



PROGETTO PRELIMINARE DI UN IMPIANTO EOLICO OFF SHORE AL LARGO DELLE COSTE DELLA REGIONE SARDEGNA DELLA POTENZA COMPLESSIVA DI 945 MW CON SISTEMA DI ACCUMULO DI 360MWh

PROGETTO PRELIMINARE

COMMITTENTE: WIND ALFA SRL

PROGETTISTA:




DIRETTORE TECNICO
Ing. Simone Venturini

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

ELABORATO N°:
BI032R-PP-RS-R-002

NOME FILE:
BI032R-PP-RS-R-002-00.docx

SCALA:

DATA:
luglio 2023

REVISIONE	N°	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
	00	Luglio 2023	Emissione	G. PASCOLINI	D. VARISCO	S. VENTURINI
	01					
	02					
	03					
	04					

INDICE

1	PREMESSA	3
2	BASI NORMATIVE APPLICABILI	5
3	ELEMENTI CONSIDERATI	7
4	SCELTA DEL TIPO DI FONDAZIONE	8
	4.1 Aerogeneratori	8
	4.2 Sottostazioni	11
5	COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE	14
6	COSTRUZIONE E ASSIEMATURA IN PORTO	17
	6.1 Funzioni dei porti	17
	6.2 Aspetti principali della costruzione e dell'assemblaggio	17
7	SEQUENZE DI INSTALLAZIONE OFFSHORE	20
	7.1 Campagne di installazione ormeggi	20
	7.2 Campagne di pre-posa dell'ormeggio	20
	7.3 Campagne di rimorchio delle FOWT	22
	7.4 Campagne di collegamento all'ormeggio e al cavo di alimentazione	23

1 PREMESSA

I cambiamenti climatici, diventati ogni giorno più visibili e dagli effetti più devastanti, e le loro cause hanno acquisito maggiore conoscenza e popolarità presso la cittadinanza ed i decisori politici. Di conseguenza, è aumentata l'attenzione e la disponibilità verso fonti di produzione energetica diverse da quelle fossili, per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e mitigare gli impatti negativi sull'ambiente.

Tale attenzione ha trovato spazio nella nomenclatura europea delle fonti energetiche, un sistema standardizzato che fornisce una classificazione uniforme e coerente delle diverse fonti di energia utilizzate in Europa, sviluppata al fine di facilitare la comparabilità dei dati energetici tra i paesi membri dell'Unione Europea e promuovere una migliore comprensione delle dinamiche del settore energetico. Rappresenta uno strumento fondamentale per monitorare i progressi verso gli obiettivi energetici e ambientali stabiliti a livello nazionale e comunitario, come ad esempio l'aumento della quota di energie rinnovabili e la riduzione delle emissioni di gas serra.

Secondo la nomenclatura europea, le fonti energetiche vengono suddivise in diverse categorie principali. La prima categoria comprende le fonti energetiche convenzionali, come il carbone, il petrolio e il gas naturale.

La seconda categoria riguarda le fonti energetiche rinnovabili, che sono divise in diverse sottocategorie quali l'energia idroelettrica, l'energia solare, l'energia da biomassa, l'energia geotermica e l'energia eolica. Inoltre, la nomenclatura europea tiene conto di altre fonti energetiche e le importazioni nette da paesi al di fuori dell'Unione Europea.

Le energie rinnovabili, come l'eolico offshore, offrono numerosi vantaggi rispetto alle fonti tradizionali di energia. L'eolico offshore si riferisce alla produzione di energia elettrica attraverso l'utilizzo di turbine eoliche installate al largo delle coste, in mare aperto, sfruttando la potenza dei venti per generare elettricità pulita in quantità significative.

L'eolico offshore ha dimostrato un enorme potenziale in termini di produzione energetica sostenibile, grazie alle sue caratteristiche uniche come la disponibilità di venti costanti e più intensi nelle aree marine, la possibilità di utilizzare turbine di dimensioni maggiori rispetto all'eolico terrestre, la maggiore disponibilità di spazi, la limitata interferenza con le attività umane sulla terraferma ed il minore impatto paesaggistico, grazie alla loro distanza dalla costa.

Il presente progetto prevede lo sviluppo di un parco eolico al largo delle coste della Sardegna che consta di 63 aerogeneratori utili a garantire una potenza in immissione alla rete nazionale di 900 MW, collocato ad una distanza di circa 33 km in linea d'aria dall'abitato di Portoscuso ed oltre 26 km dalle coste dell'isola di Carloforte.



RELAZIONE PRELIMINARE SULLE
STRUTTURE

Rev.

Il presente documento sintetizza le attività svolte per definire le caratteristiche delle strutture di galleggiamento degli aerogeneratori e delle sottostazioni elettriche nell'ambito dello sviluppo di tale progetto, posizionato in mare su fondali di circa 300 m al largo della costa occidentale della Sardegna.

2 BASI NORMATIVE APPLICABILI

- Le organizzazioni coinvolte nello sviluppo di standard per quanto riguarda gli aspetti strutturali e navali delle FOWT sono:
 - ABS (American Bureau of Shipping)
 - IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale)
 - DNV GL (Det Norske Veritas Germanischer Lloyd)
 - BV (Bureau Veritas)
 - LR (Lloyd's Register)
-
- Le linee guida attualmente disponibili sono elencate di seguito.
-
- Guide e note guida dell'ABS
-
- Guida ABS per la costruzione e la classificazione di turbine eoliche offshore galleggianti, luglio 2020
- ABS Guidance Notes on Global Performance Analysis for Floating Offshore Wind Turbines (Note guida ABS sull'analisi globale delle prestazioni delle turbine eoliche galleggianti offshore), luglio 2020.
-
- AWEA
- Pratiche raccomandate di conformità offshore dell'AWEA (AWEA OCRP 2012)
-
- Norme IEC
-
- IEC 61400-1, Sistemi di generazione di energia eolica - Parte 1: Requisiti di progettazione, 4a edizione, 2019
- IEC 61400-3-1, Sistemi di generazione di energia eolica - Parte 3-1: Requisiti di progettazione per turbine eoliche fisse offshore, 1a edizione, 2019
- IEC TS 61400-3-2 (Specifica tecnica), Sistemi di generazione di energia eolica - Parte 3-2: Requisiti di progettazione per turbine eoliche offshore galleggianti, 1a edizione, 2019
- IECRE OD-501 (Documento Operativo), Sistema IEC per la certificazione degli standard relativi alle apparecchiature per l'uso in applicazioni di energia

