

Estudio preliminar sobre la ubicación de un parque eólico marino en Panamá

Preliminary study on the location of an offshore wind farm in Panama

Antonio Prado¹, Ambar Cedeño¹, Edwin de Boutaud¹, Youssef Mójica² & Guadalupe González^{3*}

¹Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y Electrónica – Facultad de Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Panamá.

²Licenciatura en Ingeniería Electromecánica- Facultad de Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Panamá

³Departamento de Potencia y Energía - Facultad de Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Panamá

76

Resumen En este artículo se presenta un estudio preliminar sobre la ubicación de un parque eólico marino en Panamá, tomando en cuenta factores económicos, turísticos, ambientales y sociales de las regiones aunados a la velocidad del viento del lugar. Cabe señalar que haciendo uso del *software Earth*, se obtuvieron los sitios con potencial de viento más favorables de las costas de Panamá (Bocas del Toro, Veraguas, Colón y Panamá Oeste); sin embargo, utilizando el Atlas Ambiental del Ministerio de Ambiente y otras herramientas, se fueron descartando diversas zonas del país en donde los factores antes mencionados limitasen un proyecto de este tipo. Los resultados de nuestro análisis indican que el lugar más apto para la instalación de un parque eólico marino sería la Costa Arriba de Colón.

Palabras claves Energía eólica, energías renovables, sostenibilidad, parque eólico marino.

Abstract In this paper a preliminary study about the location of an offshore wind farm in Panama is presented. This study takes into accounts economic, touristic, environmental and social factors of the regions additionally to the wind speed of the sites. It is important to point out that using the software *Earth*, the Panamanian coastal sites (Bocas del Toro, Veraguas, Colon and West Panama) with the most suitable wind potential were determined; however, using the Environmental Atlas of the Panamanian Ministry of Environment and other tools, various zones of the country where discarded based on the limitations that the aforementioned factors had over a project of this type. The result of our analysis indicates that the most suitable place for locating an offshore wind farm would be Colon's Costa Arriba.

Keywords Offshore wind farms, renewable energies, sustainability, wind energy

* Corresponding author: guadalupe.gonzalez@utp.ac.pa

1. Introducción

En los últimos años, Panamá ha experimentado un crecimiento económico sostenido de aproximadamente un 6% según datos del Banco Mundial [1].

Sin duda alguna, este crecimiento en la economía del país ha tenido un alto impacto en el sector energético ya que toda actividad que realizamos requiere energía ya sea en forma de electricidad (sector residencial, comercial, industrial) o combustible (sector transporte). Al referirse específicamente a la generación eléctrica, tradicionalmente en Panamá, el sector energético ha estado basado en los combustibles fósiles (Bunker C, gas licuado de petróleo, gas natural y el carbón) y la generación hidroeléctrica.

Sin embargo, los problemas relacionados a ambas tecnologías (volatilidad de los costos, así como los daños ambientales atribuidos a ambas tecnologías) aunada a la evolución de las tecnologías renovables no convencionales (solar, eólica, geotérmica, entre otras) ha llevado a que se evalúe la inserción de una mayor cantidad de fuentes de energía no convencionales en nuestra matriz energética.

Según datos de la Secretaría Nacional de Energía, al año 2015, la capacidad instalada en tecnología solar era de un 54.3 MW lo que representaba un 1.7% del total; de ellos, 2.4 MW corresponde al parque fotovoltaico que se encuentra en el desierto del Sarigua.

Con respecto a la tecnología eólica, se contaba con 252.2 MW de capacidad instalada que representaba un 7.8% del total, todo esto corresponde al Parque Eólico de Penonomé el cual se espera que para el 2017 alcance una capacidad instalada de 337.5 MW [2-4].

El parque eólico es de gran ayuda a la matriz en el verano, cuando las lluvias son escasas o nulas, pues su operación se mantiene y de cierta forma sirve de mancuerna con las reservas hídricas del país que usualmente disminuyen para ese tiempo. Según el mapa de potencial eólico de la Empresa de Transmisión Eléctrica S.A. (ETESA), las velocidades del viento promedio a 40 m rondan entre los 5 y 6 m/s y se encuentran zonas en donde la velocidad es aún mayor. Sin embargo, ese mapa indica el

potencial en tierra firme y con el desarrollo de la tecnología eólica marina u *offshore* (término en inglés) vale la pena evaluar el potencial eólico que posee Panamá en el lecho marino.

