



UNIONE EUROPEA



REPUBBLICA ITALIANA



REGIONE SARDEGNA

# PROGETTO DI UN PARCO EOLICO FLOTTANTE OFFSHORE DENOMINATO "MISTRAL" NEL MAR DI SARDEGNA E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA

PROPONENTE



**Parco Eolico Flottante Mistral S.r.l.**  
Via Achille Campanile, 73  
00144 - Roma

PROGETTAZIONE



**OWC Ltd.**  
1st Floor, Northern & Shell Building  
10, Lower Thames Street,  
Londra EC3R 6EN



**MPOWER S.r.l.**  
Via N. Machiavelli, 2  
95030 - S. A. li Battiati (CT)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE E INDAGINI AMBIENTALI



**WSP ITALIA S.r.l.**  
Via Banfo, 93  
10155 - Torino



Università di Scienze  
Gastronomiche di Pollenzo  
University of Gastronomic Sciences of Pollenzo



**CNR IAS**  
CENTRO NAZIONALE PER LO STUDIO  
E LA GESTIONE AMBIENTALE  
IN AMBIENTE MARINO



Università  
degli Studi di  
Messina



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PALERMO



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI CAGLIARI

### ELENCO REVISIONI

REV	DATA	MODIFICHE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE
00	30-03-2024	PRIMA EMISSIONE	J. LOVE	E. BOSCARINO	D. CARUSO

OGGETTO

Piano Preliminare di Manutenzione dell'Opera e delle sue Parti

SCALA

CODICE ELABORATO

OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-RPT-24

TAVOLA

FORMATO

N. FOGLI

REV

FASE

00

PFTE

**R.24.00**

## FPROPONENTE

**PARCO EOLICO FLOTTANTE MISTRAL S.R.L.**  
Via Achille Campanile, 73 - 00144 Roma

## PROGETTO

**PROGETTO DI UN PARCO EOLICO FLOTTANTE OFFSHORE  
DENOMINATO "MISTRAL" NEL MAR DI SARDEGNA E DELLE RELATIVE  
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

**PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO - ECONOMICA**

## OGGETTO

**PIANO PRELIMINARE DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI**

## ELENCO REVISIONI

Rev.	Data	Descrizione	Redatto da	Revisionato da	Approvato da	Modifiche
0	30-03-2024	Istruttoria VIA/AU	J. Love	E. Boscarino	D. Caruso	Prima emissione

## CODICE DOCUMENTO

PORTFOLIO	PROGETTO	ELEMENTO	EMESSO DA	DISCIPLINA	DOC. TIPO	DOC. NUMERO	REV.
OW.ITA	SAR	GEN	OWC	ENV	RPT	24	0

*Questo documento è di proprietà di Parco Eolico Flottante Mistral Srl. È severamente vietato riprodurre questo documento, in tutto o in parte, e fornire a terzi qualsiasi informazione relativa senza il previo consenso scritto di Parco Eolico Flottante Mistral Srl.*

## Sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1 DESCRIZIONE SOMMARIA DEL PIANO PRELIMINARE DI O&M.....	3
1.2 ACRONIMI.....	4
<b>2. OPERAZIONI E MANUTENZIONE NELL'EOLICO OFFSHORE.....</b>	<b>6</b>
2.1 RIEPILOGO DELLA MANUTENZIONE.....	6
2.1.1 Manutenzione preventiva (programmata).....	6
2.1.2 Manutenzione correttiva (non programmata).....	7
2.1.3 Sostituzione di componenti importanti.....	7
<b>3. CRITERI DI FUNZIONAMENTO E MANUTENZIONE SPECIFICI DEL SITO.....</b>	<b>9</b>
3.1 DESCRIZIONE SOMMARIA DEL PROGETTO.....	9
3.2 COMPONENTI DI IMPIANTO.....	13
3.3 REQUISITI DI MANUTENZIONE DEL SITO.....	15
3.3.1 Manutenzione WTG.....	15
3.3.1.1 Manutenzione ordinaria.....	15
3.3.1.2 Risoluzione dei problemi e guasti minori.....	16
3.3.1.3 Sostituzione di componenti importanti.....	16
<b>3.3.1.3.1 Metodologia con rimorchio in porto.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.1.3.2 Metodologia in situ.....</b>	<b>17</b>
3.3.2 Manutenzione BoP (Sistemi a Supporto dell'Impianto).....	18
3.3.2.1 Manutenzione Fondazioni Galleggianti.....	18
3.3.2.2 Manutenzione cavi.....	19
3.3.2.3 Manutenzione cavi onshore.....	19
3.3.2.4 Manutenzione Stazione elettrica onshore.....	20
<b>4. OPERAZIONI E MANUTENZIONE REQUISITI MINIMI DELL'AREA PORTUALE.....</b>	<b>21</b>
4.1 INTRODUZIONE.....	21
4.2 LOGISTICA.....	23
4.2.1 Logistica di routine.....	23
4.2.1.1 Fattori contribuenti.....	23
4.2.1.2 Elicottero.....	23
4.2.1.3 Valutazione della logistica preliminare.....	24
4.2.2 Navi per le attività specifiche.....	24
4.2.3 Tecniche di Accessibilità all'area di Impianto.....	25
4.2.4 Sintesi della logistica.....	26
4.3 O&M – STRUTTURA.....	26
4.3.1 O&M – Attività Porto/Porto.....	26
4.3.2 Coordinamento marino.....	27
Stoccaggio e ricambi.....	27
4.3.3 Requisiti indicativi delle aree O&M.....	28
4.3.3.1 Struttura principale per le attività di O&M.....	29
4.3.3.2 Struttura per le attività degli elicotteri.....	30
<b>5. STRATEGIA PRELIMINARE DI O&amp;M.....</b>	<b>31</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>33</b>