- rinnovabile (Sistema IECRE): Schema di certificazione dei tipi e dei componenti, 2a edizione, 2018
- IECRE OD-502 (Documento Operativo), Sistema IEC per la certificazione degli standard relativi alle apparecchiature per l'uso in applicazioni di energia rinnovabile (Sistema IECRE): Schema di certificazione dei progetti, 1a edizione, 2018
 -
 - Standard DNV GL
 - DNVGL-RP-0286, Analisi accoppiata di turbine eoliche galleggianti, Maggio 2019
 - DNVGL-ST-0119, Strutture per turbine eoliche galleggianti, luglio 2018.
 - DNVGL-ST-0437, Carichi e condizioni del sito per le turbine eoliche, novembre 2016.
 - DNVGL-SE-0422, Certificazione di turbine eoliche galleggianti, luglio 2018.
 -
 - Note guida BV
 - BV Guidance Note NI572, Classification and Certification of Floating Offshore Wind Turbines (Classificazione e certificazione delle turbine eoliche offshore galleggianti), gennaio 2019.
 -
 - Note guida LR
 - Note guida LR per la certificazione dei progetti di parchi eolici offshore, luglio 2019

3 ELEMENTI CONSIDERATI

I due elementi che compongono l'impianto offshore sono gli aerogeneratori (FOWT Floating Offshore Wind Turbines) e le sottostazioni elettriche di trasformazione che saranno anch'esse installate su fondazioni galleggianti.

N. 63 aerogeneratori, suddivisi in due gruppi, N. 4 FOWT collegati in stringa, potenza elettrica nominale di ciascun aerogeneratore 15 MW, ciascuna stringa da 66 kV.

Le fondazioni galleggianti degli aerogeneratori e delle due sottostazioni hanno il requisito comune di dover garantire la stabilità di ciascun elemento in galleggiamento in condizioni meteomarine "operative" con periodo di ritorno breve (tipicamente 1 anno), di tempesta con periodo di ritorno di 50 anni e 'abnormal' con periodo di ritorno di 100-10000 anni. Le norme per gli impianti eolici offshore citate più sopra indicano periodi di ritorno diversi da quelli tipici del mondo Oil&Gas e per le fasi successive di progettazione si prenderanno in considerazione i valori indicati nello Standard DNVGL-ST-0437.

Le fondazioni galleggianti degli aerogeneratori dovranno inoltre garantire in condizioni di vento operativo movimenti lineari e angolari della navicella e quindi delle pale tali da garantire il corretto funzionamento dell'aerogeneratore.

Considerando le caratteristiche di aerogeneratori e sottostazioni si ritiene che sarà possibile e conveniente prevedere di utilizzare fondazioni galleggianti dello stesso tipo per tutti gli elementi.

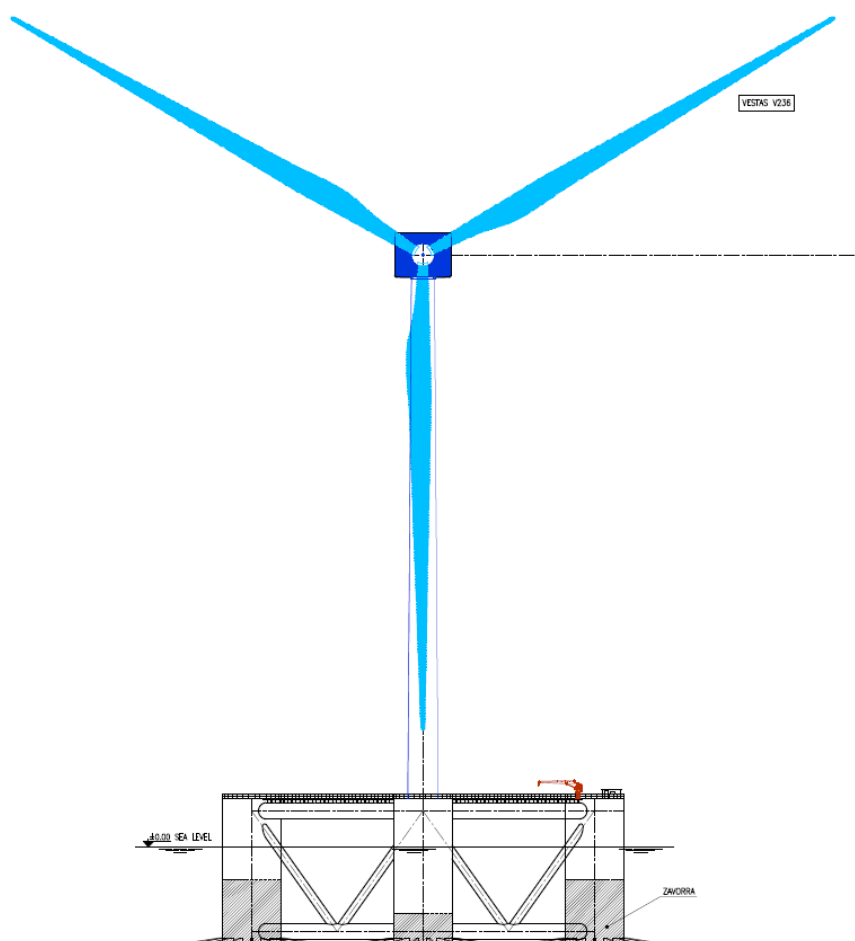
Nel capitolo successivo si sono esaminati i vari tipi di fondazioni galleggianti attualmente proposti da vari contrattisti e si è giunti alla scelta del tipo di fondazione galleggiante da sviluppare nelle fasi successive di studio e progettazione.

