

PARQUES EÓLICOS OFFSHORE-CONSTRUCCIÓN Y EXPECTATIVAS SOBRE SU DESARROLLO EN EL MAR MEDITERRANEO

Philippe Jacob¹
Emmanuelle Lloveras¹
Johan Lecot¹

ABSTRACT

This report assesses the possibilities to supply Europe, and more precisely the Mediterranean countries, with energy from offshore wind farms. It covers the following questions: which zones are still to be exploited in the Mediterranean sea; who are the main suppliers; what are the technical solutions in deeper waters and finally whether offshore wind farms are the answer for the future.

Even though the size of the initial investment is an economic disadvantage for offshore wind farms, there are other advantages that should not be disregarded, such as : the large amount of open space allowing easier manipulation of large structures, better wind profiles, a clear reduction in noise hindrance to local population and a drop in injuries to migratory birds as well as creating areas where fishing is banned and acting as reserves for fish.

Actually 26GW has been installed offshore and the target is to have a full 40GW installed by 2020, which would represent the energy consumption of 20 million European homes or close to 12% of the European population.

There are still a lot of areas that can be exploited in the Mediterranean Sea such as: the southern coast of France, a part of the Lebanese coast, the coast of Tunisia, the western coast of Turkey, part of the Egyptian coast and the isles of Cyprus and Malta.



¹ Dredging International.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

Till now most substructures used, are of the monopile and GBF type. This is a consequence of most of the farms being located in shallow waters. Soon the opportunities for shallow waters will be exhausted and as a consequence future offshore wind farms will be located in deeper waters. Therefore in the next years other types of substructures will need to be developed, mostly of the floating type.

INTRODUCCION

Objetivo de la ponencia

Esta ponencia pretende abrir horizontes en cuanto al desarrollo de Parques Eólicos offshore con el fin de aumentar nuestros recursos en energía renovables de acuerdo con la directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de Europa. Dicha directiva fija un objetivo del 20% para la cuota global de energía procedente de fuentes renovables hasta el 2020. Actualmente, de acuerdo con el BP Statistical Review of World Energy 2011, la cuota global de energía procedente de fuentes renovables es de tan sólo el 2% en Europa y la antigua Unión Soviética conjuntamente.

ORIGEN DE LA PROBLEMÁTICA Y SOLUCIONES

Actualmente nuestra sociedad se abastece principalmente de las siguientes fuentes de energía: crudo, gas natural y carbón las cuales se complementan con la energía nuclear, la hidroeléctrica y las energías renovables en diferentes proporciones.

Las reservas mundiales de las principales fuentes de energía además de ser finitas se encuentran distribuidas de forma no proporcional con las concentraciones de poblaciones y sus consumos. Otro factor a tener en cuenta es que la demanda energética crece anualmente, creció un 5.6% en 2010, el mayor incremento desde 1973. Se consumieron globalmente unos 11.650 millones de toneladas de crudo equivalente (BP2011, Junio 2011) y las probabilidades de encontrar nuevos yacimientos disminuyen cada vez más.

A los problemas anteriores hay que añadir que la directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo mencionada ya, establece un objetivo del 20% para la cuota global de energía procedente de fuentes renovables cuando en junio 2010 la cuota global de energía procedente de fuentes renovables fue de tan sólo el 2% en Europa y la antigua Unión Soviética.

El objetivo para la cuota de energía procedente de fuentes renovables en el consumo de energía final bruto para 2020 para España es del 20%, para Alemania el 18%, para Portugal del 31% (Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, abril 2009).

Consumos Energéticos Mundiales

Según la BP Statistical Review, el consumo mundial de energía en 2010 fue de 11.650 millones de toneladas de crudo equivalente (Un millón de toneladas de

crudo o de crudo equivalente produce unos 4400 GWh de electricidad) repartidos como sigue:

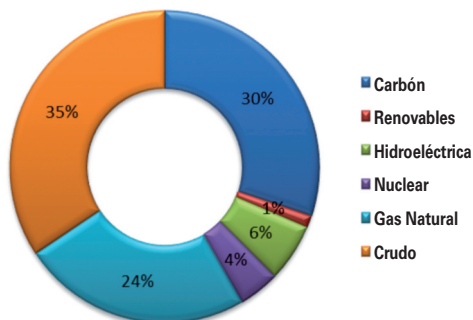


Figura 1. 11.650 millones de toneladas de crudo, consumo mundial de energía en 2010 en millones toneladas de crudo equivalente