## 1. Premessa

Nell'ambito dello studio del progetto del Parco Eolico Flottante **Mistral** (di seguito il Progetto) sono stati affrontati tutti gli aspetti tecnici/gestionali utili a definire, anche se in via preliminare, il piano di gestione e manutenzione (*O&M*) per l'impianto in oggetto, il tutto al fine di fornire un quadro più completo possibile, anche sotto questo specifico aspetto, nell'ambito del processo di autorizzazione alla costruzione ed esercizio del parco eolico *offshore*.

Il presente studio ha un approccio direttamente derivato dall'*O&M* (Operazione e Gestione) relativo ai parchi eolici *offshore* attuali, valutando tali aspetti, requisiti e criteri per il sito in progetto. Queste informazioni sono state utilizzate per definire gli aspetti non solo principali dell'*O&M*, ma anche quelli relativi ai sistemi portuali utili al progetto in esame.

Da precisare che tale tipo di impianto e le sue scelte tecnologiche sono sicuramente innovative, rispetto ad un comparto come quello del *Oil&Gas* a cui si può fare riferimento, per cui alcuni concetti, scelte che potrebbero risultare in un certo senso innovative rispetto quello che può essere considerato lo *status quo* dell'*O&M* nell'eolico *offshore* attuale

### 1.1 Descrizione sommaria del piano preliminare di O&M

Il Piano preliminare di *O&M* per il sito in progetto è meglio dettagliato in Tabella 1. Si prevede, naturalmente, che tutte le fasi descritte saranno oggetto di perfezionamento man mano che il Progetto proseguirà nelle sue fasi di sviluppo.

Parco Eolico Flottante Mistral – Piano preliminare di O&M	
<b>Strategia O&amp;M</b>	<p>La filosofia operativa del progetto sarà essere quella di garantire la produzione economica ottimale dell'impianto, raggiungendo gli obiettivi di produzione energetica, rispettando la qualità e soddisfacendo tutti gli obblighi normativi e di sicurezza.</p> <p>Il progetto prevede la presenza di un Proprietario-Operatore. La responsabilità complessiva per le operazioni, la manutenzione e la gestione dell'integrità degli <i>asset</i> (<i>floater</i> - turbine - ancoraggi) sarà appaltata all'Operatore dalla Società di progetto.</p>
<b>WTG</b>	<p>Verrà negoziato uno SMA (Contratto di Assistenza e Manutenzione) con l'OEM (Fornitore delle apparecchiature) della WTG, con una durata prevista di 5-15 anni.</p> <p>Questo accordo deve comprendere la fornitura di tecnici, la logistica, le garanzie sulle performance, penalità di caso di inadempimenti normativi e di sicurezza e la dei rischi meteorologici durante le attività nonché includere gli utili necessari per la manutenzione e la sostituzione di tutti i componenti di ricambio.</p> <p>Può essere richiesta una suddivisione tra personale impiegato dall'OEM e personale impiegato dall'operatore.</p>