En este artículo presentamos un estudio preliminar sobre la ubicación de un parque eólico marino en Panamá. Al no existir información sobre el potencial en el mar del país, hacemos usos de herramientas computacionales que usan información satelital para establecer los sitios en donde la velocidad del viento promedio es favorable.

Luego, utilizando información ambiental, turística, social y económica se fueron descartando los sitios hasta encontrar el más favorable. Si se analiza cuidadosamente, la intención ha sido tomar en cuenta aspectos que resalten la sostenibilidad del proyecto más allá de su viabilidad técnica la cual queda pendiente para trabajos a futuro.

2. Parques eólicos marinos

Los parques eólicos marinos no son más que una serie de turbinas eólicas colocadas en el lecho marino que utilizan la velocidad del viento para producir energía eléctrica.

Por lo general su construcción es más costosa que su contraparte terrestre y esto dependerá, entre varios aspectos, de la tecnología necesaria para su ubicación en el mar.

Por ejemplo, para instalaciones de aproximadamente 30 a 60 metros de profundidad la tecnología de anclaje es conocida; sin embargo, zonas de aguas más profundas requieren de tecnología más avanzada que encarecen el costo del proyecto.

No obstante, es una tecnología aceptada socialmente por lo que a nivel internacional su aplicación está en aumento. Europa, por ejemplo, solo en la primera mitad del 2016 ha conectado a la red 114 turbinas eólicas marinas que juntas proveen 511 MW. Cerca de 13 parques eólicos estaban en construcción, en este período los cuales una vez estén terminados, aportarán una capacidad total de 4.2 GW al mercado europeo [5].

3. Factores que influyen en la ubicación de una planta eólica marina en Panamá

Estamos anuentes que la puesta en marcha de un proyecto tipo planta de generación eléctrica involucra primeramente una serie de estudios de factibilidad económica, ambientales, técnicos, legales, entre otros, que abarca mucho más de lo que se presenta en este trabajo.

Sin embargo, al no encontrar información en la literatura panameña sobre este tema, consideramos relevante indicar los sitios que, en base a una evaluación preliminar en la que se toma en cuenta algunas consideraciones iniciales, pueden servir como punto de partida para aquellas personas con interés de financiar o desarrollar proyectos de este tipo. Entre los factores que consideramos de interés son primeramente el potencial y las limitaciones ambientales, turísticas (sociales) y económicas.

3.1 El potencial eólico

El potencial eólico terrestre en Panamá se ha estimado en 7,180 MW, con un área aprovechable de 897.61 km² [6].

Sin embargo, no hay información pública en lo que se refiere al potencial eólico de Panamá en el lecho marino ya que ETESA solo cuenta con registros y datos de vientos en lo que son las costas, es decir, tierra firme.

Para tener datos sobre la velocidad del viento en el lecho marino de Panamá, en este trabajo hemos utilizado el *software* en línea “*Earth*” [7], el cual nos proporciona información del viento en diferentes horas del día, a lo largo de todo el país.

Este *software* fue desarrollado por el ingeniero en sistemas y programador de computadoras Cameron Beccario, quien es egresado de la Universidad de Iowa en Estados Unidos y actualmente trabaja en Japón, como desarrollador de la página web Indeed.com.

3.1.1 *Earth*

Es una herramienta en línea de uso libre, que sirve para la visualización de los datos del viento y clima mundial, en tiempo real, que se alimenta del *Global Forecast System* (GFS) de los Estados Unidos, el cual es un sistema de

predicción climática (ver figura 1 procedente de <https://earth.nullschool.net/>).

Con este mapa se pueden visualizar los vientos (que aparecen en diferentes tonalidades de colores dependiendo de la intensidad) por alturas. Otra característica interesante es que *Earth* tiene registro de los datos, por lo que se pueden hacer estudios históricos, y actualiza la información cada tres horas.

