

DESARROLLO DE SOLUCIONES DE CIMENTACIÓN OFFSHORE AUTOFLOTANTES Y AUTÓNOMAS EN EL PROCESO DE FONDEO MEDIANTE EL USO DE CAJONEROS. CASO PRÁCTICO DE LAS CIMENTACIONES DE LOS CAMPOS DE MORAY FIRTH E INCH CAPE EN ESCOCIA.

CARLOS POLIMÓN¹, MIGUEL EGUIAGARAY¹

¹ DRACE INFRAESTRUCTURAS. Av/ Camino Santiago 50, 28050. Madrid.
cjpolimono@drace.com; meguiagaray@drace.com

INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la tercera fase de desarrollo de la eólica marina en el Reino Unido, se adjudican en los años 2013 y 2014 la construcción de las torres meteorológicas para medición de viento de los campos de Moray Firth e Inch Cape (respectivamente) en Escocia. Las soluciones planteadas inicialmente en ambos casos para la cimentación de la torre habían sido diseñadas en estructura de acero, bien sea por monopilote hincado (Moray) o en jacket (Inch Cape). DRACE *infraestructuras* fue finalmente adjudicataria de ambos proyectos con un diseño de cimentación por gravedad mediante cajones de hormigón (CGF) autoflotantes y autofondeables; siendo, de esta forma, la primera empresa en desarrollar una solución en grandes calados (40-50 m) mediante los medios y procesos habituales de las obras marítimas españolas.

DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Las características principales de los emplazamientos de Moray e Inch Cape eran el calado, de 40 m y 50 m respectivamente, y la altura a la que tenía que llegar la torre sobre el nivel del mar, 105 m y 115 m respectivamente. En ambos casos el terreno era de escasa capacidad portante, con capas de material muy similar en ambos casos si bien la distribución en altura de los mismos cambiaba de un parque a otro.

La solución desarrollada para la CGF (Concrete Gravity Foundation) de las torres meteorológicas tenía los siguientes elementos principales:

- La **banqueta** de la cimentación se resolvió sin dragado en ambos casos, apoyando directamente el cajón sobre banqueta de 2 m de espesor.
- La cimentación de la torre la constituía un **cajón de hormigón** de 32,22 m de manga y 33,5 m de eslora construido en cajonero con los sistemas de ejecución propios de obras marítimas. El puntal del cajón era de 16 o 17 m, correspondiendo el menor puntal al menor calado.
- El fuste de la CGF se resolvió mediante un **fuste** metálico circular, quedando su unión con el cajón a 22 o 32 m de profundidad en función del parque.
- Sobre el fuste apoyaba una plataforma de instrumentación (**Deck**) del que arrancaba la torre.
- La **torre** meteorológica se resolvió mediante estructura metálica triangular en celosía.



Figura 1. Infografía de proyecto de la Solución y fotografía de la Torre Meteorológica instalada.

RETOS Y RESPUESTAS DE LA SOLUCIÓN

Los retos que debía satisfacer la solución estaban ligados a la resolución de las posibles ventajas de la innovadora solución y a requerimientos del Cliente:

- La ventaja principal y el mayor reto de la solución estribaba en la no utilización para su instalación de grandes medios auxiliares flotantes (Heavy Lift) como los empleados para el resto de soluciones del sector (Monopilotes, Jackets, Trípodes,...). La solución dada en el proyecto consistió en el diseño de un **sistema innovador de fondeo autónomo**.
- Definición de todos los procesos sin la colaboración de buzos para su ejecución.
- Montaje de todas las estructuras a flote, sin fondeos provisionales.
- Definición del proceso de instalación final de la Torre sin ayuda de medios auxiliares de elevación flotantes ni helicópteros. La solución dada en el proyecto fue el diseño de una **torre telescópica** en alta mar.
- Reducción del coste de fabricación y transporte de las cimentaciones. **Fabricación en España (Cartagena) de los cajones y fuste metálico** y transporte a Escocia donde se ensamblaron las torres de fabricación escocesa.
- Transporte final desde puerto escocés a emplazamiento definitivo mediante remolque convencional.
- Verificación mediante Entidad Certificadora (**DNV-GL**) de todas las fases del proyecto (diseño, fabricación, instalación y puesta en marcha).
- Diseño e instalación de la torre en menos de un año.



Figura 2. Fondeo offshore de la solución.



Figura 3. Remolque e instalación de estructuras a flote.

CONCLUSIONES

La instalación de las torres meteorológicas de Moray e Inch Cape ha constituido un avance internacional importante de la ingeniería española al haber sido la primera solución de este tipo a nivel mundial en el sector de eólica marina. Se han impulsado tanto la utilización de los medios y procesos de obra marítima española como el cumplimiento de plazos y calidades exigentes por parte de empresas nacionales. La totalidad del diseño se ha llevado a cabo tanto por empresas de ingeniería como por laboratorios e institutos españoles.

AGRADECIMIENTOS

A REPSOL YPF y EDPR, promotores de las dos obras por su voluntad de innovación.