



Biotecnia

E-ISSN: 1665-1456

biotecnia@ciencias.uson.mx

Universidad de Sonora

México

Magar, Vanesa; González-García, Liliana; Markus S., Gross  
EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DE  
PARQUES EÓLICOS EN MAR: EL CASO DEL GOLFO DE CALIFORNIA

Biotecnia, vol. 19, 2017, pp. 3-8

Universidad de Sonora

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971095007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DEL POTENCIAL DE DESARROLLO DE PARQUES EÓLICOS EN MAR: EL CASO DEL GOLFO DE CALIFORNIA

## TECHNO-ECONOMIC ASSESSMENT OF THE OFFSHORE WIND FARMS DEVELOPMENT POTENTIAL: THE GULF OF CALIFORNIA CASE

**Magar Vanesa\*, González-García Liliana, Gross Markus S.**

Departamento de Oceanografía Física, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), Carretera Ensenada-Tijuana no. 3918, Zona Playitas, Ensenada C.P. 22860, B. C., México

### RESUMEN

En este trabajo se presenta un esquema de decisión espacial para la implementación de parques eólicos offshore en la parte central y norte del Golfo de California, con el fin de promover el desarrollo sustentable de estos proyectos. A través de sistemas de información geográfica (SIG), se hace un análisis a escala regional, en los que se combina información espacial relacionada con potencial eólico, sistemas de recursos naturales, y actividades humanas. De este modo, se propone un esquema de evaluación de potencial de desarrollo según diferentes prioridades, y se hacen recomendaciones para la implementación de parques eólicos offshore según el potencial eólico y restricciones debidas a sistemas de recursos naturales, y actividades humanas.

**Palabras clave:** parques eólicos en Mar, planeación espacial marina, potencial de desarrollo, Golfo de California.

### ABSTRACT

A spatial decision framework scheme for the deployment of offshore wind farms in central and upper Gulf of California is presented, in order to promote the sustainable development of these projects. Through geographical information systems (GIS), wind energy potential, natural resource systems, and human activities analysis is performed. In this way, a regionalization of the Gulf of California is proposed based on the potential for offshore wind farms development, according to wind energy potential, resource systems and human activities.

**Keywords:** offshore wind farms, marine spatial planning, developmental potential, Gulf of California

### INTRODUCCIÓN

La energía eólica en mar (offshore, como se le denomina en inglés) tiene gran potencial de desarrollo. En zonas costeras (a profundidades menores de 50 m), existen varios parques eólicos en operación tanto en Europa como en Asia, ya que la tecnología desarrollada para regiones poco profundas está a un nivel comercial de madurez (NASA, 2012). En zonas en la plataforma continental (a profundidades de hasta 200 m), en comparación, existen sólo algunos sitios en Eu-

ropa que al momento se encuentran probando dispositivos flotantes a nivel demostración (4Coffshore, 2016). Estudios previos sobre el potencial eólico offshore en la República Mexicana han identificado 6 áreas prioritarias de desarrollo (Gross y Magar, 2015), una de ellas es la parte media y norte del Golfo de California (ver Figura 1). En esta área prioritaria de desarrollo destacan algunas zonas con densidades de energía eólica de 300-400 Wm<sup>-2</sup> a 50 m de altura, así como zonas con densidades de 300-600 Wm<sup>-2</sup> a 150 m de altura (Gross y Magar, 2015), todas ellas dentro de la zona marítima al Norte de Santa Rosalía – Guaymas, enmarcada por el polígono que se muestra en la Figura 1. Estas densidades de recurso eólico, junto con el paso poco frecuente de huracanes que puedan poner en riesgo la supervivencia de la tecnología, ponen a esta región entre los mejores del país para la instalación de turbinas en la zona offshore. Sin embargo, el Golfo de California es también una de las zonas con mayor biodiversidad en mamíferos marinos y en aves del mundo (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015; Clark *et al.*, 2015; Fleischner y Riegner, 1993). Además, el Golfo de California cuenta con una gran actividad pesquera, tanto artesanal como comercial. La pesca artesanal se realiza por comunidades ribereñas vulnerables ante estresores ambientales asociados, por ejemplo, al cambio climático (Moreno-Báez *et al.*, 2012; Morzaria-Luna *et al.*, 2014). La pesca comercial, por su parte, tiene una importancia trascendental en la economía, tanto regional como nacional, y también en la dieta regional debido a la reducida actividad agrícola asociada a la aridez de la zona noroeste del país (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015). Por ello, es necesario analizar el potencial en el Golfo de California en conjunto con restricciones de desarrollo debidas a la presencia de sistemas de recursos naturales y de biodiversidad, así como posibles restricciones asociadas con la actividad humana. En este trabajo se extiende el marco social-ecológico de Ostrom (2009) para incluir sistemas de energía renovable offshore. Se utilizan bases de datos de viento, actividades humanas, recursos naturales y biodiversidad, que permitan identificar oportunidades y restricciones, y contribuir así a una mejor planeación de proyectos de energía eólica offshore.

