

XIV JORNADAS ESPAÑOLAS DE INGENIERÍA DE
COSTAS Y PUERTOS
Alicante 24 y 25 de mayo de 2017



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

XIV Jornadas españolas de ingeniería de
Costas y Puertos

Alicante, 24 y 25 de mayo de 2017

Editora científica

M. Esther Gómez-Martín

EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Congresos UPV

XIV Jornadas españolas de ingeniería de Costas y Puertos

Editora científica

M. Esther Gómez-Martín

© de los textos: los autores

© imagen de portada: “Hidra imagen aérea” (hidraimagen.com)

© 2018 Editorial Universitat Politècnica de València

www.lalibreria.upv.es / Ref.: 6401_01_01_01

ISBN: 978-84-9048-619-1

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo edicion@editorial.upv.es.

Barcos para la construcción de parques eólicos offshore: ventanas temporales y clasificación COVEMA

Luengo, Jorge^a; García, Javier^b; Negro, Vicente^c; López-Gutiérrez, José Santos^d y Esteban Pérez, María Dolores^e

^aDpto. Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Alicante. Universidad de Alicante, jlf17@alu.ua.es, ^bDpto. Ingeniería Civil. Escuela Politécnica Superior de Alicante. Universidad de Alicante, javier.garciabarba@ua.es, ^cDpto. Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, vicente.negro@upm.es, ^dDpto. Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, josesantos.lopez@upm.es, ^eDpto. Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio Ambiente. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, mariadolores.esteban@upm.es.

Resumen

En la presente investigación se ha hecho un estudio de los buques que han participado en la construcción de los principales parques eólicos desarrollados hasta el momento. Se han estudiado fases de construcción, etapas de desarrollo de los parques y plazos. Así mismo, se han analizado rendimientos de los barcos y equipos de construcción, tripulación y operarios de cada uno y características técnicas.

Estudiados todos los equipos, se ha procedido a su caracterización según distintos criterios. El resultado es la clasificación matricial de barcos COVEMA (CONstruction VEssels MATrix), que se expone en el presente artículo.

En primer lugar, el artículo realiza una breve descripción de los distintos buques implicados en la construcción de los parques eólicos offshore para, a continuación, caracterizarlos según los criterios mencionados y clasificarlos así en la matriz mencionada.

Palabras clave: Barcos, construcción, parques eólicos, offshore, clasificación, buques, matriz, COVEMA

1. Introducción

En las últimas décadas, la Ingeniería eólica ha dado el gran salto desde tierra firme al medio marino. El desarrollo de parques cada vez más grandes, unido a la instalación de aerogeneradores de mayor tamaño y potencia, así como la creciente demanda energética social, medioambiental y política, han hecho que dichos parques cada vez se diseñen a mayores profundidades: es la era de la Ingeniería Eólica Offshore.

Para ello se emplea gran cantidad y tipología de barcos de construcción. Éstos serán reutilizados, más tarde, en las fases de O&M de los parques. Del diseño y uso de dichos buques depende en gran medida el éxito de la instalación offshore.

2. Barcos usados en la construcción de parques eólicos offshore

Para la construcción de parques eólicos en alta mar entran en juego muy diversas tipologías de buques. Cada uno tiene unas dimensiones, morfología y funciones muy diferenciadas del resto. Una parte considerable de los mismos será usada de nuevo una vez el parque haya sido construido: también se encargan de las actividades de O&M durante la vida útil de la instalación.

Las operaciones desarrolladas por los barcos citados no se encuentran únicamente centradas en las tareas de construcción e instalación de las máquinas propiamente dichas (estructuras, cimentaciones, tendido de cables, acondicionamiento del lecho marino...), sino que también se encargan de las actividades auxiliares, en ocasiones tan importantes como las principales.

A continuación se van a exponer brevemente los distintos barcos empleados para la construcción de los parques eólicos.

2.1 Dragas

Las dragas se emplean para preparar el lecho para recibir cimentaciones de tipo directo (en aguas no demasiado profundas) y para acondicionar el mismo para fondear cables y conducciones (esto último más en O&G) entre los distintos aerogeneradores, y entre el parque y tierra firme.

Las dragas pueden clasificarse principalmente en dos grandes grupos: dragas mecánicas y dragas de succión. Las primeras se emplean en terrenos cohesivos y las segundas en arenas. Las dragas de succión son las más usadas en la actualidad, ya sean de succión estática o en marcha.