Earth está basado en el *Tokyo Wind Map* y se utilizaron diferentes lenguajes de programación para su ejecución i.e., javascript, node.js, when.js, GDAL, PostgreSQL; estos dos últimos, el GDAL tiene las característica de que es un *software* para la lectura y escritura de formatos de datos geospaciales, publicada bajo la MIT License por la fundación geoespacial de código abierto (*Open Source Geospatial Foundation*); mientras que el PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional orientado a objetos y libre, publicado bajo la licencia PostgreSQL, similar a la BSD o la MIT, el PostgreSQL es el encargado de tomar los datos del GFS y enviarlos al *Earth* para ser procesados y proyectados en el mapa.

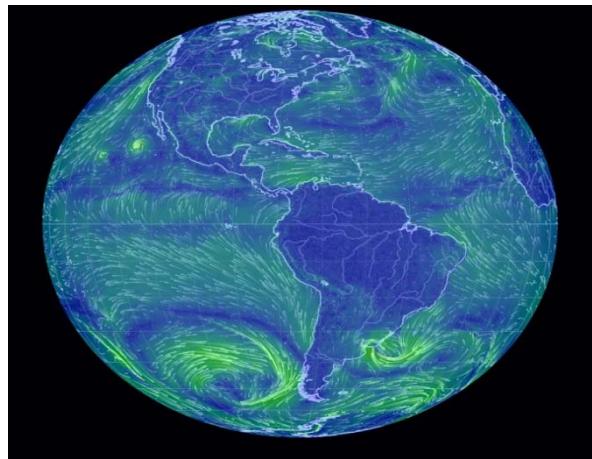


Figura 1. Visualización de vientos en *Earth*.

Para mayor información acerca del programa en línea *Earth*, acceda a <https://github.com/cambecc/earth>.

3.2 Temas ambientales, sociales y económicos

Al momento de evaluar los factores ambientales, turísticas (sociales) y económicos de las regiones que consideramos que son las más aptas para la colocación de una planta

eólica marina, nos apoyamos del uso de mapas encontrados en el Atlas Ambiental del Ministerio de Ambiente de la República de Panamá.

Estos mapas contienen información acerca de las zonas protegidas, zonas de pesca (ya sea artesanal o deportiva), ubicación de especies y ecosistemas marinos de importancia comercial, otro de estos mapas es acerca de productos turísticos de la región, así como también donde se encuentran las especies y ecosistemas de importancia marina.

4. Sitios favorables para la ubicación de plantas eólicas marinas en Panamá

Se identificaron cinco lugares con intensidades de vientos favorables para la ubicación de una planta eólica marina, estos fueron: Laguna de Chiriquí en Bocas del Toro, Santa Fe al norte de Veraguas, Punta Chame, Costa Abajo de Colón y Costa Arriba de Colón.

A continuación, se procede a hacer la evaluación de los mismos en base a los aspectos de restricción ambiental, turísticos y económicos.

4.1 Frente a la Laguna de Chiriquí, Bocas del Toro.

De acuerdo a los datos del *software Earth*, podemos ver en la figura 2 que este lugar muestra un viento variable durante el día, pero de todas formas es un lugar con potencial eólico alto, alcanzando por ejemplo vientos de hasta 7.5 m/s en un lapso del día.

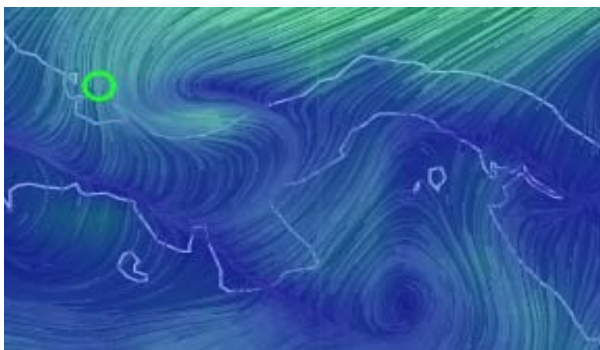


Figura 2. Viento en la zona de Bocas del Toro.