\*Autor para correspondencia: Magar Vanesa

Correo electrónico: vmagar@cicese.mx

Recibido: 23 de mayo de 2016

Aceptado: 25 de agosto de 2016

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron archivos con formato Shapefile, NetCDF, y otros, obtenidos de distintas instituciones y sitios facilitadores de información espacial que han actuado como acervos nacionales, principalmente: la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la Sociedad para el Estudio y Conservación de las Aves en México A.C. (CIPAMEX), y la alianza para la conservación de la naturaleza "Birdlife International" (ver: CIPAMEX-Birdlife, 2015) para la información ecológica; el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) para información sobre líneas de transmisión (CENACE, 2014); y datos en el portal dataMARES para la información sobre actividades pesqueras (Moreno-Báez *et al.*, 2012; Erisman *et al.*, 2011). El mapa de recurso eólico se generó con datos de la base UPSCALE (Gross y Magar, 2015) a altura de 50 m sobre el nivel medio del mar (siglas en inglés MSL), considerándose que a esta altura se obtiene una estimación conservadora de capacidad instalada regional. El recurso energético se clasificó usando las categorías del laboratorio nacional de energía renovable (NREL, 2004), NREL por sus siglas en inglés, para la densidad de potencia de energía eólica (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Clasificación de potencial de aprovechamiento de energía eólica según NREL (2004)

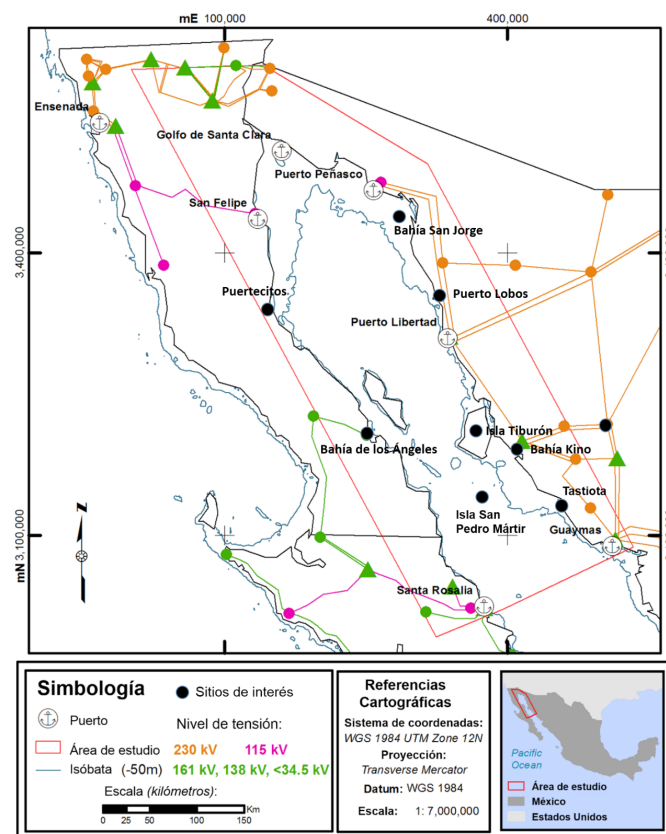
**Table 1.** Classification of Aeolic energy exploitation potential (as defined by NREL, 2004)