<b>BoP</b>	L'Operatore manterrà la responsabilità delle attività di gestione, assistenza e manutenzione degli <i>asset</i> del <i>BoP</i> attraverso contratti multipli con fornitori competenti. I dettagli del progetto forniranno un'idea della logistica necessaria.
<b>Struttura O&amp;M</b>	In linea di massima nel porto di Oristano, o in quello identificato come porto di riferimento, sarà allestita una struttura di <i>O&amp;M</i> , comprendente uffici, centro di controllo, magazzino, banchina e area di sosta.
<b>Logistica</b>	<p>È previsto un singolo SOV (Veicolo per le Operazioni di Servizio) con CTV (Nave per il Trasporto del Personale), dedicati al progetto, noleggiati a lungo termine e inizialmente gestiti dall'OEM della WTG.</p> <p>2 CTV messi a noleggio (uno per un anno intero, uno solo per l'estate) per supportare la manutenzione del <i>BoP</i>.</p> <p>Allo stato attuale non previsti servizi in elicottero, che però potranno essere richiesti dall'OEM della WTG per la manutenzione ordinaria o straordinaria.</p>
<b>Approvvigionamento dei componenti principali</b>	<p>Nell'ambito dello SMA, il produttore OEM di WTG sarà responsabile dello approvvigionamento dei principali componenti.</p> <p>Si prevede che il porto di integrazione delle WTG venga utilizzato come impianto T2 in questo caso il porto di Oristano.</p>

**Tabella 1-1: Piano preliminare di O&M.**

## 1.2 Acronimi

Acronimi	Definizioni
AAT	Temperatura dell'aria - ambiente
AC	Corrente alternata
AE	Acciona Energia
AHTS	Rimorchiatore per la movimentazione delle ancore
AI	Intelligenza artificiale
AUV	Veicolo subacqueo autonomo
BoP	Sistemi di supporto dell'impianto
CBM	Manutenzione basata sulle condizioni
CD	Datum della carta
CECOER	Centro di controllo dell'energia rinnovabile di Acciona
CLV	Nave per la posa dei cavi
CMS	Sistema di monitoraggio delle condizioni
CTV	Nave per il trasferimento del personale
DAS	Rilevamento acustico distribuito
DNP	Periodo di notifica dei difetti
DP	Posizionamento dinamico
DTS	Rilevamento distribuito della temperatura
EIA/VIA	Valutazione dell'impatto ambientale
EPC	Ingegneria, approvvigionamento e costruzione
FOWT	Turbina eolica offshore galleggiante
GPS	Sistemi di posizionamento globale

GW	Gigawatt
HLV	Nave da carico pesante
H <sub>s</sub>	Altezza d'onda significativa
HSE	Salute, sicurezza e ambiente
HV	Alta tensione
HVAC	Corrente alternata ad alta tensione
HVAC	Riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria
IAC	Cavo <i>inter-array</i>
ICCP	Protezione catodica a corrente impressa
JUV	Nave <i>Jack-Up</i>
kV	Kilovolt
MBES	Ecoscandaglio multiraggio
MCC	Centro operativo marino
MCR	Sostituzione di un componente importante
MGO	Gas marino Petrolio
MSL	Livello medio del mare
MW	Megawatt
NTG	Rete di trasmissione nazionale dell'energia elettrica
O&M	Operazioni e manutenzione
OEM	Produttore di apparecchiature originali
OPEX	Spese per le operazioni di manutenzione
OSS	Sottostazione offshore
OSV	Nave di servizio offshore
OTM	Modulo trasformatore offshore
OWC	<i>Offshore Wind Consultants Ltd</i>
PAX	Personale
PTW	Permesso di lavoro
RCS	Stazione di compensazione reattiva
ROV	Veicolo a comando remoto
SCADA	Controllo di supervisione e acquisizione dati
SMA	Contratto di servizio e manutenzione
SOV	Nave per le operazioni di servizio
SRL	Società a Responsabilità Limitata
SSS	Sonar a scansione laterale
SWA	Contratto di assistenza e garanzia
T2P	Rimorchio al porto
T&I	Trasporto e installazione
TSA	Contratto di fornitura di turbine
UAV	Veicolo aereo senza pilota
UXO	Ordigni inesplosi
WTG	Generatore di turbine eoliche

## 2. Operazioni e manutenzione nell'eolico offshore

La fase operativa del progetto inizia una volta che gli impianti, messi in esercizio, sono consegnati dalle squadre di costruzione, a quelle di O&M, che andranno ad implementare tutte le attività di gestione e manutenzione (O&M) sino al momento in cui sarà necessario attivare le fasi di smantellamento al termine della vita utile di impianto.

