



PROPONENTE



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO OFFSHORE
NELLO STRETTO DI SICILIA - EUREKA WIND
38 WTG – 570 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettazione e Studio di Impatto Ambientale



GEOWYND



Studio misure di mitigazione e compensazione



7_CANTIERIZZAZIONE, MANUTENZIONE E DISMISSIONE

REV. DATA DESCRIZIONE

R.7.3 Indicazioni gestionali sulle attività O&M

00 07/24 1° emissione



INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE	2
2.1	MANUTENZIONE PREVENTIVA	2
2.2	ISPEZIONE	2
2.3	MANUTENZIONE CORRETTIVA	2
2.4	SOSTITUZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA	3
2.5	PARTI DI RICAMBIO E REQUISITI DI STOCCAGGIO	3
3.	STRUTTURE GALLEGGIANTI E SOMMERSE	4
3.1	MONITORAGGIO MEDIANTE TECNICHE WIRELESS	5
4.	APARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTROMECCANICHE.....	7

1. PREMESSA

Scopo del presente documento è fornire le linee guida, l'identificazione delle principali attività di gestione e manutenzione per il parco eolico Eureka Wind, costituito da 38 aerogeneratori di potenza unitaria di 15 MW, per una potenza complessiva d'impianto pari a 570 MW, sito al largo del tratto di costa tra Scicli e Ispica.

In particolare, nel presente documento si è proceduto a indicare maggiori dettagli rispetto alle macro attività riportate nell'elaborato già allegato al progetto denominato R.7.1.

Ad ogni modo, si tenga conto che le tecnologie previste per questo impianto sono di recente introduzione e a oggi sono in esercizio pochissimi parchi, tutti tranne il recentissimo Tampen, costituiti da massimo 5 turbine: ciò comporta che non vi è a oggi un'esperienza significativa per poter comporre uno storico previsionale di attività di manutenzione programmata.

Project	Commissioning date	#	MW single	MW tot	System	Status	Consent	Water depth	Country	Classification	Configuration
Zephyros (fmr Hywind I)	2009	1	2.3	2.3	Hywind I	Online	Permit approved	150	NORWAY	Ballast stabilised	Spar
Goto Sakiyama 2016	2016	1	2.1	2.1	Toda Spar	Online	Permit approved	96	JAPAN	Ballast stabilised	Spar
Hywind Scotland	2017	5	6	30	Hywind II	Online	Permit approved	105	UK	Ballast stabilised	Spar
Floatgen	2018	1	2	2	Damping Pool	Online	Permit approved	33	FRANCE	Waterplane stabilised	Barge w/ damping pool
Hibiki	2018	1	3	3	Damping Pool	Online	Permit approved	55	JAPAN	Waterplane stabilised	Barge w/ damping pool
WindFloat Atlantic	2019	3	8.4	25.2	WindFloat	Online	Permit approved	93	PORTUGAL	Waterplane stabilised	Semisub
Kincardine Tranche 2	2021	5	9.5	47.5	WindFloat	Online	Permit approved	60	UK	Waterplane stabilised	Semisub
TetraSpar Demo	2021	1	3.6	3.6	TetraSpar	Online	Permit approved	200	NORWAY	Ballast stabilised	Pendulum
Yangxi West Shapa Demo	2021	1	5.5	5.5	TH Floater	Online	Permit approved	27	CHINA	Waterplane stabilised	Semisub
Hywind Tampen	2022	11	8.6	94.6	Hywind III	Online	Permit approved	260	NORWAY	Ballast stabilised	Spar

2. INQUADRAMENTO DELLE ATTIVITÀ DI GESTIONE E MANUTENZIONE

Come per tutte le tipologie di opere, le attività di manutenzione possono essere suddivise in:

- Manutenzione preventiva
- Ispezione
- Manutenzione correttiva

In generale tutte le opere previste sono progettate e realizzate con standard qualitativi tali da richiedere un intervento minimo di manutenzione in circostanze normali. I sistemi di controllo, in particolare, sono dotati di caratteristiche di sicurezza che consentono di massimizzare la protezione dell'integrità del sistema in condizioni ambientali estreme durante le operazioni: se si verificano condizioni meteorologiche estreme durante le normali operazioni, i sensori di bordo del floater e dell'aerogeneratore attiveranno l'arresto del funzionamento.