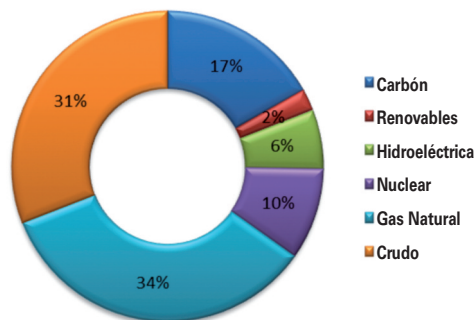


Figura 2. 99,967 millones de toneladas de crudo, consumo europeo y antigua Unión Soviética de energía en 2010 en millones de toneladas de crudo equivalente.

Por lo que se concluye que si se mantiene el consumo mundial de crudo de 2010 y no se descubren nuevas reservas de crudo, podremos abastecernos sin problemas durante 15 años más, aproximadamente hasta 2025 (1Tonelada = 7,33 barriles de crudo).

Expectativas de futuro para las energías renovables

En principio las renovables incluyen: energía procedente de fuentes renovables no fósiles, es decir, energía eólica, solar, aero térmica, geotérmica, hidrotérmica y oceánica, hidráulica, biomasa, gases de vertedero, gases de plantas de depuración y biogás... En 2010 hubo un incremento mundial del 15.5% en consumo de energías renovables* respecto al 2009 (de 137,4 millones de toneladas de crudo equivalente pasamos a 158,6 en millones de toneladas de crudo equivalente). Este incremento fue causado en su mayoría por el aumento en el consumo en eólicas Chinas y Norte Americanas (BP2011, Junio 2011).

De todas las renovables mencionadas anteriormente hay algunas que prevalecerán sobre otras o bien debido a su facilidad en montaje, económicas y de rápida rentabilidad o bien debido a que se tiene la tecnología adecuada para llevar a cabo los proyectos satisfactoriamente. Fuentes con muchas posibilidades, como las oceánica, por ejemplo, aún necesitan investigación y desarrollo intensivo para poder llevar a cabo proyectos reales.

* Renovables incluye en este caso eólicas, geotérmicas, solar, biomasa y gases de vertedero.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

¿Que ventajas tienen las eólicas, y más precisamente las eólicas offshore frente a otras fuentes renovables? En primer lugar, las instalaciones de eólicas se rentabilizan mucho más rápidamente que las solares por ejemplo y tienen una vida útil más larga. El sector de las eólicas offshore es una fuente de energía renovable muy prometedora debido principalmente a su intensidad y regularidad sin objetos que creen turbulencias y a la gran cantidad de espacio disponible comparado con el espacio libre en tierra firme.

La EWEA ha identificado 141 GW en proyectos de eólicas offshore en aguas Europeas (operacionales, en construcción, consentidas, pendiente de aceptación, o en fase de proyecto); de los 141 GW, 26 GW ya están operacionales (noviembre 2011) o se están construyendo por lo que se deduce que de cara a 2020 se podrían obtener 40 GW en offshore y se espera alcanzar 150GW para 2030.

Para alcanzar 40 GW antes del año 2020 deberían invertirse unos $65,9 \times 10^9$ Euros entre 2011 y 2020, Las inversiones anuales en 2011 fueron de $2,4 \times 10^9$ de euros** y deberían alcanzar los $10,4 \times 10^9$ anuales en 2020.

DESARROLLO DE LOS PARQUES EÓLICOS EN OFFSHORE EN EUROPA

Descripción de eólicas offshore

Un aerogenerador es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento. La energía cinética del aire, proporciona energía mecánica a un rotor, a través de un sistema de transmisión mecánico que hace girar el rotor de un generador, que convierte la energía mecánica rotacional en energía eléctrica.

Algunos factores a tener en cuenta para la construcción de parques eólicos marinos son:

- Medidas de recursos eólicos en el mar en nuestro entorno (torres de medición).
- Estudio batimétrico y geológico.
- Climatología oceanográfica.
- Modelos de oleaje.
- Vientos.
- Cimentaciones y Estructuras de soporte marinas.
- Tecnologías específicas para la adaptación de los aerogeneradores al entorno marino.
- Protección climática e impacto ambiental.
- Cables submarinos y subestaciones eléctricas marinas.
- Logística de las instalaciones marinas; puertos a proximidad.
- Bancos de experimentación en laboratorio in situ para profundizar en el comportamiento de los aerogeneradores y sus componentes.