### 2.1 Riepilogo della manutenzione

Gli asset e i componenti di un parco eolico *offshore* richiedono in genere un'ampia manutenzione nel corso della loro vita utile per garantirne la sicurezza e le performance. Le varie fasi di O&M in un parco eolico *offshore* flottante contribuiscono probabilmente tra il 25% e il 35% dei costi operativi del progetto (OPEX) e di conseguenza, affinché il progetto sia considerato un successo, è fondamentale che tale attività sia pianificata e condotta in modo efficace.

La manutenzione di un progetto eolico *offshore* flottante, consiste, a titolo esemplificativo ma non esaustivo in: rilievi, ispezioni, analisi, riparazione o sostituzione dei componenti ed è generalmente distinta in manutenzione "preventiva" e "correttiva", per come meglio definito nei successivi paragrafi.

#### 2.1.1 Manutenzione preventiva (programmata)

La manutenzione preventiva prevede interventi pianificati che si svolgono in genere a intervalli definiti, come ad esempio ogni 6 mesi, 1 anno, 2 anni o 5 anni. L'obiettivo di questa attività è generalmente quello di eseguire lavori che garantiscano la sicurezza, l'affidabilità e la produzione di energia fino al successivo intervallo di manutenzione.

Gli interventi effettuati durante questi intervalli sono generalmente eseguiti in situ e comprendono ispezioni, manutenzioni leggere e test per analizzare le condizioni dei singoli componenti; rientrano in questa categoria anche le ispezioni obbligatorie. Questo tipo di manutenzione è generalmente programmata e condotta durante i periodi di bassa produzione, tipicamente l'estate o da marzo a ottobre, dove la velocità media del vento è più bassa, per garantire un'elevata accessibilità agli impianti, minimizzare le perdite di produzione ed assicurare che gli interventi siano effettuati in totale sicurezza.

La frequenza degli interventi di manutenzione preventiva sarà determinata in funzione di quanto previsto nei manuali pertinenti dell'OEM, dall'esperienza del gruppo operativo a terra e dal sistema integrato di monitoraggio delle condizioni (CMS) di esercizio, che terrà costantemente traccia dei dati del parco eolico, il tutto grazie ad un team di tecnici esperti che avrà una base operativa prossima all'impianto.

Gli interventi di routine coinvolgeranno in genere tecnici qualificati, ingegneri e personale di supporto che condurranno lavori di ispezione e manutenzione sul singolo generatore eolico (WTG), o sulle apparecchiature di impianto (*BoP*) (tipicamente, ma non solo, la fondazione galleggiante/la turbina eolica *offshore* (FOWT), i cavi *inter-array* (IAC), i cavi di esportazione, le stazioni elettriche *onshore* ecc.). Gli interventi di O&M più frequenti riguarderanno le WTG e le relative fondazioni flottanti. Il tutto sarà basato in prima analisi su quanto forniranno i singoli produttori OEM come piano di O&M specifico per il singolo anno operativo, definendo i requisiti e i metodi di manutenzione per le specifiche apparecchiature.

### 2.1.2 Manutenzione correttiva (non programmata)

La manutenzione correttiva è considerata la riparazione o la sostituzione reattiva (non pianificata) di componenti guasti e/o danneggiati, che possono interessare qualsiasi asset, componente o attrezzatura del parco eolico galleggiante. La manutenzione correttiva, come quella preventiva, è generalmente condotta in loco, ma a differenza di quella preventiva, può avvenire in qualsiasi momento dell'anno, quindi non è programmabile.

In genere, quando si conducono attività di manutenzione preventiva, si interviene su tutti i lavori pendenti, critici e non. Tuttavia, la manutenzione correttiva, per definizione, avviene al di fuori della finestra di manutenzione preventiva e, di conseguenza, può richiedere un approccio più dettagliato e complesso. In genere, si adotta un approccio basato sul rischio per analizzare e valutare l'opportunità di intervenire su una riparazione, bilanciando la necessità dell'intervento con fattori quali la sicurezza, l'impatto sulla generazione di energia e il costo dell'attività.

La maggior parte degli interventi di manutenzione correttiva sono classificati come riparazioni minori, in quanto non richiedono attrezzature aggiuntive significative per l'esecuzione del lavoro, mentre i lavori più significativi tendono a essere classificati come riparazioni maggiori, a causa della natura più intensa e complessa degli stessi.