4.1.1 Turístico

La figura 3 muestra el mapa de los diferentes productos turísticos que se dan en la región proporcionado por el Ministerio de Ambiente.

Los íconos en la figura muestran que se desarrolla el turismo náutico con pequeños cruceros, el turismo de sol y playa, el científico y el ecoturismo.

En base a esto podemos decir que esta ubicación podría tener dos efectos, una de ellas sería beneficiar aún más a la provincia de Bocas del Toro; ya que, como es sabido esta región es muy visitada por extranjeros y grandemente turística, la ubicación de los aerogeneradores podría (pensando de manera optimista) convertirse en una atracción turística más para la región, aumentado así la convergencia de los turistas a esa región; por otra parte, debemos decir que tal vez la ubicación de los aerogeneradores en ese lugar podría resultar negativo para el turismo y no muy agradable para los visitantes, ya que muchos turistas van en busca de un paraje totalmente natural, artesanal y al momento de llegar, se encuentran con los aerogeneradores, mostrándose quizás un paisaje no esperado, creando así un impacto negativo para la provincia, afectando su principal fuente económica.



Figura 3. Productos turísticos en Bocas del Toro.

4.1.2 Ambiental

Se observa en la figura 2 que cerca del área donde se suscitan buenas velocidades de viento en Bocas del Toro para la colocación de una planta eólica marina se encuentra el Archipiélago de Bocas del Toro (ver figura 4).



Figura 4. Ubicación del archipiélago de Bocas del Toro.

Alrededor de este archipiélago, hay una enorme cantidad de arrecifes, y también en este lugar se dan avistamientos de cetáceos, como se observa en la figura 5.



Figura 5. Especies y ecosistemas de importancia marina.

Cabe señalar que esta área ya está declarada como zona protegida por el Ministerio de Ambiente.

Aunado a esto podemos decir que la colocación de la planta eólica marina en esta zona podría afectar la migración de los peces hacia el archipiélago, creando así un impacto negativo en el mismo.

Es más, esto pudiera hasta destruir estos ecosistemas marinos de vital importancia pudiendo inclusive afectar la pesca artesanal que se desarrolla en el lugar; ya que, pudiera verse disminuida la población de peces, langostas, camarones de diferentes tipos que se encuentran en la región, y también el mismo arrecife en sí mismo.

En base a lo anterior, la posible gestión de instalar un sistema de generación eólica

marina en esta región daría lugar a una serie de conflictos y oposiciones en donde beligerantes fuesen la unión de los habitantes de la región, grupos conservacionistas y pescadores del lugar, en contra de la compañía que estuviera llevando a cabo el proyecto.

4.1.3 Económico

Económicamente hablando podríamos decir que con la colocación de un sistema de generación *offshore* en este lugar podrían suscitarse dos cosas, una de ellas sería la creación de nuevos empleos para personas de la región, esto ayudaría a reducir la tasa de desempleo y a diversificar las ofertas de empleo en la región. Daría paso también a que las personas de la región tomen en cuenta estudiar una carrera afin, ya que se capacitarían y pudieran retornar a trabajar a su lugar de origen sin que tengan que mudarse para ejercer su profesión. Esta nueva fuente de empleo inyectaría dinero a la región.

La otra forma en cómo podría impactar la generadora *offshore* a la región sería de manera negativa; ya que, como hemos mencionado antes, su impacto ambiental podría causar daño al archipiélago y por consiguiente a sus arrecifes y zonas de pesca, que son especificadas en la figura 6.



Figura 6. Especies y ecosistemas marinos de importancia comercial.

El daño a los arrecifes afectaría tanto a las actividades turísticas que se realizan en el lugar, como también podemos observar en la figura 6, que afectaría a los sectores de pesca comercial, ya que, si afecta este ecosistema, reducirían la cantidad de peces, aumentaría el periodo de veda y por consiguiente una de las principales actividades económica se vería afectada.