Il personale addetto all'ispezione e alla manutenzione monitorerà le prestazioni delle varie componenti interpretando i problemi di avviso delle varie apparecchiature e componenti del sistema. Le telecamere di bordo e una gamma completa di altri sensori possono essere utilizzati per consentire la sorveglianza e l'interazione remota con il sistema. La gamma di sensori installabili ha tre obiettivi principali: monitoraggio, diagnosi, abilitazione e supporto agli interventi da remoto.

2.1 MANUTENZIONE PREVENTIVA

Le attività di manutenzione preventiva devono essere intraprese secondo i manuali dei produttori, su base periodica, per monitorare le condizioni del sistema, prevenire il degrado dei componenti e intervenire (riparare/sostituire) prima che l'apparecchiatura si guasti, evitando tempi di fermo imprevisti.

L'evoluzione delle condizioni delle attrezzature e delle strutture nel corso della vita guiderà il continuo aggiornamento del piano di manutenzione. Le specifiche tecniche di manutenzione dipendono dalle apparecchiature da mantenere, che devono essere definite durante le fasi di ingegneria. La maggior parte delle opere è composta da componenti standard del settore che richiedono poca manutenzione.

2.2 ISPEZIONE

Lo scopo delle ispezioni strutturali periodiche è quello di monitorare l'integrità delle strutture, sia al di sopra che al di sotto del livello medio dell'acqua, compresi i cavi inter-array e i sistemi di ormeggio. L'ambito e la periodicità delle ispezioni strutturali periodiche sono determinati dall'ente di classificazione incaricato, ove applicabile.

Per i vani meno accessibili senza scale, sono richiesti anche tecnici con competenze specifiche. Per ridurre al minimo l'impiego di questa categoria di tecnici, le ispezioni possono essere effettuate anche da velivoli senza pilota pronti per il mercato o, per i compartimenti sommersi, da ROV portatili.

Le grandi ispezioni subacquee devono essere eseguite da un ROV dispiegato da qualsiasi imbarcazione con capacità DP2 di posizione dinamica e gru idonea per il dispiegamento di ROV.

2.3 MANUTENZIONE CORRETTIVA

La manutenzione correttiva verrà eseguita quando una parte delle apparecchiature incorre in guasti o se le condizioni di deterioramento aumentano il rischio di guasto, richiedendo un'azione correttiva per prevenire guasti successivi. La piattaforma galleggiante è progettata per consentire la sostituzione dei componenti offshore. L'accento sarà posto sui mezzi di movimentazione dei materiali per consentire la

rimozione rapida e sicura e la reinstallazione delle parti. I componenti di grandi dimensioni possono essere riparati a terra, quando possibile.

2.4 SOSTITUZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI E MANUTENZIONE STRAORDINARIA

In caso di sostituzione di un componente importante del sistema floater-aerogeneratore, si dovrà prevedere il ritorno al porto. Si tratta di rimorchiare la piattaforma in porto in modo che il componente interessato possa essere sostituito utilizzando strutture a terra in un ambiente protetto.

La piattaforma è progettata con connettori di ormeggio della piattaforma plug-and-play e un I-Tube scollegabile, che può essere facilmente collegato nel processo inverso rispetto all'installazione, entrambe operazioni da eseguire in meno di 24 ore. La soluzione I-Tube flottante impedisce una perdita di produzione di energia a livello di array derivata da una potenziale manutenzione correttiva di grandi dimensioni, garantendo così una produzione ininterrotta dalle unità rimanenti mentre l'unità interessata è in transito e in riparazione.

L'operazione di rimorchio a porto viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Allestimento logistico in porto
- Allestimento piattaforma
- Dispiegamento I-tube
- Scollegamento sistema di ormeggio
- Traino offshore e relative attività di zavorramento
- Ormeggio piattaforma lato banchina
- Intervento di manutenzione straordinaria
- Traino offshore e ricollegamento I-tube e sistema di ormeggio

Altre strategie di intervento, attualmente in fase di sviluppo per questa tipologia di opere, possono essere incluse navi con gru galleggianti per carichi pesanti.

