

Perspectivas de la Energía Oceánica

M. Villagrán V.

Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Resumen

La demanda creciente de Energía, producto de la globalización y el desarrollo económico, junto con un cada vez más necesario cambio de la matriz energética, debido al encarecimiento paulatino y sostenido de los combustibles fósiles, a la creciente escasez de éstos, y al innegable efecto ambiental adverso, que sus usos indiscriminados están provocando al planeta, hacen necesario la búsqueda de nuevas y más sustentables fuentes de energía.

En este contexto, es que la energía oceánica surge cada vez más con mayor fuerza como una alternativa viable y como una fuente inagotable de recursos energéticos disponible y en espera de ser utilizada.

El objetivo de este documento es presentar los últimos avances en tecnologías de extracción de energía desde las océanos y, mostrar, desde un punto de vista cualitativo, las beneficios y dificultades que presenta actualmente su aplicación.

Es claro que las tecnologías se desarrollan en la medida que existe interés y oportunidades. Hoy las oportunidades están, lo que falta es generar un mayor interés por las energías renovables y un mejor nivel de conocimiento en el medio, para que sea atractivo invertir en su desarrollo y puedan llegar a ser realmente competitivas.

1. Introducción

La principal fuente de energía en el mundo es el sol, el cual a través de diversas formas nos entrega este valioso recurso, sin embargo la mayor parte de los recursos energéticos entregados por el sol son desperdiciados, tales como la energía solar, el viento, las olas, y la geotermia marina. Por otro lado la matriz energética nacional considera un 20% de la energía utilizada por el país para abastecer las centrales de transferencia energética. El uso de fuentes alternativas y renovables asegura que este porcentaje disminuya por lo que el nivel de eficiencia en el uso de la energía en nuestro país aumentaría drásticamente. Esto provocaría un profundo impacto en la disponibilidad de recursos energéticos tales como el petróleo o el gas natural para el uso industrial o privado, generando con ello un beneficio neto mayor para toda la economía.

El poder de los Océanos es impresionante, Los marineros y pescadores que diariamente trabajan en ellos y que día a día se enfrentan a las fuerzas del mar, bien los conocen. Reciben el nombre Energía Oceánica todas aquellas formas de energía sustentables derivadas de los océanos siendo las fuerzas generadoras muy diversas, entre las que podemos destacar la gravedad lunar y solar, los vientos, el giro de la tierra, las diferencias de salinidad y temperatura del agua de mar, etc. Afortunadamente, estas fuerzas gatillantes son de total

independencia de la actividad humana y se encuentran disponibles en un 100% del tiempo.

La energía que gobierna los océanos es abrumadora ya que tan solo se requiere extraer menos de 0.1% de ella, para satisfacer más de 5 veces las necesidades energéticas mundiales. Esta energía radica principalmente en las olas, mareas y corrientes marinas, las cuales fluyen a través del agua, siendo esta última un solo agente transportador de la energía.

Quizás lo más destacable de la energía oceánica sea su disponibilidad, ya que a diferencia de todas las otras fuentes energéticas conocidas, la única 100% confiable es ella, todas las otras dependen de una u otra forma de factores climáticos o humanos que son difíciles de controlar.

Adicionalmente, las altas concentraciones de población que se dan en la costa hacen que la energía oceánica se ubique muy cercana a su fuente de consumo (a diferencia de una central Hidroeléctrica).

Finalmente, el hecho de ser una energía que no genera ningún tipo de emisión contaminante a la atmósfera y de existir hoy en día el equipamiento necesario para su extracción, podrían transformar a este tipo de energía en “La alternativa energética del siglo XXI”.

2. Tipos de Energía Oceánica

Cuando hablamos de energía oceánica nos podemos referir a tres grandes tipos.

2.1 Energía de las Mareas

La energía de las mareas, la cual data del siglo pasado y fue ampliamente utilizada contándose al día de hoy con varias centrales mareomotrices alrededor del mundo. Este tipo de energía se concentra en utilizar la diferencia de cota en el nivel de agua producto de grandes diferencias de altura en las mareas. Para ello se deben construir sendas represas en estuarios o bahías que permitan represar el agua y utilizarla cuando la diferencia de altura es la más adecuada para su generación. Este tipo de centrales actualmente son muy poco consideradas por los grandes impactos que generan en el ecosistema al cerrar las entradas y salidas del mar provocando sedimentaciones y alteraciones en el equilibrio ecológico de zonas estuariales.

