

# COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO Y SENSIBILIDAD DE LOS ESQUEMAS DE DISEÑO EN ESTRUCTURAS DE GRAVEDAD APLICADAS A ENERGÍAS EÓLICAS MARINAS

A. Escobar, J.S. López, M.D. Esteban, V. Negro

Universidad Politécnica de Madrid, Grupo de Medio Marino, Costero y Portuario y otras Áreas Sensibles, C/Profesor Aranguren S/N, 28040 Madrid, España.  
[adrian.escobar.pastor@alumnos.upm.es](mailto:adrian.escobar.pastor@alumnos.upm.es), [josesantos.lopez@upm.es](mailto:josesantos.lopez@upm.es),  
[mariadolores.esteban@upm.es](mailto:mariadolores.esteban@upm.es), [vicente.negro@upm.es](mailto:vicente.negro@upm.es)

## INTRODUCCIÓN

Las distintas tipologías estructurales empleadas en energías eólicas marinas dependen básicamente de la capacidad portante del terreno, las profundidades del emplazamiento, las características del parque y las afecciones a la costa, tanto a nivel línea de orilla, como de percepción visual y paisajística. El empleo de estructuras, tanto de gravedad (GBS), como pilotadas, trípodas, flotantes o de tecnología offshore, queda condicionada por los datos de partida descritos anteriormente. Además, podría añadirse que el cálculo de las fuerzas hidrodinámicas en las estructuras offshore, es uno de los problemas clave, para los ingenieros de diseño de hoy en día, que participan en la ingeniería marítima, como sugiere Negro et al. (2014).

## METODOLOGÍA

El objetivo de esta reflexión es facilitar la toma de decisiones en estructuras de gravedad empleando esquemas de cálculo en dominios hidrodinámicos diferenciados,  $D/L < 0.20$  (Morison),  $D/L > 0.20$  (difracción), observando cómo se pueden complementar los modelos basados en el cálculo de las fuerzas de inercia y arrastre, con los esquemas en presiones dinámicas derivados de la mecánica de ondas, en el diseño previo.

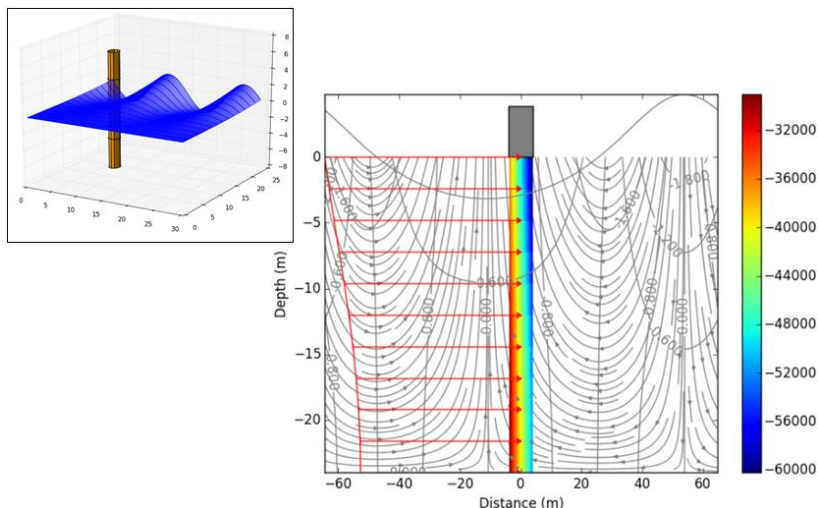


Figura 1. Cálculo avanzado de fuerzas hidrodinámicas

Para ello se va a utilizar el modelo de cálculo avanzado, desarrollado por Escobar et al. (2016a), que tendrá en cuenta: la caracterización completa de la mecánica de ondas, proporcionando los valores del campo de velocidades, aceleraciones y presiones, en cada

punto del fluido; la caracterización de las fuerzas hidrodinámicas sobre la estructura, teniendo en cuenta la aparición de efectos de no lineales y de difracción; y por último, incorporando en el análisis, el comportamiento dinámico de la estructura y el efecto de acoplamiento que sufre la misma, con el oleaje incidente.

Además, el modelo de cálculo avanzado incorporará por primera vez en la historia, la influencia de la temperatura del agua y la salinidad, sobre las fuerzas hidrodinámicas generadas, tal y como describe Escobar et al. (2016b).

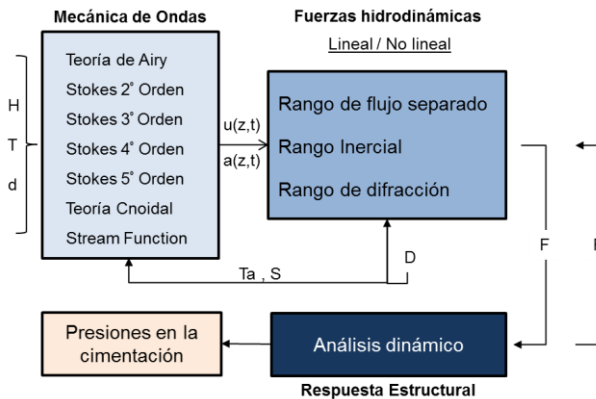


Figura 2. Esquema de cálculo avanzado de fuerzas hidrodinámicas

Donde las variables mostradas son: la altura de ola ( $H$ ), el periodo ( $T$ ), la profundidad ( $d$ ), la temperatura del agua ( $T_a$ ), la salinidad ( $S$ ), el campo de velocidades ( $u$ ) y el de aceleraciones ( $a$ ), el diámetro de la estructura ( $D$ ), la fuerza hidrodinámica generada ( $F$ ) y la respuesta estructural ( $R$ ).

## RESULTADOS

Con este objetivo en mente, se plantean tres casos de estudio; el primero, tratando la estructura de la figura 1, como si fuese directamente un dique vertical con diagrama cuasiestacionario y modelo de cálculo tipo Goda; el segundo, como si la estructura fuese un pilote de gran diámetro sometido a las fuerzas de inercia y arrastre de Morison y, el tercero, dividiendo la estructura en la zona gravitatoria con esquema Goda y en la zona de torre con esquema Morison, observando el nivel de confianza y la bondad del ajuste para esta tipología de estructuras.

## CONCLUSIÓN

El concepto evolutivo es, en estos momentos, la gran profundidad, para la tecnología oil and gas u offshore, en instalaciones flotantes o de tipo jacket. Esta primera recomendación puede servir para emplazamientos entre 20 y 40 metros de lámina de agua, y terrenos muy competentes, donde las estructuras de gravedad pueden emplearse.

## REFERENCIAS

- Escobar, A., Negro, V., López-Gutiérrez, J.S., Esteban, M.D., 2016a. Software for predicting hydrodynamic pressures on offshore pile foundations. The next step in ocean energy development. *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 75, 841-845.
- Escobar, A., Negro, V., López-Gutiérrez, J.S., Esteban, M.D., 2016b. Influence of temperature and salinity on hydrodynamic forces. *Journal of Ocean Engineering and Science* 1, 325-336.
- Negro, V., López-Gutiérrez, J.S., Esteban, M.D., Matutano, C., 2014, Uncertainties in the design of support structures and foundation for offshore wind turbines, *Renewable Energy Journal*, 63, 125-132.