### 2.1.3 Sostituzione di componenti importanti

Le sostituzioni di componenti importanti (MCR) e/o le loro riparazioni possono essere considerate un'operazione unica, a causa delle dimensioni del componente e della necessità di strumenti, attrezzature, imbarcazioni, personale specializzato, ecc. che, a seconda del guasto e del numero di turbine interessate, possono innescare un'azione correttiva di emergenza, oppure possono essere programmate e intraprese come parte di una campagna pianificata per la sostituzione dei componenti o per l'esecuzione di relativi lavori di riparazione.

La MCR, o riparazione, può comportare la sostituzione di componenti associati alla WTG (ad esempio, generatore, pale, riduttore, ecc.) o la riparazione e/o sostituzione di quelli associati alla *BoP* (sistemi di supporto). Tali lavori possono richiedere lo scollegamento di un intero gruppo WTG e *BoP* prima di effettuare le operazioni di rimorchio in porto per l'esecuzione di specifiche attività, di contro è anche possibile che l'esecuzione dei lavori venga svolta in situ con l'uso di imbarcazioni specializzate (ad es. Nave da sollevamento pesante (HLV), e richiedono un'ulteriore preparazione del fondale marino, compresi sondaggi (come, ma non solo, ecoscandaglio multiraggio (MBES), sonar a scansione laterale (SSS), veicolo a comando remoto (ROV), indagini su UXO (Ordigni Inesplosi)) per informare sulle condizioni del fondale marino per il posizionamento della nave e potenziale riallocazione dei massi presenti all'interno dell'area selezionata (se sono richiesti interventi su cavi *inter-array* (IAC) o su cavi di esportazione).

A prescindere del tipo di attività da effettuare, i tempi per i lavori di riparazione dipenderanno in gran parte dalla disponibilità di parti di ricambio e di personale specializzato, attrezzature e imbarcazioni, molti dei quali potrebbero non essere facilmente disponibili e avere tempi lunghi, anche se questi possono essere mitigati attraverso la disponibilità a magazzino di alcuni ricambi strategici, o accordi preventivi con i vari fornitori e con gli stessi operatori navali. Inoltre è da considerare che, soprattutto i grandi lavori tendono a essere sensibili alle condizioni meteorologiche e climatiche, limitando le finestre in cui tali lavori possono essere completati (ad esempio, i mesi estivi).

La decisione di affrontare le riparazioni non programmate si basa in genere su un approccio di analisi del rischio, in cui la sicurezza del personale e degli altri utenti del mare è al primo



---

posto, solo dopo si passerà a valutare poi la disponibilità delle attrezzature, dei componenti e delle imbarcazioni per effettuare le riparazioni.

### 3. Criteri di funzionamento e manutenzione specifici del sito

#### 3.1 Descrizione sommaria del progetto

L'impianto eolico *offshore* flottante **Mistral**, si sviluppa a largo della costa occidentale della Sardegna ad una distanza superiore alle 12 miglia nautiche dalla linea di base, nello specchio acqueo tra Capo Marargiu e Capo Mannu e si compone di n. 32 aerogeneratori (c.d. *Wind Tower Generator* o WTG), con fondazioni flottanti ancorate al fondale con profondità variabile tra 240 e 1.360 m, ciascuno con potenza nominale di 15 MW, per una potenza complessiva dell'impianto di 480 MW.

Gli aerogeneratori saranno collegati tra loro da elettrodotti dinamici marini (c.d. *inter-array* o IAC) in AT 132 kV, che raccogliendosi in 4 gruppi, raggiungeranno i 4 aerogeneratori più vicini alla costa. Il trasporto di tale energia avverrà tramite 4 elettrodotti tripolari subacquei AT a 132 kV per una lunghezza di circa 24,56 nm (45 km) fino all'approdo ubicato in un'area posta prossimità della costa a sud del porto di Alghero (SS) in Contrada P.ta Argentiera, dove sarà posizionata la buca giunti terra-mare (c.d. *Transition Joint Bay* o TJB).