Clase de Potencia	Potencial de desarrollo	WPD ( $\text{Wm}^{-2}$ )	Velocidad media del Viento ( $\text{ms}^{-1}$ )
C1	Pobre	000-200	0.0-6.0
C2	Marginal	200-300	6.0-6.8
C3	Moderado	300-400	6.8-7.5
C4	Bueno	400-500	7.5-8.1
C5	Excelente	500-600	8.1-8.6
C6	Sobresaliente	600-800	8.6-9.5
C7	Magnífico	>800	>9.5

De modo a evaluar la capacidad instalada posible en el área de estudio (zona marítima dentro del polígono que se muestra en las Figuras 1, 2 y 3), se usó como unidad de generación eléctrica la Turbina Haliade 150-6MW de Alstom (2014), pues es posible instalarla en soportes tanto tipo "torre" como "flotantes" a hasta 200 m de profundidad, es decir, sobre toda la plataforma continental (Hernández-Alcántara *et al.*, 2014). Para diferenciar el potencial de desarrollo según la distancia a la costa, se usaron las isobatas de 50 m y la de 200 m para definir la plataforma costera interna (a profundidades menores a 50 m) - de aquí en adelante denominada como zona costera (ZC), y la plataforma costera externa (a profundidades entre 50 m y 200 m) - de aquí en adelante denominada como zona offshore en plataforma (ZOP). La zona offshore en aguas profundas (AP) es la zona a profundidades mayores a 200 m.

Para realizar el análisis espacial, se utilizó el programa ArcMap 10.1 donde se superpusieron las distintas capas de información. Esto permitió identificar el potencial eólico

en una malla rectangular con resolución de 28 km x 32 km aproximadamente. Cada celda de la malla tiene un área de 934.76  $\text{km}^2$  y corresponde a un sector geográfico numerado del polígono de estudio (en rojo en la Figura 1), junto con las líneas de transmisión y los puertos más importantes.



**Figura 1.** Mapa del área de estudio con puertos principales y líneas de transmisión como unidades del sistema social de actividad humana.

**Figure 1.** Map of study area (marine zone within the red polygon) with main ports and transmission lines as human activity units within the social system.

De este modo se definieron alrededor de 100 sectores, cuya numeración empieza en el puerto del Golfo de Santa Clara en la parte norte del polígono, y termina en la parte sur entre los puertos de Santa Rosalía y Guaymas. Se usó un gradiente de coloración continuo (ver Figura 2) para el mapa de densidad de energía eólica offshore (WPD por sus siglas en inglés) en toda la zona marina dentro del polígono. Tomando el diseño de ingeniería del parque eólico de Fécamp como estándar (Fecamp Offshore Wind Farm, 2016), se determinó que la densidad de turbinas es de 882 turbinas por sector.

Se combinó la información sobre el potencial energético por sectores y la información sobre indicadores de actividad humana con la información sobre los sistemas de recursos naturales y las áreas de importancia para la conservación de aves y murciélagos (AICAs). Estudios de impactos ambientales demuestran que las especies más afectadas por la presencia de parques eólicos offshore son las aves

playeras acuáticas y marinas, y los quirópteros (Atienza *et al.*, 2011), por lo que se identificaron en la zona de estudio los siguientes sistemas de biodiversidad y recursos naturales: áreas de importancia para la conservación de aves y murciélagos - AICAs (CIPAMEX-Birdlife, 2015); áreas naturales de protegidas (ANPs) y reservas de la biosfera de la comisión nacional de áreas naturales protegidas (2000, 2007a, 2007b, 2014a, 2014b); y Sitios RAMSAR (RAMSAR, 2015). Las AICAs toman en consideración zonas de concentración de avifauna y quirópteros clasificadas según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 como amenazadas, sujetas a protección especial, o en peligro de extinción (Diario Oficial, 2002). La Tabla 2 muestra los sistemas de AICAs y recursos naturales identificados, su localización geográfica (en formato Geo URI), el área que cubren (en km<sup>2</sup>), así como los códigos de designación de las AICAs (CONABIO, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La regionalización del área de estudio por sectores (ver Figura 2) permitió definir zonas que deberían considerarse para desarrollos de energía eólica. Además, al combinar esta información con la regionalización por ZCs y ZOPs, se pueden además identificar zonas prioritarias para desarrollos eólicos, así como las regiones con restricciones social-ecológicas.