2.2 Energía de las corrientes marinas

Un segundo tipo de energía oceánica es la energía de las corrientes marinas. Los movimientos de masas de aguas inducidos por las diferencias de mareas, generan corrientes marinas de gran velocidad en algunos sectores del planeta, estas corrientes al hacerlas pasar por turbinas tanto verticales como horizontales, provocan el movimiento de las aspas de las turbinas dando como resultado la generación de energía eléctrica. Las turbinas de corrientes marinas pueden ser individuales, o bien funcionar como verdaderas murallas colocadas en forma transversal a la corriente marina, para así aprovechar la corriente en toda su extensión, en general, se necesitan corrientes marinas superiores a los 2,5 m/s para generar cantidades aceptables de energía, sin embargo, debido a la gran densidad del agua salada, éstas presentan una gran concentración energética por m^2 . Por ejemplo con respecto al viento, una turbina marina instalada sobre una corriente de 4 m/s equivaldría a una turbina eólica por la cual soplan vientos de alrededor de 400 Km/Hr.

2.3 Energía de las olas

El tercer tipo de energía oceánica que se conoce y que es factible de ser extraída del mar es la energía de las olas. Las olas contienen inmensas cantidades de energía, es más, las olas son ondas de energía que viajan a través de un medio que

es el mar. En general, una ola no produce grandes movimientos de masas de agua desde un punto a otro del océano, sino más bien mueve el agua verticalmente, pero es la onda de energía la que se traslada (fenómeno similar a empujar a una fila de personas donde todos quedan en su lugar, pero el último de la fila sale disparado hacia delante). La energía de las olas es principalmente generada por los grandes vientos que soplan en el mar abierto y que a través del roce con la superficie marina van transmitiendo la energía al agua.

Son muchos los dispositivos y turbinas que se están probando actualmente en forma de prototipos o proyectos pilotos, en los cuales se están evaluando las eficiencias y factibilidades técnico económicas de implementar dichos sistemas, pero a nadie le cabe duda acerca de la realidad que significará, en un futuro próximo la obtención de grandes cantidades de energía provenientes de las olas. Este tipo de energía puede ser extraído, tanto del movimiento constante que tienen las olas en el mar profundo (sistemas flotantes), como del fenómeno de rompimiento de las olas, momento en el cual éstas liberan gran cantidad de energía, la que de no mediar ningún dispositivo se disipa a través de calor y erosión sobre las costas.

3. Aplicaciones Conocidas

En la actualidad, son muchas las aplicaciones que se encuentran en etapas de investigación y desarrollo. Estas tecnologías difieren principalmente en la forma en que la energía es extraída, los niveles de eficiencia logrados, el nivel de confianza y durabilidad de los equipos, su replicabilidad y el comportamiento del equipo ante eventos extremos.

A continuación, las siguientes imágenes muestran varios de los proyectos que actualmente están en desarrollo o construcción y que pretenden extraer energía desde el mar.

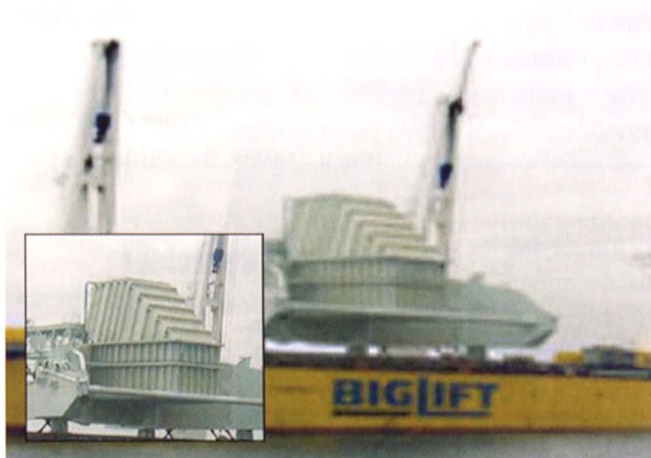
4. Ventajas y desventajas de la energía oceánica

4.1 Ventajas

- La principal ventaja de estos sistemas es su predictibilidad, especialmente la de las mareas, ya que se puede predecir con varios años de anterioridad como será el comportamiento de las mareas en un determinado sector, con lo que se conocería mucho mejor el verdadero potencial energético que sería capaz de aportar a un sistema, a diferencia de una central hidroeléctrica,



