de turbina

La tasa de colisión de aves locales (vuelos de corta distancia) disminuye cuando el espacio debajo de las palas del rotor aumenta. En la fase de explotación, las turbinas más grandes parecen tener un efecto perturbador más pequeño en pequeñas aves que crían sobre el terreno que turbinas más pequeñas. El uso de torres de turbinas sólidas en lugar de construcciones reticulares evita que las aves rapaces tengan oportunidades de posarse. Para los murciélagos la información sobre la influencia del tipo de turbina (por ejemplo, altura, área de rotor) en la mortalidad de murciélagos no es concluyente. Para la vida marina la estructura bajo el agua es más importante. Para cierto tipo de cimientos, no se necesita clavado de pilotes, lo que evita la perturbación de la vida marina, por ejemplo mamíferos y peces marinos, resultante del ruido del clavado de pilotes. Sin embargo, la elección de un tipo específico de cimientos depende en gran medida de las características de los fondos marinos y la profundidad del agua. Por lo tanto, no siempre se puede evitar la instalación de pilotes.

Referencias que describen medidas de mitigación relativas a ubicación, configuración o tipo de turbina: Hötker *et al.* (2006), Wilhelmsson *et al.* (2010), BirdLife Europe (2011), U.S. Fish and Wildlife Service (2012).

8.3.2 Mitigación

Murphy (2010) evaluó la industria de la energía renovable marina en relación con los mamíferos marinos, resumiendo el trabajo realizado por el grupo de trabajo ICES sobre la ecología de los mamíferos marinos. Para las turbinas eólicas en el mar se proporciona una visión general de las fuentes de impacto, estudios de impacto pertinentes, necesidades de investigación y medidas de mitigación durante la construcción (incluyendo estudiar el lugar antes de la construcción), operación y desmantelamiento. La información extraída de este trabajo se incluye en los párrafos siguientes.

Construcción y desmantelamiento

Mamíferos marinos (y otras especies marinas afectadas por el ruido) - El grupo de trabajo ICES sobre la ecología de los mamíferos marinos identificó las siguientes medidas de mitigación para la construcción de aerogeneradores marinos en general: la construcción debería ocurrir durante los períodos de baja abundancia y deben reducirse las emisiones de ruido de otras fuentes (por ejemplo, buques, barcos) (ICES 2010). Específicamente para el clavado de pilotes, se identificaron diversas medidas de mitigación, incluyendo la detección de la presencia de mamíferos marinos utilizando observadores visuales, el uso de dispositivos acústicos de disuasión, utilizando procedimientos de incremento gradual, reduciendo la energía radiada en frecuencias pertinentes, limitando la instalación a los períodos de baja abundancia de mamíferos marinos e identificando otras posibilidades técnicas para instalar las turbinas de viento (por ejemplo, construcciones alternativas, como cimentación de trípode, de monopila o gravitacional, flotando o en plataformas y/u otros métodos alternativos al clavado de pilotes, tales como la instalación con chorro de agua o por

perforación). Desmantelamiento de las turbinas eólicas en el mar es fundamentalmente similar a la eliminación de otros tipos de estructuras en alta mar, como las plataformas de petróleo y de gas. Una opción para evitar los impactos negativos podría ser la de dejar las estructuras en el lugar (Wilhelmsson *et al.* 2010).

La eficacia de algunas de estas medidas de mitigación se discute en varios documentos, tales como:

- Una evaluación del potencial de dispositivos disuasorios acústicos para mitigar el impacto sobre los mamíferos marinos del ruido submarino que surge de la construcción de parques eólicos marinos, realizada por SMRU Ltd. en 2007.
- Desarrollo de medidas de mitigación del ruido en la construcción de parques eólicos en alta mar por Koschinski y Lüdemann en 2013, cubre cortinas de burbujas, revestimiento de aislamiento, ataguías, amortiguadores de sonido hidroeléctrico y mejoras acústica del proceso de colocación de pilotes (Koschinski y Lüdemann 2013).

Funcionamiento

Para la fase operativa o de funcionamiento, la mitigación en general se centra en la reducción de la mortalidad de aves y murciélagos, ya que este es el efecto de mayor impacto en los sistemas ecológicos.