** En el 2011 se instalaron 235 turbinas en 9 parques eólicos con un total de 866 MW con una inversión total de $2,4 \times 10^9$ de Euros.



Figura 3. Alpha Ventus, Alemania.

El Lugar ideal para la instalación de estos parques son zonas costeras con altas intensidades de vientos sin problemas en la actividad costera y sin demasiada importancia para la biodiversidad.

Las fases de la construcción de una planta eólica offshore se pueden clasificar como sigue: Acondicionamiento de un puerto a proximidad, construcción de las cimentaciones y anclajes, transporte y posicionamiento de éstas, Instalación de las torres, montaje de los rotores y finalmente tendido de los cables y conexión eléctrica.

Ventajas de los parques eólicos offshore

1. Producen electricidad limpia; la instalación de un solo aerogenerador de entre 2.5 y 3MW de potencia eólica sería capaz de producir 6 millones de kWh de electricidad anual, consumo eléctrico equivalente de 1.500 hogares europeos (Association-EWEA, Enero 2012).
2. Se eliminan la contaminación acústica y las lesiones a aves.
3. Crean una reserva pesquera que contribuye al desarrollo de especies marinas que más tarde terminan desplazándose por todo el litoral.
4. Adaptándoles una planta desalinizadora son capaces de generar agua potable, que mediante un emisario submarino, puede llegar directamente a tierra. La salmuera generada puede dispersarse con más facilidad que en la costa.

Inconvenientes

Una de las mayores desventajas es el precio con respecto al de los parques instalados en tierra, ya que el precio de kWh vendido se ve multiplicado por dos con respecto al equivalente terrestre;

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

La justificación de estos mayores costes tiene relación con el incremento en el precio del cable de conexión del parque eólico hasta tierra. Esta partida implica un sobre coste en torno al 17-34% en comparación con los parques eólicos en tierra. El desglose de costes de un parque eólico terrestre frente a parques eólicos marinos se puede dividir principalmente en 75% de los costes para los aerogeneradores en tierra (frente a 55% en offshore), 5% en obra civil en tierra frente a 20% en parques marinos y 15% en infraestructuras eléctricas para parques terrestres frente a 20% para los parques offshore.



Figura 4. Subestructura GBS (cajones) en construcción para el proyecto Thornton Bank-fase I.

Sitios idóneos en el Mediterráneo

A continuación se ilustran tres mapas, uno correspondiente al mar Mediterráneo y los otros dos a la Europa del Norte en los que se utilizan localizadores de color amarillo para señalar los proyectos en fase de estudio, con localizadores verdes los parques eólicos offshore en construcción y finalmente localizadores rojos para mostrar los parques eólicos offshore operacionales.

La Península Ibérica está situada en un entorno singular en lo que se refiere a recursos eólicos, concentrándose las posibilidades de desarrollos en cuatro grandes zonas: Galicia, Golfo de Cádiz, Costa Mediterránea, Islas Canarias. Las mejores zonas son:

- El Golfo de Cádiz, presenta zonas apropiadas para la instalación de parques eólicos marinos. La profundidad es inferior a 50 metros varias millas más allá de la costa y los vientos suelen ser bastantes fuertes y constantes. Esta es, sin duda, la mejor zona de España pudiéndose instalar hasta 10.000 MW.
- Las Islas Canarias se caracterizan por unos fondos marinos bastante profundos en la mayoría de los casos. Sin embargo, hay emplazamientos cercanos a algunas



Figura 5. Proyectos offshore planificados en el mar Mediterráneo.

