

MODELLAZIONE NUMERICA DI FONDAZIONI A CASSONE PER LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE EOLICHE AL LARGO DELLE COSTE ITALIANE

NUMERICAL MODELLING OF CAISSON FOUNDATIONS FOR THE EXPLOITATION OF WIND RESOURCES OFFHORE THE ITALIAN COASTS

PROGETTO DI RICERCA

Negli ultimi anni, l'energia eolica *offshore* ha assunto un ruolo di primaria importanza nella strategia di diversificazione delle fonti energetiche e di lotta ai cambiamenti climatici, soprattutto nel Mare del Nord, dove il contesto geomorfologico e meteomarinico ne ha favorito lo sviluppo.

Il Mediterraneo presenta grandi potenzialità per la valorizzazione della risorsa eolica ma le diverse battimetrie e condizioni meteorologiche impongono l'utilizzo di soluzioni strutturali differenti rispetto al Nord Europa, quali *jackets* o strutture galleggianti ancorate ai fondali. Entrambe le tipologie possono essere supportate da cassoni a suzione, fondazioni in acciaio tipicamente a sezione circolare, chiuse in sommità da un coperchio e aperte sul fondo, installate applicando una pressione negativa di suzione sotto il coperchio. Esse presentano numerosi vantaggi: tempi di installazione più brevi con conseguente riduzione dei costi; minori emissioni sonore; minori profondità di installazione che di conseguenza diminuiscono gli sforzi di indagine geotecnica; nonché la possibilità del completo *decommissioning* della struttura a fine vita utile.

Il gruppo di Geotecnica da molti anni si occupa della modellazione e del progetto di fondazioni e ancoraggi *offshore*, con particolare attenzione all'interazione terreno-struttura, e, pertanto, dispone di modelli, sia in piccole deformazioni che a grandi spostamenti, in grado di riprodurre il comportamento durante l'installazione e sotto l'azione di carichi ambientali. Tali modelli sono stati validati su un variegato database di dati sperimentali, composto da prove di laboratorio a grande scala a 1g e in centrifuga su sabbie artificiali.

L'esperienza maturata dal gruppo in questo campo, anche grazie a numerose collaborazioni e progetti di rilevanza internazionale (in particolare, il progetto Europeo MSCA - SEAFLOWER, Strategies for the Exploitation of Anchor Foundations for Floating Wind Energy Reaping, proprio su questo tema) è necessaria per estendere questi modelli, calibrati su scala e condizioni di laboratorio, a condizioni di sito con particolare riferimento ai depositi naturali dell'*offshore* italiano, identificandone potenzialità e criticità del contesto. La ricerca ha l'obiettivo di trasferire il modello da mezzo conoscitivo a strumento di design utilizzabile anche in assenza di un quadro normativo di riferimento specifico per i mari italiani.

Il passaggio richiede, tuttavia, che questi modelli siano adeguatamente calibrati e validati sulla base di evidenze sperimentali il più possibile consistenti e variegate. I dati necessari sono principalmente basati sull'esperienza maturata negli ultimi due decenni su altre tipologie di fondazioni, come ad esempio i tradizionali pali battuti per *jackets* o gli ancoraggi per FPSO (Floating Production Storage and Offloading Unit) e subsea developments già utilizzati nei mari italiani per il settore dell'Oil and Gas, trasferendone così le competenze al settore dell'eolico *offshore*.

Il progetto di ricerca, dal titolo: **“MODELLAZIONE NUMERICA DI FONDAZIONI A CASSONE PER LA VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE EOLICHE AL LARGO DELLE COSTE ITALIANE”**, mira a sviluppare strategie di modellazione numerica agli Elementi Finiti in grado di riprodurre il comportamento dei cassoni a suzione durante le fasi di installazione e carico in condizioni drenate, considerando depositi naturali tipici dei fondali a largo delle coste italiane. Tali strategie possono costituire una solida base per lo sviluppo di strumenti predittivi affidabili e renderli disponibili per le esigenze del mercato eolico offshore.

PIANO DELLE ATTIVITÀ

Il piano delle attività che si propone per lo svolgimento del progetto di ricerca è di durata annuale e si articolerà nelle seguenti fasi.

- Ricerca bibliografica speditiva sulle procedure per modellare la risposta dei cassoni a suzione come fondazioni per strutture fisse e ancoraggi per strutture galleggianti in terreni non coesivi, con particolare attenzione alla modellazione del comportamento d'interfaccia terreno-fondazione. Sviluppo di un database di prove in sito ed in laboratorio condotte su depositi sabbiosi naturali. I dati verranno utilizzati per individuare profili tipici dei fondali marini italiani.
- Definizione del modello geotecnico a partire del database costruito, con particolare attenzione alla definizione dei parametri necessari alla caratterizzazione del comportamento dei depositi sabbiosi e dell'interfaccia terreno-fondazione tramite test sull'elemento di volume. I risultati di tali test permetteranno la scelta e la calibrazione di modelli costitutivi avanzanti per terreni non coesivi da implementare nel modello numerico.
- Sviluppo di una strategia di modellazione numerica agli elementi finiti FE che implementi modelli costitutivi avanzati per le condizioni di carico rilevanti, opportunamente scelti sulla base del modello geotecnico definito. La modellazione terrà conto dell'interazione terreno-struttura calibrando il legame costitutivo sulla base del database costruito. L'installazione e l'effetto che esercita sullo stato tensionale del terreno verrà considerata. Tutte le analisi numeriche verranno precedute da un approfondito studio sulla dimensione ottimale della mesh per garantire che l'accuratezza del risultato e il costo computazionale siano ben bilanciati.