

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE EOLICA OFFSHORE  
DENOMINATA "SCICLI"  
E OPERE DI CONNESSIONE  
POTENZA NOMINALE: 750 MW**

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D.lgs.152/2006  
Domanda di Autorizzazione Unica ex D.lgs. 387/ 2003  
Domanda di Concessione Demaniale Marittima ex R.D. 327/1942

PROFONENTE

**NINFEA RINNOVABILI S.r.l.**

Largo agosto n. 3 20122  
MILANO  
P.IVA: 11920550966

PROGETTAZIONE

**TECNOCONSULT**  
ENGINEERING CONSTRUCTION SRL

Via Einaudi, 20C  
60032 FANO (PU) IT –



ELABORATO

N. TITOLO  
ELABORATO

## RELAZIONE MANUTENZIONE DELLE OPERE

DATA	REVISIONE	EMISSIONE	VERIFICATO	APPROVATO
LUGLIO 2024	00	TECNOCONSULT	NINFEA RINNOVABILI	NINFEA RINNOVABILI

CODICE COMMESSA	SCICLI	CODICE ELABORATO	REL_07
-----------------	--------	------------------	--------

## INDICE DELLA RELAZIONE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
1.1	BREVE DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	4
<b>2</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>AREE D'INTERESSE PER LA MANUTENZIONE</b> .....	<b>7</b>
3.1	AREA MARINA .....	8
3.2	AREA TERRESTRE .....	8
<b>4</b>	<b>BASE LOGISTICA PER LA FASE DI ESERCIZIO</b> .....	<b>9</b>
4.1	AREA DI PUNTA CUGNO .....	12
4.2	ALTERNATIVE DI UBICAZIONE PER LA BASE LOGISTICA .....	16
<b>5</b>	<b>PERSONALE RESPONSABILE DELLA MANUTENZIONE</b> .....	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>GESTIONE OPERATIVA DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO</b> .....	<b>21</b>
6.1	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO E GESTIONE .....	22
6.2	TRAINING DEL PERSONALE IMPIEGATO .....	22
6.3	GESTIONE DELLA LOGISTICA OFFSHORE .....	23
6.4	GESTIONE DELLA LOGISTICA ONSHORE .....	23
<b>7</b>	<b>PIANO PRELIMINARE DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE</b> .....	<b>24</b>
7.1	CONSIDERAZIONI DI CARATTERE GENERALE .....	24
7.1.1	<i>Manutenzione preventiva</i> .....	24
7.1.2	<i>Manutenzione correttiva</i> .....	25
7.1.3	<i>Guasti</i> .....	25
7.1.4	<i>Accessibilità</i> .....	26
7.2	ISPEZIONE E MANUTENZIONE ORDINARIA.....	27
7.2.1	<i>Turbine eoliche</i> .....	28
7.2.2	<i>Fondazioni galleggianti</i> .....	30
7.2.3	<i>Stazioni di Trasformazione Offshore</i> .....	31
7.2.4	<i>Cavi marini di interarray e di export</i> .....	32
7.2.5	<i>Cavidotto terrestre</i> .....	32
7.2.6	<i>Stazione Utente e di compensazione</i> .....	32
7.3	MANUTENZIONE STRAORDINARIA .....	33

7.3.1	<i>Turbine e fondazioni galleggianti</i> .....	33
7.3.2	<i>Stazioni di Trasformazione Offshore</i> .....	34
7.3.3	<i>Cavi marini</i> .....	34
7.3.4	<i>Stazione Utente, di compensazione e cavidotto onshore</i> .....	35
7.4	PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE .....	36
<b>8</b>	<b>RIFERIMENTI</b> .....	<b>39</b>

## Indice delle figure

Figura 1-1	– Layout di impianto.....	5
Figura 3-1	– Ubicazione della Centrale eolica offshore “Scicli” .....	7
Figura 4-1	– Area di Punta Cugno individuata all’interno del porto di Augusta.....	10
Figura 4-2	– Area di Punta Cugno individuata all’interno del porto di Augusta su carta nautica .....	11
Figura 4-3	– Area di Punta Cugno - ortofoto .....	12
Figura 4-4	– Area del litorale del piazzale di Punta Cugno .....	12
Figura 4-5	– Porzione di Punta Cugno preliminarmente individuata .....	14
Figura 4-6	– Layout corrente di Punta Cugno.....	15
Figura 4-7	– Distanze minime di percorso fra aree offshore del parco eolico e il Marshalling Harbour .....	15
Figura 4-8	– Alternative di ubicazione per la base logistica (cerchio rosso Punta Cugno, cerchi gialli alternative).....	16
Figura 4-9	– Porzione del porto Commerciale preliminarmente individuata .....	17
Figura 4-10	– Deposito di turbine nel porto Commerciale di Augusta.....	17
Figura 4-11	– Porzione del porto Commerciale preliminarmente individuata su carta nautica .....	18
Figura 4-12	– Porzione del New Terminal container preliminarmente individuata.....	19
Figura 7-1	– Strategie di manutenzione /a6/ .....	24
Figura 7-2	– Esempio di trasferimento del <i>personale</i> verso la struttura di fondazione con CTV (Kinkardine).....	28
Figura 7-3	– Personale durante le opere di manutenzione ordinaria all’aerogeneratore (renewableenergymagazine.com) .....	29
Figura 7-4	– Personale impegnato nella manutenzione della fondazione galleggiante della turbina (Kinkardine).....	31

## 1 INTRODUZIONE

L'energia eolica è una delle fonti energetiche rinnovabili fondamentali per la transizione ecologica.

Nel 2023 in Europa, l'installazione di impianti eolici ha registrato un aumento significativo di +17 GW, un record storico, ma, nonostante questa evoluzione, la capacità eolica installata sembra essere ancora insufficiente per soddisfare gli obiettivi della Unione Europea al 2030.

Infatti, la Direttiva 2023/2413 di promozione dell'energia da fonti rinnovabili (c. d. RED III), pubblicata nella Gazzetta Ufficiale Europea del 31 ottobre 2023, ha aumentato dal 32 % al 42,5 % l'obiettivo dell'Unione relativo alla quota di energia da fonti rinnovabili nel consumo lordo di energia entro il 2030, con l'ambizione di raggiungere il 45 %.

In Italia, la potenza eolica installata annuale non segue l'andamento richiesto per raggiungere gli obiettivi 2030 e nel 2023 i nuovi impianti, secondo dati Terna-Gaudì, ammontano a circa 488 MW, in leggera diminuzione sul 2022 (-7%).

Con la sempre minore disponibilità di siti da destinare all'installazione di parchi eolici onshore, l'eolico offshore rappresenta una possibilità per incrementare le energie rinnovabili in Italia e raggiungere sia gli obiettivi energetici posti dalle istituzioni europee per il 2030 sia gli obiettivi intermedio al 2025 e quello del 2030 indicati dal nuovo PNIEC in via di approvazione.

L'Italia è contraddistinta da mari profondi e l'eolico galleggiante presenta le caratteristiche idonee per lo sviluppo di questa specifica tecnologia. Infatti, le strutture flottanti possono essere posizionate anche dove i fondali hanno notevoli profondità, rimanendo anche molto distanti dalla costa. Questo consente la riduzione dell'impatto visivo percepito dalla terraferma e consente lo sfruttamento di aree con disponibilità più elevata della risorsa vento.

### 1.1 Breve descrizione del progetto

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili volti alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, NINFEA RINNOVABILI S.r.l. si propone di avviare un progetto per la realizzazione di un nuovo impianto eolico offshore denominato "Scicli", di potenza pari a 750 MW, in uno specchio d'acqua nello Stretto di Sicilia a circa 27km dalla costa Siciliana tra Marina di Modica e Marina di Ragusa.

Il progetto prevede l'installazione offshore di:

- 50 aerogeneratori di potenza nominale di 15 MW cadauno, per una potenza nominale complessiva pari a 750 MW, localizzati ad una distanza minima di 27 km e massima di 40 km dalla costa Siciliana;
- 2 sottostazioni elettriche offshore su fondazione fissa (jacket) per l'innalzamento della tensione da 66 kV a 220 kV, ubicate ad una distanza minima di 33 km da costa;

- Cavi di campo (inter-array) per il collegamento delle turbine alle sottostazioni elettriche offshore;
- 4 cavidotti di export a 220 kV per il trasporto dell'energia dalle stazioni elettriche offshore al punto di giunzione a terra.

Il progetto prevede l'installazione onshore di:

- Buca giunti e gruppo di compensazione a terra;
- Cavidotto terrestre per il trasporto di energia dalla stazione di compensazione a terra alla stazione di trasformazione da 220kV a 380kV (stazione utente) ubicata nei pressi della futura Stazione Terna;
- Stazione di trasformazione da 220kV a 380kV (stazione utente);
- Cavidotto di collegamento a 380kV dalla stazione utente alla futura stazione Terna.

Per la connessione del Parco Eolico off-shore di Scicli sono previste delle opere di connessione che consistono in nuove opere della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), in particolare una nuova Stazione Elettrica (SE) a 380 kV da inserire in entra – esci alla esistente linea 380 kV della RTN “Chiaromonte Gulfi – Priolo. Per la nuova SE RTN è in fase di approvazione, da parte di Terna, la localizzazione.

Lo schema di connessione alla RTN è individuato nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), con codice pratica 202203856, rilasciata da Terna S.p.A. allegata al preventivo di connessione.