Hablando de la economía de las petroterminales podríamos decir que no resultarían afectadas; debido a que, si la ubicación de las generadoras coincidiera con la ruta de navegación de las naves petroleras, solamente se establecerían nuevas rutas de navegación.

4.2 Santa Fe, norte de Veraguas

El punto que hacemos referencia se ubica en la provincia de Veraguas cerca al límite con la provincia de Colón aproximadamente a 50 km de la costa con una velocidad del viento comprendida entre 4.2 m/s y 5.4 m/s. En la figura 7 se hace referencia a la velocidad captada en la ubicación antes descrita.

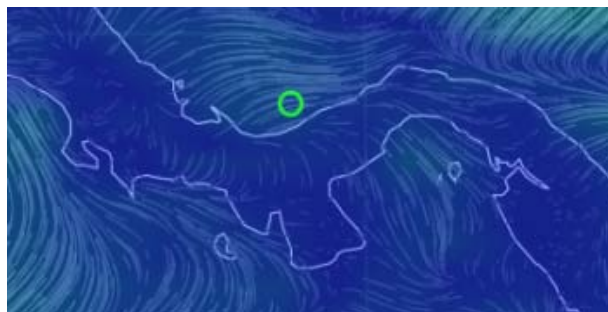


Figura 7. Viento en la zona norte de Veraguas.

4.2.1 Turístico

Esta área se destaca por grandes atractivos turísticos como: bosques, ríos, montañas, el océano Atlántico, el clima fresco de las tierras altas de la provincia de Veraguas, las hermosas playas, por ser la única región veragüense atravesada por la cordillera Central y que posee costas en el Caribe panameño.

Esto haciendo referencia a tierra firme; sin embargo, en cuanto a la ubicación propuesta para la colocación del parque eólico marino es poco probable que se generen efectos positivos o negativos sobre el turismo a causa de las instalaciones. Puede estimular el interés del turismo, generar actividades en tierra en el lugar de montaje de la instalación y ser de interés para la población local.

4.2.2 Ambiental

La construcción de un parque eólico en este lugar puede influenciar a las comunidades de peces durante todas las etapas de existencia del parque.

Creemos que los principales efectos asociados durante la construcción solo tienen lugar durante cortos espacios de tiempo y no se derivan efectos a largo plazo.

Durante la fase de construcción, el ruido y las vibraciones del montaje y otros trabajos excluyen a estos animales a mucha distancia.

La energía emitida es lo bastante alta como para perjudicar la capacidad auditiva en el área circundante. Durante la fase de operación, el sonido y la vibración son aún emitidos al agua y dificultan la comunicación y modifican el comportamiento de los animales, en cuanto a los efectos en la flora pueden llevar a creación de nuevos hábitats o alteración o eliminación de los mismos.

En la figura 8, se muestra el mapa de actividad comercial pesquera, en la cual se ve que en la región propuesta para la instalación del parque no se realiza actividad pesquera comercial.



Figura 8. Sectores de pesca y especies marinas de importancia comercial.

A la hora de evaluar la ruta de la línea de transmisión de energía que se generaría en el parque se tiene un problema ya que, a lo largo de todo Santa Fe, se localiza el Parque Nacional Santa Fe el cual tiene una superficie de 72,636 hectáreas, es considerado un área protegida del país y ocupa parte de los distritos de Santa Fe y Calobre. Se extiende desde el límite con la comarca Ngäbe-Buglé hasta el límite de la provincia de Colón y Coclé.

4.2.3 Económico

Un punto clave para el desarrollo de este proyecto consiste en determinar las afecciones

que puede tener dicha instalación en la población a la que afecte, así como los posibles impactos que pueda generar en la economía; ya que, de ello dependerá la conveniencia o no de la inversión.

Para este proyecto se debe contar con una gran solvencia económica para los estudios ambientales, de diseño, construcción etc., necesarios para su realización, sin dejar de lado, la importancia de que los costos de instalación son elevados debido a la utilización de esta tecnología.

Los efectos sobre el medio económico derivados del funcionamiento de los parques se prevén positivos, contribuyendo al desarrollo económico y tecnológico de la región. El funcionamiento de los aerogeneradores repercutirá positivamente en las regiones donde se ubiquen, a través del desarrollo del tejido industrial y la generación de empleo en las labores de mantenimiento de las instalaciones.