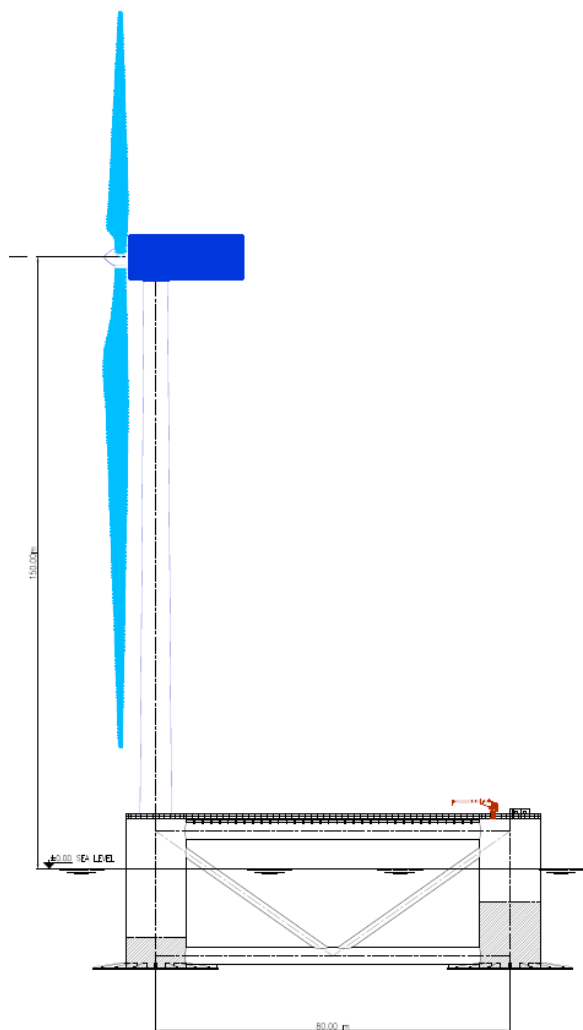
4 SCELTA DEL TIPO DI FONDAZIONE

4.1 Aerogeneratori

Per gli aerogeneratori da 15 MW e per le sottostazioni di trasformazione si prevede di utilizzare strutture in acciaio semisommersibili la cui stabilità in galleggiamento è assicurata dall'averne un'altezza metacentrica positiva e dall'essere ancorate al fondo con un sistema di catenarie pretensionate.

La tipologia strutturale che più si adatta alle esigenze di questi elementi sia in fase operativa che in fase di costruzione, installazione dell'aerogeneratore, e trasporto al sito è caratterizzata da tre colonne, disposte ad un angolo di 120° tra di loro e collegate da traversi tubolari o a sezione rettangolare di tipo navale al livello inferiore e da traversi tubolari di dimensioni più ridotte al livello superiore atti a supportare la passerella di collegamento che consente l'accesso dall'imbarcadere installato su una delle tre colonne. Il generatore eolico è generalmente installato con la sua colonna di supporto direttamente su una di queste tre colonne.

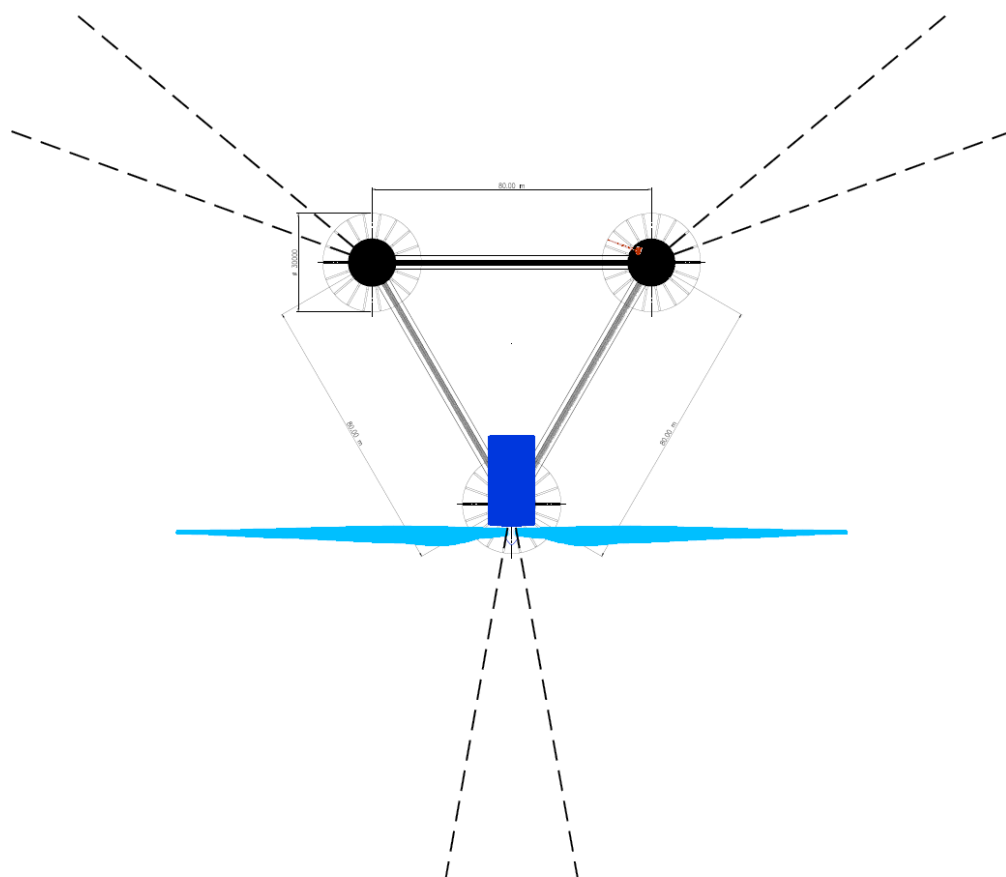




All'interno di tutte le colonne sono presenti i serbatoi per l'acqua di zavorra, che in corrispondenza della torre eolica è immagazzinata in minore quantità per motivi di assetto.

Le piastre nervate previste nella parte inferiore della struttura hanno la funzione di intrappolare l'acqua, determinando così un aumento della massa aggiunta per movimenti verticali delle piastre, con abbassamento delle frequenze naturali della struttura soprattutto in sussulto (heave) e in beccheggio (pitch), e un parallelo aumento della resistenza viscosa, che contribuisce a diminuire la risposta dinamica globale della piattaforma.