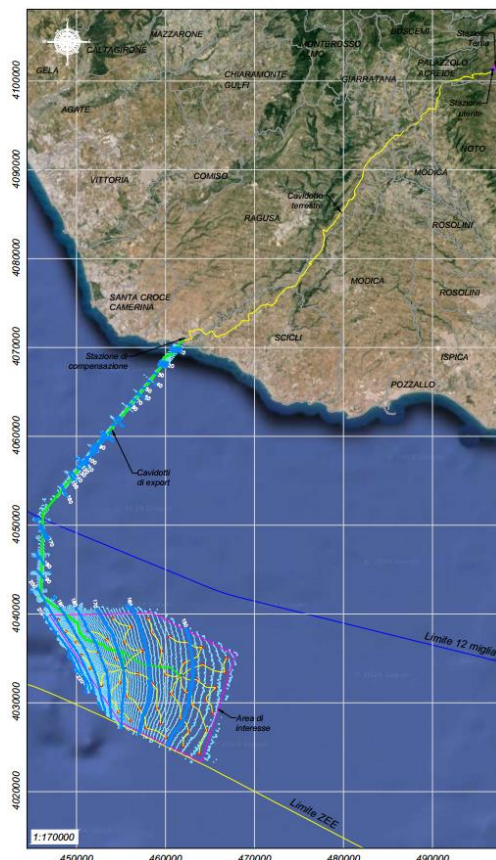


Figura 1-1 – Layout di impianto

## 2 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente elaborato ha lo scopo di descrivere la filosofia per le attività di gestione del campo eolico e manutenzione delle opere durante la fase di esercizio.

Le operazioni e la manutenzione (O&M) sono le funzioni combinate che, durante la vita del parco eolico, supportano il funzionamento continuo delle turbine eoliche, dell'equilibrio dell'impianto e delle risorse di trasmissione associate. Le attività di O&M iniziano formalmente alla data di completamento dei lavori di costruzione del parco eolico.

Il focus di queste attività durante la fase operativa è garantire operazioni sicure, mantenere l'integrità fisica degli asset del parco eolico e ottimizzare la produzione di energia elettrica.

Si presenteranno sia le attività di gestione, le cosiddette "operations", sia la filosofia applicata nelle attività di manutenzione di tutti gli impianti, sia a terra che a mare, facendo in particolare distinzione tra:

- Ispezione e manutenzione ordinaria;
- Manutenzione straordinaria.

In entrambi i casi saranno presentati i mezzi utilizzati, le tempistiche di intervento e le tipologie di interventi che potrebbero rendersi necessari.

### 3 AREE D'INTERESSE PER LA MANUTENZIONE

Le aree in cui saranno eseguite le attività di gestione e manutenzione coincidono con l'area occupata dal campo eolico.

Su larga scala l'area di progetto si inserisce nel bacino del mare Mediterraneo, in particolare nello Stretto di Sicilia, e per ubicazione geografica la centrale eolica offshore impegna il braccio di mare antistante la costa compresa tra Marina di Modica e Marina di Ragusa.

Nello specifico, lo specchio d'acqua in cui ricadono gli aerogeneratori e le stazioni di trasformazione offshore è compreso nei seguenti limiti:

- Il confine Nord dell'area dista oltre 5 km dal limite delle acque territoriali (12 Mn);
- Il confine Nord-Est dista dalla piattaforma Vega A circa 7 km e dalla piattaforma Leonis circa 9.3 km (entrambe le piattaforme sono poste entro le 12 MN);
- Il confine Sud rispetta il limite della Zona Economica Esclusiva Italiana.



Figura 3-1 – Ubicazione della Centrale eolica offshore “Scicli”.

### 3.1 Area marina

- 50 aerogeneratori di potenza nominale unitaria pari a 15 MW, per una potenza nominale complessiva di 750 MW, flottanti;
- Una rete elettrica sottomarina a tensione nominale pari a 66 kV che collega gli aerogeneratori in serie, raggruppandoli in 13 sezioni principali, per poi connettersi alle due Stazioni di Trasformazione Offshore (STO1 e STO2) 66/220 kV;
- Due piattaforme marine che ospitano ciascuna una SOT 66/220 kV, attrezzata con 2 trasformatori, 2 reattori per la compensazione della potenza reattiva, apparecchiature, quadri di controllo e manufatti di servizio e accessori;
- quattro elettrodotti sottomarini, due per ogni SOT, di collegamento tra le due SOT offshore e la buca giunti terra-mare, costituiti da cavi in AT 220 kV di lunghezza rispettivamente pari a circa 49 km e 54 km di cui 1,1 km realizzato con HDD (Horizontal Directional Drilling) per la parte di transizione terra-mare.

### 3.2 Area terrestre

L'area terrestre coinvolta dal Progetto interessa i seguenti comuni: Ragusa, Scicli, Modica, Noto e Palazzolo Acreide e riguarda l'installazione di:

- Una buca giunti interrata, in cui avviene la giunzione tra gli elettrodotti sottomarini e quello terrestre, interrata e posizionata nell'area agricola a sud di Via Don Emanuele Muccio;
- Una Stazione di compensazione da realizzarsi in prossimità della buca giunti, che ospiterà 2 reattori per la compensazione della potenza reattiva, apparecchiature, quadri di controllo e manufatti di servizio e accessori e da cui diparte la linea interrata 220 kV di collegamento alla Stazione Utente;
- Un elettrodotto terrestre interrato costituito da due terne di cavi isolati in AT 220 kV, di lunghezza pari a circa 57 km (con buche giunti ogni 500/600 m), che raggiunge la Stazione utente adiacente alla futura Stazione elettrica RTN di Terna, dove avviene la connessione alla RTN. Il progetto prevede che il tracciato, a partire dalla buca giunti di collegamento tra il cavo marino e quello terrestre, segua prevalentemente la viabilità esistente secondaria con un percorso preferenziale di circa 57 km;
- Una Stazione Utente da realizzarsi in prossimità della futura Stazione elettrica RTN di Terna, che ospiterà 2 trasformatori 220/380 kV, 2 reattori per la compensazione della potenza reattiva, apparecchiature, quadri di controllo e manufatti di servizio e accessori e da cui diparte la linea interrata 380 kV di collegamento alla stazione RTN;
- Un elettrodotto terrestre interrato trifase a 380 kV che si attesta sullo stallo arrivo produttore a 380 kV nella futura stazione elettrica RTN di Terna.



## 4 BASE LOGISTICA PER LA FASE DI ESERCIZIO

Durante la fase di esercizio del campo eolico sarà necessario mantenere una base in zona portuale come supporto logistico per tutte le operazioni di gestione e manutenzione. Quest'area, nei progetti infrastrutturali in ambienti offshore, viene comunemente denominata "marshalling harbour".

Ad Aprile 2024 il MASE ha dato il via alle manifestazioni di interesse da parte delle Autorità Portuali per lo sviluppo della cantieristica navale al fine di realizzare la filiera tecnologica dell'eolico offshore in Italia. A tal proposito è stato pubblicato l'avviso pubblico per realizzare la produzione di energia eolica in mare attraverso infrastrutture idonee (/a7/).

Come previsto dal Decreto Energia 181 del 2023, dovranno essere individuati almeno due porti nel Mezzogiorno che rientrano nelle Autorità di sistema portuale o aree portuali limitrofe a quelle in cui sia in corso l'eliminazione graduale dell'uso del carbone.

Il decreto promuove specifiche misure di sostegno agli investimenti nel Sud Italia, mediante la creazione di un polo strategico nazionale "nel settore della progettazione, della produzione e dell'assemblaggio di piattaforme galleggianti e delle infrastrutture elettriche funzionali allo sviluppo della cantieristica navale per la produzione di energia eolica in mare".

La Regione Sicilia ha deciso di candidare il porto di Augusta come polo cantieristico (/a8/).

Il marshalling harbour individuato per il progetto è quindi il porto di Augusta, che fungerà da base logistica per far transitare materiali, mezzi e personale impiegato per tutte le attività previste, con spazi dedicati per gli uffici necessari alla gestione delle manutenzioni e al controllo degli impianti, incluse sale riunioni, spogliatoi e servizi igienici. Inoltre, saranno previsti magazzini per lo stoccaggio e la movimentazione dei pezzi di ricambio (spare parts) e per la gestione dei rifiuti. Quest'area dovrà necessariamente disporre anche di una banchina d'attracco delle imbarcazioni da e verso il parco offshore.

Per quanto appena descritto è stata preliminarmente individuata l'area di Punta Cugno (vedi Figura 4-1 e Figura 4-2):