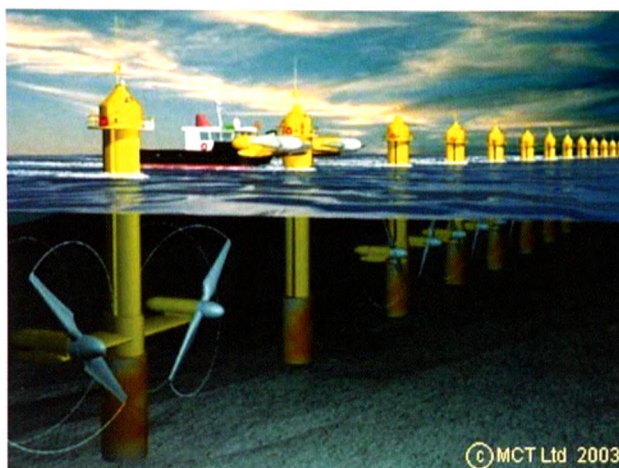
Sistema de generación con turbinas verticales para corrientes marinas diseñado por Blue Energy, Canada. Se han construido sistemas pequeños, prototipo en mayor escala en construcción.
www.bluenergy.com



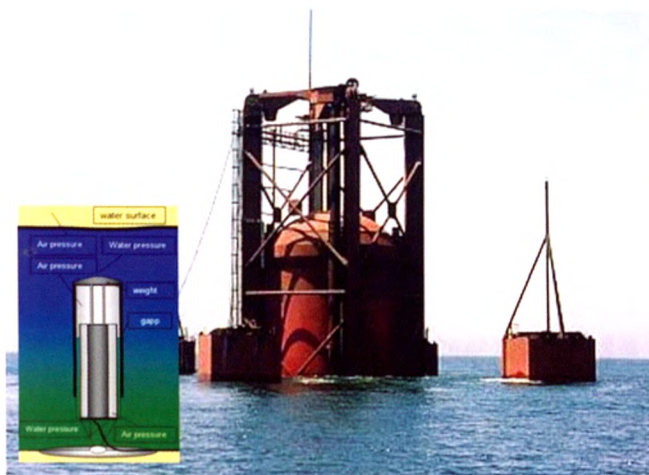
Sistema fijo de generación de energía por olas, diseñado por ENERGETECH Australia. Prototipo a escala real en etapa de montaje, actualmente hay 2 prototipos en construcción.
www.energetech.com.au



Boya generadora de energía por el movimiento del oleaje, llamado AquaBuOY, desarrollado por AquaEnergy Group, Inglaterra. Se acaban de adjudicar fondos para construir un prototipo en escala real de 1 MW de generación.
www.aquaenergygroup.com



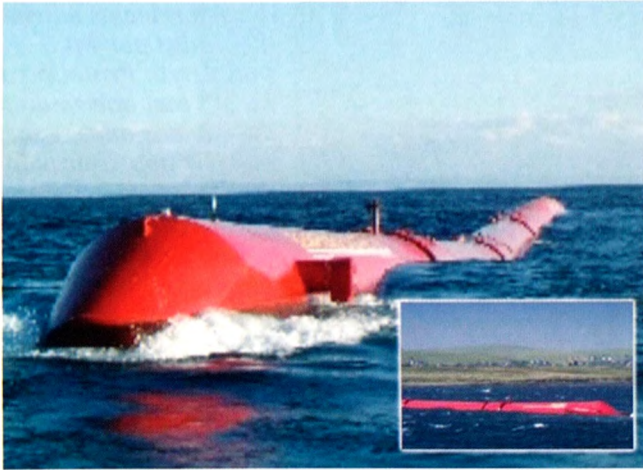
Turbinas horizontales para corrientes marinas diseñadas por MCT Inglaterra. Prototipo a escala real operando por más de dos años, genera 300 KW app. Entrando en etapa de comercialización.
www.marineturbines.com



Sistema flotante de generación en base a oleaje conocido como "Arquímedes Wave Swing", de fabricación Holandesa y en periodo de prueba en las costas de Portugal
www.waveswing.com



Sistema LIMPET, fijo en la costa, que recibe el impacto del oleaje y comprime aire cíclicamente para el accionamiento de la turbina. Desarrollado por Wavegen en Irlanda.
Primer sistema comercial del mundo.
www.wavegen.com



Sistema flotante de generación de energía en base al oleaje de nombre Pelamis, a la fecha es el más avanzado tecnológicamente, Desarrollado por Ocean Power Delivery, Inglaterra. Prototipo probado y cada unidad genera en promedio 20 MW. Pasando a fase de comercialización con proyectos en Inglaterra, Sudáfrica y Portugal.
www.oceanpd.com



Sistema Flotante de generación en base a oleaje conocido como Waveplane, desarrollado en Dinamarca, cuenta con la particularidad de servir como bomba de oxigenación de agua para profundidades y además genera electricidad. El sistema a sido probado en varias universidades y se encuentra en etapa de desarrollo tecnológico para mejorar la eficiencia del generador y la turbina.
www.waveplane.com

o incluso del gas. La predicción del oleaje tampoco es mala (2 ó 3 días por anticipado), sin embargo, puede estar sujeto a variaciones climáticas bruscas que en general tienden a mejorar la generación de energía.