La división en sectores mostró que el polígono de estudio, como se mencionó, se puede dividir en 100 sectores que cubren toda la zona sumergida del polígono, y algunas zonas costeras arriba del MSL. De los 100 sectores, 3 no se tomaron en cuenta por sólo tener una fracción muy pequeña en mar. Esto significa que la zona estudiada tiene un área de 90672 km<sup>2</sup>, es decir, un poco mayor a la mitad del área total del Golfo de California, de acuerdo con lo reportado por Hernández-Alcántara *et al.* (2014). En la Figura 2 se muestra el potencial eólico a escala regional por sectores, a 50 m arriba del MSL, así como los sitios RAMSAR, las ANPs y reservas de la biosfera, las AICAs, y algunos sitios con alta concentración de especies amenazadas o en peligro de extinción. También se muestran en la Figura las líneas de transmisión. Diferentes zonas dentro de área de estudio se catalogaron bajo criterios técnico-económicos, sociales y ecológicos.

Todos los sectores debajo de la latitud 3,097,860.321 mE (Z1 en Figura 3) se catalogaron como de baja prioridad actualmente, por las siguientes razones:

La ZC y la ZOP del lado peninsular se encuentra en Baja California Sur, una isla energética, de la cual no puede aún portearse la energía al resto del país. La ZC y la ZOP del lado continental se encuentra cerca de Guaymas, una zona con mucho tráfico pesquero comercial, y se han observado varias especies en peligro de extinción.

El resto de los sectores por estar en aguas profundas (>200 m). La ZC y la ZOP del lado peninsular, y la zona de AP entre las latitudes 3,097,860.321 mE y 3,298,083.284 mE (Z2 en Figura 3), también se catalogaron como de baja prioridad, por las siguientes razones:

La ZC y la ZOP se encuentran también en una isla energética. Hay algunas líneas de baja y media tensión que

**Tabla 2.** Sistemas de recursos naturales y AICAs en la zona de estudio.

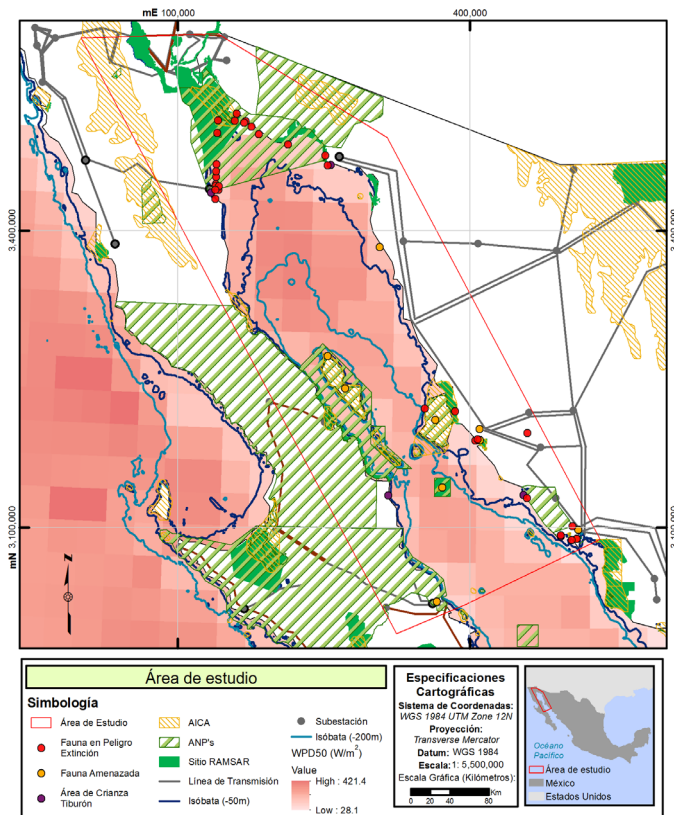
**Table 2.** Natural resource systems and AICAs in the study area.