Reducción de la mortalidad de aves - La medida más eficaz es el cierre temporal de las turbinas en los períodos de alto riesgo, tales como picos en la actividad migratoria o vuelos de alimentación o situaciones con vientos fuertes (desde una dirección específica). En qué momento se dan estos períodos de alto riesgo difiere entre sitios y depende en gran medida del paisaje y la ubicación geográfica del parque eólico. Se ofrece orientación para un enfoque de mejores prácticas en cuanto al uso de esta medida llamada “paro a demanda” en Collier & Poot (en prep.).

Además, en la literatura hay discusiones sobre otras estrategias de mitigación para reducir la tasa de colisión para las aves. La eficacia de estas medidas es, sin embargo, una cuestión a debate y existen limitados ejemplos de aplicación real de estas medidas. Algunos ejemplos son:

- Aumentar la visibilidad de las turbinas de viento usando patrones de contraste en las palas, o pintura ultravioleta.
- Situar turbinas falsas al final de las líneas o bordes para reducir las víctimas de colisión entre las aves que tratan de evitar los parques eólicos.
- Usar dispositivos disuasorios como medidas preventivas para reducir la intensidad de vuelo en un parque eólico.
- Reducir la intensidad de las luces y maximizar el intervalo entre destellos para evitar la atracción de las aves hacia las turbinas eólicas.

Véase por ejemplo: Hötker *et al* (2006), Drewitt & Langston (2006).

Reducción de la mortalidad de murciélagos – Actualmente sólo una medida de mitigación ha demostrado reducciones efectivas en las muertes de murciélagos. La

reducción selectiva, es decir detener o desacelerar las palas del rotor de una turbina eólica durante los períodos de alta actividad para los murciélagos es el único método conocido que limita efectivamente la mortalidad. La reducción obviamente reduce la producción de energía y por lo tanto es esencial limitar dicha reducción a esos períodos con alta actividad de los murciélagos. Se ha demostrado que aumentando la velocidad de corte (la velocidad del viento más baja a la que las palas de una turbina comienzan la rotación) y cambiando los ángulos de la hoja de turbinas para reducir las operaciones durante los períodos de bajas velocidades de viento, reduce la mortalidad de murciélagos en un 44% - 93%, con $\leq 1\%$ de pérdida en la producción de energía anual total en este caso específico. Hay algunos métodos de restricción que son más precisos: algoritmos de reducción respetuosos con los murciélagos desarrollados en Alemania (Behr et al 2011.) Y el sistema francés llamado Chirotech. Véase también Lagrange et al. (2012), Arnett et al.(2013).

Además, en la literatura hay discusiones sobre otras estrategias de mitigación para reducir la tasa de colisión para los murciélagos. La eficacia de estas medidas es, sin embargo, una cuestión a debate y existen limitados ejemplos de aplicación real de estas medidas. Algunos ejemplos son:

- Disuadir o ahuyentar a los murciélagos con ultrasonido, luz o radar.
- Adaptar las características del paisaje para influir en la presencia y la actividad de los murciélagos en la ubicación del parque eólico.
- Reducir la cantidad de insectos atraídos a las turbinas eólicas (y con ello posiblemente la atracción de los murciélagos) pintando las turbinas púrpura.

Véase, por ejemplo: Nicholls & Racey (2009), Long *et al.* (2010), Arnett *et al.* (2011).

Limitación del impacto sobre mamíferos marinos por la emisión de ruido - Los impactos potenciales sobre los mamíferos marinos durante la fase de explotación se puede minimizar mediante la modificación de las turbinas y los cimientos para reducir la emisión de ruidos en las frecuencias pertinentes, llevar a cabo las grandes operaciones de mantenimiento en los periodos en los que el número de mamíferos marinos en la zona son bajos y seleccionar servicios de embarcaciones basándose en impacto mínimo (ICES 2010).

8.4 Seguimiento previo y posterior a la construcción

Este apartado se centra en el seguimiento previo y posterior a la construcción de (los hábitats de) aves, murciélagos y vida marina, ya que el desarrollo de la energía eólica generalmente representa una amenaza específica para estos grupos de especies. Para obtener una descripción general de la importancia y directrices para el seguimiento previo y posterior a la construcción véase el capítulo 2.

El seguimiento previo y posterior a la construcción se trata de manera separada en este párrafo, pero en la práctica están estrechamente vinculados. Varios documentos

de directrices prescriben el uso de un diseño BACI (Antes, Después, Control, Impacto, por sus siglas en inglés) para el seguimiento previo y posterior a la construcción. Esto significa que el monitoreo se debe realizar antes y después de la construcción del parque eólico de una manera comparable y el seguimiento se debe realizar dentro del área del parque eólico y en una o más áreas de control.