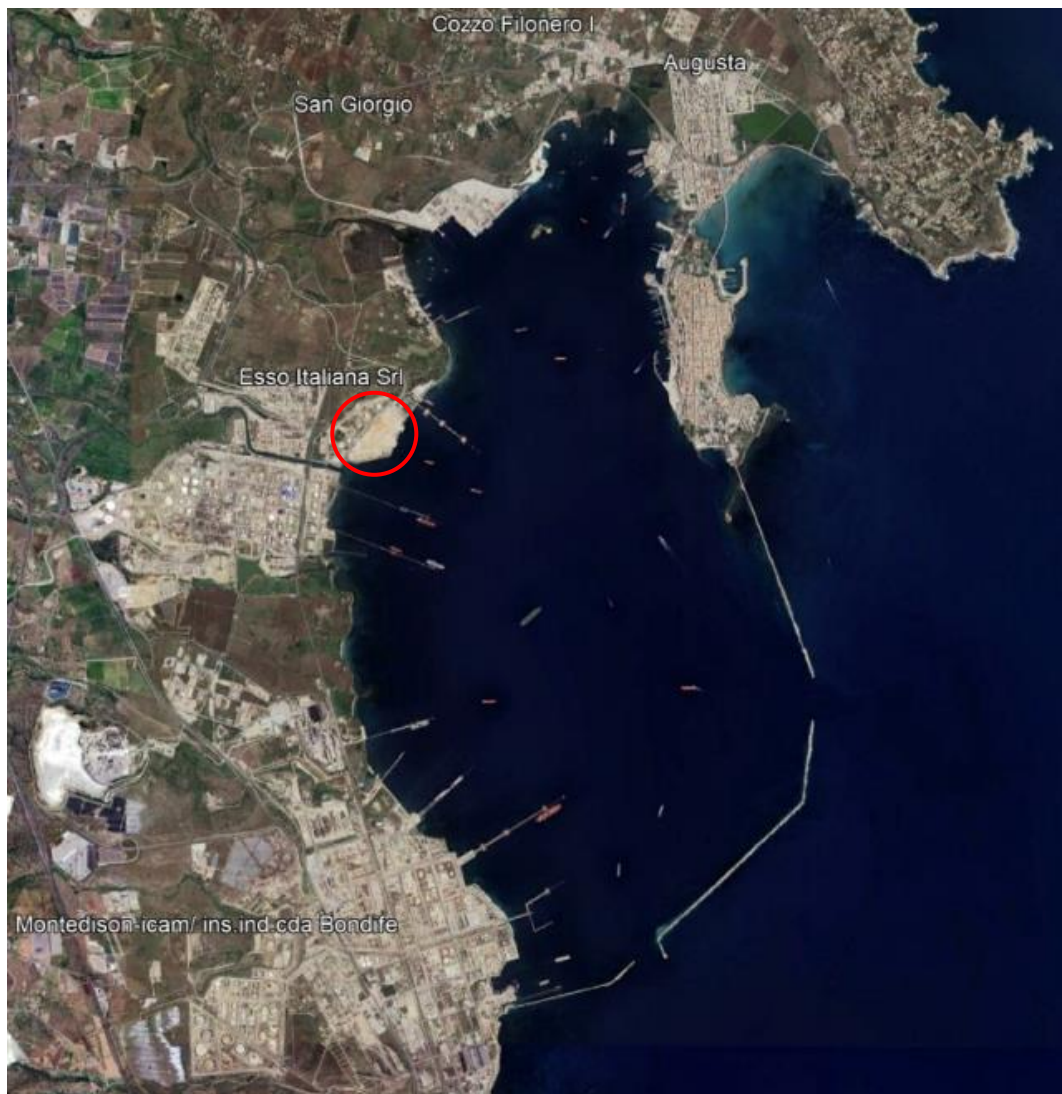


Figura 4-1 – Area di Punta Cugno individuata all'interno del porto di Augusta

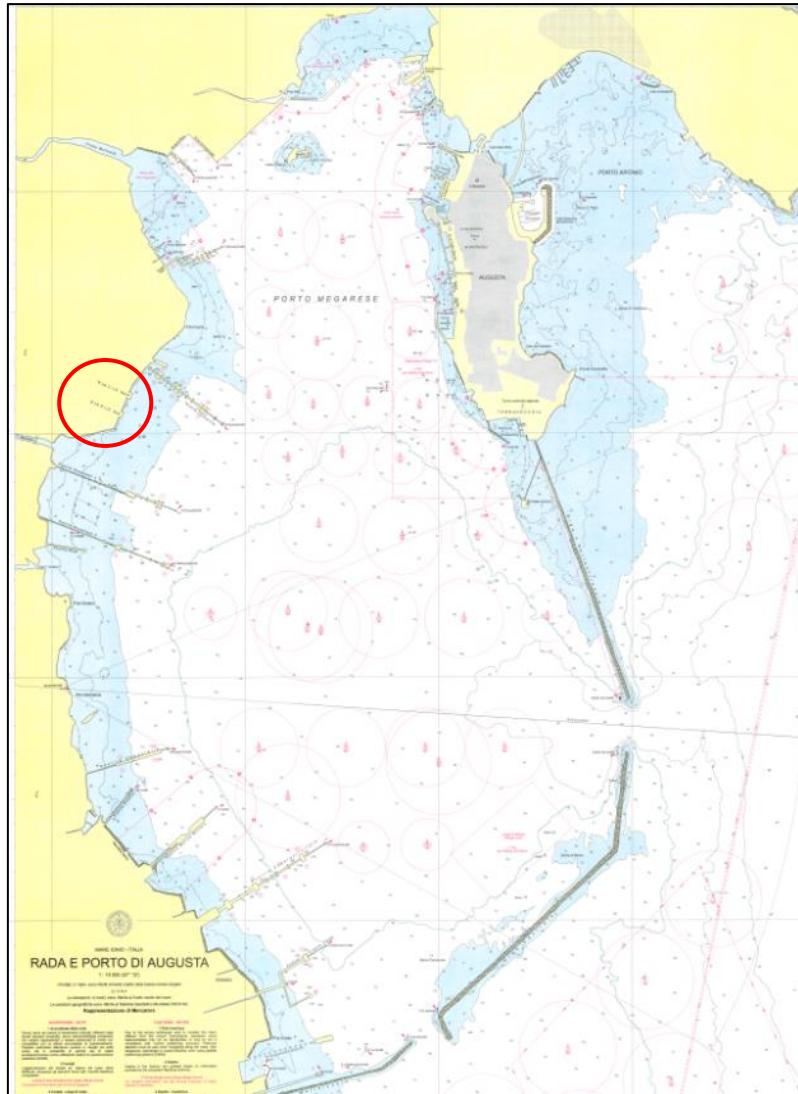


Figura 4-2 – Area di Punta Cugno individuata all'interno del porto di Augusta su carta nautica

## 4.1 Area di Punta Cugno

Punta Cugno, individuata come base logistica di riferimento per le attività di manutenzione ed ispezione dei sistemi offshore, è all'interno del porto di Augusta approssimativamente alle coordinate: N 37° 13' 06.29" - E 15° 11' 24.00".



Figura 4-3 – Area di Punta Cugno - ortofoto



Figura 4-4 – Area del litorale del piazzale di Punta Cugno

Il cantiere di Punta Cugno è attrezzato per l'installazione di strutture offshore (jacket, deck, moduli e simili) partendo dalla prefabbricazione di componenti quali tubi, nodi, pannelli, ecc.

La superficie complessivamente disponibile di 151.000 mq è suddivisa in diverse aree funzionali che consentono un flusso ottimale dei materiali ed evitano interferenze con la sequenza di assemblaggio.

- Un'area fronte mare di 120.000 mq destinata allo stoccaggio dei materiali è in grado di ricevere grandi componenti prefabbricati spediti via mare.

- Un'ulteriore area di 6.000 mq destinata allo stoccaggio di piastre e tubazioni è ubicata in adiacenza all'area di prefabbricazione.
- All'interno di un magazzino di 2.000 mq è ubicata un'area di sabbiatura e trattamenti speciali per i componenti che richiedono tale attività.

La maggior parte della superficie del cantiere con lungomare (circa 120.000 mq) è disponibile per la realizzazione di strutture (jacket, decks e moduli). Il terminale è composto da 2 pontili. La lunghezza massima registrata delle navi entrate in questo terminal è di 300 metri. È presente anche il terminal Pontile Consortile composto da 6 posti barca. La lunghezza massima registrata delle navi entrate in questo terminal è di 87,95 metri. Il pescaggio massimo è di 6 metri. La portata lorda massima è di 2137 t.

Per quanto riguarda l'accessibilità al porto la tabella seguente mostra i dettagli di della posizione del piazzale di Punta Cugno, a dimostrazione che il terminale sia uno snodo centrale e accessibile con qualsiasi tipo di mezzo.

<b>Water front/access</b>	• Water front type	Quays
	• Length of Load out Quay	n° 2 x 50 m
	• Total length of Quay	100 m
	• Minimum water depth of waterfront (L.A.T.)	8.5 m
	• Maximum water depth at waterfront (MHWS)	8.7 m
	• Distance to open water	About 1 mile
	• Minimum water depth in channel to open water (L.A.T.)	Greater than minimum depth of water front
	• Width restriction to open water	NIL
	• Height restriction to open water (at MHWS)	NIL
	• Maximum size of barge accommodated	196 x 50 x 11,4 m (M44)
• Other barges already received	M45 180 x 42 x 11,5 m M42 123 x 29 x 7,5 m P10 150 x 36 (semisub.) Various STD. 300 ft	
<b>Road</b>	• Main road	The yard is connected to the Catania Siracusa highway
	• Access restriction	Standard European restrictions. The biggest transported item was a drum of 5,2 m of diameter
<b>Nearest Rail</b>	• Name	Priolo
	• Distance from Site	10 Km approx.
<b>Nearest Port</b>	• Name	Augusta
	• Distance from Site	5 Km. approx.
<b>Nearest Airport</b>	• Name	Catania (Fontanarossa)
	• Distance from Site	40 Km. approx.
<b>Heliport</b>	• The hiliport is located in Siracusa	

Tabella 4-1- Posizione e accessibilità del piazzale di Punta Cugno





Figura 4-5 – Porzione di Punta Cugno preliminarmente individuata

La Società Consortile Italooffshore – CIO (Augusta), è la società che cura il cantiere di Augusta per la prefabbricazione e l'assemblaggio di impianti offshore di grandi dimensioni. CIO è specializzato nell'acquisizione di servizi EPC per strutture di grandi dimensioni progettate per il settore Oil & Gas e delle energie rinnovabili, con particolare focus su strutture offshore, ponti, moduli di alloggio e moduli di processo.

Il Consorzio Italooffshore ha iniziato la sua attività nel 1984, su iniziativa di un gruppo di primarie aziende italiane tra cui IREM s.p.a. e Sonim s.r.l., che avevano deciso di unire sinergicamente le loro risorse complementari in un Consorzio, grazie al quale hanno potuto operare efficacemente per programmare utilizzando tecnologie all'avanguardia nella costruzione, allacciamento e messa in servizio di piattaforme offshore chiavi in mano.

La Società proponente dovrà stipulare un accordo con il Consorzio per l'occupazione delle aree necessarie allo svolgimento delle attività di manutenzione per tutta la durata della vita utile del parco eolico.

