

**Dictamen del Comité Económico y Social Europeo sobre «Energía marina: fuentes de energía renovable por desarrollar»**

**(Dictamen de iniciativa)**

(2017/C 034/08)

Ponente: **Stéphane BUFFETAUT**

Decisión del Pleno:	21.1.2016
Fundamento jurídico	Artículo 29, apartado 2, del Reglamento interno
	Dictámenes de iniciativa
Sección competente	Sección Especializada de Transportes, Energía, Infraestructuras y Sociedad de la Información
Aprobado en sección	6.10.2016
Aprobado en el pleno	19.10.2016
Pleno n.º	520
Resultado de la votación (a favor/en contra/abstenciones)	218/3/8

## 1. Conclusiones

1.1. Desde hace años, científicos e ingenieros estudian la explotación de la energía de los océanos. Corrientes, mareas y fuerza del oleaje albergan reservas de energía indefinidamente renovables. En Francia, la planta mareomotriz de EDF en Rance, inaugurada en 1966 por el general de Gaulle, tiene una capacidad de 240 MW, con veinticuatro turbinas de 10 MW cada una. Las eólicas de última generación generan, en el mejor de los casos, 8 MW. Por tanto, esta tecnología es eficaz, aun cuando la presa de Rance ha sido durante mucho tiempo el único ejemplo mundial de una instalación de este tipo. Hoy existe otro ejemplo comparable en el lago de Sihwa, en Corea del Sur, con una capacidad de 254 MW. Existían proyectos en el Reino Unido, pero se bloquearon o suspendieron debido a la oposición suscitada por razones ecológicas.

1.2. Lo cierto es que estas inversiones son pertinentes cuando se instalan en emplazamientos geográficos favorables, con elevados coeficientes de marea, y deberían tenerse más en cuenta en las combinaciones energéticas nacionales.

1.3. Las primeras instalaciones se han puesto en marcha, lo que demuestra que conviene considerar estas técnicas no como experimentos arriesgados, sino como fuentes de energía listas para su desarrollo.

1.4. El CESE considera interesante, por tanto, desarrollar este tipo de producción de electricidad renovable y no centrarse solo en las tecnologías eólicas y la energía solar. Es cierto que la energía marina no se puede explotar en todas partes, pero sería un error descuidar una fuente de energía renovable previsible y con un impacto medioambiental bajo o controlable. Es sabido que el futuro energético se basará en la variedad de las fuentes de abastecimiento.

1.5. Alemania, Bélgica, Dinamarca, Francia, Irlanda, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos y Suecia decidieron, el 6 de junio de 2016, intensificar su cooperación en materia de energía eólica en el mar. Así, firmaron, con los comisarios europeos encargados de la Unión de la Energía y del Clima, un plan de acción específico para los mares del norte del continente. Esta cooperación se traducirá, en particular, en la armonización de las normativas y del régimen de subvenciones a la energía eólica en el mar y en la interconexión de las redes eléctricas.

1.5.1. El CESE recomienda vivamente que se adopte para la energía marina, ya se trate de hidroeléctricas o presas mareomotrices, un proceder similar de cooperación entre los Estados miembros o los países de la vecindad de la Unión que disponen de emplazamientos propicios para este tipo de instalaciones, que son principalmente los países abiertos al Océano Atlántico y al Mar del Norte.

1.6. Considera que tampoco se deben descuidar técnicas que todavía no han alcanzado su madurez, como la energía undimotriz o la energía mareomotérmica, si bien, en un período de escasez de fondos públicos, la asignación de estos debe obedecer a criterios de eficacia, por lo que conviene dar prioridad a las tecnologías más prometedoras a corto plazo.

1.7. Destaca que invertir en este ámbito permitiría a la Unión situarse, a medio plazo, a la vanguardia de las nuevas fuentes de energía renovables. Las empresas europeas ya poseen el 40 % de las patentes en materia de energías renovables. El CESE recomienda que se prosigan los esfuerzos de investigación y desarrollo en el ámbito de las energías marinas, así como en el del almacenamiento de la energía producida por las fuentes intermitentes, con objeto de ser capaces de equilibrar la producción de energía renovable.