Seguimiento pre-construcción /estudio de referencia

Aves – Una función importante del seguimiento previo a la construcción es determinar las especies en peligro y reunir información sobre la que se pueda basar la predicción de la magnitud del impacto sobre las aves. El seguimiento previo debería implicar estudios de la abundancia, la dispersión, la actividad y los patrones de vuelo de especies de aves (sensibles). El monitoreo generalmente incluye estudios de migración de las aves y estudios de la cría, parada e invernada de aves. Los métodos que se pueden aplicar son técnicas de estudios visuales y acústicos, así como sistemas automatizados, por ejemplo, radar o radio telemetría. Los estudios en alta mar se pueden hacer desde un avión, desde un barco o desde una plataforma en la zona del parque eólico o cerca. El período de seguimiento, al menos, debe incluir todas las etapas del ciclo de vida de las especies en cuestión (cría, invernada, migración), por lo general esto significa un período de seguimiento mínimo de 12 meses. Para predecir el número de víctimas de colisiones para las aves, es muy recomendable el uso de modelos de tipos de colisión. La información obtenida durante el seguimiento de pre-construcción debe utilizarse como información aportada para estos modelos.

Murciélagos –También para los murciélagos, el seguimiento previo a la construcción debe señalar principalmente las especies en riesgo y las características del paisaje utilizadas por los murciélagos. El seguimiento debe incluir estudios de actividad, así como de lugares de descanso. Los estudios sobre la actividad deben incluir todas las etapas funcionales diferentes (por ejemplo, la migración, alimentación, dispersión de las colonias). Se pueden aplicar muchos métodos diferentes y en función de la situación específica se debe seleccionar el método más adecuado. Ejemplos de métodos son estudios detectores de murciélagos manuales o automatizados, rastreo por radio, trampeo, equipos de visión nocturna (cámaras de infrarrojos o térmica) y radar. Se debe considerar la altura a la que es necesario hacer estudios. A menudo se realizan estudios a nivel del suelo, pero en muchas situaciones se necesita información sobre la actividad de murciélagos a la altura del rotor. Usando las características específicas del lugar, como por ejemplo una torre o mástil meteorológico presente en la zona del parque eólico, se pueden colocar detectores de murciélagos a la altura necesaria para recopilar esta información.

Vida marina – El estudio de referencia o el seguimiento previo a la construcción deben centrarse en las especies y la abundancia de la vida marina (mamíferos, peces, calamares, crustáceos) y la importancia y la función de la zona para estas especies. Además también deben determinarse los patrones de migración y el calendario de migración, de ejemplo para mamíferos marinos y peces. El estudio de

referencia también debe determinar si el área del proyecto ofrece recursos críticos para las especies marinas migratorias.

Con respecto al seguimiento de referencia para poder evaluar los efectos de los parques eólicos marinos sobre los mamíferos marinos, el grupo de trabajo ICES sobre ecología de los mamíferos marinos aconsejó (en el apartado 4.5):

- establecer los medios para la difusión eficaz de los resultados de interés y común hacer que los informes de EIA previos y los datos de referencia recogidos previamente estén disponibles para estudios y evaluaciones posteriores.
- fomentar los estudios multinacionales y alentar decisiones de gestión relativas a los parques eólicos marinos basadas en las poblaciones apropiadas y/o unidades de gestión para las especies de mamíferos marinos pertinentes, con independencia de las fronteras nacionales.
- a medida que el desarrollo de los parques eólicos marinos se extiende mar adentro y en aguas nuevas, debe ampliarse el seguimiento para incluir todas las especies de mamíferos marinos que se distribuyen allí comúnmente y las especies de mamíferos marinos de especial preocupación.
- la localización geográfica de los parques eólicos en alta mar debe considerar la distribución de los mamíferos marinos a lo largo del año, hora del día y en condiciones atmosféricas y condiciones hidrográficas típicas.
- aumentar los esfuerzos para desarrollar estándares de medición comunes para tanto el ruido como la abundancia de mamíferos marinos.