Nombre y Siglas	Localización [grad N, grad O]	Área [km <sup>2</sup> ]	Código de Criterio Ecológico
AICA			
Isla Tortuga IT	27.44, 111.88	8.30	MEX-4-A
Canal del Infiernillo-Isla Tiburón-Isla San Esteban CIITISE	29.02, 112.34	1373.31	G-1
Archipiélago Salsipuedes AS	28.75, 113.0	111.16	G-1
Isla San Pedro Mártir ISPM	28.38, 112.32	301.65	G-4-C
Sistema San Luis Gonzaga SSLG	29.96, 114.45	19.12	G-4-A
Archipiélago Bahía de los Ángeles ABLA	29.00, 113.5	54.04	MEX-4-A
Isla Ángel de la Guarda IADLG	29.30, 113.41	949.77	G-1
Delta del Río Colorado DRC	31.8, 114.8	726.65	G-1
Isla San Pedro Nolasco ISPN	27.97, 111.37	14.45	NA-4-C
Isla Rasa IR	28.82, 112.98	0.66	G-4-C
Bahía e Islas San Jorge BISJ	31.02, 113.22	26.82	G-1
Estero el Soldado EES	27.96, 110.98	3.5	MEX-1
ANPs y Reservas de la Biosfera			
Islas del Golfo de California IGDC	varias	4189.1	
Delta del Río Colorado y Alto Golfo de California DRCAGC	31.36, 114.46	9347.6	
Bahía de los Ángeles, Canales de Ballenas y Salsipuedes BLACBS	29.06, 113.37	3879.6	
Cajón del Diablo CDD	28.21, 111.24	2784.9	
Sitios RAMSAR			
Canal del Infiernillo y lagunas costeras del Territorio Comcaac CIETC	29.17, 112.23	297	
Humedales de la Laguna La Cruz HLLC	28.79, 111.88	66.65	
Estero el Soldado EES	27.96, 110.98	3.5	
Isla San Pedro Mártir ISPM	28.38, 112.32	301.65	
Isla Rasa IR	28.82, 112.98	0.66	
Corredor Costero La Asamblea- San Francisquito CCLASF	29.48, 113.83	443.04	
Humedales de Bahía San Jorge HBSJ	31.10, 113.07	121.98	
Humedales de Bahía Adair HBA	31.60, 113.88	424.3	
Humedales del Delta del Río Colorado HDRC	31.83, 114.98	2500	

han apenas alcanzado el poblado de Bahía de los Ángeles, pero están aún muy alejadas de la línea de alta tensión del puerto de San Felipe o de las líneas de transmisión del lado del Océano Pacífico.

Las zonas con buen potencial eólico y cercanas a poblados están dentro de ANPs, sitios RAMSAR, o AICAs con altas concentraciones de aves residentes y migratorias y zonas de anidación.





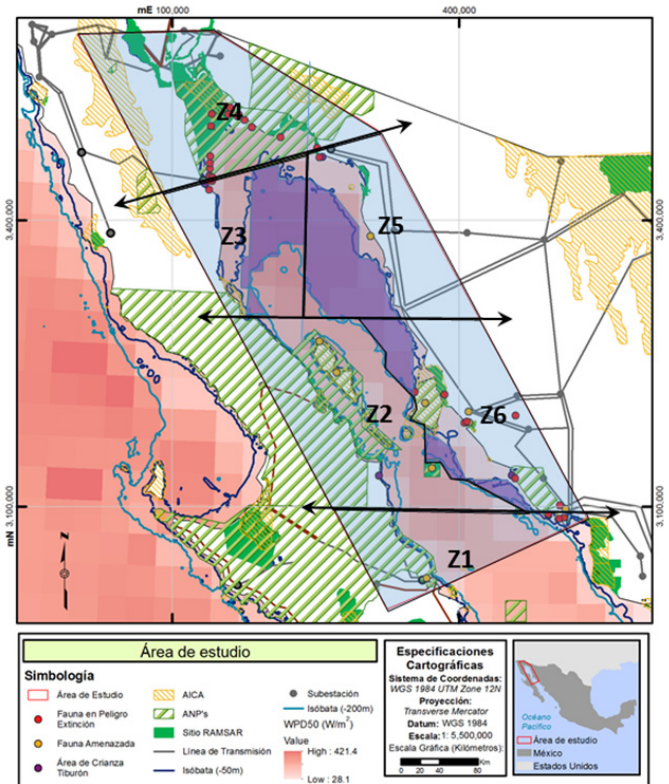
**Figura 2.** Mapa de Información Geográfica con WPD50 ( $\text{Wm}^{-2}$ ), sistemas de recursos naturales y AICAs.