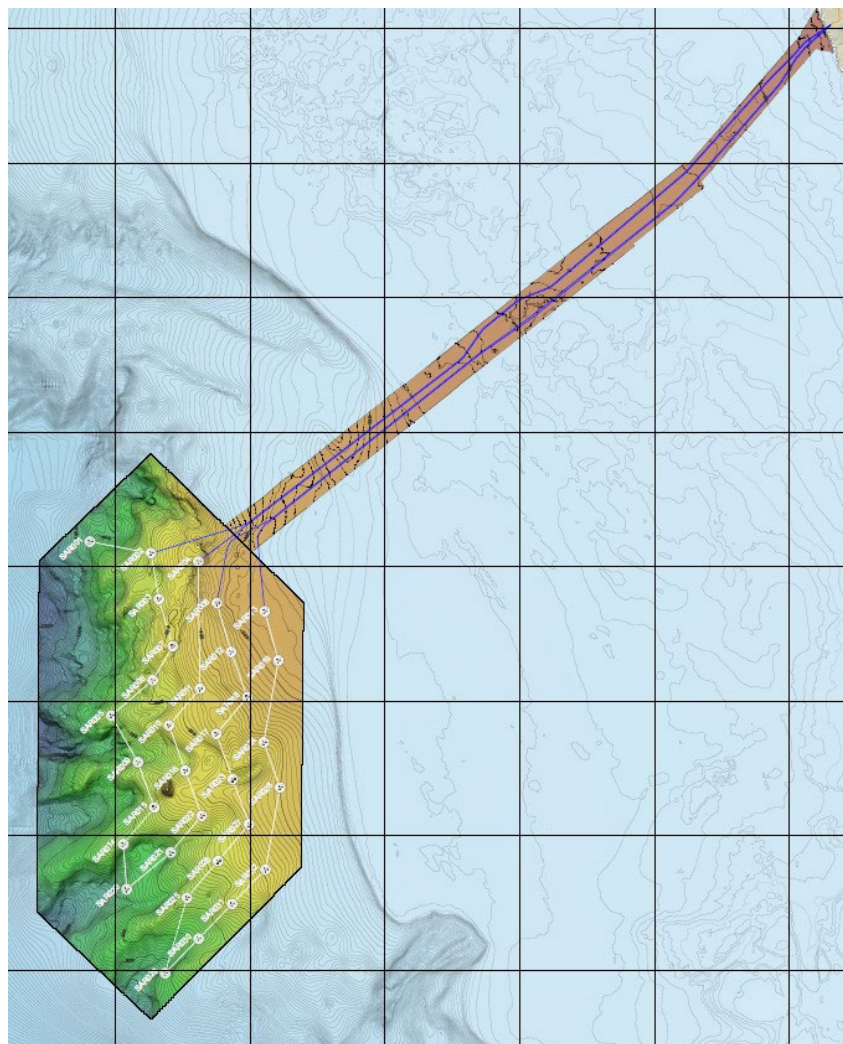


Figura 3-1: Localizzazione impianto eolico su ortofoto  
(Rif. Tav. OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-DWG-02B)

L'energia prodotta dagli aerogeneratori flottanti sarà immessa sulla Rete di Trasmissione Nazionale, in corrispondenza di un futuro ampliamento dell'attuale SE di Terna a 380 kV ubicata nel territorio del Comune di Ittiri (SS) in Contrada Sa Tanca De Pittigheddu, per come previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) per la connessione, cod. pratica n. 202200563 del 16/12/2022, fornita da Terna ed accettata dalla Società.

Dall'area di realizzazione della TJB i 4 elettrodotti interrati, percorrendo le strade esistenti, raggiungeranno una prima Stazione Elettrica di Trasformazione ed elevazione della tensione da 132 a 380 kV di nuova realizzazione, ubicata a sud-ovest del Comune di Alghero in Contrada S. Lussorio.

Da questa Stazione Elettrica, utile anche ad ottimizzare la funzionalità dell'impianto, usciranno due soli elettrodotti interrati, alla tensione di 380 kV, che, percorrendo sempre le strade esistenti, con un itinerario complessivo di circa 36 km, raggiungeranno la nuova Stazione Elettrica di Connessione alla RTN. Questa si prevede di realizzarla nel territorio comunale di Bessude (SS) in Contrada Su Pianu, la posizione di questa stazione di connessione è stata definita in funzione di quello che dovrebbe essere il futuro progetto di ampliamento dell'attuale stazione Terna di Ittiri (SS), per i cui dettagli occorrerà attendere il benessere di Terna.