Una variante de las dragas de succión son las TSHD (“trailing suction hopper dredges”), equipadas con lanzas tipo jet en la cabeza de succión, que permiten arrancar el material en terrenos con cohesión media. Algunas incluso incluyen un elemento cortante en la cabeza, como las CSD (“cutter suction dredges”), que permiten dragar en terrenos con presencia de rocas o bolos.

Las dragas de succión más grandes del mundo son la Cristóbal Colón y la Leiv Eriksson, ambas construidas en Sestao y propiedad de la naviera Jan de Nul.



Fig. 1. A la izquierda, vista general de la tubería de succión (en negro) y de los pórticos de maniobra (en amarillo) de la Cristóbal Colón. A la derecha, descargando por proa

2.2 Buques Heavy-Lift

Se emplean para la instalación de las subestaciones de transformación, que son el elemento de más peso del parque. Para ello, las elevan desde el nivel del agua (dichas subestaciones suelen llegar al parque sobre una pontona) gracias al puente grúa, y las instalan sobre la cimentación previamente construida. También se usa en la instalación de topsides en O&G.

Uno de los más famosos en esta tipología es el Versabar VB-10.000, heavy-lift de tipo “bottom feeder” (izado desde abajo), capaz de izar hasta 7.500 toneladas de peso.



Fig. 2. A la izquierda, el Versabar VB-10.000 instalando un topside. A la derecha, con la herramienta “garra” instalada

2.3 Buques semisumergibles

Se emplean para el transporte de elementos pesados desde su fabricación en puerto hasta su instalación en el parque. Las cimentaciones de gravedad tipo GBS o las celosías se transportan en este tipo de buque.

Algunos autores los consideran heavy-lifts. La diferencia entre ambos es que los semisumergibles no izan las cargas por encima del casco, sino que las transportan sobre él. Para ello, se sumergen parcialmente lastrando sus tanques con agua. Cuando la carga descansa (a flote) sobre ellos, se elevan vaciando dichos tanques, quedando así la carga apoyada sobre la cubierta del buque, lista para ser transportada. El problema principal de estos buques es, por tanto, que no todos los puertos tienen calado suficiente para garantizar su maniobra.

También se les conoce como buques FOFO (Float-on, float-off).

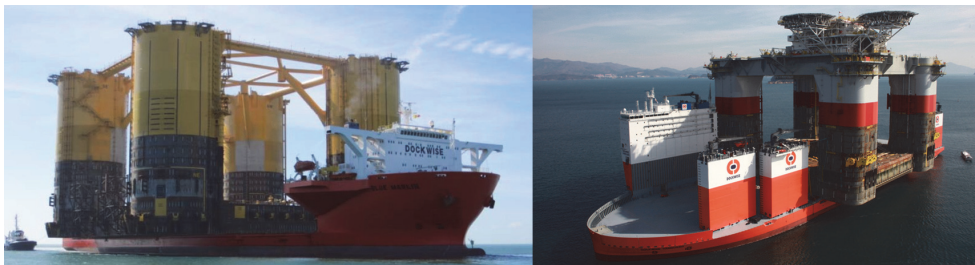


Fig. 3. El Blue Marlin (izquierda) y el Dockwise Vanguard (derecha)

2.4 Remolcadores

Son buques de tipo auxiliar, que dan soporte en la entrada y salida de grandes buques con poca maniobrabilidad en el puerto o dentro del parque eólico. También transportan elementos en flotación y pontonas auxiliares para la construcción de los parques eólicos.

Tienen dimensiones reducidas, que les garantizan una gran maniobrabilidad. Además, van equipados con máquinas muy potentes, capaces de remolcar buques mucho más grandes y pesados que ellos.



Fig. 4. El Bourbon Liberty 228 durante la instalación del Windfloat I (Portugal)

2.5 Buques para tendido de cables

Se emplean para la colocación de los cables eléctricos desde el parque hasta tierra firme. Los cables, una vez colocados, descansan directamente sobre el lecho, con o sin banqueta de protección frente a la socavación. Son descendientes de los buques de tendido de tuberías en la industria de O&G.

En el parque, los cables son conectados con cada aerogenerador por medio de ROVs (Remote Operated Vehicles), que los introducen por el tubo J, desde donde se prolongan hasta la nacelle. En tierra firme, el cable discurre enterrado en zanja.