4.3 Frente a Costa Abajo de Colón

Como se observa en la figura 9, la zona de Costa Abajo de Colón, realizando el monitoreo en el *software Earth*, se ha detectado como un lugar potencial para la instalación de un parque eólico marino por velocidades de viento, que llegan hasta 4.7 m/s.

Con estos datos, se deben considerar las condiciones económicas, sociales, turísticas y ambientales del sector.

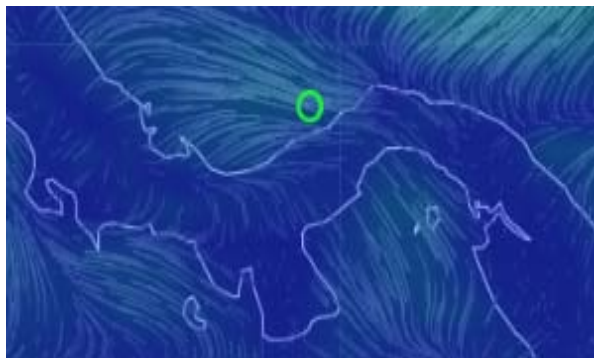


Figura 9. Vientos en la zona de Costa Abajo de Colón.

4.3.1 Turismo

La zona de Costa Abajo presenta atractivos turísticos para el desarrollo sostenible de la región por el aprovechamiento de los recursos

culturales, obras de ingeniería y los atractivos naturales del área, entre los que se pueden resaltar el Turismo Náutico y de Pequeños Cruceros y Turismo de Sol y Playa [8].

4.3.2 Ambiental

La Autoridad de los Recursos Marítimos ha designado la zona de Costa Abajo como un área prohibida de pesca como lo señala el mapa en la figura 10, donde se concentran especies marinas en su etapa larvaria, se sabe que la instalación de un parque *offshore* podría tener repercusiones debido al impacto en el lecho marino [9], esto podría afectar el desarrollo y supervivencia de estas especies como lo son los camarones y otros peces.



Figura 10. Zonas prohibidas por concentración de especies en desarrollo larvario.

Costa Abajo, como se observa en la figura 11, es un área de anidación de tortugas marinas, en nuestro territorio nacional existen 5 tipos de especies de tortugas que aparecen catalogadas como en peligro crítico, en peligro y vulnerable. Se sabe que estos tipos de instalaciones pueden desorientar a las tortugas por las modificaciones y manejos anormales en los ecosistemas marinos, y podrían cambiar su migración natural por lo que afectaría su ciclo natural de desarrollo.



Figura 11. Anidación de tortugas marinas en Costa Abajo.

4.3.3 Económico

En el sector de Costa Abajo de Colón se encuentra el fondeadero del Atlántico del Canal de Panamá, donde las embarcaciones esperan su turno para transitar por el Canal de Panamá, por lo cual en este sector no es factible la instalación de un parque eólico marino, también segregada a través de toda la costa se pueden localizar seis puntos de áreas de desembarque como se observa en la figura 12.

La instalación de generadores eólicos podría afectar zonas donde su principal desarrollo económico proviene de las actividades marítimas [10].



Figura 12. Zonas de desembarque en Costa Abajo.

4.4 Frente a Punta Chame

Esta sección de la costa presenta buenas características técnicas para la instalación del parque eólico pues cuenta con un promedio aceptable de la velocidad del viento y una buena profundidad de suelo marino.

Sin embargo, las consideraciones presentadas a continuación lo descartan como punto de posible instalación.

4.4.1 Turismo

En esta categoría se puede mencionar que esta zona es muy concurrida para la práctica del *surf*, visita a las playas, paseos y estadías.

4.4.2 Ambiental

La costa se utiliza para anidación de huevos de tortuga y la instalación del parque puede traer un desbalance en la procreación de esta especie.

Esta región también cuenta con manglares verdes los cuales se verían afectados con el parque eólico. Ver figura 13.