**Figura 3-2: Layout eolico di progetto su carta batimetrica  
(Rif. Tav. OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-DWG-47).**



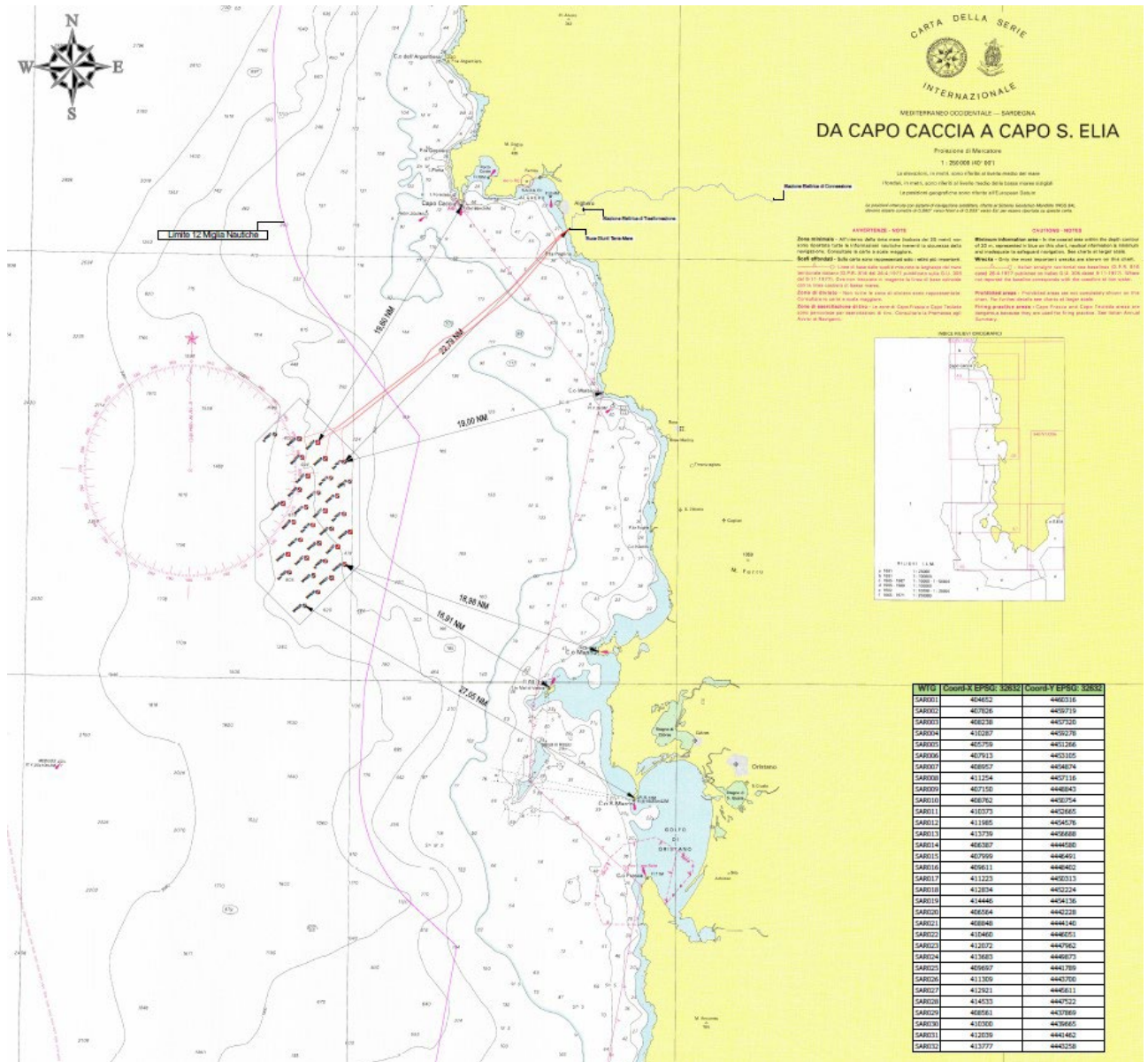


Figura 3-3: Layout eolico di progetto su carta nautica  
(Rif. Tav. OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-DWG-03).

Pertanto, riassumendo, le opere relative all'impianto eolico *offshore* in progetto saranno così distribuite:

- Nell'area di mare della Piattaforma Continentale Italiana, all'esterno delle 12 miglia nautiche dalla costa ed entro le 200, è prevista l'installazione delle torri eoliche con relative fondazioni flottanti e sistemi di ancoraggio ed il posizionamento dei cavi marini in AT di collegamento *inter-array* (IAC);
- Nella fascia di mare territoriale, entro le 12 miglia marine dalla cosiddetta linea di base, è invece prevista la posa dell'elettrodotto marino AT con estensione sino alla terraferma;



**Figura 3-4: Localizzazione opere onshore su ortofoto  
(Rif. Tav. OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-DWG-02B).**

- Sulla parte del territorio regionale Sardo, si sviluppano invece tutte le infrastrutture *onshore* necessarie alla connessione dell'impianto alla RTN (Rete di Trasmissione Nazionale), tra cui:
  - Realizzazione della TJB (Buca giunti terra-mare), nel Comune di Alghero in C.da P.ta Argentiera;
  - Realizzazione della Stazione di Trasformazione 132/380kV, a sud-ovest di Alghero (SS) in C.da S. Lussorio;
  - Realizzazione della Stazione di Connessione 380kV alla RTN, nel Comune di Bessude (SS) in C.da Su Pianu;
  - Realizzazione del futuro ampliamento della SE 380kV denominata "Ittiri" e raccordi AT 380kV per il collegamento con quella esistente.