Per quanto riguarda il sistema di ormeggio, la soluzione prevista è di tipo a catenaria pretensionata, con tre linee di ormeggio doppie collegate a ciascuna colonna

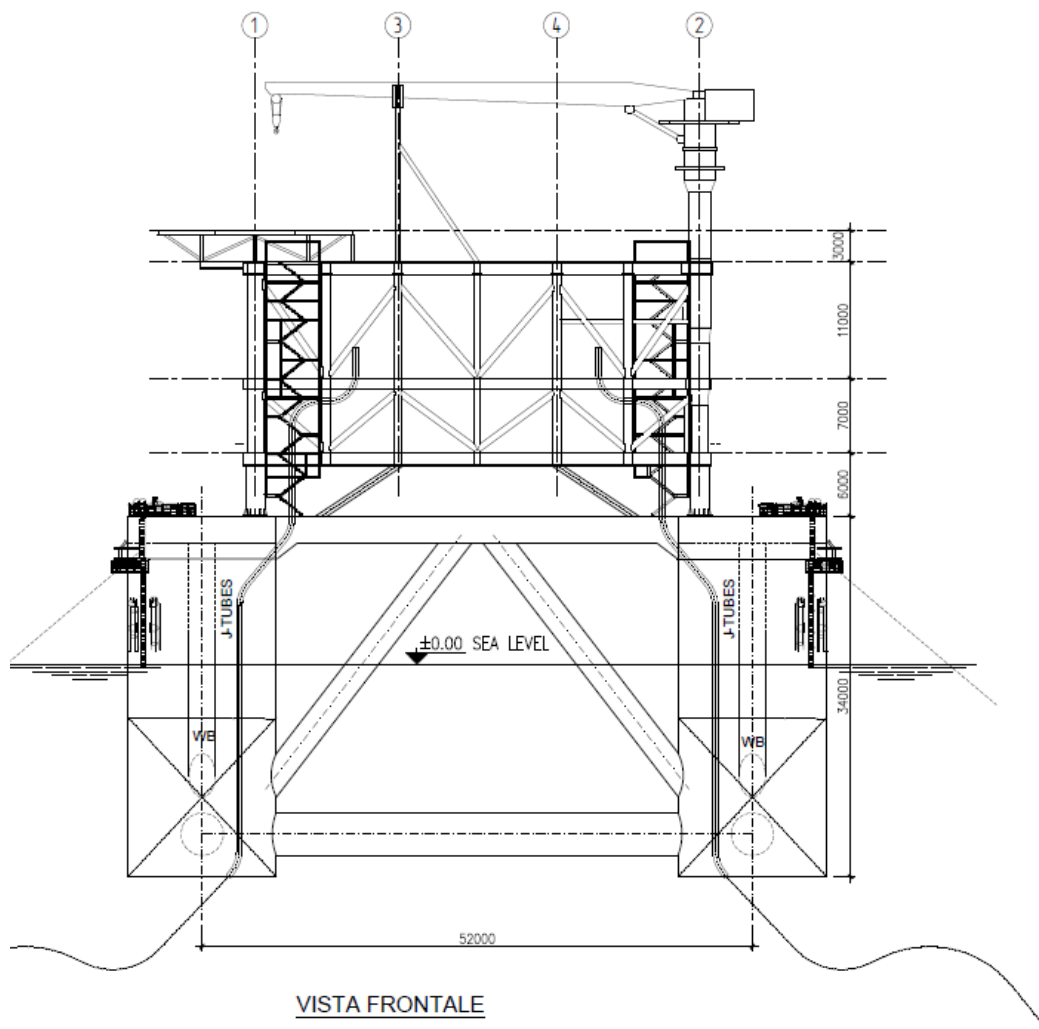


4.2 Sottostazioni

Per la sottostazione elettrica di trasformazione la struttura galleggiante di fondazione sarà composta da elementi simili ma avrà una pianta rettangolare invece che triangolare in modo da provvedere un adeguato supporto alla sottostazione stessa in cui le apparecchiature elettriche saranno ospitate in edifici a pianta rettangolare.

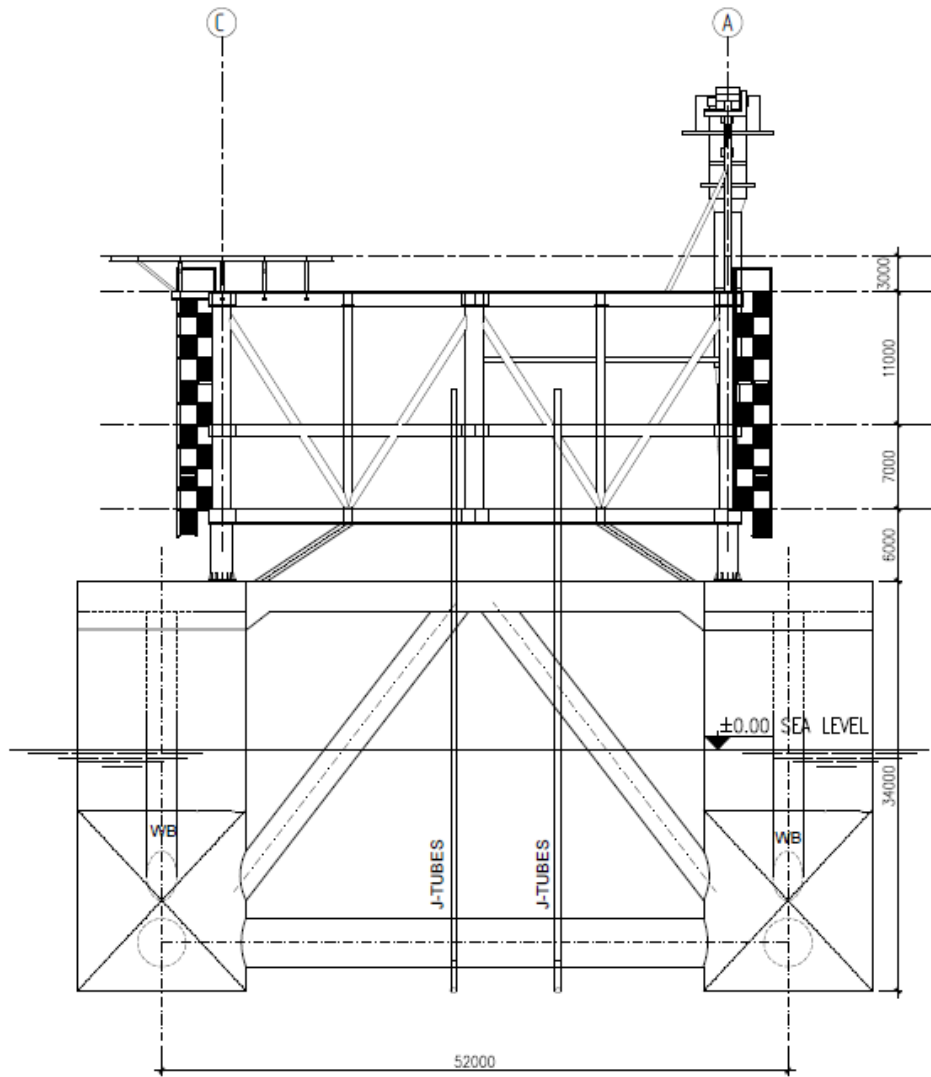
Anche in questo caso le linee di ormeggio saranno collegate in coppia a ciascuna colonna e saranno disposte con l'asse di ciascuna coppia allineata con le diagonali della pianta rettangolare della fondazione.