La etapa crítica de la instalación de los cables es el tendido de los mismos desde los tambores en que se encuentran arrollados en el buque hasta el lecho marino. El sistema empleado se puede caracterizar de acuerdo con tres clasificaciones:

- Según la forma que adquiere el cable durante el tendido. Disposición en S (profundidades medias) o disposición en J (grandes profundidades).

- Según la flexibilidad del cable. Tendido flexible libre (para cables delgados en los que los esfuerzos de flexión y torsión no penalizan en exceso), o tendido guiado (en caso contrario).
- Según el almacenamiento del cable en el buque. En tambores de eje horizontal o en tambores de eje vertical.

2.6 Buques de instalación de turbinas

Se encargan de montar las máquinas de los aerogeneradores sobre las estructuras previamente cimentadas. Se trata de pontonas con jack-ups que van equipadas con grúas en cubierta, que permiten el izado de las máquinas hasta su posición final.

Una vez llegan al emplazamiento del aerogenerador, estos barcos se ubican en el lugar exacto gracias a sus sistemas de posicionamiento dinámico y despliegan los jack-ups. Los más potentes del mercado miden 105 metros y pueden izar el barco hasta 17 metros sobre el nivel del mar, a una velocidad de despliegue de 1,2 m/min.

Es mucho más sencillo y eficiente trabajar al mismo nivel que la nacelle que trabajar desde debajo de ella. Además, de este modo los derricks necesitan menor longitud de pluma, por lo que para el mismo momento de carga, pueden elevar pesos mayores.

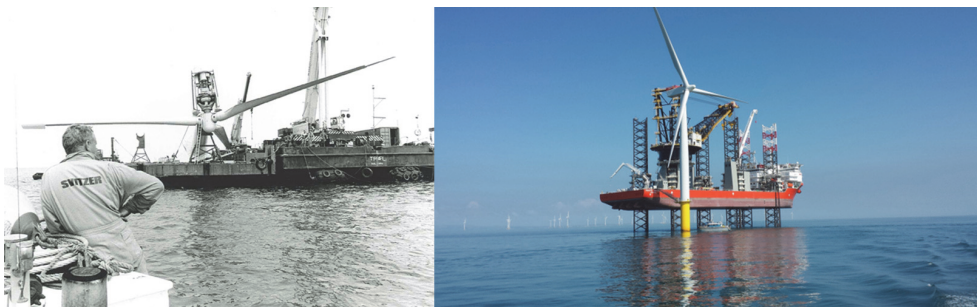


Fig. 5. A la izquierda, instalación de palas y nacelles en los primeros parques mediante pontona y grúa. A la derecha, los derricks del Pacific Osprey colocando las palas a un rotor

2.7 Buques de izado

Constituyen una parte esencial en la construcción de los parques, no sólo durante la fase de construcción, sino también durante las de O&M, e incluso de cara al desmantelamiento. Existen tres tipos principales de grúas marinas:

- Barcos-grúa. Son las más comunes. Son autopropulsadas y tienen una capacidad de izado de 2.000-3.000 toneladas. En la fig. 6, a la izquierda.
- Semisumergibles. Su capacidad para sumergirse parcialmente les otorga gran estabilidad, lo que hace que incrementen notablemente su capacidad de izado con respecto a los barcos-grúa, pudiendo elevar hasta 14.000 toneladas. En la fig. 6, en el centro.
- Grúas flotantes tipo sheerleg. Capaces de izar hasta 4.000 toneladas. En la fig. 6, a la derecha.



Fig. 6. Distintos buques de izado empleados para la construcción de parques eólicos

2.8 Turbine transfers

A pesar de que suelen considerarse más como barcos de O&M, también son empleados durante la construcción de los parques. Debido a sus reducidas dimensiones, no pueden transportar gran cantidad de operarios simultáneamente. Sirven para embarcar y desembarcar operarios desde los aerogeneradores.

Tienen diferentes disposiciones de casco (estrecho, catamarán, trimarán...), que buscan garantizar al máximo posible la estabilidad del buque y que los movimientos provocados por el oleaje sean suaves, de cara a una operatividad óptima. Estos cascos trabajan encarando las olas sin remontarlas, ganando así estabilidad y reduciendo el cabeceo y la arzada. Las atacan “cortándolas”, lo que le da nombre al tipo de cascos más utilizados “Wave Piercing, WP”. Un ejemplo de este tipo de buques es el Stril Luna, construido en España.