Seguimiento post-construcción

Aves – debe vincularse el seguimiento previo a la construcción al seguimiento posterior a la construcción y deben realizarse el mismo tipo de estudios para obtener información sobre los efectos reales. La mortalidad de aves adicional se puede cuantificar usando búsquedas de víctimas de colisión. Estos estudios también deben evaluar la eficiencia de búsqueda y velocidades de eliminación para poder determinar las tasas de colisiones reales.

Murciélagos – También para los murciélagos, los efectos reales de la operación del parque eólico se deben determinar mediante la vinculación del seguimiento posterior a la construcción al estudio de referencia. Al igual que con las aves, la tasa de colisión real puede determinarse basándose en estudios de víctimas de colisiones, incluyendo la evaluación de la eficiencia de la búsqueda y velocidades de eliminación. Para los murciélagos, el impacto directo debido al funcionamiento de los parques eólicos aún no se conoce del todo, porque en la mayoría de los casos se desconoce la causa de la colisión. Por lo tanto, los estudios sobre comportamiento (de alimentación) de los murciélagos cerca de las turbinas de viento son también importantes.

Vida marina – El seguimiento posterior a la construcción del parque eólico debe estar vinculado con el estudio de referencia de manera que se pueden evaluar los efectos

reales de la operación del parque eólico en la vida marina. Esto significa que también después de la construcción debe determinarse la presencia de vida marina, así como la función de la zona para las especies presentes. Además, se puede recopilar información sobre la generación de ruido submarino operacional combinada con información sobre el comportamiento de, por ejemplo, peces o mamíferos marinos en una amplia zona alrededor del parque eólico. Por último, también se puede evaluar la influencia del campo electromagnético generado por cables submarinos mediante la vinculación de distribución y abundancia de especies post-construcción con datos recogidos antes de la construcción del parque eólico.

Con respecto al seguimiento del impacto de parques eólicos marinos sobre mamíferos marinos, el grupo de trabajo ICES sobre la ecología de los mamíferos marinos recomendó(en el apartado 4.5):

- aumentar el esfuerzo para caracterizar las fuentes de ruido submarino relacionadas con la construcción y explotación de parques eólicos marinos. Como parte de esto, deben desarrollarse normas comunes para la medición y caracterización del ruido submarino (por ejemplo Southall et al, 2007, de Jong et al, 2010.);
- desarrollar métodos para evaluar los efectos acumulativos sobre los mamíferos marinos del nivel de ruido bajo el agua, causados por la construcción y operación simultánea en sitios cercanos;
- reforzar la investigación sobre el comportamiento de los mamíferos marinos, como consecuencia del aumento de los niveles de ruido bajo el agua, en particular, cómo los cambios afectan en última instancia a los parámetros de población;
- aumentar los esfuerzos para caracterizar las propiedades fundamentales del sistema auditivo de los mamíferos marinos y cómo el ruido afecta fisiología y el comportamiento.

Directrices

- Como directrices detalladas sobre el seguimiento previo y posterior a la construcción de las aves en los parques eólicos en tierra señalamos como referencia a: Jenkins *et al.* (2011).
- Directrices sobre seguimiento previo y posterior a la construcción de las aves en los parques eólicos en tierra: Fox *et al.* (2006).
- Directrices para los estudios sobre la eficiencia de la búsqueda y eliminación en: Smallwood (2007).
- Ejemplos de artículos que describen modelos de tipos de colisión: Tucker (1996), Troost (2008), Band (2012) y Smales *et al.* (2013).
- Para obtener instrucciones detalladas sobre el seguimiento previo y posterior a la construcción de los murciélagos en dos parques eólicos en alta mar y en tierra: Rodrigues *et al.* (2008).
- Directrices detalladas sobre el seguimiento previo de murciélagos en parques eólicos terrestres: Hundt *et al.* (2011).

- Directrices detalladas sobre el seguimiento previo y posterior a la construcción de aves nocturnas y murciélagos en parques eólicos (terrestres): Kunz *et al.* (2007).
- Directrices nacionales sobre el control y los efectos de mitigación en los parques eólicos, para Alemania: BSH (2007a; 2007b; 2008), for the UK: Cefas (2004), DEFRA (2005), JNCC (en consulta), y para los Países bajos Prins *et al.* (2008).
- En 2009 SMRU Ltd llevó a cabo una revisión estratégica de Datos asociados al seguimiento de un parque eólico marino con condiciones de licencia de FEPA con respecto a los mamíferos marinos. Revisaron los programas de monitoreo de mamíferos marinos que se habían realizado para evaluar los efectos de los parques eólicos marinos en el Reino Unido y Dinamarca, y formularon recomendaciones para el futuro seguimiento (Cefas 2010).
- Los requisitos legales para llevar a cabo el monitoreo de mamíferos marinos varían según los países (véase por ejemplo el punto 8.2 Legislación, política y procedimientos de EAE y EIA de este capítulo y la tabla 3 de ICES 2010).