Tale area sarà inoltre utilizzata come cantiere durante le fasi di realizzazione e installazione delle componenti del parco eolico.

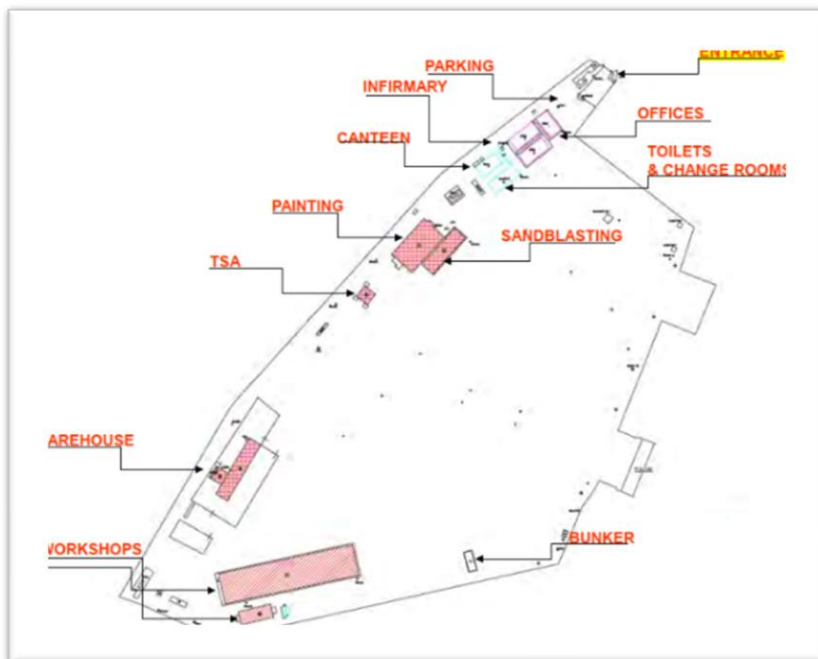


Figura 4-6 – Layout corrente di Punta Cugno

L'area individuata come base logistica non è solo ottima per quanto concerne gli spazi e le dimensioni, anche la sua ubicazione presenta due vantaggi principali: in primo luogo, risulta posizionata con traiettoria praticamente dritta rispetto all'imboccatura dell'avamposto delimitata dalle dighe foranee, escludendo quindi manovre difficoltose o potenzialmente pericolose; in secondo luogo, essendo il Porto di Augusta ubicato a meno di 150km dal parco eolico, consente tragitti per la manutenzione da e verso la base logistica di durata minore rispetto a quanto solitamente si può riscontrare in altri progetti eolici.



Figura 4-7 – Distanze minime di percorso fra aree offshore del parco eolico e il Marshalling Harbour

## 4.2 Alternative di ubicazione per la base logistica

Nell'eventualità che l'area di Punta Cugno non fosse disponibile, vi sono comunque almeno due alternative di ubicazione per consentire la sistemazione di una base logistica nel marshalling harbour di riferimento.

Le due alternative preliminarmente individuate sono così denominate e descritte nei successivi paragrafi:

- Area del porto Commerciale
- Area New Terminal Container

Nella mappa sottostante si mostrano le alternative considerate in questa fase di progettazione.



Figura 4-8 – Alternative di ubicazione per la base logistica (cerchio rosso Punta Cugno, cerchi gialli alternative)

Per quanto riguarda il porto Commerciale, esso risulta ubicata più a nord rispetto a Punta Cugno all'interno sempre del porto di Augusta (N 37° 14' 13.40" - E 015° 11' 56.54").

Il porto commerciale, situato sulla costa settentrionale del porto tra il centro urbano e l'autostrada, ha una superficie cantieristica di oltre 300.000 mq e una lunghezza totale di banchine di 1.200 m, con una profondità media dei fondali di 12-14 m sopra il livello del mare.





Figura 4-9 – Porzione del porto Commerciale preliminarmente individuata

Come si può notare dalla Figura 4-10, nell'area è già presente un deposito di pale per turbine eoliche.



Figura 4-10 – Deposito di turbine nel porto Commerciale di Augusta

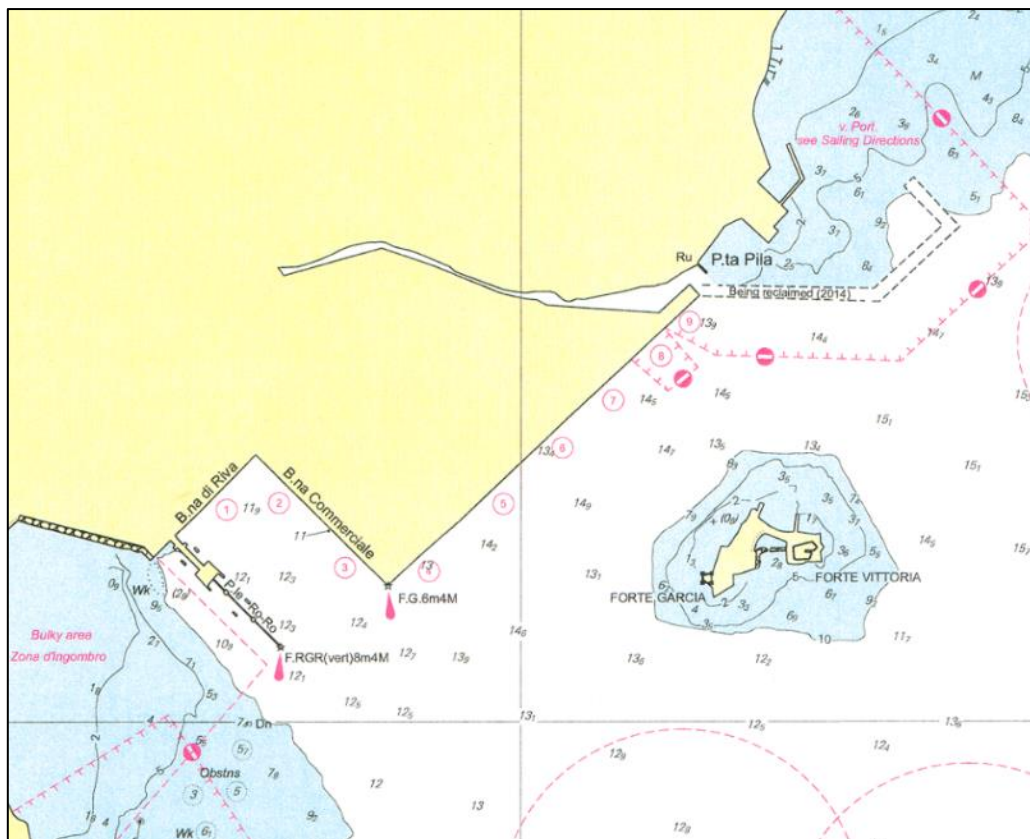


Figura 4-11 – Porzione del porto Commerciale preliminarmente individuata su carta nautica

La seconda alternativa denominata Area new terminal container è ubicata a nord di Punta Cugno e al porto Commerciale.

L'area è in costruzione ed ha una notevole estensione, circa 13ha con due banchine. I lavori verranno completati all'incirca intorno al 2026.

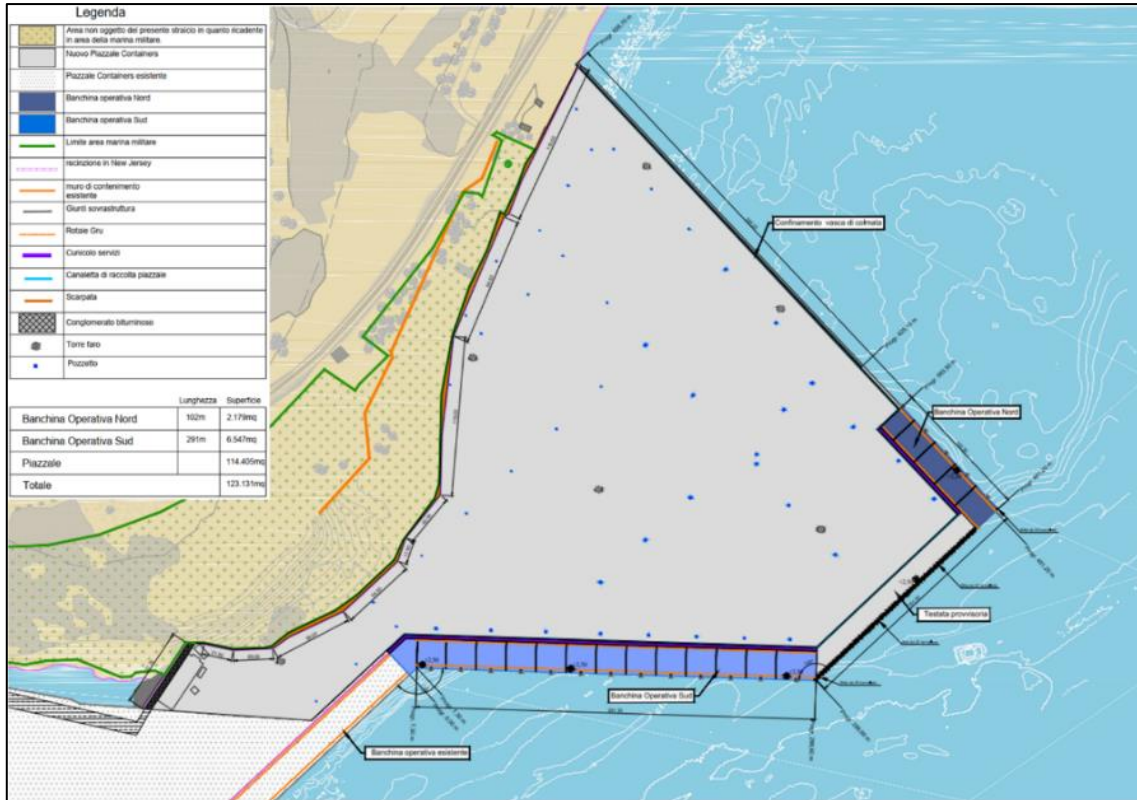


Figura 4-12 – Porzione del New Terminal container preliminarmente individuata

## 5 PERSONALE RESPONSABILE DELLA MANUTENZIONE

Le principali figure coinvolte nelle operazioni di manutenzione sono:

- il Proponente del campo eolico;
- i Fornitori delle principali apparecchiature del campo eolico;
- i Gestori delle operazioni di manutenzione.