2.9 Buques de transporte de personal

Están diseñados para transportar desde el puerto de servicio al parque eólico a los equipos humanos, a relativamente grandes velocidades. Algunos también transportan agua o fuel-oil, denominándose en estos casos FSV (“Fast Support Vessel”).

A diferencia de los turbine transfers, tienen aforo elevado de pasajeros. Como contrapunto, debido a su mayor tamaño, su maniobrabilidad se ve reducida, no pudiendo navegar dentro del parque eólico, por lo que para desembarcar en él, los operarios abordan a una embarcación menor (tipo turbine transfer), que sí tiene maniobrabilidad suficiente para desplazarse dentro del parque, y así llegar a los aerogeneradores.



Fig. 7. El Esnaad 715 (asistido por lancha de apoyo) y el BS Maresias

2.10 Buques de emergencia y respuesta rápida

Juegan un papel importante en situaciones de emergencia. Por tanto, deben tener potencia suficiente para poder navegar a altas velocidades de crucero, gran maniobrabilidad e instalaciones aptas para trabajar en condiciones adversas. Se emplean tanto en eólica como en Oil & Gas.

Uno de los más avanzados es el Esvagt Aurora, diseñado y construido en España. Presenta una estructura de casco invertido (X-bow), lo que le permite encarar las olas de manera óptima en condiciones de temporal, así como navegar a mayor velocidad que otros buques sin perder estabilidad transversal o sufrir demasiado cabeceo.



Fig. 8. El Esvagt Aurora, que opera en el Atlántico Norte, donde es conocido como “The Angel of the North”

2.11 Buques de suministro

Se encargan de transportar materiales y equipos hasta el parque offshore. Son lentos, se trata de barcos en los que prima la capacidad de transporte sobre cubierta y en bodegas sobre la velocidad y maniobrabilidad. Por tanto, a menudo necesitan el apoyo de remolcadores para posicionarse y realizar maniobras en el interior del parque.

Transportan tanto herramientas, materiales y equipos, como materiales, agua potable, fuel-oil, comida o equipos humanos. Suelen estar equipados con doble casco.

Sirve como ejemplo de esta tipología el Edda Ferd, buque construido en España, el cual se puede observar en la siguiente imagen.



Fig. 9. El Edda Ferd cruzando el viaducto de Los Santos, tras abandonar los astilleros Gondán en Castropol

2.12 Buques de apoyo

Colaboran en las diversas labores de construcción del parque, teniendo cada uno, en función de su equipamiento, distintas tareas asignadas. Un ejemplo de este tipo de buques es el Stril Luna, ya comentado en el apartado de Turbine Transfers.



Fig. 10. El Stril Luna, con su casco tipo WP, y el Skandi Africa

2.13 Floteles

El término “flotel” se refiere a hotel flotante. Se trata, por tanto, de barcos que se dedican a albergar a los trabajadores en larga estancia. Aunque todos los buques descritos en los epígrafes anteriores tienen instalaciones que permiten vivir a los trabajadores, no están especialmente diseñados para ello. Los floteles sí. Se trata de buques de gran envergadura, por lo que disponen de reducida maniobrabilidad.

La mayoría de floteles son buques de apoyo transformados, a los que se les han añadido módulos habitacionales. Es el caso del Edda Fjord, con capacidad para 350 personas.

El español Edda Fides fue el primer flotel construido ex profeso. Tiene capacidad para alojar a 600 personas.



Fig. 11. A la izquierda, el Edda Fjord, adaptado con módulos habitacionales para ser transformado en flotel. En el centro y a la derecha, el Edda Fides

2.14 Otros buques y equipos

Aparte de los comentados anteriormente, también se emplean otros equipos, como ROVs, pontonas, barcasas, plataformas flotantes, barcos de hinca de pilotes, fingers, buques hormigonera...

3. Caracterización de buques

Una vez descritos los distintos barcos que participan en la construcción de los parques eólicos offshore, se han caracterizado estos con el objetivo de poder clasificarlos de acuerdo con los criterios expuestos a continuación.

3.1 Concepto de ventana temporal de actuación

Cada buque presenta un rango de operatividad compatible con las acciones climáticas existentes en la obra. Se ha caracterizado dicha operatividad considerando únicamente la variable meteorológica principal: el oleaje.