8.5 Fuentes de información y orientación recomendadas

Este párrafo resume las fuentes de información y orientación recomendadas específicas para los desarrollos de energía eólica. Estas son las directrices más recientes y reconocidas en el tema correspondiente.

- Arnett, E.B., G.D. Johnson, W.P. Erickson & C.D. Hein, 2013. A synthesis of operational mitigation studies to reduce bat fatalities at wind energy facilities in North America. A report submitted to the National renewable Energy laboratory. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Arnett, E.b., C.D. Hein, M.R. Schirmacher, M. Baker, M.M.P. Huso & J.M. Szewczak, 2011. Evaluating the effectiveness of an ultrasonic acoustic deterrent for reducing bat fatalities at wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas, USA.
- Band, W., 2012. Using a collision risk model to assess bird collision risk for offshore wind farms. Guidance document. SOSS Crown Estate.
- BirdLife Europe, 2011. Meeting Europe's Renewable Energy Targets in Harmony with Nature (eds. Scrase I. and Gove B.). The RSPB, Sandy, UK.
- Bowyer, C., D. Baldock, G. Tucker, C. Valsecchi, M. Lewis, P. Hjerp & S. Gantioler, 2009. positive planning for onshore wind. Expanding onshore wind energy capacity while conserving nature. A report by the institute for european environmental policy commissioned by the royal society for the protection of birds.
- BSH. 2007a. Standard - Design of offshore wind turbines. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
- BSH. 2007b. Standard - Investigations of the Impacts of Offshore Wind Turbines on the Marine Environment. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).
- BSH. 2008. Standard – Ground investigations for offshore wind farms. Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH).

- Cefas, 2010. Strategic review of offshore wind farm monitoring data associated with FEPA Licence Conditions. Project Code ME1117.
- Cefas, 2004. Guidance note for environmental impact assessment in respect of FEPA and CPA requirements. Prepared on behalf of the Marine Consents and Environmental Unit (MCEU). Version 2, June 2004.
- Collier, M.P. & M.J.M. Poot, in prep. Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway. Report nr. 13-282. Bureau Waardenburg, Culemborg. Report prepared for BirdLife International, under the UNDP-Jordan/GEF Migratory Soaring Birds (MSB) project.
- DEFRA, 2005. Nature conservation Guidance on Offshore Windfarm Development: a Guidance Note for Developers Undertaking Offshore Wind farm Developments. Prepared by Department of Environment, Food and Rural Affairs.
- Drewitt, A.L. & R.H.W. Langston, 2006. Assessing the impacts of wind farms on birds. *Ibis* 148: 29-42.
- EUROBATS, 2013. Progress Report of the IWG in “Wind Turbines and Bat Populations”. Doc.EUROBATS.AC18.6. UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn.
- European Union 2011, Guidance document, wind energy developments and Natura 2000. http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/-Wind_farms.pdf
- Fox, A.D., M. Desholm, J. Kahlert, T. K. Christensen & I.K. Petersen, 2006. Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. *Ibis* 148: 129-144.
- Gove, B., R.H.W. Langston, A. McCluskie, J.D. Pullan & I. Scrase. Wind farms and birds: an updated analysis of the effects of wind farms on birds, and best practice guidance on integrated planning and impact assessment. RSPB/BirdLife in the UK. Technical document T-PVS/Inf(2013)15 to Bern Convention Bureau Meeting, Strasbourg, 17 September 2013.
- Hötker, H., K.-M. Thomsen & H. Köster, 2006. Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats. Facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.
- Hundt, L., K. Barlow, R. Crompton, R. Graves, S. Markham, J. Matthews, M. Oxford, P. Shepherd & S. Sowler, 2011. Bat surveys – good practice guidelines 2nd edition. Surveying for onshore wind farms. Bat Conservation Trust, London.
- ICES. 2010. Report of the Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME), 12–15 April 2010, Horta, The Azores. ICES CM 2010/ACOM:24. 212 pp.
- Jenkins, A.R., C.S. van Rooyen, J.J. Smallie, M.D. Anderson & H.A. Smit, 2011. Best practice guidelines for avian monitoring and impact mitigation at proposed wind energy development sites in southern Africa. Produced by the Wildlife & Energy Programme of the Endangered Wildlife Trust & BirdLife South Africa.
- de Jong, C. A. F., Ainslie, M. A., and Blacquiere, G. 2010. Measuring underwater sound: to-