2.5 PARTI DI RICAMBIO E REQUISITI DI STOCCAGGIO

Data l'importanza dell'opera, dovrà essere previsto un inventario di parti di ricambio critiche e non critiche, suddivisibile in 6 categorie:

- Sistema di zavorra: include pompe di zavorra, pompe di sentina portatili, pannelli VFD, ventole di ventilazione e ricambi associati come guarnizioni, giunti, tenute, cuscinetti, ecc.
- Tubazioni e valvole: tubazioni di zavorramento, valvole e raccordi.
- Sistemi di alimentazione: cavi di alimentazione, prese di alimentazione, modulo di alimentazione UPS, interruttori di alimentazione
- Attrezzatura di supporto sul campo: pompe dell'acqua di mare, pezzi di ricambio per gru (grasso, bulloni, ecc.) e ormeggio ricambi verricello.
- Struttura secondaria: bulloneria e staffe per grigliato e corrimano, anodi. Strumentazione: ausili alla navigazione, inclinometri, trasmettitori di pressione, trasmettitori di livello, rilevatori di perdite, tra l'altro.
- Per quanto riguarda i sistemi di cavi di ormeggio e inter-array, le raccomandazioni sui pezzi di ricambio sono guidate dagli articoli con il tempo di consegna più lungo, che sono tipicamente la cima di ormeggio e il cavo inter-array.

3. STRUTTURE GALLEGGIANTI E SOMMERSE

Premesso che le strutture in acciaio navale, unitamente al sistema di protezione alla corrosione, sono progettate per rimanere integre per tutta la vita di servizio di progetto, assicurando un certo grado di ridondanza e un margine di sicurezza che varia a seconda dell'importanza del componente o connessione e alla sua accessibilità per ispezioni e riparazioni. Quindi, ad esempio, in fase di design, alle strutture che sono fondamentali per l'integrità strutturale globale della piattaforma, soggette all'accumulo dei danni a fatica delle onde e che possono essere inaccessibili alle ispezioni, sono applicati dei coefficienti di sicurezza "alti" (fino a 10).

Tuttavia, danni accidentali, ambiente marino (corrosività, erosione del fondale, depositi e incrostazioni) e usura dovuti al normale utilizzo dei sistemi della piattaforma richiedono una corretta routine di manutenzione di tutte le parti strutturali per ridurre i costi di esercizio e prolungare la vita di servizio.

Un buon programma di manutenzione comporta un'analisi regolare e approfondita di tutti gli elementi vitali e ispezionabili. Queste ispezioni consentono di diagnosticare potenziali problemi prima che si traducano in riparazioni importanti. Con queste informazioni è possibile programmare in anticipo le riparazioni e la manutenzione preventiva, controllando così i costi operativi e i tempi di inattività. Inoltre, le ispezioni possono essere importanti per stimare e aggiornare la vita dei componenti strutturali, tenendo una cronologia temporale dei carichi applicati che consideri anche eventi non attesi.

I principi, le linee guida e i requisiti per i programmi di ispezione e manutenzione per le opere offshore sono forniti nello standard DNV-ST-0145 per le sottostazioni offshore e DNVGL-RU-OU-0512, emessa nel 2020 specificatamente per le strutture dei parchi eolici galleggianti e che qui si allegano, con specifico riferimento al capitolo.

Lo standard richiede la preparazione di un programma basato sulla valutazione del rischio, che deve essere sviluppato già in fase di progetto e deve considerare la vita di progetto dei componenti della piattaforma.

Generalmente, l'intervallo delle ispezioni degli impianti a mare non eccede l'anno. Si inizia già nelle prime fasi della vita operativa con una prima ispezione, che fornisce una valutazione delle condizioni iniziali dei sistemi. Le ispezioni si susseguono poi periodicamente in accordo al programma di ispezione e manutenzione, il quale può essere rivisto e adeguato sulla base dei risultati delle ispezioni precedenti. Il personale coinvolto deve possedere competenza specifica nel design della sottostazione, nei sistemi di bordo e nelle tecniche di manutenzione previste.