1.8. Advierte contra la tentación de reservar las subvenciones a las energías renovables clásicas, lo que tendería a reducir las posibilidades y a falsear la economía de la energía renovable en beneficio de técnicas promovidas por un grupo de presión eficaz.

## 2. Observaciones generales

2.1. Nuestro planeta está cubierto en su mayor parte por océanos y sería más acertado llamarlo planeta Mar que planeta Tierra. Desde siempre, los seres humanos han utilizado los recursos pesqueros para alimentarse. Recientemente, se ha conseguido explotar los recursos de los fondos marinos o subyacentes a estos (nódulos polimetálicos, petróleo, etc.). En cuanto a la energía generada por los océanos, se ha utilizado desde hace siglos, pero a escala artesanal, mediante los molinos de mareas que se encuentran en algunas costas.

2.2. Hoy, la necesidad de combatir contaminaciones de todo tipo y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero debería suscitar nuestro interés por el potencial energético del mar. Después de todo, ¿cómo podrían ignorar la Unión Europea y los Estados miembros con salida al mar las oportunidades que pueden brindarles los océanos en el sector de la energía?

2.3. En efecto, el ámbito marítimo europeo tiene unas dimensiones considerables y, sin embargo, la explotación de los recursos en energías renovables de estas vastas extensiones se encuentra todavía en un estado muy embrionario. Sin embargo, la Unión y los Estados miembros podrían contribuir a promover la aplicación de nuevas técnicas de explotación de la energía marina a través de empresas innovadoras y grupos industriales del sector de la energía. Esta es precisamente la ambición del foro de las energías marinas.

2.4. Las fuentes de energía renovable en el mar son variadas: oleaje, olas, corrientes, flujo de mareas, diferencia térmica entre las aguas de superficie y las aguas profundas, vientos. Cada técnica, cada método, tiene sus requisitos geográficos y ecológicos, lo que significa que estas técnicas innovadoras deben desplegarse teniendo en cuenta esos requisitos y sus consecuencias.

## 3. Explotación de la energía de las corrientes, las mareas, el oleaje y las olas: las hidroeléctricas

3.1. Todo aquel que haya contemplado el océano, en calma o agitado, sabe que esa inmensidad está en constante movimiento y encierra fuerzas en acción. Es natural, por tanto, plantearse la posibilidad de explotar o capturar la energía desarrollada por el mar.

3.2. En la práctica, ¿cuáles son las técnicas estudiadas o aplicadas?

— las presas de estuario con turbinas mareomotrices. En Francia, la presa de Rance funciona desde hace decenios de forma satisfactoria. Hay dos proyectos en el Reino Unido pero han sido bloqueados por grupos de presión ecologistas,

— las turbinas instaladas en alta mar y fijadas a mástiles o boyas,

— las turbinas fijadas al fondo, que se denominan hidroeléctricas. En Bretaña, se ejecutarán pronto algunos proyectos.

3.3. En la práctica, la técnica que parece más prometedora es la explotación de las corrientes de marea. No obstante, el potencial de estas técnicas depende mucho del lugar de implantación. Las zonas del Atlántico y del Mar del Norte, que poseen elevados coeficientes de marea, son las más interesantes. En efecto, la eficacia más notable se registra en las zonas con una gran amplitud de marea. La inmensa ventaja de este tipo de explotación es que suministra una energía previsible y regular, dado que las mareas son constantes y su amplitud bien conocida con antelación.

Según EDF, el potencial explotable de la Unión se situaría en torno a 5 GW (2,5 de ellos en las costas francesas), es decir, el equivalente a doce reactores nucleares de 10 800 MW. No obstante, la explotación de las corrientes de marea se encuentra en fase de investigación tecnológica y todavía no es operativa, salvo en el caso de la presa de Rance.