Il Proponente sarà il primo responsabile della programmazione e gestione delle operazioni di manutenzione, con il supporto di personale qualificato e preposto a tali mansioni.

Almeno per i primi anni di funzionamento, i diversi Fornitori delle turbine eoliche e delle principali apparecchiature del campo eolico saranno responsabili della manutenzione delle turbine eoliche stesse, in associazione alle principali garanzie sulle apparecchiature. A seconda dell'approccio contrattuale del proprietario del progetto, tali fornitori potranno essere responsabile della logistica offshore così come delle infrastrutture onshore.

Successivamente, il Proponente potrà assegnare in parte o la totalità delle operazioni di manutenzione a società di gestione specializzate. La suddivisione dei contratti tra le parti dipenderà dalla strategia complessiva scelta dal proprietario.



## 6 GESTIONE OPERATIVA DURANTE LA FASE DI ESERCIZIO

La gestione operativa è relativa in senso ampio alla gestione degli asset del campo eolico.

Nello specifico la gestione è rivolta per lo più a:

- controllo della salute e la sicurezza del personale impiegato e delle terze parti;
- controllo del corretto funzionamento degli asset (sia impianti che opere di connessione);
- piano di monitoraggio ambientale;
- monitoraggio remoto del sito;
- vendita di energia elettrica;
- attività di amministrazione e contabilità;
- supervisione delle operazioni marittime e terrestri;
- funzionamento delle navi e delle infrastrutture di banchina;
- attività di back office.

Una volta messo in funzione, il campo eolico avrà una vita utile di circa 30 anni. Tutte le infrastrutture del campo eolico dovranno essere monitorate e sottoposte a manutenzione durante questo periodo, al fine di massimizzare l'efficienza operativa e la sicurezza. In particolare le attività di O&M devono coprire le esigenze delle turbine eoliche, della struttura galleggiante (compreso il sistema di ormeggio), i cavi di interarray, le Stazioni di Trasformazione Offshore, i cavi di esportazione e le infrastrutture elettriche onshore (ovvero la stazione utente e il cavo onshore).

Considerata la complessità logistica richiesta da questo tipo di strutture, una buona pianificazione è essenziale per l'ottimizzazione delle attività di assistenza e manutenzione.

Il funzionamento e il controllo degli impianti di produzione saranno gestiti da un sistema di supervisione, controllo e acquisizione dati (SCADA), che collegherà ogni turbina alla sala di controllo a terra. Il sistema SCADA consentirà il controllo in generale, nonché l'interrogazione a distanza, il trasferimento di informazioni, l'archiviazione e lo spegnimento o il riavvio di qualsiasi turbina eolica, se necessario.

Durante la vita del progetto, non dovrebbero essere necessarie riparazioni o sostituzioni programmate dei cavi sottomarini, tuttavia potrebbero essere necessarie riparazioni reattive e ispezioni periodiche. Saranno inoltre necessarie indagini periodiche per verificare che i cavi rimangano interrati e/o adeguatamente protetti (ad es. nei "crossing" con altri cavi esistenti in mare), se dovessero essere esposti, saranno intrapresi lavori di reinterro o di applicazione di protezione equivalente.

Nei successivi paragrafi si descrivono con più dettaglio le macro-categorie delle attività di gestione operativa in fase di esercizio, così elencate:

- Monitoraggio e gestione;
- Training del personale impiegato;
- Logistica a mare;

- Logistica a terra.

## 6.1 Attività di monitoraggio e gestione

Una sala di controllo onshore garantisce l'accesso tramite SCADA e altri sistemi a dati dettagliati storici e in tempo reale per tutte le componenti del campo eolico. I sistemi assicurano che il personale responsabile delle operazioni sappia dove si trovano tutto il personale e le navi e possa valutare le prestazioni degli impianti.

È ormai prassi comune che i parchi eolici siano monitorati da remoto su base continuativa utilizzando sistemi SCADA e di monitoraggio delle condizioni. La revisione dei dati provenienti SCADA e il monitoraggio prognostico delle condizioni degli impianti possono aiutare, ad esempio, a programmare la manutenzione preventiva prima che si verifichi un guasto.

Una strategia “data-driven” permette di massimizzare il valore degli asset, tra cui un maggiore uso di analisi delle prestazioni, benchmarking delle prestazioni e sistemi digitali integrati.

In future fasi di progettazione, sarà quindi possibile anche la realizzazione di un Digital Twin dell'intero parco eolico, per consentire i cosiddetti “System Modeling & Visualization” e la “Power Flow Analysis”.

Le attività di monitoraggio non saranno utili solamente per la gestione efficiente degli impianti ma anche per questioni relative alla cyber security e alla protezione degli impianti, nonché agli aspetti ambientali ai fini di comprendere in maniera più efficace gli impatti positivi e negativi del Progetto sugli ecosistemi durante la fase di esercizio.

## 6.2 Training del personale impiegato

Una formazione iniziale e continuativa durante la fase di esercizio garantisce che il personale impiegato sia qualificato per svolgere i ruoli richiesti dalle attività di manutenzione, garantendo al contempo la propria sicurezza e quella dei colleghi.

Le attività principali, spesso svolte grazie a istituti o aziende specializzate in questo settore, saranno lo svolgimento di corsi specifici, esaminazioni e rilascio di certificati, per garantire i seguenti aspetti:

- Pronto soccorso di emergenza e formazione medica avanzata;
- Addestramento alla sopravvivenza offshore;
- Addestramento verricello elicottero;
- Addestramento per operazioni di manutenzioni in accordo ai requisiti del fornitore delle apparecchiature;
- Lavoro in quota;
- Lavoro in spazi ristretti;
- Movimentazione di merce pesante;
- Gestione dell'alta tensione.

### 6.3 Gestione della logistica offshore

La gestione della logistica offshore comporta il management e il coordinamento di tutte le attività e operazioni marittime.

Il coordinamento prevede il monitoraggio 24 ore su 24, 7 giorni su 7, delle posizioni di tutte le navi e del personale nelle vicinanze del Progetto, attraverso software dedicati grazie al supporto sia di telecamere posizionate su strutture offshore che sistemi GPS.

La gestione da remoto di queste attività consente l'efficiamento della manutenzione, descritta nel capitolo 7.

### 6.4 Gestione della logistica onshore

La logistica onshore comporta il management di tutte le risorse a terra per le operazioni necessarie al corretto funzionamento del parco.

Questa parte delle operazioni è relativa alla gestione delle varie strutture e attrezzature, come ad esempio:

- Edifici per sale amministrative, operative, di controllo e per riunioni;
- Attrezzature di sollevamento, come carrelli elevatori (fino a 600 kg) e piccole gru gommate per spostare componenti da e sulle navi;
- Aree di lavoro e deposito strumenti;
- Magazzini per lo stoccaggio dei componenti di ricambio;
- Deposito di gasolio, di bombole di gas e strutture di gestione dei rifiuti;
- Parcheggi.

## 7 PIANO PRELIMINARE DELLE ATTIVITÀ DI MANUTENZIONE

Il presente capitolo ha lo scopo di descrivere il piano preliminare delle attività previste per la manutenzione delle opere del Progetto. In quanto piano preliminare, si precisa che la declinazione e l'organizzazione delle attività potrebbe variare in sede di progettazione esecutiva o subire modifiche durante la fase di esercizio volte all'efficientamento e miglioramento delle attività stesse.

Ad ogni modo, le attività dovranno essere pianificate ed eseguite rispettando i massimi standard di sicurezza ed in accordo alla legislazione vigente.

### 7.1 Considerazioni di carattere generale

Realizzare una strategia di manutenzione efficace ed affidabile è essenziale sia per finalità di sicurezza del personale ed assets del campo eolico, sia poiché i costi operativi e di manutenzione rappresentano una parte importante del costo livellato dell'energia di un impianto energetico offshore.

Le strategie di manutenzione sono tipicamente classificate, in funzione del momento in cui viene effettuata la manutenzione, come:

- Manutenzione preventiva:
  - Manutenzione predeterminata o programmata;
  - Manutenzione predittiva (manutenzione basata sulle condizioni);
- Manutenzione correttiva (reattiva).

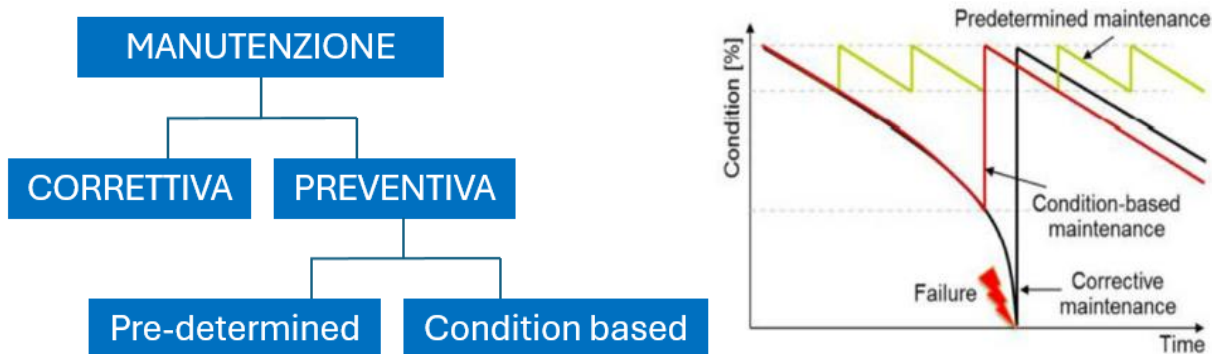


Figura 7-1 – Strategie di manutenzione /a6/

#### 7.1.1 Manutenzione preventiva

La manutenzione preventiva è una strategia proattiva per mantenere le funzioni delle apparecchiature. Sono previste ispezioni e sostituzioni programmate per evitare guasti secondo:

- Esperienza;
- specifiche dei fornitori dei componenti degli impianti;



- Standard dell'industria e linee guida.