Le strutture emerse che necessitano di ispezione, sia per le strutture galleggianti che per quelle della sottostazione sono:

- strutture di piano e di elevazione (gambe, diagonali, pareti);
- passerelle e scale;
- j-tube;
- strutture di approdo e parabordi;
- dispositivi di sollevamento;
- piano di appontaggio (helideck);
- scialuppe.

Per questi elementi le ispezioni saranno focalizzate principalmente su:

- eventuali ammaccature e deformazioni;
- danni a fatica;
- serraggio delle bullonature;

- corrosione.

Il piano di appontaggio (helideck) dovrà essere sempre tenuto pulito e libero da acqua o altri agenti che potrebbero rovinare la superficie e compromettere la visibilità della segnaletica (marking). Nello specifico, l'ispezione strutturale interesserà:

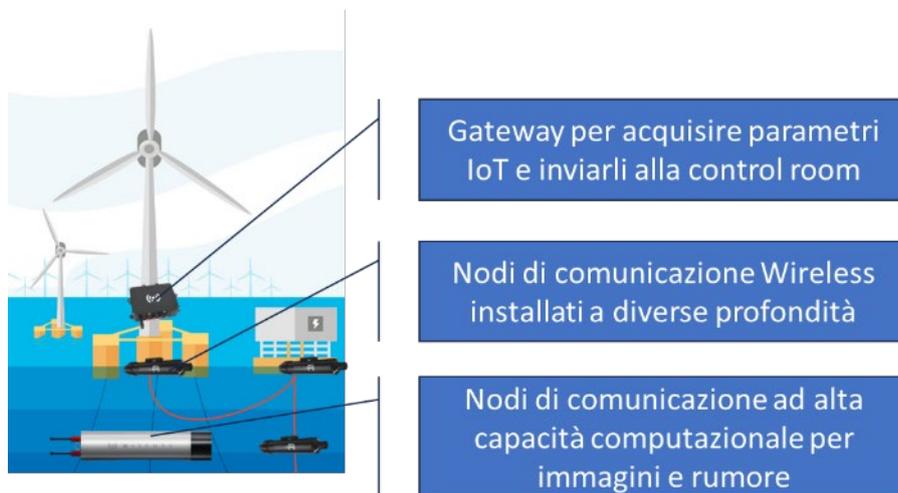
- struttura di connessione al topsides;
- landing net;
- safety net perimetrale;
- punti di tie-down;
- indicatori di vento.

L'ispezione delle strutture nella splash zone e immerse riguarderà, inoltre, l'integrità dei sistemi anticorrosivi (controllo degli spessori dei tubi, degli anodi, del coating), gli spessori dell'accrescimento marino sulle strutture e fenomeni erosivi del fondale attorno ai pali e ai cavi.

3.1 MONITORAGGIO MEDIANTE TECNICHE WIRELESS

Come riportato anche in relazione ai sistemi che si intende utilizzare per la gestione dell'Operation Technology, in vista di possibili scenari futuri in cui il supporto della tecnologia e dell'intelligenza artificiale sarà essenziale nel semplificare le attività di gestione e manutenzione, oltre che nel migliorarne sensibilmente efficacia e affidabilità, già in questa fase è stata avviata la messa a punto, in collaborazione con **WSense** (<https://wsense.it>), di un sistema di monitoraggio infrastrutturale in grado di assicurare un riscontro continuativo sullo stato delle infrastrutture.

Su ogni struttura immersa delle pale eoliche verranno inseriti sensori wireless a diverse profondità collegati con il gateway incorporato alla pala eolica sia sulla struttura galleggiante, che sui tiranti, che sulle giunture. Il monitoraggio verrà effettuato sia sui pali di sostegno, che sulle fondazioni, che sulle mooring lines.



Lo stesso monitoraggio wireless verrà effettuato sulla sottostazione di storage fissa e su ogni fondazione.

I parametri strutturali rilevanti per evidenziare cedimenti strutturali:

- corrosione strutture metalliche,
- inclinometri,
- estensimetri,
- tensioni,
- vibrazioni,
- accelerometri 3D,
- analisi del seabed,



- rumore,
- immagini.