In tutti i casi le due linee di ormeggio di ciascuna coppia saranno disposte in modo da formare fra di loro un angolo di 20 gradi.



RELAZIONE PRELIMINARE SULLE
STRUTTURE

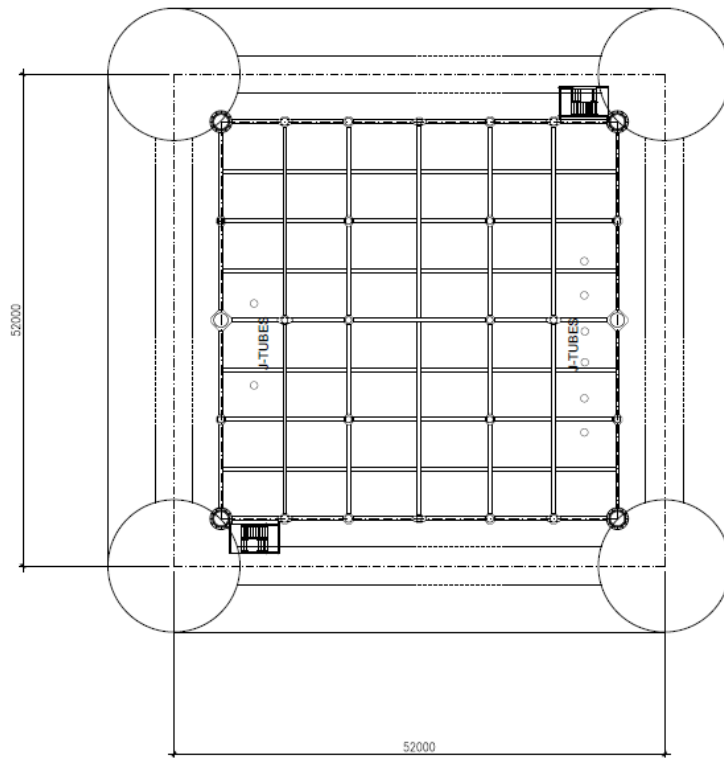
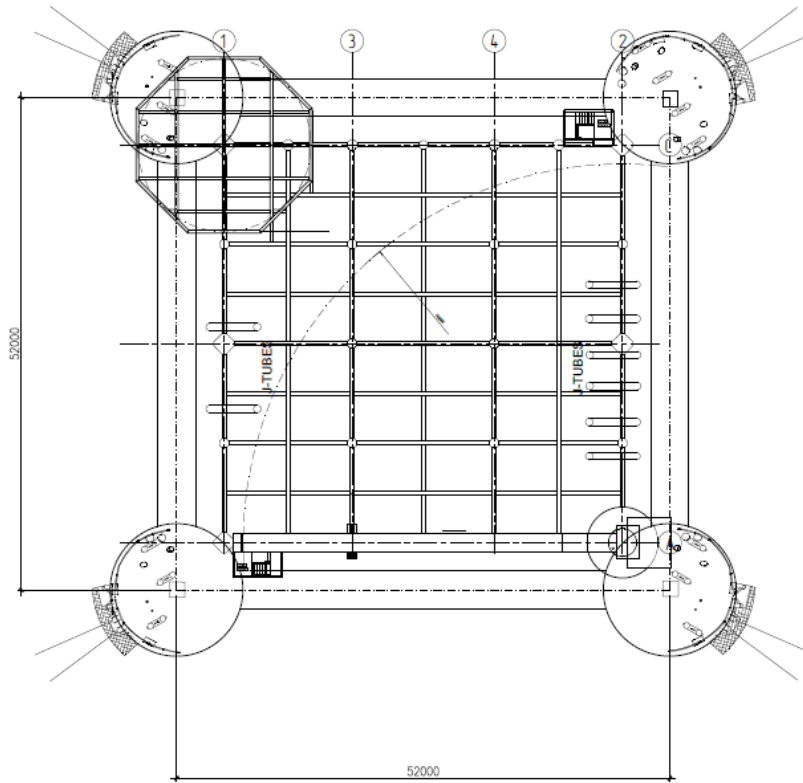
Rev.



VISTA LATERALE

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE
STRUTTURE

Rev.



5 COSTRUZIONE E INSTALLAZIONE

I seguenti capitoli hanno lo scopo di analizzare le operazioni di costruzione, assemblatura e installazione offshore delle strutture delle fondazioni galleggianti e dei relativi sistemi di ancoraggio.

Sono state considerate le seguenti caratteristiche della fondazione galleggiante tipica del generatore eolico. La fondazione galleggiante delle sottostazioni elettriche ha caratteristiche in generale del tutto analoghe per cui sono state analizzate e descritte solo quelle che differiscono sostanzialmente.