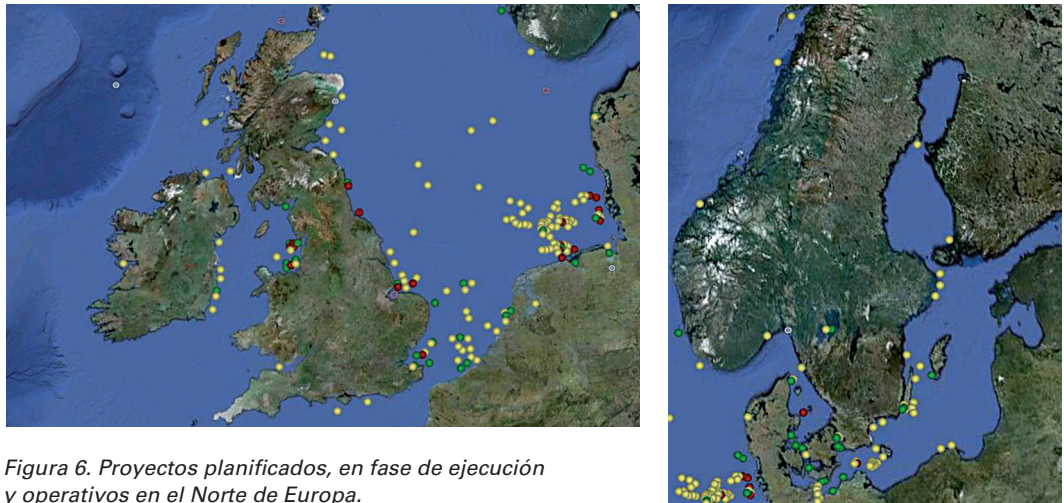


Figura 6. Proyectos planificados, en fase de ejecución y operativos en el Norte de Europa.

costas donde es posible ubicar parques eólicos. El potencial de instalación disponible estaría situado entorno a los 20.000 MW.

Mapas de vientos, batimetrías y posibles zonas de desarrollo

La costa mediterránea tiene muchas zonas que viven del turismo, por lo que habría que evitar la instalación de los parques eólicos offshore en ellas o poner los parques a una distancia mínima que impida visualizar los aerogeneradores. Algunos

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

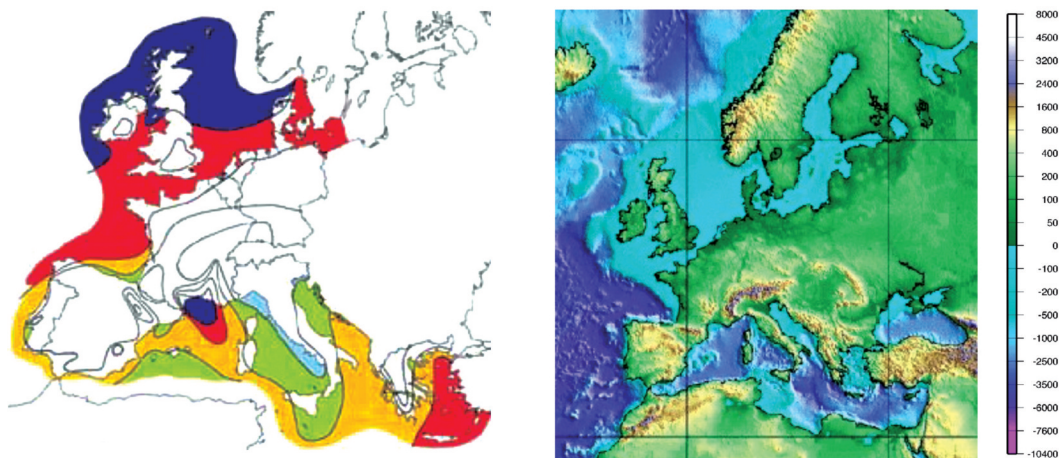


Figura 7. (Izquierda) El viento como recurso analizado a diferentes alturas, Las zonas violetas y rojas señalan las zonas con vientos de mayores velocidades.(EWEA), (Derecha) Mapa batimétrico Europeo (www.vistaalmar.es).



Figura 8. Posibles zonas a explotar teniendo en cuenta las profundidades del suelo marino y los vientos.

de estos lugares podrían ser: las Islas Baleares, Malta, Mykonos, Cerdeña, Djerba, Corfú, Córcega...

EJEMPLOS DE PARQUES Y TENDENCIAS

Thornton Bank fase 1 2 y 3

Descripción:

- Diseño, construcción , instalación de 6 subestructuras GBS y relleno de las mismas (phase 1).
- Trabajos de perforación para 49 subestructuras jackets (phase 2 y 3).

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

- Instalación de 49 jackets.
- Transporte e instalación de 48 aerogeneradores de 6MW REpower WTG's.