**Figure 2.** Geographical Information Map with WPD50 ( $\text{Wm}^{-2}$ ), natural resource systems and AICAs.

Las islas del archipiélago no están habitadas, por lo que no se justifica un desarrollo para autoabastecimiento.

Finalmente, los sectores dentro de la Biosfera del Alto Golfo de California (Z4 en Figura 3), también se catalogaron como de baja prioridad de desarrollo debido a la alta concentración de especies amenazadas o en peligro de extinción que habitan esta zona. Sin embargo, cabe señalar que cerca de esta zona se encuentran los poblados más grandes del estado de Baja California, donde hay alta actividad comercial, y las líneas de alta tensión se encuentran bien desarrolladas. Por lo tanto, si se pudieran proponer desarrollos sinérgicos con actividades de conservación de mamíferos marinos y actividades de acuicultura que ayuden a impulsar tanto la economía de la zona como la protección de especies endémicas amenazadas, como la vaquita marina o la totoaba, quizás podría convertirse en una zona de alta prioridad de desarrollo energético. La región arriba de la latitud 3,298,083.284 mE y debajo de la reserva de la biosfera del alto golfo se dividió en una región peninsular al oeste de la longitud 238,689.181 mN (Z3 en Figura 3), y una región continental al este de esa misma longitud (Z5 en Figura 3).

A los sectores de la ZC dentro de la Z3 con la AICA SSLG se les catalogó con prioridad baja de desarrollo, ya que se encuentran relativamente alejados de la línea de alta tensión que llega al puerto de San Felipe, y tiene una vulnerabilidad ecológica alta. A la ZC dentro de Z3 en el corredor San Felipe-



**Figura 3.** Mapa de regionalización mostrando las 6 zonas en las que se subdivide el área de estudio, junto con las ZOPs (en morado) en las tres zonas prioritarias para el desarrollo.

**Figure 3.** Regionalization Map showing the 6-zone subdivisions of the study area, together with the ZOPs (in purple) in the 3 zones with coastal corridors with development priority.

Puertecitos se le catalogó con prioridad media de desarrollo, ya que el potencial eólico es bueno y la distancia a la costa es menor a 30 km. A la ZOP dentro de Z3 se le catalogó también como una zona con prioridad media de desarrollo. Esta es la zona de todo el golfo con el mejor potencial eólico, por lo que el retorno de inversión se maximizaría; sin embargo es una zona alejada de la costa, y no hay línea de transmisión a la parte continental de la república que permita portear la energía y garantizar la rentabilidad de un proyecto de gran escala (>200 MW de capacidad instalada). Se considera que esta zona se convertirá en una zona con prioridad alta de desarrollo en cuanto las líneas de alta tensión en el alto Golfo de California logren conectarla eléctricamente con el resto del país.