Parametro	Unità	Valore
Numero colonne	numero	3
Diametro colonne	m	15.0
Distanza fra le colonne del floater	m	80.0
Altezza colonne	m	32
Interasse collegamenti orizzontali	m	27.0
Immersione	m	22.0
Peso acciaio (solo floater)	t	4 600
Dislocamento	t	16 500
Profondità del mare al site	m	300.0
Linee di ancoraggio (catena+fibra)	m	600/1200
Linee di ancoraggio (catena+fibra)	numero	6
Ancoraggio sul fondo – suction piles	numero	6
Peso acciaio (solo floater)	t	4 600

La costruzione e l'installazione della fondazione galleggiante della turbina eolica richiedono l'esecuzione delle seguenti due fasi principali:

- **Costruzione in cantieri onshore e attività portuali**

Queste attività possono essere concentrate in una grande infrastruttura portuale dedicata o suddivise in tre o quattro siti relativi alla prefabbricazione dei galleggianti, alla posa e allo stoccaggio di componenti di aerogeneratori, allo stoccaggio di linee d'ormeggio e ancore, all'assemblaggio finale e allo stoccaggio in galleggiamento di fondazioni con o senza aerogeneratori pre-installati.

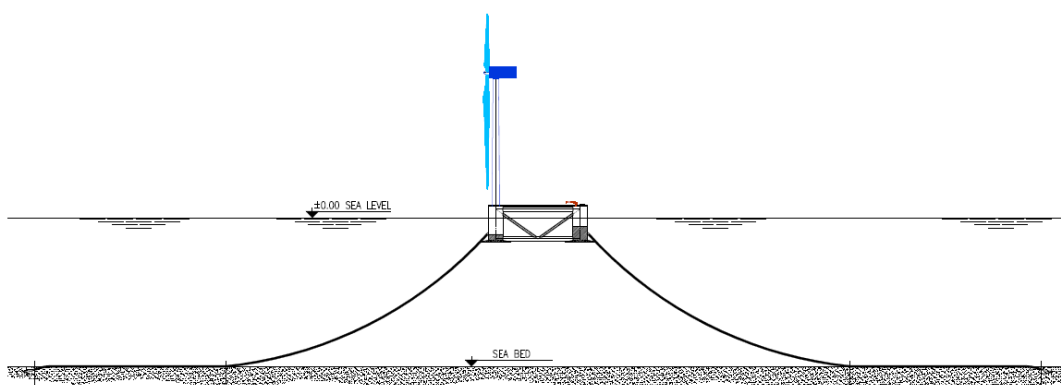
Ciascuno dei siti menzionati può avere diversi tipi di attrezzature a seconda dell'attività da svolgere.

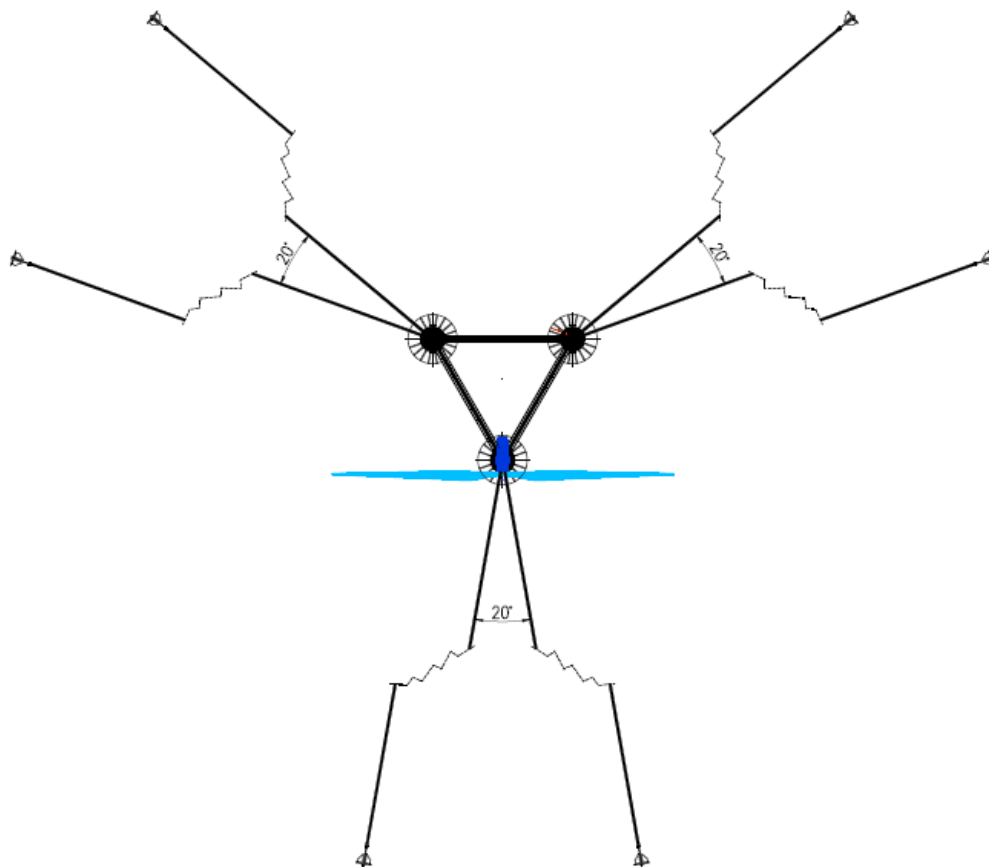
La costruzione/assemblaggio di FOWT richiede grandi aree portuali nell'ordine di 0,60-0,70 ettari/MW, il che significa che per un impianto offshore da 900 MW è necessaria un'area totale di circa 600 ettari.

- **Attività di trasporto e installazione offshore**

Le attività offshore richiedono le seguenti attrezzature principali:

- Mezzi di trasporto (chiatte/rimorchiatori) per componenti,
- AHTS - Rimorchiatori per il trasporto di piattaforme, installazione di ancoraggi e linee elettriche,
- ROV (veicoli subacquei comandati a distanza),
- Nave o barge posacavi per installazione cavi elettrici.