Equipo Utilizado

- Buzzard, Neptune, Vagant todas ellas plataformas autoelevadoras de diferentes tamaños, Rambiz (buques cargos para cargas pesadas), AHT Sea Bravo, PSV Maersk Finder, Seahorse, Breydel, Brabo.

Localización: Bélgica, Thornton Bank (25 km offshore Zeebrugge)

Cliente: C-Power N.V.

Presupuesto 435.000.000 Euros

Fecha de inicio fase 1: mayo 2007

Fecha de finalización fase 1: junio del 2009

Fecha de inicio fase 2 y 3: 1 marzo del 2011

Fecha de finalización fase 2 y 3: 12 de junio del 2013



Figura 9. Thornton Bank - C power website.

Walney fase I+II

Descripción de los trabajos:

Transporte e Instalación de 102 soportes tipo de 500 toneladas cada una.

Asistencia para la instalación en WTG de la turbina de 3,6 MW Siemens.

Equipo utilizado:

Plataformas autoelevadoras VAGANT, GOLIATH

Localización: Mar Irlandés

Cliente: DONG Energy

Presupuesto total: 52.000.000 Euros

Fecha de inicio: marzo 2010

Fecha de finalización: julio 2011



Figura 10. Equipo de Geo Sea N.V. durante la instalación de las subestructuras.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

Alpha Ventus

Descripción: Transporte e instalación de 6 turbinas de 5MW, incluyendo ingeniería y fijación en el lecho marino.

Equipo utilizado: plataformas elevadoras GOLIATH, BUZZARD

Localización: Brokum, Alemania, A 65 km de la costa y entre 25 y 30 m de profundidad.

Cliente: DOTI GmbH

Presupuesto total: 10.000.000 Euros

Fecha de inicio: agosto 2009

Fecha de finalización: octubre 2009.

SUBESTRUCTURAS OFFSHORE

La mayor diferencia entre los parques eólicos en tierra firme y los offshore es la complejidad de los trabajos civiles en éstos últimos especialmente en las infraestructuras y soportes requeridos para el apoyo de los aerogeneradores.

Para los parques eólicos offshore las infraestructuras y las cimentaciones representan un 20% del capital a invertir.

El factor principal a tener en cuenta es la profundidad del fondo marino y el tamaño de las turbinas a transportar e instalar.

La mayoría de parques eólicos que se hayan instalados en aguas con profundidades inferiores a 25 metros utilizan como base las subestructuras Monopilotes (en el 62% de los casos), por su facilidad en producirse y en ser instaladas. En segunda posición les siguen las estructuras base de gravedad GBS (cajones) y una minoría por jackets.

Otro factor a tener en cuenta es la presencia cada vez más escasa de zonas poco profundas por lo que Monopilotes en zonas más profundas no son del todo adecuadas y las estructuras GBS se encarecen significadamente a mayores profundidades.

La clasificación de las subestructuras utilizadas como base para la instalación de los aerogeneradores es la siguiente:

- No flotantes en aguas poco profundas: monopilotes y GBS (estructura de gravedad).
- No flotantes en aguas profundas: estructura con base espacial tripodes, tri pilotes y jacket.
- Flotantes en aguas profundas: Bases Spar, TPL y jackets flotantes.

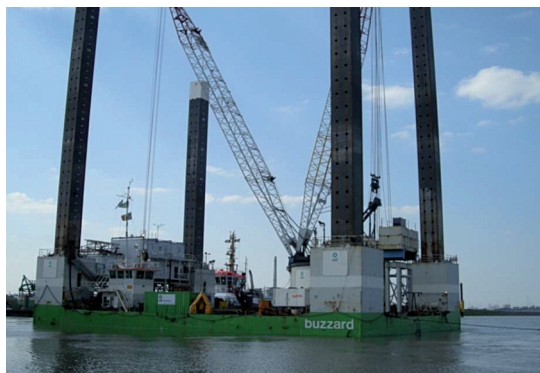


Figura 11. El Jack up Buzzard durante los trabajos de montaje.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

Los soportes monopilotes (figura 12) pueden describirse como pilotes de acero introducidos en el lecho marino, el diámetro de los pilotes viene determinado por la profundidad de las aguas y por la máxima potencia de las turbinas. El inconveniente de este sistema es la inestabilidad de los pilotes en aguas profundas. En el futuro se podrían aumentar los diámetros para reducir la flexibilidad y conseguir la instalación en aguas a más de 25 m de profundidad.