En el caso de España, el Organismo Público Puertos del Estado presenta un sistema de medidas y registros oceanográficos que facilita mediante el procesado de series históricas de datos climáticos, el ajuste estadístico anual (Weibull y/o Gauss) y de extremos (Weibull-Poisson y/o Pareto-Poisson) y la concreción de las excedencias, facilitando la respuesta a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuáles son las duraciones medias, y máximas de las excedencias observadas por encima o debajo de un umbral?
- ¿Cuál es el promedio anual o estacional de rachas cuya duración supera un cierto número de días?
- ¿Cuál es el porcentaje de tiempo, sobre el tiempo total observado, ocupado por rachas de oleaje cuya duración supera un cierto número de días?

Por ejemplo, en el caso de una draga de succión en marcha la limitación de trabajo se sitúa en $H_s=2,50$ m.

En un emplazamiento situado en el Atlántico Norte entre la frontera de España y Portugal, la duración media en horas es de 50, mientras que la máxima se sitúa en 850. (Datos obtenidos de la boya de Cabo Silleiro).

Así, la draga podrá realizar los siguientes trabajos:

- 1) Operaciones que requieran menos de 50 horas de operación del buque (la mayoría).
- 2) Operaciones en lugares con altura de ola significativa menor de 2,50 metros.

3.2 Concepto de maniobrabilidad

Se ha desarrollado una correlación entre las dimensiones principales de los parques eólicos y la geometría de los buques que participan en su construcción, clasificando estos últimos según si las actividades que desarrollan (o pueden desarrollar) se ubican dentro del parque eólico, en las inmediaciones del mismo, en el puerto de servicio, etc.

Así, siguiendo el ejemplo del concepto anterior, una draga de succión en marcha no podría maniobrar dentro del parque eólico, debido a las reducidas dimensiones de éste, las grandes del buque y la no excesiva maniobrabilidad de la misma. Por tanto, las tareas que debe realizar se harán fuera del mismo, o antes de que sean instalados los aerogeneradores.

3.3 Concepto de equipamiento de los barcos y actividades que desempeñan. Reciclaje

Una parte de los barcos están diseñados para desarrollar una sola actividad o fase, mientras que otros son de tipo multipropósito. La caracterización en cuanto al número de actividades que desarrolla cada uno, así como su potencial rehabilitación (“reciclaje”) para desarrollar otras distintas a las inicialmente diseñadas resulta fundamental para reutilizar los barcos en las actividades de O&M durante la vida útil de los parques.

Siguiendo con el mismo ejemplo que hasta ahora, las dragas son barcos muy especializados, que no pueden desarrollar actividades que se alejen del campo de trabajo para el que han sido diseñadas.

3.4 Concepto de habitabilidad y transporte de equipos humanos

Cada vez trabajan equipos humanos más grandes en las obras en alta mar. El transporte de personas al emplazamiento de la obra o al puerto de servicio, así como la habitabilidad de corta (barcos de apoyo), media (barcos de transporte de personas), y larga (floteles) duración condicionan en gran medida la velocidad de avance de las obras y los costes derivados de personal.

En general, cualquier buque podrá transportar tripulación y alojarla en sus instalaciones, como puede ser el caso de una draga de succión en marcha. Aunque no se trate de un buque especializado en este campo, puede desarrollar estas tareas sin demasiadas complicaciones (prueba de ello es que la mayoría de los floteles actuales son buques multipropósito reciclados, como se ha comentado anteriormente). Por tanto, podría alojar equipos humanos en corta estancia, no así en media y larga.

En el presente epígrafe se ha procedido a la descripción, a modo de ejemplo, de la caracterización de un solo buque, la draga de succión en marcha. Una vez caracterizados todos los buques descritos en el artículo, se han clasificado en la matriz semafórica COVEMA, que se muestra en la última página del presente estudio.

4. Resultados de la investigación: Clasificación COVEMA

Una vez caracterizados los barcos según los conceptos anteriores, éstos han sido recogidos en una matriz de doble entrada de tipo semafórico que permite clasificarlos según su adecuación para el desarrollo de las distintas actividades de construcción en los parques eólicos offshore. Dicha clasificación original, recibe el nombre de COVEMA: CONstruction VEssels MATrix. Su aspecto puede observarse en la última página como síntesis del trabajo desarrollado.