La Z5 es la zona con la ZOP más grande en toda el área de estudio, con un potencial eólico de los más importantes. Al igual que la ZOP en Z3, se le catalogó con una prioridad media de desarrollo, ya que la ZC en Z5 es más viable tecnológicamente por estar más cerca de la costa y cubrir un área relativamente grande de la zona (como muestran las Figuras 2 y 3). La ZC de Z5 se catalogó con prioridad alta de desarrollo, pues se pueden seleccionar varios sitios dentro de ZC en los que no hay conflictos con sistemas de recursos naturales o AICAs, y existen ya líneas de alta tensión en la zona que permiten portear fácilmente la energía. Además, se encuentra aquí el sector con mayor potencial eólico en las

ZCs definidas, en el corredor costero entre bahía San Jorge y puerto Lobos. Sin embargo, la infraestructura portuaria no está tan desarrollada en esta zona como al sur de isla Tiburón, en Z6.

La zona Z6 es otra zona de prioridad alta de desarrollo eólico en Mar, ya que está cerca de focos urbanos grandes, como las ciudades de Hermosillo y de Guaymas, y las líneas de transmisión en la región costera son las más desarrolladas de toda el área de estudio. Las unidades de actividad humana son particularmente importantes al sur de isla Tiburón. Además, la ZC en el corredor entre Bahía Kino-Tastiotia es bastante amplia en comparación con la ZC en Z6 al norte de isla Tiburón, donde la que es amplia es la ZOP. Esto implica mayor flexibilidad al momento de elegir la ubicación de algún parque eólico en ZC entre Bahía Kino y Tastiotia. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta el tráfico pesquero comercial, así como la distribución y concentración de especies amenazadas o en peligro de extinción en la ZC. La cercanía a isla San Pedro Mártir del lado marítimo por un lado, a humedales costeros de Importancia Internacional y la Reserva especial de la Biosfera "Cajón del Diablo" (el cual cubre la línea de costa entre Tastiotia y Guaymas), del lado costero por el otro, deben considerarse cuidadosamente, de modo a hacer estudios orientados hacia la identificación y cuantificación de especies en la zona, y en caso de que se lleven a cabo los desarrollos, implementar las medidas de mitigación de impactos correspondientes siguiendo protocolos actuales.

## CONCLUSIONES

De modo a integrar sistemas de recursos de energía renovable offshore, y características batimétricas que permitan catalogar diferentes zonas como zonas vulnerables o zonas de oportunidad para el desarrollo energético dentro de un marco social-ecológico, se analizó el caso de proyectos eólicos offshore en un área de estudio en el Golfo de California. El análisis permitió integrar el sistema de recurso de energía eólica con restricciones de profundidad y distancia a la costa, a sistemas social-ecológicos. El análisis permitió, como resultado, dividir el área de estudio en 6 zonas, tres de ellas con al menos un corredor costero prioritario para el desarrollo de proyectos eólicos: 1) el corredor bahía Kino – Tastiotia, con prioridad alta; 2) el corredor bahía San Jorge – puerto Lobos, con prioridad alta; y 3) el corredor San Felipe – Puertecitos, con prioridad media. Estudios más detallados son necesarios para identificar, para cada uno de estos corredores, el potencial eólico con mediciones in-situ, así como la razón y la frecuencia de uso del espacio por diferentes especies, y el tamaño de las poblaciones. También es necesario evaluar en más detalle el uso del espacio por pesquerías artesanales y comerciales. La relevancia y eficacia de las medidas de mitigación de impactos social-ecológicos que se recomienden en cada corredor, van a depender de la calidad de estudios base de micrositio (tanto de la evaluación del potencial eólico como de los análisis social-ecológicos), así como de los protocolos de evaluación de impactos, y pro-

puestas de intervenciones para la mitigación de los mismos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Pronatura Noroeste AC y CONABIO por proveer información geográfica, y a los proyectos internos "Modelación numérica costera a escalas variables" y "Modelos de área limitada en Predicción Meteorológica y Oceánica" del CICESE por su apoyo financiero durante la realización de este trabajo.