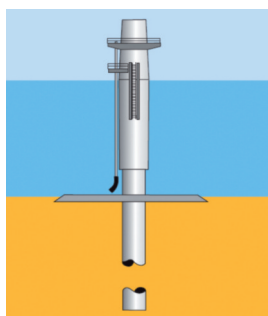


Figura 12. Soporte Mono-pilotes (Association-EWEA, enero 2012).

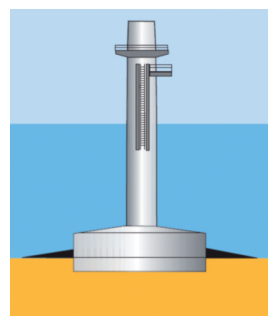


Figura 13. Soporte GBS (Association-EWEA, enero 2012).

Los soportes GBS (gravity-based structures) (figura 13) son cajones que están diseñados para evitar tensiones entre la base de la estructura y el lecho marino. Estas estructuras se construyen en hangares para posteriormente ser transportadas hasta la zona de instalación. Una vez que se encuentran en la posición correcta de montaje se rellenan con arena, hormigón, roca, hierro...

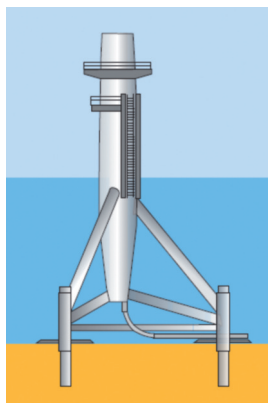


Figura 14. Soporte trípode.

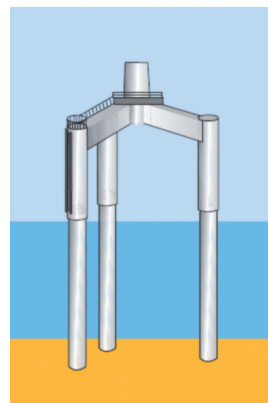


Figura 15. Soporte pilotes.

Hasta el momento para estas estructuras se han utilizado cajones cónicos o cilíndricos los cuales se montan directamente en un área preparada en el lecho marino. Sus dimensiones aumentan proporcionalmente con la potencia de las turbinas, el oleaje y la profundidad del agua. Hasta el momento están dimensionadas para funcionar hasta profundidades de 30m, El Thornton Bank fase I es un ejemplo.

Trípodes: (figura 14) La conexión de este tipo de cimentaciones con el lecho marino se hace con una estructura piramidal de pilotes. La estructura es de acero, el eje central del trípode se une a la turbina. Las dimensiones de la base y la distancia a penetrar en el lecho marino se ajustan a las condiciones del suelo y a condiciones medioambientales. Los diámetros de los pilotes de estas estructuras son entre 2 y 3 m. Las dimensiones también aumentan proporcionalmente con la potencia de las turbinas, oleaje y profundidad. Su rango de utilización se encuentra entre 20 y 50 m de profundidad del lecho marino.

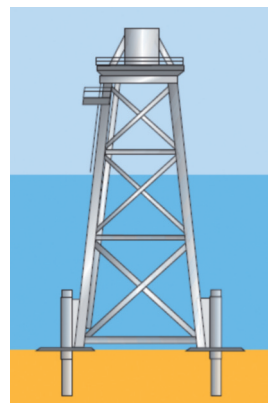


Figura 16. Soporte jacket.

Tri-pilotes: (figura 15) La pieza de unión entre los pilotes y el eje central se sitúa por encima del nivel del mar.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

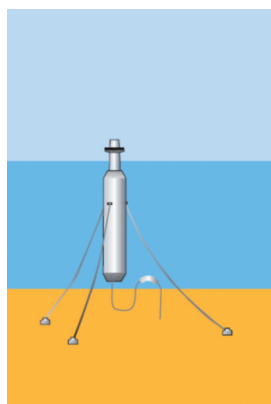


Figura 17. Spar.

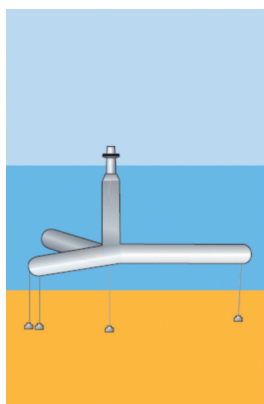


Figura 18. TPL.