La manutenzione predeterminata, chiamata anche "Time Based Maintenance" avverrà in funzione di un programma temporale specificato. Questo tipo di manutenzione è spesso effettuato come indagini offshore. Nel caso la condizione osservata è stabile e non vi sono cambiamenti significativi nel corso di diverse ispezioni, il periodo tra le ispezioni può essere aumentato.

La manutenzione basata sulle condizioni, chiamata anche "Condition Based Maintenance" viene eseguita in base alle condizioni degli asset (es: fondazione galleggiante, turbina) e non con un intervallo di tempo prefissato. Ciò consente riparazioni preventive per ridurre al minimo le perdite di produzione. Tale manutenzione si basa sul monitoraggio delle apparecchiature per rilevare il degrado, i cambiamenti nelle condizioni di funzionamento, vibrazioni e/o guasti. Questa è una tecnica chiave in quanto il confronto tra i valori attuali e quelli nominali consente di individuare precocemente gli sviluppi di guasto.

Sarà effettuata utilizzando CTV (crew transfer vessels) per il trasferimento del personale tecnico e delle attrezzature che partirà dal porto di Augusta.

### 7.1.2 Manutenzione correttiva

La manutenzione correttiva viene messa in atto al verificarsi di un allarme per guasto o in risposta ad interruzioni non programmate

Questo tipo di manutenzione è particolarmente costosa poiché sarà necessario:

- Localizzare il guasto;
- Organizzare l'indagine offshore;
- Ottenere l'accesso alle attrezzature e al personale necessario;

Ed inoltre i lavori di riparazione effettivi dovranno avvenire nel più breve tempo possibile. I relativi tempi di inattività dipendono fortemente dalle condizioni meteorologiche prevalenti.

Verrà eseguita utilizzando un CTV in caso di reset remoti, o riparazioni minori. In caso invece di riparazioni importanti se il componente di grandi dimensioni può essere riparato in loco verrà utilizzato un Heavy lift Vessel (HLV), in caso contrario l'unità galleggiante verrà trainata tramite rimorchiatori al porto di Augusta.

### 7.1.3 Guasti

Durante lo sviluppo del piano di manutenzione verranno identificate quattro categorie di guasto:

1. Sostituzione dei componenti principali;
2. Riparazione dei componenti principali con sostituzioni minori;
3. Riparazioni minori con sostituzioni marginali;
4. Ripristino senza sostituzione.

L'appaltatore dovrà predisporre un'organizzazione dotata di attrezzature, strumenti e ricambi adeguati per intervenire tempestivamente nel caso si verificassero uno o più guasti sopra elencati.

Gli interventi di manutenzione eccezionale non sono pianificati e richiedono l'implementazione di una specifica logistica marina, l'intervento di specifici mezzi operativi provenienti dal porto di Augusta.

I componenti standard e i pezzi di ricambio fino a un limite di due tonnellate verranno movimentati utilizzando le gru su chiatte galleggianti e i CTV. Sono esclusi solo i componenti principali quali pale, mozzo, trasformatore, generatore, cuscinetto principale (yaw), e cuscinetto della pala (pitch). Come spiegato sopra nella strategia complessiva di O&M, la sostituzione di questi componenti principali comporta il traino dell'unità a riva e richiede pertanto un'attenta pianificazione. Per lo svolgimento di questi compiti sarà designato il porto di Augusta.

I guasti che possono colpire gli impianti sono in genere dovuti a:

- Usura e funzionamento nel lungo termine;
- Guasti improvvisi e sovraccarichi nel breve termine.

Nel caso delle turbine eoliche, poiché il rotore e la trasmissione sono organi in movimento, e le fondazioni galleggianti sono esposte alle onde, i guasti sono più comunemente causati dall'usura e dalla fatica. Tuttavia si ritiene che alcuni guasti si verifichino in modo casuale senza seguire tendenze o previsioni esplicite.

#### 7.1.4 Accessibilità

Il tempo di attesa per avere delle condizioni metereologiche adatte per l'accesso al sito dei mezzi di manutenzione è un aspetto molto importante. Lo stato del mare e le condizioni del vento devono rientrare in un intervallo che non superi i limiti di servizio delle navi o dell'elicottero o eventuali restrizioni per le operazioni di sollevamento o installazione.

L'accessibilità della nave dipende principalmente dall'altezza dell'onda massima nel sito. Se le condizioni del mare sono troppo severe ed il vento è troppo forte, possono essere previste onde più alte che superano i valori limite per l'accesso della nave per il trasferimento dell'equipaggio (CTV) o la nave di servizio operativa (SOV). Per gli elicotteri l'accessibilità dipende dalle condizioni del vento (velocità e turbolenze) all'altezza della piattaforma di sollevamento o di atterraggio.

L'analisi dell'accessibilità sarà condotta sulla base del progetto per identificare una strategia logistica adeguata.

I mezzi impiegati per la manutenzione saranno quindi:

1. Crew transfer vessel (CTV);
2. Service operation vessel (SOV);
3. Elicottero.

## 7.2 Ispezione e manutenzione ordinaria

Per le operazioni di manutenzione ordinaria dell'hub energetico sarà applicata una strategia di manutenzione preventiva, con predisposizione dell'infrastruttura portuale anche nel caso si renda necessaria una manutenzione reattiva.

Verrà sviluppato un piano di ispezione adeguato per garantire che tutte le attrezzature e le strutture mantengano la loro integrità durante la vita del campo. L'obiettivo sarà quello di sviluppare una strategia di ispezione efficace in modo da massimizzare la sicurezza, l'efficienza e l'affidabilità. Le ispezioni regolari sono essenziali per identificare potenziali problemi prima che diventino significativi, in modo da ridurre i tempi di inattività e i costi di riparazione garantendo la sostenibilità a lungo termine del parco eolico.

Le strategie di ispezione devono essere suddivise per tipologie di apparecchiature, che richiedono gli stessi attrezzi per l'ispezione:

- Strutture sottomarine e superficiali;
- Dispositivi di sicurezza;
- Sistemi di zavorra e serbatoi;
- Attrezzature di sollevamento;
- Componenti e sistemi elettrici.

Per le ispezioni sopra il pelo dell'acqua potranno essere utilizzati droni aerei, oppure metodi tradizionali come ispezioni visive condotte da esseri umani o ispezioni tramite veicoli a comando a distanza (ROV).

Per le ispezioni subacquee invece potranno essere utilizzati allo stesso modo dei droni subacquei in alternativa ai metodi classici che prevedono l'utilizzo di sub o veicoli telecomandati (ROV).

La manutenzione ordinaria sarà effettuata utilizzando CTV (crew transfer vessels) per il trasferimento del personale tecnico e delle attrezzature che partirà dal porto di Augusta e impiegherà all'incirca 4h per raggiungere lo specchio acqueo di progetto (il CTV può raggiungere velocità fino a 30 nodi).

Il costo del noleggio dell'imbarcazione CTV è uno dei fattori dominanti sui costi di manutenzione e di mantenimento degli impianti.

In caso di attività di manutenzione correttiva, come la sostituzione degli anodi e delle protezioni contro la corrosione, sarà richiesto l'impiego di sommozzatori e l'accesso sottomarino. Attività correttive speciali, come la sostituzione di un boat landing per l'accesso, richiedono anche l'uso di SOV (service operation vessel). Le strutture di fondazione galleggiante, saranno progettate per garantire l'integrità degli asset durante i 30 anni di vita previsti degli aerogeneratori e si prevede che saranno necessarie operazioni di manutenzione correttiva minime.



Figura 7-2 – Esempio di trasferimento del *personale* verso la struttura di fondazione con CTV (Kinkardine)

La pianificazione delle operazioni, in termini di ispezioni e sostituzioni, sarà effettuata in accordo alle specifiche dei fornitori dei componenti degli impianti.

### 7.2.1 Turbine eoliche

Il sistema SCADA consentirà il controllo a distanza delle singole turbine e del parco eolico, nonché l'interrogazione a distanza, il trasferimento di informazioni, l'archiviazione e lo spegnimento o il riavvio di qualsiasi turbina eolica, se necessario.

Durante la vita del progetto, non dovrebbero essere necessarie riparazioni o sostituzioni programmate, tuttavia potrebbero essere necessarie riparazioni e ispezioni periodiche.

A titolo esemplificativo e non esaustivo si riporta un elenco delle azioni comunemente eseguite tramite manutenzione, per ispezioni di controllo in caso di allarme ed in caso di necessità di riparazioni, da eseguire con mezzi logistici e navali direttamente in loco:

- Manutenzione generale della turbina eolica;
- Controllo regolare delle pale, che non presentino incrinature e danni;
- Ispezione della scatola degli ingranaggi per verificarne l'usura;
- Cambio con regolarità dell'olio degli ingranaggi;
- Valutazione del corretto funzionamento del generatore;
- Pulizia regolare della navicella;
- Controllo funzionamento del rotore, libero da elementi di intralcio;
- Controllo regolare dello stato dei cavi nell'aerogeneratore;
- Sostituzione delle batterie dell'UPS (gruppo di continuità);

- Assistenza e ispezioni delle attrezzature di sicurezza della turbina eolica, della gru della navicella, dell'ascensore di servizio, del sistema ad alta tensione e delle pale.

