

## Sistemas marinos de generación de energía

La explotación de las energías renovables no convencionales (ERNC) también se ha trasladado al mar. Los sistemas más utilizados son los parques eólicos marinos (offshore) y los sistemas mareomotrices. Los primeros son una réplica de los parques eólicos terrestres que, instalados en el mar, sacan provechosa ventaja de la absoluta ausencia de accidentes geográficos y un régimen de vientos conocidos y predecible. Los segundos, por su parte, utilizan las corrientes desde el mar generadas durante la transición de marea baja a alta para generar energía mediante turbinas y las variaciones de nivel de las aguas para atrapar, mediante compuertas, el agua en un nivel alto para liberarla durante la marea baja, produciendo un flujo hacia el mar que también hace girar las turbinas produciendo más electricidad. La energía undimotriz (energía de las olas) está todavía en una fase experimental de desarrollo y no se considera en este trabajo.

### I. Introducción

La energía eólica es una forma indirecta de energía solar. Se estima que el 1 – 2 % de la radiación solar que alcanza la Tierra se convierte en energía eólica. En general, el viento es resultado del calentamiento inhomogéneo de distintas regiones del planeta, provocando que las masas de aire frío (más denso) circulen desplazando a las masas de aire más calientes<sup>1</sup>. La energía mareomotriz, por su parte, se define como aquella energía que utiliza los cambios de nivel (es decir, un cambio de energía potencial gravitatoria) producidos en los grandes cuerpos de agua por el viento y las fuerzas gravitacionales del Sol y la Luna (mareas) para generar electricidad. Este trabajo expone las ventajas y desventajas de la operación de sistemas de generación de electricidad utilizando ambos tipos de energía como fuente primaria. Se consultaron fuentes internacionales especializadas en temas de generación de energía sostenible vía explotación de ERNC.

## II. Energía eólica marina

Siguiendo la instalación de numerosos parques eólicos en diferentes países, no tardaron en hacerse evidentes algunos efectos de su funcionamiento que iban en desmedro de factores ambientales, entre ellos se cuentan la interferencia con rutas migratorias de aves, sombras que reducen la insolación foliar de las especies vegetales en los parques eólicos, y viviendas, la sombra de las aspas que –al moverse- provocan estrés en especies en hábitats cercanos, zumbido de las aspas que también provocan estrés en poblaciones humanas vecinas y una variedad de otros problemas, incluyendo los estéticos, por degradación del paisaje. Como consecuencia de estos problemas, la actitud del público hacia la energía eólica se tornó más cauta y crítica<sup>2</sup>.

El océano, por otra parte, ofrecía una extensa llanura, sin accidentes geográficos, en general lejos de rutas migratorias de aves y de poblaciones humanas y con un régimen de vientos predecible, dada la periodicidad estable de los ciclos de temperatura del océano. Según estudios realizados en Dinamarca, la instalación de parques eólicos hasta 30 Km mar adentro es económicamente realizable, siendo la profundidad un factor determinante<sup>3</sup>.

### a. Problemas y desafíos asociados a la Energía Eólica *Offshore*

**Costos:** La energía eólica *offshore* no ha alcanzado aún el desarrollo de las instalaciones en tierra, pero organismos como la Agencia Internacional de Energía la consideran más económica que la [energía nuclear](#), y se prevé lograr significativas reducciones en los costos<sup>4</sup>.

**Impacto ambiental:** En general, los impactos sobre el medio ambiente son menores que aquellos provocados por los parques eólicos terrestres. De acuerdo a un estudio danés citado por la BBC<sup>5</sup>, las aves marinas raramente chocan con las aspas; peces y otras formas de vida marina florecen en los arrecifes artificiales provistos por las estructuras bajo el agua, y –agrega el informe- aunque focas y marsopas se alejaron de los parques eólicos durante la etapa de construcción, están lentamente retornando.

**Instalación:** Aunque el conocimiento tecnológico para el despliegue a gran escala de esta forma de energía ha sido resuelto por la industria petrolera y los materiales, instalaciones y

1 "Offshore Wind Energy". Disponible en: <http://bcn.cl/1igja>. Enero 2014.