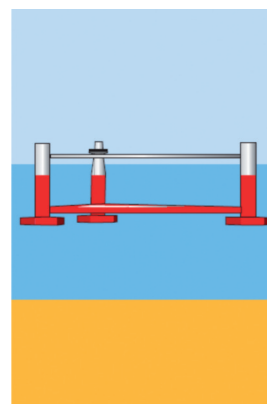


Figura 19. Jackets.

Jackets: (figura 16) la diferencia base entre estas estructuras y las dos anteriores es la mayor distancia del acero hasta el eje central que une la cimentación y turbina. Se han utilizado en los proyectos de Beatrice Demonstrator (2006), en Alpha Ventus (2009), Ormonde (2011).

Paralelamente a estos soportes, existen otros de tipo flotante que están diseñados para resolver los problemas de aguas profundas (sobre todo en el Mediterráneo y en Noruega). A partir de 50 m de profundidad estas estructuras podrían resultar más económicas que las subestructuras clásicas. Además se pueden añadir otras ventajas del tipo mayor flexibilidad en los procedimientos de construcción e instalación, la habilidad de transferir los esfuerzos al agua en vez del suelo y de fácil desmantelamiento. Actualmente se están llevando a cabo diferentes proyectos in situ para posterior desarrollo de las soportes flotantes en diferentes zonas europeas: Hywind (Statoil) en Noruega, Vertiwind (Technip) en Francia, Zéfir Test Station (Catalonia Institute for Energy Research), Windfloat (Principle Power) en Portugal y otros.

Algunos de las compañías que están haciéndose un hueco en el mercado de fabricación de estructuras para offshore son: Sif Group y EEW (proveedores de soportes monopilote), Smulders, Bladt y BiFAB (proveedores de soportes monopilotes y jackets), Strabag (proveedor de GBS)...

A continuación se pueden visualizar los soportes descritos en la página anterior

EQUIPOS MARÍTIMOS A UTILIZAR

A continuación se enumeran algunas de las compañías clave que participan en la construcción de parques eólicos offshore:

- Fabricantes de turbinas eólicas (Siemens, Vestas, Repower, Gamesa, Alstom...).
- Fabricantes de estructuras y cimentaciones (SIF, Smulders, Bladt, EEW...).
- Proveedores de equipos eléctricos (ABB, Siemens energy, Alstom Grid, C&G...).
- Contratistas marinos (GeoSea, A2Sea, MPI, Fred Olsen...).

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

- Proveedores de cables (Nexans, Prysmian, ABB NKT, DRAKA...).
- Instaladores de cables (Technip, CT offshore, Global Marine...).
- Contratistas EPCI (DEME, Van Oord, Fluor, Saipem...).
- Autoridades Portuarias (en el norte de Europa principalmente).

Contratistas Marinos pueden proveer equipos de diferentes tamaños y para diferentes aplicaciones durante las fases de análisis de suelos e instalaciones de los parques eólicos offshore. Como mínimo son necesarios:

Plataformas autoelevadoras (Jack ups), Buques grúa con patas estabilizadoras (Leg-stabilised crane vessel), buques cargos para cargas pesadas (Heavy lift cargo vessel), buques semi sumergibles para cargas pesadas, Shearleg crane barge (Rambiz) y Floating dumb barge with crane.

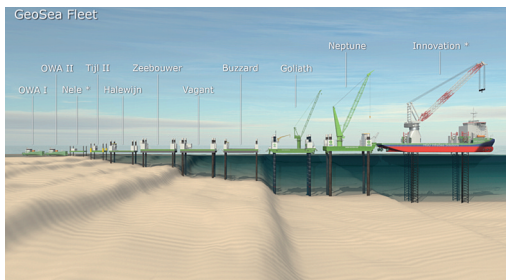


Figura 20. Flota de Geo Sea.



Figura 21. Plataforma Buzzard.

La razón principal por la cual se pueden desarrollar favorablemente las plantas eólicas marinas es que en plena mar existen vientos de mayor intensidad y con menos turbulencias que en tierra debido a la inexistencia de obstáculos.

Otra ventaja de los parques eólicos offshore es el transporte de material tal que palas, torres y maquinaria de gran tamaño es más sencillo que por carretera. A estas ventajas hay que añadir que al ser los vientos menos turbulentos que en tierra se amplía el período de la vida útil del aerogenerador.