Figura 13. Anidación de tortugas marinas y manglares verdes.

4.4.3 Económico

Esta zona se utiliza para la pesca artesanal y a gran escala: de camarón blanco, anchovetas y arenque. Además, también se utiliza la zona para desembarque de mercancía. Ver figura 14.



Figura 14. Sectores de pesca artesanal y puertos de desembarque.

4.5 Frente a Costa Arriba de Colón

El área se encuentra a unos 40 Km de la costa de Colón podemos observar en la figura 15 la velocidad de viento en este lugar es bastante favorable.

Las velocidades oscilan en un rango de entre 5.1 y 7.8 m/s a lo largo del día, el viento es constante prácticamente. El lecho marino en esta área es poco profundo. Podemos decir que la ubicación de un sistema de generación *offshore* sería factible.

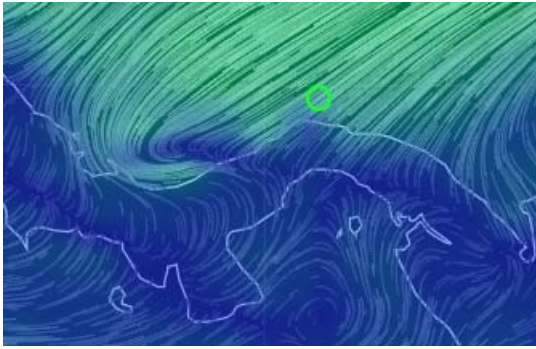


Figura 15. Medición frente a Costa Arriba, Colón.



Figura 17. Zonas protegidas y reservas forestales en Costa Arriba.

4.5.1 Turismo

Alrededor de esta zona se presenta un turismo del tipo náutico y de pequeños cruceros, así como también ecoturismo como se observa en la figura 16.

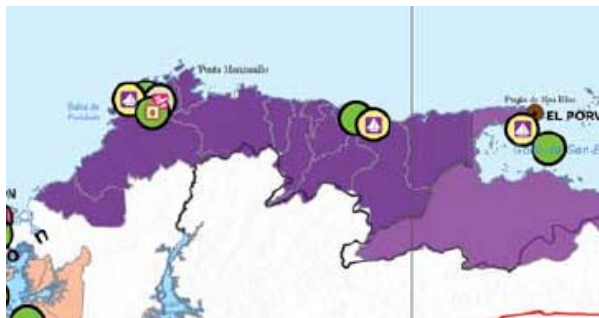


Figura 16. Productos y actividades turísticas en Costa Arriba.

Estos tipos de actividad se presentan muy cercanos a la costa, por lo que el impacto, que tendría la colocación de un parque eólico marino, sobre el turismo en este lugar no sería negativo. Probablemente podría incentivar el crecimiento de la actividad turística.

4.5.2 Ambiental

Las reservas hidrológicas que se pueden observar en el mapa de la figura 17, no se verían afectadas por la colocación del parque eólico cerca de este lugar.

Nos percatamos también que en esta zona como se observa en la figura 18, el ecosistema marino se dota de arrecifes y avistamiento de cetáceos, pero este tipo de avistamientos y zonas de anidación no son cerca del punto donde se capta la mayor velocidad del viento además la distribución de arrecifes es cerca de la costa, por lo que no perjudicaría la ubicación del parque eólico marino.

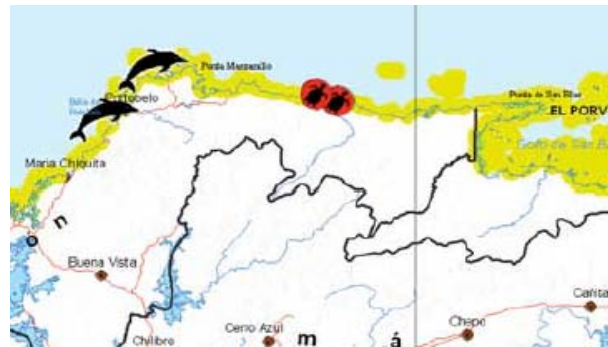


Figura 18. Especies de importancia marina, anidación de tortugas y distribución de arrecifes coralinos en Costa Arriba.