2 "Public and private attitudes towards "green" electricity: the case of Swedish wind power". Disponible en: <http://bcn.cl/1igjb>. Enero 2014.

3 *Op.Cit.* "Offshore Wind Energy".

4 *Ibidem.*

5 "Q&A: Offshore wind farms". Disponible en <http://bcn.cl/1igwn>. Enero 2014.

experiencia requeridos están disponibles para su explotación<sup>6</sup>; Chile puede representar un gran desafío, porque su talud continental abrupto y estrecho, significa profundidades considerables a poca distancia de la costa

**Cambios estructurales:** En la medida que esta energía incremente su aporte a la matriz energética, las redes de transmisión requerirán ciertos cambios estructurales. Particularmente, en nuestro país, será necesario comenzar a pensar en migrar desde el modo lineal actual, hacia una matriz energética basada en ERNC con una topología de red distribuida, que puede ser manejada más eficazmente a través de la implantación de redes inteligentes.

### III. Energía mareomotriz

La conversión de energía cinética del agua a energía eléctrica es muy simple, se realiza mediante la instalación de una turbina generadora de electricidad en el flujo de agua. Durante el curso de la marea alta, la turbina gira en una dirección y el agua entra en un embalse que la confina al nivel de marea alta, para liberarla durante la marea baja, ocasión en que la turbina gira en dirección opuesta a la anterior<sup>7</sup>. La energía mareomotriz es una energía limpia, verde, renovable, silenciosa, actualmente subutilizada. No produce gases de efecto invernadero, se pueden obtener en grandes cantidades de una manera muy eficiente e ilimitada, ya que las mareas, en los lugares donde se producen, suelen ser muy regulares, por lo que la obtención de este tipo de energía es mucho más fácil que la de otras renovables<sup>8</sup>.

#### a. Problemas asociados a la energía mareomotriz<sup>9</sup>

Los problemas asociados a la energía mareomotriz son:

- **Localización:** Una planta mareomotriz debe satisfacer especificaciones estrictas y – hasta ahora- sólo se han identificado 40 lugares en el mundo que satisfacen todos los criterios.
- **Transmisión:** A menudo las plantas mareomotrices son construidas en lugares alejados de las líneas de transmisión, lo que dificulta la conectividad y eleva los costos de producción.
- **Factor de planta<sup>10</sup>:** Estas generadoras tienen un factor de planta que está en torno a 0,4<sup>11</sup>, mientras que el factor de planta de una central de ciclo combinado está en torno a un 0,85.
- **Inversión inicial:** Las plantas mareomotrices demandan una alta inversión inicial.
- **Impactos ambientales:** Las plantas mareomotrices afectan la vida marina en su entorno. Afecta peces, otras formas de vida marina y aves marinas.

6 *Op.Cit.* “Energía eólica marina: electricidad mar adentro”.

7 “Las ventajas e inconvenientes de la energía mareomotriz”. Disponible en: <http://bcn.cl/1ih2j>. Enero 2014.

8 *Ibidem.*

9 “Tidal Energy (Tidal Power) Cons”. Disponible en: <http://bcn.cl/1ih3q>. Enero 2014.

10 El factor de planta se define como el cociente entre la energía media generada y la potencia instalada (N. del A.).

11 El factor de planta de una generadora de ciclo combinado típica a gas es 0,85.

- **Alteraciones:** Las plantas mareomotrices con embalses alteran los accesos a las aguas abiertas y los ciclos de mareas en aquellos sitios bajo su influencia directa. También afectan la salinidad de las aguas.
- **Fallas de equipamiento:** Debido a que las turbinas generadoras operan en agua salada y directamente expuestas a los elementos, se dañan con mayor frecuencia que las turbinas para instalaciones terrestres, lo que aumenta el costo operacional y disminuye el factor de planta.
- **Pocas plantas construidas:** Debido a que hay pocas plantas construidas, hay poca estadística para la evaluación de su éxito y no se han alcanzado economías de escala en la producción de equipamiento.
- **Estética:** Las plantas mareomotrices afectan la estética del área donde se instalan, lo que afecta a otras actividades económicas, como el turismo y sus proveedores, por ejemplo.