3.4. ¿Qué tecnologías hidroeléctricas se están ensayando?

- En Bretaña, se sumergió en 2014, frente a la costa de Paimpol, el prototipo de hidroeléctrica Arcouest (1,5 MW). Esta hidroeléctrica fue desarrollada por Open Hydro (grupo de construcción naval DCNS) para el primer parque hidroeléctrico de EDF en Paimpol/Bréhat. Consiste en cuatro turbinas que presentan una potencia instalada de 2 a 3 MW. Se trata de una máquina sencilla y robusta, con el centro abierto, que dispone de un rotor de velocidad reducida y funciona sin lubricante, lo que minimiza su impacto en la vida marina. Esta hidroeléctrica se ha probado durante cuatro meses. La turbina giró 1 500 horas de forma continuada y fue objeto de numerosas mediciones mecánicas y eléctricas. Las pruebas fueron concluyentes y validaron este tipo de hidroeléctrica. Se decidió, por tanto, poner en funcionamiento un parque de demostración en el verano de 2015. Las turbinas se han construido y están listas para ser instaladas, pero las condiciones meteorológicas y marítimas han obligado a aplazar su instalación. Cabe destacar que estas dos turbinas se construyeron en Cherbourg y Brest, lo que demuestra que estas nuevas tecnologías pueden generar actividad industrial en las regiones costeras.
- La hidroeléctrica semisumergible e izable para su mantenimiento. Se trata de una técnica británica desarrollada por la empresa Tidalstream. Se ha desarrollado un prototipo para un STT (*ship to turbine*) que opera en el estrecho de Pentland. Se trata de un aparato compuesto de cuatro turbinas de 20 m de diámetro con una potencia máxima total de 4 MW. Si se compara con una eólica marina, se observa que la eólica debe tener un diámetro de 100 m con una velocidad del viento de 10 m/s para obtener una potencia equivalente. Además, la base de la eólica, situada 25 m por debajo del nivel del mar, es un 25 % mayor que la del STT. Tidalstream considera, pues, que su sistema sería competitivo con respecto a las eólicas marinas y terrestres. El coste de la electricidad producida por el sistema STT podría ascender a 0,03 GBP/kWh (es decir, en torno a 0,044 EUR/kWh). El sistema ha sido experimentado y validado mediante ensayos realizados en el Támesis.
- La hidroeléctrica con mástil de Marine Current Turbines. Esta tecnología requiere el anclaje de un mástil al fondo marino, por lo que la profundidad de inmersión ha de ser limitada. Las turbinas de la hidroeléctrica se deslizan por el mástil, lo que permite izarlas fuera del agua para su mantenimiento y reparación.
- En 2003, se instalaron en el estrecho de Hammerfest, Noruega, hidroeléctricas cuyas turbinas van fijadas a una boya anclada.
- Por último, las turbinas mareomotrices fijadas a una presa de estuario, como la de Rance, que es el ejemplo más antiguo de este tipo y está en funcionamiento desde el decenio de 1960. Se están estudiando dos proyectos en el Reino Unido, pero han sido bloqueados por razones medioambientales.

#### 4. Explotación de la energía del oleaje y las olas: la energía undimotriz

4.1. Hay una vasta gama de soluciones undimotrices, algunos prototipos van sumergidos y otros instalados en superficie, en la orilla o frente a la costa. Los sistemas de captación de energía varían de un prototipo a otro: captura de energía mecánica en superficie (ondulaciones) o bajo el agua (traslaciones y movimientos orbitales), captura de las variaciones de presión al paso de las olas (variaciones de altura de agua) o también captura física de una masa de agua mediante una retención.