6 COSTRUZIONE E ASSIEMATURA IN PORTO

6.1 Funzioni dei porti

Le funzioni dei porti per la costruzione, l'installazione e la manutenzione degli aerogeneratori galleggianti sono varie:

- Base appoggio per le indagini geotecniche e meteorologiche del sito offshore. Ciò deve avvenire prima dell'inizio della progettazione dettagliata dell'FOWT.
- Costruzione della sottostruttura, eventualmente in un cantiere navale esistente
- Officina per la produzione delle pale, provvista di banchina di dimensioni sufficienti
- Banchina di carico per navicella e torre
- Area di stoccaggio per catene e cavi di ormeggio
- Area di stoccaggio per suction piles
- Area di stoccaggio per cavi elettrici dinamici
- Banchina di carico per l'installazione di turbine
- Porto di supporto durante la fase di installazione offshore
- Futuro porto di supporto per la manutenzione

6.2 Aspetti principali della costruzione e dell'assemblaggio

I porti sono necessari per facilitare l'assemblaggio, l'installazione e le operazioni delle turbine eoliche galleggianti offshore (FOWT).

Per i progetti commerciali con più turbine, i cantieri navali devono essere in grado di costruire diversi FOWT contemporaneamente.

Allo stesso modo, le banchine attrezzate devono essere in grado di caricare più FOWT contemporaneamente.

Per il trasporto marittimo a secco delle sottostrutture di fondazione non ci sono limiti alle posizioni dei cantieri navali.

Il cantiere dovrà però avere una banchina abbastanza robusta per consentire il carico laterale della sottostruttura di fondazione su una nave da trasporto pesante tramite trasportatori modulari semoventi (SPMTS).

Il fondale di fronte alla banchina dovrà essere sufficientemente profondo per garantire un pescaggio della nave da trasporto pesante che anche in condizioni di bassa marea lasci 1 m di spazio sotto la chiglia. È possibile che vengano sviluppati porti futuri che possano fungere sia da cantiere navale che da banchina di allestimento.

Piccole sottostrutture FOWT possono essere costruite in un bacino di carenaggio, messe in galleggiamento e trainate fino a una banchina attrezzata.

Previsioni meteorologiche estremamente accurate possono essere ottenute per un tempo massimo di 72 ore e questo dovrebbe essere considerato come il tempo massimo di rimorchio dalla banchina di allestimento al sito di installazione offshore, al fine di ridurre al minimo il rischio meteorologico di installazione.

Un porto per essere adatto all'assemblaggio finale di progetti eolici galleggianti dovrà garantire l'accesso a una grande area di stoccaggio per immagazzinare navicelle, pale e torri.

La consegna delle gru di cantiere necessarie per l'installazione delle navicelle e delle pale può comportare il trasporto marittimo e il ricevimento in banchina dei componenti più grandi.

I sistemi di ormeggio e ancoraggio possono essere assemblati in un porto dedicato, prima del trasferimento al sito offshore.

I suction piles saranno assemblati in un porto che dovrà quindi disporre di gru con capacità di sollevamento compatibile con il peso del singolo palo completamente assiemato; allo stesso modo il porto dovrà disporre di una banchina con dimensioni e capacità portante anche sul dente sufficiente a resistere al carico dei cingoli nel momento di trasferimento del suction pile dalla banchina alla bettolina u supply vessel.

Gli ormeggi per le fondazioni galleggianti devono essere installati prima dell'arrivo della struttura completata nel sito offshore.

Le linee di ormeggio, le catene e gli ancoraggi richiedono un ampio spazio per lo stoccaggio con la disponibilità di una banchina di caratteristiche sufficienti, ma non necessitano di capacità di sollevamento particolarmente elevate.

Al fine di ridurre lo spazio richiesto cavi sintetici e cavi d'acciaio potranno essere avvolti su bobine.

Per l'assemblaggio della turbina, il porto avrà bisogno di una capacità di sollevamento fino a 1500 tonnellate per la navicella, l'operazione di sollevamento più pesante. La disponibilità di gru mobili con sufficiente capacità di sollevamento e sbraccio è estremamente limitata e per mobilitarle vengono trasportate in sezioni e devono essere assemblate per l'uso.

Diversi tipi di sottostrutture hanno requisiti portuali diversi. È probabile che la capacità dei porti disponibili influenzi le scelte di progettazione delle sottostrutture.

Le aree portuali tipiche necessarie sono mostrate nella tabella seguente:

Wind farm size	25MW pre commercial	300MW commercial
Turbine size	5 MW	10 MW
Water depth	100 m	150 m
Number of units	5	30
Tower manufacture	2 hectares	25 hectares
Nacelle manufacture	3 hectares	15 hectares
Blade manufacture	4 hectares	32 hectares
Dynamic cable storage	2 hectares	12 hectares
Export cable storage assume 50km length	10 hectare	12 hectares
Substructure construction	10 hectares	100 hectares

Un tipico porto per l'assemblaggio di fondazioni galleggianti / aerogeneratore è mostrato nella seguente immagine che rappresenta il progetto Talbot in Galles.



7 SEQUENZE DI INSTALLAZIONE OFFSHORE

7.1 Campagne di installazione ormeggi

L'installazione dei sistemi di ormeggio del parco eolico è composta da tre diverse campagne principali tipiche:

- pre-posa degli ormeggi,
- rimorchio della piattaforma
- collegamento dei cavi di ormeggio.

Le sottosezioni seguenti descrivono la procedura per l'esecuzione di tali operazioni.

7.2 Campagne di pre-posa dell'ormeggio

Questa operazione si riferisce alla posa delle catene di fondo e dei suction piles, che sono preinstallati e stoccati sul fondo del mare.

È richiesto l'uso dei seguenti mezzi offshore:

- Una crane barge con capacità di sollevamento sufficiente per la movimentazione del singolo suction pile, e in grado di fornire l'energia richiesta dalle pompe installate sui suction piles, Dynamic Positioning 2 (DP2)
- 1 barge di dimensioni e capacità di carico sufficienti per il trasporto di 12 suction piles
- Due navi AHTS (Large Class Anchor Handling Tug – Supply vessel), con tiro al gancio di oltre 250 t, Dynamic Positioning 2 (DP2)
- Due veicoli subacquei comandati a distanza (WROV) della classe da lavoro che lavorano in parallelo.