5. Conclusiones

En primer lugar, merece la pena analizar la matriz resultado de la presente investigación por filas. Como puede observarse, existen barcos muy especializados, que poco o nada se prestan a ser “reciclados” para llevar a cabo otras labores distintas para las que han sido diseñados inicialmente. Este es el caso, por ejemplo, de los heavy-lifts, en los cuales se observa que presentan algunas celdas verdes (su especialidad) y muchas rojas (actividades que con la tecnología actual no pueden ser llevadas a cabo por dichos buques), mientras que no tienen ninguna o casi ninguna celda naranja, señal de que no pueden ser aprovechados para llevar a cabo actividades distintas de aquéllas para las que han sido diseñados.

Por el contrario, existen buques más generalistas, como es el caso de los remolcadores o los barcos de apoyo, en los cuales puede observarse que abundan las celdas naranjas o verdes, signo de que pueden llevar a cabo actividades muy diversa, e incluso distintas a aquéllas para las que han sido diseñados. Se prestan, por tanto, a su “reciclaje”.

A continuación, se analiza la matriz por columnas. Como puede observarse, existen actividades muy especializadas, como es el caso de la realización de conexiones submarinas (de cables, conducciones, etc), que sólo pueden ser llevadas a cabo por una o dos tipologías de barco. Por el contrario, existen actividades más generalistas, como puede ser el transporte de personas, que pueden ser llevadas a cabo por diferentes tipos de barcos, sin necesidad de una especialización excesiva.

De acuerdo con lo anterior, si se busca una mayor reutilización de barcos y aprovechamiento de los existentes para el desarrollo de distintas actividades, deberán emplearse barcos con mayor cantidad de celdas verdes y naranjas, y actividades que, en la medida de lo posible, puedan ser llevadas a cabo por distintos y variados tipos de barcos.

6. Agradecimientos

La investigación objeto del presente artículo ha sido financiada mediante una beca de Doctorado de Obra Social La Caixa, a la que se agradece el apoyo económico para llevar a cabo el desarrollo de los trabajos.

Referencias

- DEL CAMPO, J.M. y NEGRO, V. (2010). *Maquinaria y medios auxiliares en obras marítimas* título en cursiva. ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (UPM).
- DONG ENERGY. *Wind Power*. <<http://www.dongenergy.com/en/our-business/wind-power#>> [Consulta: 15 de mayo de 2017]
- IMCA, INTERNATIONAL MARINE CONSTRUCTORS ASSOCIATION. *Marine division*. <<https://www.imca-int.com/divisions/marine/industry>> [Consulta: 15 de mayo de 2017]
- PUERTOS DEL ESTADO. (2008). *Guía de buenas prácticas para la ejecución de obras marítimas*. Ministerio de Fomento.
- PUERTOS DEL ESTADO. (1991). *Atlas de clima marítimo, ROM 0.3-91*. Ministerio de Fomento.
- Sadeghi, K. (2008). "Significant guidance for design and construction of marine and offshore structures" en *GAU Journal of Social & Applied Sciences*, vol. 4, issue 7, p. 67-92.
- TECHNIP-FMC TECHNOLOGIES. *2015 Activity and sustainable development report*. <http://www.technip.com/sites/default/files/technip/fields/publications/attachments/exe_technip_radd2015_gb_pap> [Consulta: 15 de mayo de 2017]
- 4C OFFSHORE. *Construction & maintenance vessels*. <<http://www.4coffshore.com/windfarms/vessels.aspx?catId=3>> [Consulta: 15 de mayo de 2017]

	Emergencies and accidents	Tower boarding - unboarding	Long stay accommodation	Temporary accommodation	Crew transportation	Materials supply	Anti-scouring foundations fills	J-tube plugging	Submarine connections	Substations installation	Turbines installation	Towers installation	Cable protection riprap fill	Cable laying	Trenching	Jackets installation	Monopiles installation	GBS installation	Transp.	Foundation & superstructure	Dredging	Previous works	
Dredges	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Heavy-lifts	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Semisubmersibles	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Tugs	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Cable layers	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Turbine inst. vessels	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Fallpipes	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Floating platforms	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Towage	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Turbine transfers	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Crewboats	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
ERRV	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
PSV-OSV	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Support Vessels	Green	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
Flotels	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
ROVs	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red