4.2. El inconveniente principal es que, a diferencia de las corrientes de marea, la energía del oleaje es poco previsible. Hoy, la explotación de la energía del oleaje y las olas se encuentra en fase de investigación tecnológica y todavía no es operativa. No obstante, se están ensayando seis técnicas:

- la cadena flotante articulada, también llamada «serpiente de mar». Se trata de una sucesión de largos flotadores que se alinean en el sentido del viento, perpendicularmente a las olas, y cuya cabeza está anclada al fondo submarino por un cable. Las olas provocan la oscilación de la cadena y dicha oscilación comprime un fluido hidráulico en las articulaciones que mueve una turbina. Este sistema ha sido probado con éxito variable,

- la pared oscilante sumergida,
- la columna de oscilación vertical,
- el sensor de presión sumergido,
- la columna de agua,
- el colector de olas.

## 5. Explotación de la energía térmica de los mares (ETM) o energía maremotérmica

5.1. Se trata de explotar la diferencia de temperatura entre las aguas superficiales y las aguas profundas de los océanos. Un acrónimo a menudo utilizado es «OTEC», que significa *ocean thermal energy conversion*. En los textos de la Unión se utiliza el término energía hidrotérmica para «la energía almacenada en forma de calor en las aguas superficiales».

5.2. En la superficie, debido a la energía solar, la temperatura del agua es alta y puede superar los 25 °C en la zona intertropical, mientras que las aguas profundas, al carecer de radiación solar, están frías, entre 2 y 4 °C, salvo en mares cerrados como el Mediterráneo. Además, las capas frías no se mezclan con las cálidas. Esta diferencia de temperatura puede ser explotada por una instalación térmica, que necesita una fuente fría y otra cálida para producir energía y utiliza respectivamente agua procedente de las profundidades y agua de la superficie.

5.3. Ahora bien, para que funcione de forma óptima y rentable, este tipo de explotación térmica de los mares (ETM) debe instalarse en zonas concretas, con una temperatura de las aguas superficiales y una profundidad determinadas. En efecto, las canalizaciones necesarias pueden descender hasta unos mil metros de profundidad con unos costes y una tecnología razonables. Por tanto, sería aberrante situar la ETM a kilómetros de la costa, lo que requeriría tuberías más largas y, por tanto, costes adicionales. En la práctica, la zona óptima se sitúa entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio, es decir, entre + 30° y - 30° de latitud, lo que, para la Unión, representa sus territorios periféricos.

## 6. Explotación de la energía del viento en el mar: las eólicas marinas

6.1. Aunque no se trata de energías marinas propiamente dichas, también hay que mencionar las eólicas fijadas al fondo marino o flotantes (evidentemente, ancladas), que son con mucho las más desarrolladas en el mar y parecen casi convencionales con respecto a las técnicas anteriormente expuestas. Sin embargo, tienen un impacto medioambiental y visual indudable. La cuestión de los intereses en conflicto con los pescadores se plantea a menudo. En la práctica, los parques eólicos fijados en el fondo del mar constituyen reservas marinas de hecho donde los peces proliferan. De forma indirecta, estas instalaciones benefician a los pescadores gracias a la reconstitución de las poblaciones a partir de estas zonas donde la pesca está prohibida y en las que las bases de las torres hacen las veces de arrecifes artificiales.

6.2. Es la tecnología más desplegada en la actualidad en Europa y se encuentra en pleno auge. Hoy están instaladas casi un centenar de granjas eólicas, principalmente en el Mar del Norte, el Océano Atlántico (Reino Unido) y el mar Báltico. Hay pocas instalaciones o proyectos en el Mediterráneo, un mar profundo con poca o ninguna plataforma continental.

6.3. Las principales etapas de aplicación de estas técnicas pueden resumirse como sigue:

- la primera instalación en el mar data de 1991, se realizó en Dinamarca (Vindeby) y genera 450 kW,
- la cimentación más profunda tiene 45 m y se instaló en 2007 en el Reino Unido (Beatrice *wind farm*). Genera dos veces 5 MW,
- la primera gran eólica flotante en aguas profundas (220 m) data de 2009, se instaló en Noruega (Hywind) y genera 2,3 MW,
- la eólica de mar más potente genera 6 MW y se encuentra en Bélgica (Bligh Bank),
- la granja eólica en el mar de mayores dimensiones está en construcción y se encuentra en el Reino Unido, en Dogger Bank. Debería alcanzar una capacidad de 12 000 MW con 166 turbinas. Cabe señalar que el Reino Unido, preocupado por su independencia energética, dispone ya de 1 452 turbinas distribuidas en veintisiete granjas eólicas.