- El costo unitario de generación es constante en el tiempo y no depende de factores externos como la disponibilidad o el precio del dólar o del petróleo.
- La cantidad de energía disponible es inmensa, por lo que intentar concentrarse en extraer sólo un poco ya sería suficiente para cubrir las necesidades actuales.
- El impacto ambiental que generaría este tipo de instalaciones es muchísimo menor que cualquier impacto causado por las centrales generadoras actuales, tanto en el ámbito de las emisiones, como impacto visual, efectos secundarios, ruidos, etc.
- Las reducciones de emisiones de gases a la atmósfera que significa el contar con este tipo de energía supone el ahorro gigantesco de dinero por concepto de venta de bonos de carbono, según esta establecido en los acuerdos internacionales ambientales, por lo que una buena parte de la inversión que supondría concretar este tipo de iniciativas

puede ser aportada por este tipo de fondos.

4.2 Desventajas

- Los sistema de extracción de energía oceánica en todas sus formas, están aún en un estado de evaluación y no son tecnologías probadas para su funcionamiento y operación.
- En el caso de las turbinas de corrientes marinas, su velocidad mínima requerida para ser atractiva comercialmente es de 2,5 m/s. Esta velocidad es difícilmente alcanzable y existen pocos lugares en la costa chilena donde se dé esta magnitud. Es más, se deben conjugar una buena amplitud de marea con un estrechamiento importante en la sección transversal por la que debe pasar la marea, por lo que sólo algunos sectores de la X a la XII regiones cuentan con estas características.
- Los pics de generación de energía no necesariamente convergen con los pics de demanda por lo que se debe contar siempre con sistemas complementarios para absorber demandas cuando las centrales se encuentren con poco oleaje o bien en estados lentos de las corrientes.
- Los costos actuales de generación de energía son aún altos por lo que futuros esfuerzos en mejorar la eficiencia de los

sistemas son necesarios para transformar a la energía oceánica en una alternativa económicamente viable para los inversionistas.

- La estacionalidad en la capacidad de generación de las centrales energéticas provocadas por oleaje es muy alta, pudiendo varias hasta 6 veces su capacidad entre la temporada de invierno y la de verano. Si bien esto podría considerarse como un ventaja, presenta el inconveniente que el mayor consumo energético es de carácter industrial y que no necesariamente se conjuga bien con la estacionalidad en la capacidad generadora.

5. ¿Por qué estudiar esta energía en Chile?

El la década de los 90's se publicó el mapa energético mundial de la energía oceánica (ver figura). En dicho mapa se observan las costas mundiales y el nivel de concentración energética por metro de costa. Claramente existen algunas zonas del mundo tales como Nueva Zelanda, Australia, Reino Unido, el oeste de Canadá que aparecen con buen potencial energético, sin embargo, Chile, con más de 14.000 km de costa (considerando las islas del sur), se presenta como uno de los países con mayor potencial, sino el que más tiene. Dicho potencial puede difícilmente ser extraído si no se incentiva la investigación y el desarrollo tecnológico en esta área. Tanto el Gobierno como los grandes grupos inversores deben dedicar parte de sus recursos al desarrollo de esta tecnología, la cual podría significar que Chile pase de ser un país deficitario en términos de fuentes energéticas a un país productor de energía e incluso abastecedor de América Latina.

Se puede apreciar en el mapa, que las costas locales presentan un potencial energético superior a los 50 KW/m de playa, lo que, sin lugar a dudas, es un indicador más que auspicioso y solamente comparable a un descubrimiento de un yacimiento gasífero.

Esto se demuestra, ya que, si se piensa que en un kilómetro de costa y con un dispositivo que tenga un 20% de eficiencia, se podrían extraer 50 MW de energía. Si a esto se agrega la cantidad de kilómetros de costa disponibles, se pueden estimar grandes cantidades de energía, lo que parece ser muy atractivo, especialmente porque se partió de modestos niveles de eficiencia.