La procedura per una campagna pre-posa per ogni punto di ormeggio è la seguente:

1. Installazione del suction pile (1 crane barge + 1 transportation barge + 1 AHTS)

- Rilievo del percorso di posa in condizioni iniziali
- Collegamento del suction pile al gancio della gru e sollevamento dalla bettolina e posizionamento su apposito supporto a lato crane barge
- Montaggio della pompa in testa al palo e prova di funzionamento
- Abbassamento del suction pile al fondo marino e parziale penetrazione nel medesimo per peso proprio

- Attivazione della pompa a mezzo WROV e penetrazione del palo fino all'infissione di progetto
- Chiusura della valvola di collegamento testa-palo pompa, distacco della pompa e scollegamento della stessa dal palo
- Rimozione della pompa, ricovero sul ponte e preparazione per il successivo suction pile
- Posa della catena e del cavo sul fondo e stoccaggio
- Rilievo della situazione come posato
- NOTA: Tutte le operazioni subacquee saranno effettuate tramite i WROV.

2. Smobilitazione

- Smobilitare le navi

La durata dell'installazione di una singola linea di ormeggio è di circa 22 ore per AHTS. L'altezza significativa della massima onda che può essere considerata per eseguire in sicurezza le operazioni di installazione è di 1,5-2,0 m.

7.3 Campagne di rimorchio delle FOWT

La campagna di rimorchio si svolge parallelamente a quelle di preparazione dell'ormeggio e allacciamento del cavo elettrico. Sono necessarie due flotte di rimorchiatori, ciascuna composta da due rimorchiatori portuali. I rimorchiatori assistono l'AHTS principale dal momento in cui questo prende in carico il cavo di rimorchio della fondazione galleggiante fino a quando questa non è ormeggiata in sicurezza anche per condizioni di tempesta. A quel punto, i rimorchiatori portuali tornano al porto di mobilitazione.

I passaggi della procedura sono presentati di seguito.

3. Mobilitazione

- La flotta di rimorchiatori arriva alla base di mobilitazione
- Connessione dei cavi dei rimorchiatori al floater

4. Rimorchio e installazione

- Transito verso il sito offshore
- 200 miglia nautiche a 3-4 nodi (come esempio)
- Arrivo al sito offshore
- L'AHTS principale prende in carico la linea di rimorchio della fondazione galleggiante con l'aiuto dei rimorchiatori portuali che vengono smobilitati solo quando la FOWT è ormeggiata ai tre punti di ormeggio fissi (vedi paragrafo seguente) ed è quindi in sicurezza anche per condizioni meteomarine di tempesta.



7.4 Campagne di collegamento all'ormeggio e al cavo di alimentazione

Questa campagna comprende le operazioni di aggancio e tensionamento del sistema di ormeggio. È stato ipotizzato che il collegamento delle prime quattro linee di ciascun sistema di ormeggio venga eseguito sul ponte dell'AHTS, mentre le ultime due linee siano collegate utilizzando un Tenditore lineare (ILT), che viene utilizzato per il tensionamento finale del sistema completo. Il galleggiante sarà tenuto in posizione dai rimorchiatori portuali fino a quando l'ultima linea di ormeggio non sarà collegata e tensionata e la fondazione galleggiante potrà essere considerata in sicurezza in condizioni di tempesta.

Questa operazione è particolarmente sensibile alle condizioni meteorologiche. Al contrario del resto delle campagne, che prevedono il transito dal porto al sito di installazione e viceversa, la nave AHTS rimarrà sempre sul posto, eseguendo l'allacciamento. L'immersione e l'assetto della fondazione galleggiante dovranno essere modificati e controllati durante questa operazione, che richiede tra 3 e 4 ore, e dovranno quindi essere eseguite delle manovre di zavorramento e deballasting. Nelle successive fasi di progettazione verrà svolto un dettagliato studio per definire modalità e tempi delle operazioni navali. Sarà indispensabile utilizzare, soprattutto per le operazioni di collegamento e tensionamento ormeggi un AHTS di classe elevata con tiro al gancio di almeno 250 t, sistema di posizionamento dinamico DP2 o DP3 e dotato di 2 veicoli subacquei di classe da lavoro comandati a distanza.

I passaggi della procedura operativa sono illustrati di seguito.

5. Mobilitazione

- AHTS arriva al sito di mobilitazione
- AHTS carica a bordo tutti i tenditori in linea ILT (argani idraulici lineari)
- AHTS carica tutta la rimanente attrezzatura del progetto (solo nella prima campagna)
- Partenza per il sito di mobilitazione
- Transito verso la località offshore
- 200 miglia nautiche a 10-12 nodi

6. Collegamento ormeggio FOWT

- Il rimorchio FOWT arriva al sito di installazione offshore
- AHTS arriva al sito di installazione offshore
- Prove del sistema di posizionamento dinamico DP
- AHTS collega la linea di ormeggio #1 al verricello di recupero
- L'ormeggio viene prelevato e riposato vicino al galleggiante
- Le stesse operazioni vengono ripetute per la linea di ormeggio #2
- AHTS recupera sul ponte posteriore l'estremità della catena #1 dal FOWT
- AHTS recupera la linea di ormeggio sottomarino #1 sul ponte posteriore
- La linea di ormeggio #1 è collegata all'estremità della catena #1 dal FOWT
- La connessione della linea d'ormeggio #1 viene sollevata dal ponte posteriore, portata fuori bordo e abbandonata sul fondo
- Le stesse operazioni vengono ripetute per la linea di ormeggio #2
- Il collegamento delle linee di ormeggio #1 e #2 alla prima colonna del FOWT è così completato
- Le stesse manovre vengono ripetute per le linee di ormeggio #3 e #4 e per le #5 e #6
- Tutti gli ormeggi sono pretensionati utilizzando i verricelli idraulici lineari ILT e le linee sono assicurate alle colonne del FOWT utilizzando i chain stopper preinstallati, a questo punto il FOWT è ormeggiato in modo sicuro contro le tempeste
- Tutti i rimorchiatori vengono smobilitati e sono pronti per completare le operazioni del FOWT successivo.

7. Smobilitazione e Collegamento cavo di alimentazione FOWT

- Recuperare il cavo di alimentazione dal fondo marino
- Recuperare la linea messaggera dal FOWT
- Collegare la linea messaggera all'apposito connettore elettrico ed effettuare le connessioni elettriche del FOWT appena installato.