- wards measurement standards and noise descriptors. TNO report TNO-DV 2009 C613. TNO.
- Koschinski S. & Lüdemann K, 2013. Development of noise mitigation measures in offshore windfarm construction. Commissioned by the Federal Agency for Nature Conservation.
- Kunz, T.H., E.B. Arnett, B.M. Cooper, W.P. Erickson, R.P. Larkin, T. Mabee, M.L. Morrison, M.D. Strickland & J.M. Szewczak, 2007. Assessing impacts of wind-energy development on nocturnally active birds and bats: a guidance document. *The Journal of Wildlife Management* 71: 2449-2486.
- Lagrange H., E. Roussel, A.-L. Ughetto, F. Melki & C. Kerbirou (2012) Chirotech – Bilan de 3 années de régulation de parcs éoliens pour limiter la mortalité des chiroptères. Rencontres nationales é chauvessouris è de la SFEPM (France). (cited in EUROBATS 2013).
- Ledec, G.C., K.W. Rapp & R.G. Aiello, 2011. Greening the wind. Environmental and social considerations for wind power development in Latin America and Beyond. Full Report. Energy Unit, Sustainable Development Department Latin America and Caribbean Region, The World Bank.
- Long, C.V., J.A. Flint & P.A. Pepper, 2010. Insect attraction to wind turbines: Does colour play a role? *European Journal of Wildlife Research* 72: 323-331.
- Murphy, S., 2010. Assessment of the marine renewables industry in relation to marine mammals: synthesis of work undertaken by the ICES Working Group on Marine Mammal Ecology (WGMME).
<http://iwc.int/private/downloads/4r0qft5f9vaccwg4ggk0wggws/Synthesis%20of%20work%20undertaken%20by%20the%20ICES%20WGMME%20on%20the%20marine%20renewables%20industry.pdf>
- Nicholls, B. & P.A. Racey, 2009. The aversive effect of electromagnetic radiation on foraging bats – a possible means of discouraging bats from approaching wind turbines. *PLoS ONE* 4: e6246.
- Prins, T.C., Twisk, F., Van den Heuvel-Greve, M.J., Troost, T.A. and Van Beek, J.K.L. 2008. Development of a framework for Appropriate Assessments of Dutch offshore wind farms. IMARES report Z4513.
- Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany.
- Smales, I., S. Muir, C. Meredith & R. Baird, 2013. A description of the Biosis model to assess risk of bird collisions with wind turbines. *Wildlife Society Bulletin*, 37(1), 59-65.
- Smallwood, K.S., 2007. Estimating wind turbine-caused bird mortality. *Journal of Wildlife Management* 71(8): 2781-2791.
- SMRU Ltd., 2007. Assessment of the potential for acoustic deterrents to mitigate the impact on marine mammals of underwater noise arising from the construction of offshore windfarms. Commissioned by COWRIE Ltd (project reference DETER-01-07).

- Southall, B.L., Bowles, A.E., Ellison, W.T., Finneran, J., Gentry, R., Green, C.R., Kastak, C.R., Ketten, D.R., Miller, J.H., Nachtigall, P.E., Richardson, W.J., Thomas, J.A., and Tyack, P.L.
2007. Marine Mammal Noise Exposure Criteria. *Aquatic Mammals* 33: 411–521.
- Troost, T., 2008. Estimating the frequency of bird collisions with wind turbines at sea. Guideline for using the spreadsheet “Bird collisions Deltares v1-0.xls”. Deltares, Delft.
- Tucker, V.A., 1996. A mathematical model of bird collisions with wind turbine rotors. *Journal of Solar Energy Engineering* 118, 253-262.
- UNDP-CEDRO, 2011. Environmental Impact Assessment for wind farm developments 2012, a guideline report. Prepared by Biotope for the UNDP-CEDRO Project.
- [USDOE] United States Department of Energy, 2011. A national offshore wind strategy: creating an offshore wind energy industry in the United States.
- U.S. Fish and Wildlife Service, 2012. Land-based wind energy guidelines. U.S. Fish & Wildlife service.
- Wilhelmsson, D., T. Malm, R. Thompson, J. Tchou, G. Sarantakos, N. McGormick, S. Luitjens, M. Gullström, J.K. Patterson Edwards, O. Amir & A. Dubi, 2010. Greening Blue Energy: Identifying and managing the biodiversity risks and opportunities of offshore renewable energy. Gland, Switzerland: IUCN.
- van der Winden, J., F. van Vliet, C. Rein & B. Lane, 2014. Renewable Energy Technology Deployment and Migratory Species: an Overview. Report nr. 14-019. Bureau Waardenburg, Boere Conservation Consultancy, Brett Lane & Associates and ESS Group. Commissioned by International Renewable Energy Agency, Convention on Migratory Species, African-Eurasian Waterbird Agreement and Birdlife International, UNDP/GEF/Birdlife Msb project.