I principali guasti ai componenti di un turbina offshore sono di seguito elencati:

- Rotore e pale: degradazione, errore di allineamento, sbilanciamento del rotore, corrosione esterna delle pale e dell'hub, spaccature e gravi deformazioni aeroelastiche;
- Albero: disequilibrio dell'albero, disallineamento dell'albero, danno, rottura;
- Riduttore: usura, fatica, corrosione, danno ai denti dell'ingranaggio, spostamento, perdita di olio, lubrificazione insufficiente, elevata temperatura dell'olio, lubrificazione insufficiente;
- Generatore: surriscaldamento, sovravelocità, usura, eccessive vibrazioni, asimmetrie del rotore, rottura delle barre, problemi elettrici, danni all'isolamento, slittamenti, danni agli avvolgimenti e rumori anomali;
- Cuscinetti: surriscaldamento, sfaldatura, usura, difetti dei gusci dei cuscinetti e danno ai cuscinetti;
- Navicella: incendio, errore di imbardata;
- Torre: fatica, vibrazioni, formazione di spaccature e debolezza della fondazione;
- Sistema elettrico: cortocircuito, guasto di un componente, difetto di connessione, contaminazione.



Figura 7-3 – Personale durante le opere di manutenzione ordinaria all'aerogeneratore  
(renewableenergymagazine.com)

## 7.2.2 Fondazioni galleggianti

Le fondazioni del parco eolico, per la durata della fase di esercizio, saranno sottoposte ad ispezioni periodiche che ne verifichino lo stato, e in funzione dei risultati ottenuti si eseguiranno le operazioni di manutenzione. Per quanto possibile, saranno programmate le stesse visite previste per l'assistenza e la manutenzione delle WTG. Le attività di monitoraggio, ispezione e riparazione minore si concentrano sull'integrità strutturale della sottostruttura, sulla carpenteria secondaria in acciaio, sulla sua protezione dalla corrosione e sui vari sottosistemi utilizzati sulla sottostruttura galleggiante.

Le ispezioni saranno effettuate con l'ausilio di apparecchiature specializzate come i mezzi ROV (Remotely Operated Vehicle). Le immersioni sono richieste solo in circostanze eccezionali e si stanno compiendo sforzi per massimizzare l'uso di tecniche più sicure e remote.

Il monitoraggio si baserà sull'identificazione e correzione della corrosione e l'usura che si verificano su ancore, linee di ormeggio e accessori (collegamenti, galleggianti, riduttori di carico).

Nell'ambito dei requisiti O&M per i sistemi di ormeggio, dovrà essere garantito che gli ancoraggi siano interrati alla profondità richiesta (e.g. driven piles o suction piles) e che le linee di ormeggio siano controllate (tramite celle di carico sui sistemi di ormeggio) per individuare eventuali impigliamenti con attrezzi da pesca. Il monitoraggio di potenziali intoppi degli attrezzi da pesca sarà effettuato attraverso le celle di carico sugli ormeggi e le ispezioni visive ROV.

La posizione delle sottostrutture sarà monitorata mediante GPS, uno installato su ciascuna colonna. Questo sistema viene utilizzato per monitorare la posizione e l'imbardata. Queste informazioni vengono trasmesse alla sottostazione terrestre del progetto. Il sistema di controllo calcola la deriva dal punto di installazione. Se la deriva è superiore al valore di soglia il sistema di controllo emette allarmi tramite sistemi email e SMS.

Inoltre, ciascuna sottostruttura sarà dotata di un sistema di identificazione automatica (AIS) che trasmetterà la posizione. Queste informazioni possono essere lette dalle imbarcazioni vicine o dalle stazioni e imbarcazioni AIS a terra.

Particolare attenzione sarà prestata al monitoraggio del fenomeno di biofouling, crescita di organismi marini incrostanti comunemente denominata marine growth, che può avere conseguenze impattanti sull'integrità della struttura. La progettazione dei componenti impiantistici marini pertanto sarà opportunamente sviluppata tenendo in considerazione il fenomeno del biofouling, per tutta la vita operativa dell'opera; inoltre saranno promosse iniziative con le marinerie locali di raccolta dei mitili nelle fondazioni degli aerogeneratori.





Figura 7-4 – Personale impegnato nella manutenzione della fondazione galleggiante della turbina (Kinkardine)

### 7.2.3 Stazioni di Trasformazione Offshore

Per la progettazione dettagliata delle stazioni di trasformazione offshore si terrà conto dell'intero ciclo di vita dell'asset, prendendo quindi in considerazione la fase di trasporto ed installazione, la fase di commissioning offshore, il funzionamento ed infine lo smantellamento.

Durante la fase di esercizio delle stazioni di trasformazione offshore si prevedono attività di regolare manutenzione ordinaria. In particolare le sottostazioni opereranno con filosofia "non presidiata", ovvero senza personale fisso nella sottostazione, ma da controllo remoto. Gli interventi di manutenzione ordinaria prevederanno regolari attività manutentive di base, volte ad ispezionare la componentistica elettrica principale, così come tutti i sottosistemi elettrici.

Le principali attività riguardano il campionamento ed il cambio dell'olio, test di tenuta, verifica di eventuali caratteristiche ausiliarie delle apparecchiature elettriche e controlli termografici.

In caso di improvviso cambiamento climatico che potrebbe obbligare il personale addetto alla manutenzione a pernottare in piattaforma, è previsto un rifugio di emergenza presso le sottostazioni. Le aree di ricovero temporaneo saranno dotate di locali quali spogliatoi, pronto soccorso, sala pausa, servizi igienici in numero idoneo e posto per pernottamento.

L'analisi di fuga, evacuazione e salvataggio (EERA – *Emergency Evacuation Rescue Analysis*) sarà presa in considerazione nel progetto di dettaglio, allo scopo di fornire adeguati requisiti di sicurezza per mantenere il più basso, ragionevolmente possibile, i rischi per il personale e far sì che le disposizioni da rispettare corrispondano alla best practice del settore.

La presenza di personale sulla sottostazione è prevista unicamente per interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, la sottostazione sarà pertanto gestita in tele conduzione.

#### 7.2.4 Cavi marini di interarray e di export

Nell'ambito dei requisiti O&M per i cavi di export e di interarray dovrà essere garantito l'interramento per l'intera lunghezza per ridurre il più possibile impigliamento/danno del cavo attraverso altre attività marine (ancoraggio e pesca a strascico). Nella fase iniziale ci saranno indagini più frequenti sia sui cavi di export che di interarray per garantire il mantenimento della profondità di interramento del cavo stesso.

Le operazioni di manutenzione dei cavi marini vengono programmate in seguito alla verifica delle buone condizioni del cavo, effettuata tramite uno studio geofisico in cui viene verificata la posizione dei cavi e la configurazione del fondale marino nell'intorno dei cavi stessi.

Il primo controllo è richiesto entro i primi due anni di attività degli impianti, per la valutazione nel breve termine delle attività di installazione. Successivamente ulteriori controlli sono previsti a intervalli temporali maggiori, generalmente ogni 5/6 anni, la cui cadenza viene generalmente definita in seguito alla prima ispezione applicando un approccio basato sul rischio per la definizione della strategia di O&M (Operation and Maintenance).

Particolare attenzione dovrà essere tenuta al fenomeno della rimozione di sedimenti del fondale marino o di altro materiale mediante l'azione di correnti ed onde (scouring).

L'entità dell'erosione dipende da molteplici fattori: dalla direzione e dall'entità di correnti e del moto ondoso, dalla morfologia del fondale, ma anche dalla tipologia di sedimento.

#### 7.2.5 Cavidotto terrestre

Tutte le aree di proprietà o diritto di superficie della Scrivente, così come i corridoi dei cavidotti interrati che collegano l'area di approdo dei cavidotti marini con la stazione Utente, e quest'ultima con il nodo Terna, saranno gestite e mantenute nel rispetto dell'ambiente, delle normative vigenti e della vincolistica presente nelle aree.

#### 7.2.6 Stazione Utente e di compensazione

Si precisa che nella stazione, che normalmente esercita in tele-conduzione, non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

L'edificio elettrico e servizi ausiliari è destinato ad accogliere in appositi locali il sistema di protezione, comando, controllo ed automazione della stazione, così come il magazzino ed i servizi per il personale di manutenzione che non presiederà continuamente l'impianto.

Tutte le aree della stazione dovranno essere facilmente accessibili per le normali operazioni di controllo e manutenzione ordinaria (quali per es.: intervento sui comandi degli apparecchi di manovra, sui dispositivi per il controllo della densità del SF6, sui sensori per il rilievo d'archi interni, sui morsetti degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura, etc.), con l'eventuale utilizzo di idonee scale fisse e relativi piani di lavoro e/o passerelle fisse, realizzate in grigliato metallico di tipo pedonabile leggero (portata 250 daN/m<sup>2</sup>), dotati di appositi corrimano e battipiedi.



Ciascun montante dovrà essere accessibile, senza interessare quelli adiacenti, per i controlli e le normali operazioni di manutenzione, quali ad esempio:

- Intervento sui comandi degli apparecchi di manovra;
- Intervento sui dispositivi di controllo della densità del gas SF6 nei diversi compartimenti;
- Intervento sui sensori di rilevamento di archi interni di potenza;
- Intervento sui morsetti degli avvolgimenti secondari dei trasformatori di misura;

Dovranno inoltre poter essere agevolmente effettuate, dal più vicino piano di calpestio, senza utilizzo di mezzi mobili:

- Le manovre manuali dei sezionatori;
- Le operazioni di bloccaggio meccanico dei sezionatori;
- Il reintegro del gas SF6 nei diversi compartimenti;
- L'individuazione, da terra, delle posizioni di APERTO/CHIUSO (AP/CH) delle apparecchiature, nonché delle pressioni del gas SF6 negli scomparti.

