



## de las Energías Renovables Marinas en España Madrid, 22-23 de noviembre de 2017

### COMPARACIÓN Y VALIDACIÓN DE FORMULACIONES APLICADAS A CIMENTACIONES MONOPILOTADAS EN EÓLICA MARINA

María Dolores Barrero Palomino\*#

ETSICCP UPM,Hidráulica, Energía y Medio Ambiente– md.barrero@alumnos.upm.es

Andrés García Moral

ETSICCP UPM,Hidráulica, Energía y Medio Ambiente - andres.gmoral@alumnos.upm.es

José Santos López Gutiérrez

ETSICCP UPM,Hidráulica, Energía y Medio Ambiente – josesantos.lopez@upm.es

Vicente Negro Valdecantos

ETSICCP UPM,Hidráulica, Energía y Medio Ambiente –vicente.negro@upm.es

María Dolores Esteban Pérez

ETSICCP UPM,Hidráulica, Energía y Medio Ambiente –mariadolores.esteban@upm.es

\* Autor de enlace. # Ponente para la presentación

**Preferencia de presentación:**     Sesiones I+D+i                                     Sesiones Empresariales

#### 1. Introducción y objetivos

Las estructuras monopilotadas son la tipología de cimentación más común en eólica marina, con un porcentaje de centrales del 80 % en Europa, y con diámetros de hasta 8 metros.

La tendencia en las construcciones offshore futuras parece estar encaminada al desarrollo de este tipo de estructuras, con lo cual los monopilotes seguirán siendo la principal cimentación en eólica marina, quedando aun mucho margen de evolución en esta tipología y avanzando cada vez hacia mayores diámetros y profundidades.

Los objetivos perseguidos en la elaboración del trabajo están relacionados con el dimensionamiento de estas estructuras pilotadas. Para verificar si los modelos de cálculo de longitudes de monopilotes orientados a cimentaciones onshore pueden ser aplicadas en situaciones offshore. Además, se ha querido establecer una relación entre tipologías de suelo y longitudes de los pilotes.

#### 2. Metodología

Para la elaboración y cálculo se han utilizado datos de 29 parques eólicos y se han aplicado tres modelos.

En primer lugar, se ha analizado el modelo extraído del libro *Geotecnia y Cimientos III* de José Antonio Jiménez Salas donde se describen las fórmulas de longitud elástica, de empotramiento y de hinca, todas ellas relacionadas con el módulo de elasticidad del terreno. Este módulo ha sido obtenido a partir de la información referida a la tipología de terrenos existente en los alrededores de las centrales eólicas.

Otro modelo estudiado ha sido la formulación planteada por Randolph para eólica offshore, basada en una aproximación elástica continua que determina la longitud del pilote a partir de la relación de los módulos elásticos de terreno y pilote.

Por último, el tercer modelo, denominado modelo Negro *et al.*, compuesto por la formulación elaborada en la Universidad Politécnica de Madrid. Es un método de prediseño que, basado en una correlación lineal entre los datos de longitudes de los pilotes de una serie de parques y los diámetros de los mismos, permite determinar un primer orden de magnitud de la longitud del pilote de manera muy sencilla a partir del diámetro del mismo.

### 3. Conclusiones

Se demostró, al comprobar los resultados que refleja la Figura 1, que los 3 métodos son válidos siendo el de "Geotecnia y Cimientos" el que mejor correlación presenta lo que implica que es un método apto para dimensionamiento de estructuras offshore.

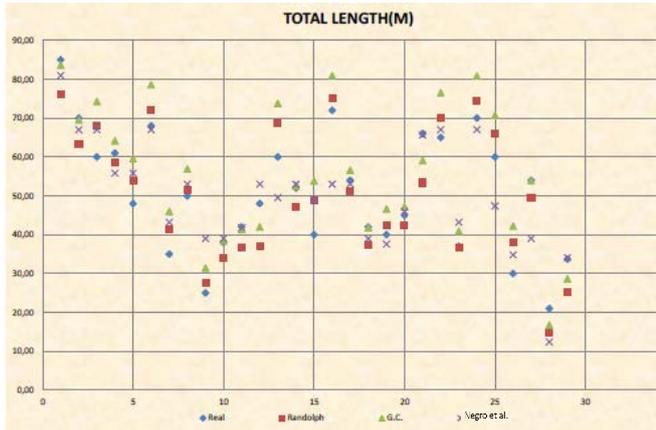


Figura 1: Gráfico de resultados con diferentes métodos

Además, es relevante el hecho de la poca diferencia encontrada entre los modelos que tienen en cuenta el tipo de terreno y el modelo de Negro *et al.*, que solo depende del diámetro del pilote

En la Tabla 1 se muestra de manera resumida la relación diámetro-suelo-longitud, de donde se extrae otras de las conclusiones obtenidas.

Tabla 1: Relación diámetro-suelo-longitud

	Soil type	Cons.						
Granular soils	Clean sands	Dense						
		Medium						
		Loose						
	Gravel and sands with clay contents	Dense						
		Medium						
		Loose						
Clean sands and gravels	Dense							
	Medium							
	Loose							
Cohesive soils	Clays and clayey silts	Hard						
		Medium						
		Soft						
			2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	>7
			<b>Diameter (m)</b>					

Length	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70

En resumen, puede decirse que no existe una relación clara entre longitudes y tipología de los terrenos, pero sí una gran dependencia entre diámetro y longitud por lo que modelos como el de Negro *et al.* se presentan como idóneos ya que siendo de una mayor simplicidad arrojan resultados tan válidos como otros modelos de mayor complejidad.

### Referencias

- Salas Jiménez, José Antonio.(1980) *Geotecnia y Cimientos III. Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones a la geotecnia. Primera Parte.*(413-420) Madrid,España: Rueda.
- Negro et al. (2017) Monopiles in offshore wind: Preliminary estimate of main dimensions. *Ocean Engineering*, (133), 253-261.