4.5.3 Económico

En cuanto a la actividad económica que se presenta en la figura 19, podemos decir que hay gran movimiento de mercancía debido al alto número de sitios de embarque y desembarque en la zona, además de un sector de pesca artesanal, que no afectaría directamente a la instalación de un parque eólico marino.

84



Figura 19. Sectores de pesca artesanal, especies marinas de importancia comercial y puertos de desembarque.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Al analizar los puntos antes mencionados concluimos que el lugar más apto para la instalación de un sistema de generación eólica marina en Panamá sería frente a Costa Arriba de Colón, ya que las velocidades en ese lugar son alrededor de 7.8m/s, no se afecta zonas protegidas por el Ministerio de Ambiente, ni las zonas pesqueras que aportan al desarrollo sostenible de la región, tampoco se ven afectadas las rutas navegables, ecosistemas marinos como arrecifes coralinos ni la migración de especies de importancia marina y animales en peligro de extinción.

Consideramos que beneficiaría de manera positiva a la región, ya que produciría nuevos empleos. Además, si la empresa generadora se involucra con la comunidad, podría impactar favorablemente en diferentes aspectos como lo son la salud y/o educación ya que por lo general estas empresas cuentan con programas de apoyo social que impactan a las comunidades aledañas al proyecto. Si la empresa no llegara a involucrarse con la comunidad, el proyecto podría no ser bien recibido por los moradores aledaños al lugar y repetirse la historia de que la población se ve afectada mientras el foráneo recibe las ganancias monetarias.

Al final la intención de este trabajo es mostrar lo necesario que son los estudios multicriterios, en este caso evaluando aspectos de sostenibilidad al momento de desarrollar

proyectos ingenieriles pues podemos tener sitios que cuenten con múltiples ventajas técnicas pero otros aspectos también son determinantes en el desarrollo del mismo.

5.2 Recomendaciones

En Panamá, aún no se cuenta con estudios de acceso público de velocidades de viento en zonas marinas, si se contase con datos exactos se podrían elaborar investigaciones más concretas en este tema.

REFERENCIAS

- [1] Banco Mundial, Panamá. Disponible en: <http://www.bancomundial.org/es/country/panama>
- [2] Noticia de la Empresa de Generación Eléctrica S.A. (EGESA), “Inauguración del proyecto solar planta fotovoltaica Sarigua”, publicada el 24 de agosto de 2012. <http://egesa.net/inauguracion-del-proyecto-solar-planta-fotovoltaica-sarigua/>
- [3] Secretaría Nacional de Energía, Compendio Estadístico del 2015: Generación Eléctrica. Disponible en: www.energia.gob.pa/Compendio-Estadistico-Energetico
- [4] Programa Energías Renovables y Eficiencia Energética en Centroamérica., Noticias: Diversificación Renovable, publicada el 18 de abril de 2016. Disponible en: <http://www.energias4e.com/noticia.php?id=3744>
- [5] WindEurope, The European offshore wind industry – key trends and statistics 1st half 2016, publicado el 27 de julio de 2016. Disponible en: <https://windeurope.org/about-wind/statistics/offshore/european-offshore-wind-industry-key-trends-statistics-1st-half-2016/>
- [6] Plan energético nacional 2015-2050. (2016). Secretaría Nacional de Energía. Disponible en: <http://www.energia.gob.pa/Plan-Energetico-Nacional>
- [7] C. Beccario, Blog: “Earth”, Disponible en: <https://github.com/cambecc/earth>
- [8] Atlas Ambiental (2010). Panamá: Autoridad Nacional del Ambiente, Obtenido de <http://www.miambiente.gob.pa/images/stories/BibliotecaVirtualImg/AtlasAmbiental.pdf>
- [9] Impacto ambiental de un parque eólico marino. (2011). http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:67085/componente67082.pdf
- [10] Componentes de la infraestructura del Canal de Panamá. Panamá: Georgia Tech: Logistic Innovation & Research center. Disponible en: <http://logistics.gatech.pa/es/assets/panamacanal/components>