9 Síntesis / conclusión

En este capítulo se resumen algunas primeras conclusiones y recomendaciones. Es necesario mejorarlo y un acuerdo con la política y estrategia de IRENA y CMS.

Conclusiones

- la información disponible sobre las directrices para TER y los efectos sobre las especies migratorias es muy diversa. Por ejemplo para las represas de energía eólica y energía hidroeléctrica están disponibles documentos y procedimientos exhaustivos y de calidad mientras que para los efectos de la energía geotérmica en la vida silvestre no existen directrices específicas o no son específicas para esta tecnología.
- se proporcionan directrices para cada una de las pautas tecnológicas y ejemplos incluidos los procedimientos nacionales y regionales de evaluación de impacto, así como ejemplos de mejores prácticas de mitigación.
- los capítulos se pueden leer por separado y por lo tanto proporcionan información para los usuarios interesados en una TER específica.
- las directrices se centran en los impactos exclusivamente para la fase operativa de la TER en concreto. La fase de construcción se trata en general y se dan referencias para directrices generales o procedimientos de EIA para infraestructura.

Recomendaciones

- fortalecer la legislación nacional e internacional. Debe desarrollarse una política para impactos supra-nacionales en poblaciones o vías migratorias. Se espera que los impactos acumulativos aumenten en el futuro. Una EAE internacional para el desarrollo de TER ayudará a identificar los posibles efectos acumulativos a través de las fronteras. La EAE debe tener en cuenta los desarrollos ya existentes y planificados de otros sectores, para asegurar que los desarrollos acumulativos no producen inesperadas barreras o riesgos.
- desarrollar e implementar y proponer criterios de impacto basados en la ecología aceptados internacionalmente, como el criterio adicional anual de 1% de mortalidad para la fauna, como se usa actualmente en los Países Bajos para las aves y los murciélagos.
- se deben implementar procedimientos nacionales de EAE y EIA adecuados para el desarrollo de TER. Asegurar que las especies migratorias se consideran dentro de estos procesos. La mayoría de los impactos sobre las especies migratorias están relacionados con una planificación y ubicación inadecuada, así como una escala inapropiada.
- mapear las zonas sensibles para las especies migratorias. Desarrollar bases de datos basadas en la ciencia y conjuntos de datos espaciales en áreas importantes para las especies migratorias, incluidas las rutas de uso frecuente, zonas con concentraciones excepcionales de especies migratorias, sitios

importantes para la reproducción, alimentación o refugio, y corredores migratorios estrechos.

- deben proponerse buenos ejemplos de legislación relacionada con TER específicamente a los países que carecen de legislación adecuada. Buenos ejemplos son las obligaciones de mitigación relativas a pasos o escalas de peces eficaces para permitir el paso de las especies migratorias de peces en las presas.
- seguimiento previo y posterior a la construcción. Desarrollar y apoyar programas de evaluación que utilicen protocolos estandarizados para monitorear la efectividad de las medidas de mitigación, así como para mejorar las técnicas de mitigación y la presencia y movimientos de las especies migratorias, a fin de evaluar la magnitud del impacto (específico de la especie).

Carencias de conocimientos:

Esta sección debe ser completada

- efectos en la población a escala de la migración para áreas marinas y costeras (aves) para proyectos de energía eólica internacionales
- criterios de mortalidad para las evaluaciones de impacto para muchos grupos de especies
- mitigación del efecto de la energía geotérmica en la vida silvestre

Anexos