6.4. Existen también dos proyectos importantes frente a las costas francesas, uno en Bretaña y el otro entre Noirmoutier y la isla de Yeu. Se han lanzado ya las licitaciones y se han elegido los consorcios operadores.

6.5. El rendimiento económico de las granjas eólicas en el mar depende del emplazamiento y, en particular, de la fuerza y la regularidad del viento, de forma que su producción puede llegar a duplicarse. En ocasiones, en períodos de poca demanda, sucede que los excedentes de energía proporcionados por las eólicas se venden a precios negativos en los mercados al contado. Así, el importante auge de este tipo de producción de electricidad puede conducir a excedentes difícilmente explotables, al estar vinculados a acontecimientos meteorológicos puntuales y aleatorios (véase el Dictamen del profesor Wolf sobre las energías intermitentes).

6.6. El desarrollo de este método y los progresos tecnológicos alcanzados en la explotación de las eólicas en los últimos veinte años han conducido a una disminución de las inversiones y de los costes de explotación. A principios del decenio de 2000, el coste del mega vatio-hora producido era de 190 EUR, mientras que hoy se sitúa entre 140 y 160 EUR. En comparación, un reactor nuclear moderno de tipo EPR produce el mega vatio-hora a 130 EUR, pero la producción es estable y previsible.

6.7. Es evidente que las demás técnicas de explotación en el mar deberán encarar la competencia de los parques eólicos marinos para poder desarrollarse a escala industrial y demostrar que ofrecen ventajas competitivas con respecto a las eólicas marinas, que requieren unos gastos de mantenimiento y vigilancia nada desdeñables. Hoy, las hidroeólicas y las presas de estuario parecen ser los sistemas más eficaces y rentables. Una de sus ventajas es que proporcionan una energía previsible y regular.

## 7. ¿Cuál es el futuro de las energías renovables en el mar?

7.1. Al tratarse de energías ecológicas, pueden acogerse a los distintos sistemas de ayuda europeos o nacionales, en particular el precio de compra preferencial. No obstante, salvo las eólicas marinas, estas tecnologías todavía deben probarse en condiciones reales, en especial las hidroeólicas. Es de esperar que cierto conservadurismo ecológico no se oponga a las nuevas técnicas experimentadas. Como se sabe, las presas de estuario no pudieron desarrollarse, en concreto, debido a la feroz oposición de los ecologistas y los pescadores. Todo equipamiento tiene un impacto medioambiental, por lo que conviene medirlo del modo más preciso posible para poder apreciar el equilibrio real entre costes y ventajas.

7.2. Recientemente, se sumergió entre Paimpol y la isla de Bréhat un primer parque de hidroeólicas. Las corrientes de las mareas de subida y bajada mueven las palas de las turbinas; cada una de ellas puede generar una potencia de 1 MW y, en conjunto, pueden cubrir las necesidades de electricidad de 3 000 hogares.

7.3. Por último, la eficacia de todas las técnicas de explotación de la energía marina depende del emplazamiento. No constituyen, por tanto, una fuente de energía universalmente eficaz. Así pues, en este ámbito, habrá que ser más razonable que con otras energías renovables subvencionadas, como los paneles solares, en ocasiones instalados más por las ventajas fiscales que aportan que por razones de eficacia. Asimismo, conviene señalar que la imposición sobre el CO<sub>2</sub> contribuirá al interés, en el plano económico, de las técnicas de producción de energía renovable que en la actualidad dan sus primeros pasos.

Bruselas, 19 de octubre de 2016.

*El Presidente*  
*del Comité Económico y Social Europeo*  
Georges DASSIS

---