6. Conclusiones

- La energía Oceánica es una alternativa más de energía que día a día se hace más concreta.
- La cantidad de energía contenida en los océanos es más que suficiente para absorber la demanda de energía mundial del siglo XXI.
- Las tecnologías de extracción de energía oceánica existen y hacen factible su uso, sin embargo, se encuentran aún en etapa de desarrollo, por lo que no son una alternativa 100% confiable. Lo anterior no quita la necesidad de aventurarse en esta área como una forma de investigar y desarrollar soluciones y aplicaciones.
- Chile al contar con más de 14.000 Km de costa no puede estar ajeno a este tipo de desarrollos y es un deber nacional el propender a la investigación y desarrollo de esta tecnología, motivo por el cual se hace imprescindible generar las instancias necesarias para que las universidades e inversionistas privados puedan investigar y generar proyectos pilotos que permitan aumentar el conocimiento y concretar iniciativas.

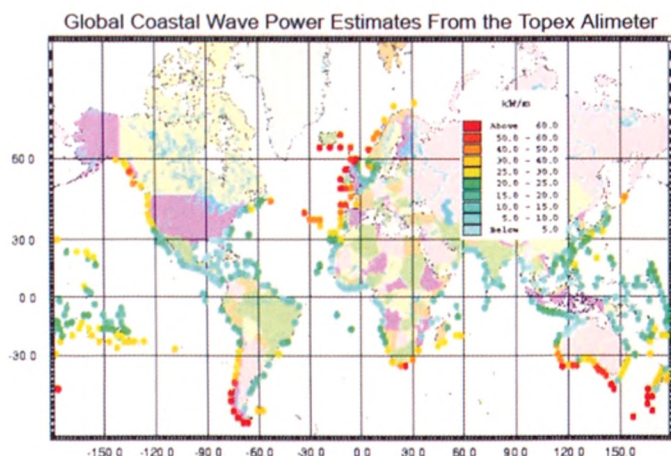


Figura A. Mapa Energético mundial de la Energía Oceánica.

Ítem	Solar	Viento	Olas	Mareas
Estatus actual	Comercial (inicial)	Comercial	Pre comercial	Pre comercial
Densidad de Energía	1 KW/m ² en el pic de insolación	1 KW/m ² con viento a 45 Km/hr	40-60 KW/m en costa Chilena	5 KW/m ² a 3m/s vel corrientes
Fuente de energía	Sol	Sol	Sol y viento	Gravedad
Variabilidad Horaria	Ciclos diarios y nubes	Cuando sopla	Muy variable	Ciclos diarios
Predicción	Mala	Horas	Varios días	Años

Tabla N° 1 Cuadro comparativo de energías sustentables (fuente informe EPRI 01/2005)

7. Bibliografía

- Tom Heath BSc, PhD, M.I.Mech.E C.Eng – “Realities of Wave Technology”, Wavegen Internal publication
- Bedard Roger, Hagerman G, Previsic M, Sidiqqi O, et al, (2005), “Offshore wave power feasibility project”, final report.: EPRI Publication E21 EPRI Global WP 009 – US Rev 1.
- Triton consultants ltd, “green energy study for British Columbia, Phase 2: Mainland”, Tidal Current Energy, Octubre 2002.
- Maser Michael, “Tidal Energy, primer”. Document prepared

for Blue Energy, Canada Inc. (2004).

- Previsic Mirko, Bedard Roger, Hagerman George, “Offshore wave energy conversion devices”, E21 EPRI Assesment. Junio 2004

Mauricio Villagrán

Ingeniero Civil

Docente Facultad de Ingeniería

Universidad Católica de la Santísima Concepción

Teléfono: (56) 41- 735319

Fax: (56) 41- 735300

E-mail: mvillagran@ucsc.cl

Publique sus Artículos en Obras y Proyectos

Le invitamos a enviarnos sus resúmenes

Director

Mauro Poblete Freire

Comite Editorial

El comité editorial está formado por Ingenieros Civiles que desarrollan sus actividades, en Universidades de Alemania (Ruhr Universität Bochum), Inglaterra (Oxford University) y Chile (Universidad Católica de la Santísima Concepción)

Wagner Fleming
Pedro Tume
Mauricio Villagrán
Felipe Villalobos

Alonso de Ribera 2850, Concepción
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Civil



www.oyp.ucsc.cl

oyp@ucsc.cl