Lo scopo è stimare il MTBF (mean time between failures) al fine di abbattere i costi di manutenzione ed i fermi operativi delle macchine. Tali tecnologie verranno tutte implementate al fine di essere integrabili con i sistemi SCADA tradizionali utilizzati nella gestione della produzione dell'energia delle pale eoliche.

4. APARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTROMECCANICHE

In impianti con installazione offshore, anche per ottimizzare gli interventi di manutenzione richiesti, tutte le apparecchiature elettriche sono permanentemente monitorate dal sistema di supervisione di sottostazione che segnala istantaneamente, al sistema di controllo remoto, l'insorgere di anomalie per un tempestivo intervento.

In aggiunta, si prega di considerare il set di attività manutentive e loro periodicità di seguito elencato come indicativo, ad ogni modo definito e concordato con il fornitore prescelto delle diverse macchine.

TRASFORMATORI e REATTORI SHUNT

Verifica	Frequenza
Lecture dispositivi misurazione	registrazione continua e invio a sistema di controllo remoto
Registrazione operazioni OLTC	
Livelli olio conservatore	
Livello olio tasche alloggiamento	ogni 6 mesi
Pulizia isolatori	
Funzionamento e calibrazione dispositivi	ogni anno
Misura isolamento avvolgimenti (con Megger)	
Misura rigidità dielettrica olio	
Analisi olio trasformatore	
Pulizia radiatori	
Condizione essiccatore	ad ogni visita della squadra manutentiva in piattaforma
Funzionamento ventilatori	
Stato collegamenti messa a terra	
Assenza perdite olio	
Misura capacità e $\tan(\delta)$ isolatori	ogni 2 anni

GIS

Verifica	Frequenza
Lecture dispositivi misurazione	registrazione continua e invio a sistema di controllo remoto
Controllo della superficie delle guarnizioni per eventuali danni meccanici, danni da corrosione o anomalie e per contaminazione.	dopo 2 anni
Controllare le condizioni esterne annotando il contatore dei cicli di commutazione	dopo 12 anni o numero di interruzioni definite dal fornitore
Controllare visivamente che il disco di rottura con la piastra di protezione non sia danneggiato	
Controllare il funzionamento dei riscaldatori anticondensa	
Controllare connessioni (cavi e pressacavi) e serrare i terminali se necessario	
Controllare la pressione di riempimento del gas con un manometro di precisione	
Controllare il funzionamento dei monitor di densità	
Verificare il funzionamento dei circuiti di sgancio (interruttori automatici)	
Verificare il funzionamento degli interblocchi (interruttori)	
Verificare il funzionamento degli interblocchi SF6 (interruttori automatici)	
Verificare il funzionamento della funzione anti pompaggio (interruttori)	
Controllare circuito controllo (interruttori automatici)	
Controllare le condizioni esterne annotando il contatore dei cicli di commutazione	
Controllare visivamente che il disco di rottura con la piastra di protezione non sia danneggiato	
Controllare il funzionamento dei riscaldatori anticondensa	
Controllare connessioni (cavi e pressacavi) e serrare i terminali se necessario	
Controllare la pressione di riempimento del gas con un manometro di precisione	
Sostituire i filtri	
Controllare il contenuto di umidità del gas SF6	
Misurare il contenuto di aria del gas SF6	
Eeguire la prova di tenuta sull'impianto	
Controllare il funzionamento dei monitor di densità	
Controllare l'attuatore (interruttori automatici)	
Verifica attuatore (modulo sezionatore e sezionatore di terra, messa a terra in corso e sezionatore di terra rapido)	
Verificare il funzionamento dei circuiti di sgancio (interruttori automatici)	
Verificare il funzionamento degli interblocchi (interruttori)	

Verifica	Frequenza
Verificare il funzionamento degli interblocchi SF6 (interruttori automatici)	
Verificare il funzionamento della funzione antipompaggio (interruttori)	
Controllare circuito controllo (interruttori automatici)	
Controllare i collegamenti elettrici, serrare i terminali se necessario	
Verificare la regolazione del giunto di dilatazione di rimozione	
Controllare i collegamenti elettrici nella morsettiera o nel quadro elettrico, serrare i terminali se necessario	