L'eventuale utilizzo di mezzi mobili sarà consentito solo in caso di particolari situazioni impiantistiche con limitate disponibilità di spazi.

La manutenzione conseguente ad un guasto localizzato in uno dei compartimenti dei sezionatori di sbarra e di montante, comporti esclusivamente il fuori servizio del montante interessato dal guasto e della relativa sbarra, senza interessare i montanti adiacenti che dovranno rimanere in regolare servizio, ovvero in tutte le possibili situazioni di guasto.

Dovrà essere possibile accedere agli interruttori (una volta sezionati e segregati dalle restanti parte attive con la chiusura dei relativi otturatori) sia per manutenzione che per riparazione con sostituzione, anche con sbarre o linea in tensione.

## 7.3 Manutenzione straordinaria

Sebbene non si preveda che i componenti di grandi dimensioni (ad esempio le pale delle turbine eoliche o i trasformatori delle stazioni di trasformazione offshore) debbano essere sostituiti frequentemente durante la fase operativa, il guasto di uno di questi componenti è possibile.

A seconda delle dimensioni e del peso dei componenti da riparare/sostituire e dalla loro allocazione, possono essere adottate diverse soluzioni che vanno da interventi direttamente in sito (più economici), a soluzioni che comportano il traino della turbina fino al porto (Tow to port).

### 7.3.1 Turbine e fondazioni galleggianti

Le operazioni di manutenzione straordinaria per gli impianti eolici sono previste in caso di danneggiamento grave all'impianto, nel caso in cui sia necessaria la sostituzione di un componente dell'aerogeneratore o il danneggiamento e quindi la sostituzione di un cavo di interconnessione.

Le operazioni di manutenzione eccezionale considerano la sostituzione dei componenti principali dell'aerogeneratore (aerogeneratore, riduttore, rotore, cuscinetti, pale, etc.).

Tali operazioni sono eccezionali, non pianificate e derivanti da problematiche di funzionamento della componentistica; esse richiedono quindi attività complesse sia in termini di mezzi navali che di specifica logistica di intervento.

I componenti sostitutivi per gli aerogeneratori saranno immagazzinati in un'area dedicata del porto di Augusta per il cantiere di base.

L'impianto sarà dotato di un'area sicura e riparata all'interno della quale potranno essere conservati alcuni pezzi di ricambio necessari per la manutenzione quotidiana. Componenti più ingombranti come ancore o cime d'ormeggio saranno conservate nell'area di magazzino situata all'interno del porto di Augusta e/o in container presenti in apposite aree della stazione elettrica utente.

### 7.3.2 Stazioni di Trasformazione Offshore

Gli interventi di manutenzione straordinaria per le stazioni di trasformazione offshore sono previsti nel caso in cui si verifichi un problema non risolvibile con i sistemi di controllo remoto, in caso di guasto, grave danneggiamento all'impianto e conseguente necessità di sostituire un componente.

I componenti sostitutivi per i macchinari e le apparecchiature elettriche saranno immagazzinati in una delle aree dedicate allo stoccaggio nel porto di Augusta.

### 7.3.3 Cavi marini

In riferimento al periodo di esercizio dei cavi di interconnessione ed esportazione, vanno presi in considerazione i rischi che possono portare alla necessità di interventi di manutenzione straordinaria per danneggiamento da eventi antropogenici e naturali.

Il maggior fattore di rischio è rappresentato dalla possibilità, in via eccezionale, che eventuali dragaggio di ancore vadano interferire sul percorso dei cavi causandone il guasto. È il caso di imbarcazioni che, per necessità dovute a malfunzionamenti o emergenze di qualsiasi casistica, debbano utilizzare le ancore per eseguire una manovra di arresto.

Meno probabile invece risulta il danneggiamento causato da fattori naturali.

Nel documento "REL\_05-RELAZIONE TECNICA - ELETTRODOTTO MARINO" è stata definita la profondità di interrimento, tenendo conto della penetrazione teorica massima calcolata e garantendo un fattore di sicurezza.

Nel caso in cui l'attività di pesca o il lancio delle ancore delle navi danneggino un cavo, per il necessario intervento di manutenzione sarà necessario utilizzare una nave posacavi.

Il presente campo eolico sarà dotato di due cavi di export posizionati ad opportuna distanza, per garantire ridondanza in caso di malfunzionamento, manutenzione o rottura di uno dei due.

#### 7.3.4 Stazione Utente, di compensazione e cavidotto onshore

Attività di manutenzione straordinaria potranno essere necessarie nel caso in cui apparecchiature elettriche o parti di esse dovessero riscontrare delle problematiche inattese durante l'esercizio degli impianti.

In tal caso, tutti i sistemi dovranno essere in condizioni di fermo.

## 7.4 Piano preliminare di manutenzione

Di seguito è riportato un piano preliminare di manutenzione, esemplificativo e non esaustivo . Nelle successive fasi di progettazione sarà redatto un piano esecutivo dettagliato.

Questi riguardano le ispezioni pianificate per le turbine eoliche galleggianti, per il cavo di export e per le stazioni di trasformazione offshore (STO1 e STO2).

ISPEZIONE	FREQUENZA	TIPO DI NAVE	DURATA [H]	NAVE
Ispezioni sottomarine di cavi, cime di ormeggio e scafo galleggiante	2 anni	Nave di supporto per ROV (SOV)	12	SOV con ROV
Ispezione sottomarina dei cavi di export	2 anni	Nave di supporto per ROV (SOV)	12	SOV con ROV
Ispezione di elementi strutturali al di sopra dell'acqua (ad esempio, controllo visivo dell'impalcato, elemento di transizione, scomparti galleggianti)	annuale	CTV / SOV	24	CTV (o SOV in alcuni scenari)
Ispezione dei componenti delle turbine eoliche	annuale	CTV / SOV	24	CTV (o SOV in alcuni scenari)
Ispezione delle STO1 e STO2 (Stazione di Trasformazione Offshore)	annuale	CTV / SOV	24	CTV (o SOV in alcuni scenari)
SOV= Service Operation Vessel CTV= Crew transport Vessel ROV= Remotely Operated Vehicle				

Tabella 7-1- Intervalli di ispezione per la manutenzione programmata e parametri chiave (riferimento /a1/)



Tabella 7-2- In alto: SOV (nave: Seaway Moxie) dotata di gru offshore che consente la compensazione attiva del movimento della nave in fase di sollevamento, rollio e beccheggio [Fonte: MacGregor];

Di seguito vengono riportati, a titolo illustrativo i principali tassi di guasto secondo il progetto INNWIND.EU (rif. /a5/). I tassi di guasto dei componenti della turbina si basano sui tassi di guasto annuali indicati per la turbina eolica DTU da 10 MW del progetto INNWIND e sono elencati di seguito:

Componente	Guasto minore [guasti/anno]	Guasto grave [guasti/anno]	Sostituzione completa [guasti/anno]	Nave
Direct Drive Generator	0.546	0.030	0.009	CTV (o SOV in alcuni scenari)
Power Converter	0.538	0.338	0.077	
Main shaft	0.231	0.026	0.009	
Power electrical system	0.358	0.016	0.002	
Yaw system	0.162	0.006	0.001	
Pitch system	0.824	0.179	0.001	
Blades	0.456	0.010	0.001	

Tabella 7-3- Tassi di guasto annuali delle turbine eoliche secondo (riferimento /a2//a3//a4//)

Componente	Guasto minore [guasti/anno]	Guasto grave [guasti/anno]	Sostituzione completa [guasti/anno]	Nave
Fix broken / blocked pumps of active ballast system (where applicable)	0.010	-	-	CTV (o SOV in alcuni scenari)

Mooring Line	-	0.015	0.0125	AVS con assistenza CTV
Anchor /pile	-	0.015	0.0125	AVS con assistenza CTV
Subsea Marine Growth Removal	0.120	-	-	SOV con ROV
IA / Dynamic Cable	-	0.025	0.016	SOV con ROV
Buoyancy modules (dislocation/ replacement)	-	-	0.033	SOV con ROV
Export cable inspection after incident	-	0.020	-	SOV con ROV
STO1 e STO2 Corrective maintenance	0.200	0.010	-	CTV (o SOV in alcuni scenari)

Tabella 7-4- Tabella 4-5: Tassi di guasto annuali Sottostruttura flottante e stazione elettrica a mare (riferimento /a2//a3//a4/))

## 8 RIFERIMENTI

- /A1/*COREWIND-D4.2-Floating-Wind-O-and-M-Strategies-Assessment*
- /A2/*J. Carroll, A. McDonald and D. McMillan, "Failure rate, repair time and unscheduled O&M cost analysis of offshore wind turbines," Wind Energy v19, pp. 1107-1119, 2015..*
- /A3/*T. Gintautas and J. D. Sørensen, "Deliverable D1.34 - Integrated system reliability analysis," Aalborg University, Denmark, 2017.*
- /A4/*J. Carroll, A. McDonald, I. Dinwoodie, D. McMillan, M. Revie and I. Lazaki, Availability, operation and maintenance costs of offshore wind turbines with different drive train configurations, Wind Energy, 2016.*
- /A5/<http://www.innwind.eu/>
- /A6/*A Review of Predictive Techniques Used to Support Decision Making for Maintenance Operations of Wind Turbines Energies 2023, 16(4), 1654; <https://doi.org/10.3390/en16041654>*
- /A7/<https://www.mase.gov.it/comunicati/energia-mase-al-manifestazione-di-interesse-eolico-shore-nei-porti>
- /A8/<https://www.qualenergia.it/articoli/eolico-offshore-regione-sicilia-propone-porto-augusta-polo-cantieristico/>