## REFERENCIAS

- 4Coffshore, 2016. Offshore wind farms database. Accesible en: <http://www.4coffshore.com/windfarms/>
- Alstom, 2014. Haliade™ 150-6MW Offshore wind turbine. Accesible en: <http://offshorewind.net/wp-content/uploads/2016/01/Haliade-150-6MW-offshore-wind-turbine.pdf>
- Arellano-Peralta, Verónica A. and Luis Medrano-González, 2015. Ecology, conservation and human history of marine mammals in the Gulf of California and Pacific coast of Baja California, Mexico. 104: 90-105. doi:10.1016/j.ocecoaman.2014.12.004.
- Atienza, J.C., I. Martín-Fierro, O. Infante, J. Valls, and J. Domínguez, 2011. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). Traducido al inglés como: Guidelines for assessing the impact of wind farms on birds and bats (versión 4.0). SEO/Birdlife: Madrid.
- CIPAMEX-Birdlife, 2015. Áreas de importancia para la conservación de las aves. Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves: México y Birdlife International. Accesible en: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/aicas.html>
- CENACE, 2014. Programa de ampliación y modernización de la red nacional de transmisión y redes generales de distribución del mercado eléctrico mayorista PRODESEN 2015-2029. Accesible en: <http://www.cenace.gob.mx/Paginas/Publicas/Planeacion/ProgramaRNT.aspx>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2000. Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Tlacopac, México, D.F., México. (in Spanish).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007a. Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Tlacopac, México, D.F., México. (in Spanish).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2007b. Programa de Conservación y manejo reserva de la Biosfera isla san Pedro mártir, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Tlacopac, México, D.F., México. (In Spanish).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2014a. Reserva de la biosfera zona marina Bahía de los Ángeles, canales de Ballenas y de Salsipuedes, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Tlacopac, México, D.F., México. (In Spanish).
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2014b. Parque Nacional la zona marina que circunda al Complejo

- Insular conocido como Archipiélago de San Lorenzo, México. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Tlacopac, México, D.F., México. (In Spanish).
- CONABIO, 2002. Criterios utilizados en la designación de las AICAS (in Spanish). En: <http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/criterios-aicas.html>
- Diario Oficial, 2002. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Segunda Sección, p. 1-85. Accesible en línea en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/NOM-059-ECOL-2001.pdf>
- Gross, M. S., y V. Magar, 2015. Offshore wind energy potential estimation using UPSCALE climate data. *Energy Science and Engineering* 3(4): 342-359. Accesible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ese3.76/full>.
- Erisman, B. E., Paredes, G. A., Plomozo-Lugo, T., Cota-Nieto, J. J., Hastings, P. A., y Aburto-Oropeza, O. 2011. Spatial structure of commercial marine fisheries in Northwest Mexico, *ICES Journal of Marine Science* 68(3): 564-571. doi: 10.1093/icesjms/fsq179
- Fecamp Offshore Wind Farm, 2016. Parc éolien en mer de Fécamp. Ver: <http://parc-eolien-en-mer-de-fecamp.fr/>
- Fleischner, T. L. y M. F. Riegner. 1993. Winter birds of Bahía Kino, central Gulf of California Coast, Sonora, México. *Ecológica* 3: 29-34.
- Hernández-Alcántara, P., D. A. Salas-de León, V. Solís-Weiss y M. A. Monreal-Gómez, 2014. Bathymetric patterns of polychaete (Annelida) species richness in the continental shelf of the Gulf of California, Eastern Pacific. *Journal of Sea Research*. 91: 79-87.
- Moreno-Báez, M., R. Cudney-Bueno, B.J. Orr, W.W. Shaw, T. Pfister, J. Torre-Cosío, R. Loaiza, y M. Rojo, 2012. Integrating the spatial and temporal dimensions of fishing activities for management in the Northern Gulf of California, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 55: 111-127.
- Morzaria-Luna H. N., P. Turk-Boyer, y Marcia Moreno-Baez, 2014. Social indicators of vulnerability for fishing communities in the Northern Gulf of California, Mexico: Implications for climate change. *Marine Policy*. 45: 182-193.
- NASA, 2012. Technology Readiness Level. Accesible en: [www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt\\_accordion1.html](http://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html).
- Ostrom, E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. 325: 419-422.
- RAMSAR, 2015. Catálogo de sitios RAMSAR. Ver: [ramsar.org/wetland/mexico](http://ramsar.org/wetland/mexico).