Figura 22. Grúa Rambiz.

INFRAESTRUCTURAS, LOGÍSTICA Y SOSTENIBILIDAD

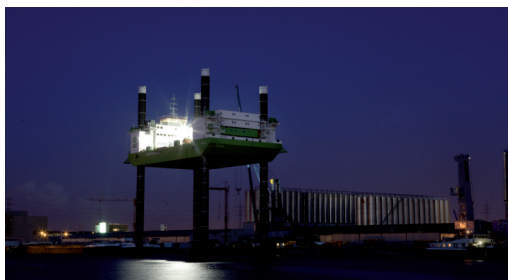


Figura 23. Plataforma Goliath.



Figura 24. Draga Breydel.

La EWEA, estima que en 2020, 40 GW instalados en offshore producirán 148 TWh anualmente, lo que representa 4% de la demanda eléctrica europea. Entre 2020 y 2030 se esperan 110 GW instalados en aguas europeas.

CONCLUSIÓN

El objetivo de esta ponencia era el de averiguar: Cuales son las posibilidades reales de abastecernos a nivel Europeo, concretamente en el Mediterráneo, mediante parques eólicos offshore?; Donde se sitúan las zonas que quedan por explotar en el Mediterráneo?; Qué sectores de la industria intervienen en la creación de estos parques?; Cuales son las soluciones técnicas a adoptar? y en definitiva Si los parques eólicos marinos son justificables a nivel energético?

El hecho que las principales fuentes de energía del momento (crudo, GN y carbón) sean fuentes que perecerán con el tiempo, aproximadamente en 2025 las reservas se habrán disminuido fuertemente, hace que no sólo la unión Europea sino también toda nuestra sociedad se desvíe de las fuentes tradicionales para explotar otras posibilidades, en este caso las eólicas offshore.

Es importante guardar en mente que aunque la inversión inicial para llevar a cabo la instalación de un parque eólico offshore sea más costosa que un parque eólico en tierra debido al sobrecoste de las estructuras, a la mayor cantidad de cableado debido a la distancia a alcanzar hasta el parque y a la mayor distancia entre los aerogeneradores para evitar interferencias entre ellos, las ventajas de instalar un parque eólico en el mar son considerables, primeramente a causa de la gran cantidad de áreas que quedan por explotar además de eliminarse la contaminación acústica, la disminución de las lesiones en aves migratorias y a largo término fomenta la creación de reservas pesqueras.

Hoy en día, en aguas europeas se tienen instalados 26GW en alta mar y se prevé alcanzar 40GW antes del 2020, si se consiguieran los objetivos marcados se podría cubrir el consumo del 4% de la demanda eléctrica europea, pero sobre todo en la parte norte de Europa.

En el Mediterráneo aún quedan muchas zonas por explotar principalmente en la costa francesa, parte de la costa libanesa y Túnez, la costa oeste turca, el norte de Chipre, en Malta y parte de la costa egipcia.

Los soportes para los aerogeneradores que se llevan utilizando hasta el momento son básicamente los monopilotes y los cajones (GBS) debido a que hasta el momento la mayoría de parques se han instalado en aguas con profundidades inferiores a 40m. Pero en aguas más profundas, como es el caso en el mar Mediterráneo, estos sistemas tienden a ser inestables o demasiado costosos (en el caso de los cajones) por lo que en los próximos años se deberán desarrollar y optimizar las técnicas para los soportes de tipo flotantes: tipo Spar, TPL o jackets.

Europa del Norte, lleva por el momento la ventaja respecto a la Europa de Sur lo que implica que la mayoría de proveedores y promotores se encuentran también en el norte, pero hay que recordar que España es el cuarto país mundial en producción eólica en tierra firme por detrás de Alemania, EEUU y China además de estar en el mediterráneo. Las posibilidades de inversión y explotación de cara a 2020 son reales y hay que aprovecharlas.

REFERENCES

www.c-power.be. (2012, enero).

(abril 2009). Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. Estrasburgo.

ÁLVAREZ, C. (nov 2006): Energía eólica - Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía.

ASSOCIATION-EWEA, E. W. (enero 2012): The European offshore wind industry key 2011 trends and statistics. EWEA.

EWEA, T. E. (noviembre 2011): Wind in our Sails. EWEA.

(Junio 2011): BP statistical Review of World Energy.

www.vistaalmar.es. (s.d.).