Naturalmente, come meglio si evince nelle tavole di progetto, la sezione di impianto *onshore* sarà anche caratterizzata da una serie di elettrodotti interrati ed opere accessorie necessarie alla distribuzione dell'energia elettrica prodotta.

Si precisa che il progetto del futuro ampliamento della Stazione Elettrica 380kV di Ittiri, per come definito nella STMG, è in capo ad altra società nominata Capofila da Terna.





Figura 3-5: Inquadramento su ortofoto dell'area della stazione elettrica di connessione (Rif. Tav. OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-DWG-11C).

### 3.2 Componenti di Impianto

Gli asset principali del parco eolico sono descritti nella Tabella 3-1. Il progetto ha una vita utile prevista di 30 anni.

Articolo	Quantità	Parametri chiave
Unità WTG	32	Unità di capacità di 15 Megawatt (MW) 200 m altezza del mozzo 310 m di diametro del rotore
Fondazioni galleggianti	32	Scafo semisommersibile galleggiante a 3 colonne.  Parametri definiti tramite scalatura lineare da Volturn-US 15MW (versione Orcina - K03 15 MW semi-sub FOWT).  Pescaggio della piattaforma: 21,7 m Distanza tra le colonne offset: 97,2 m Lunghezza delle colonne: 37,9 m

		<p>Diametro della colonna principale: 10,8 m Diametro della colonna offset: 13,6 m Massa della piattaforma compresa la zavorra: 22.748 tonnellate Massa della piattaforma senza zavorra: 4.600 tonnellate</p> <p>Sistema di ormeggio: Sistema semi-auto</p>
Cavi Array	30	<p>Cavi di interconnessione HV tra i diversi gruppi di turbine eoliche e la sottostazione <i>offshore</i>:</p> <p>4 corde da 7-8 WTG ciascuna Totale di circa 160 km di cavo</p> <p>Cavi dinamici <i>offshore</i> tripolari, comprendenti: Nuclei di potenza segmentati in rame fino a 1.000 mm<sup>2</sup> di sezione trasversale, cavo a doppia armatura, cavo di comunicazione in fibra ottica integrato e tutti gli accessori per cavi, connettori e giunti di fabbrica.</p>
Stazione Elettrica <i>offshore</i>	0	Non è prevista l'installazione di una stazione elettrica <i>offshore</i> .
Cavi per l'esportazione	Fino a 4	<p>Fino a quattro (4) circuiti di cavi di esportazione alla tensione nominale IAC di 132 kV (classe di tensione IEC 145 kV). Max. Diametro esterno del cavo: 240 mm Max. Lunghezza totale del cavo: 52 km</p>
Cavi <i>onshore</i>	Fino a 12	<p>Fino a dodici (12) circuiti di cavi di esportazione alla tensione nominale IAC di 132 kV (classe di tensione IEC 145 kV), più fino a quattro (4) cavi di comunicazione in fibra ottica. Max. Lunghezza totale del cavo: 40 km</p>
Stazioni Elettriche <i>onshore</i>	2	<p>Una stazione di trasformazione posta nel comune di Alghero (SS) con lo scopo di elevare la tensione di esercizio da 132 kV a 380 kV. Una stazione di connessione alla RTN da realizzarsi nel comune di Bessude (SS) per la connessione al futuro ampliamento della SE Ittiri di Terna.</p>

**Tabella 3-1: Parco Eolico Flottante Mistral – Asset.**

### 3.3 Requisiti di manutenzione del sito

Sulla base degli *asset* che compongono il progetto, come descritto nella Tabella 3-1, nei capitoli successivi saranno descritti i dettagli dei requisiti di manutenzione per ciascun componente.

#### ATTIVITA' DI MANUTENZIONE OFFSHORE

##### 3.3.1 Manutenzione WTG

La manutenzione della WTG deve essere condotta in base ai manuali operativi e ai programmi pianificati dall'OEM ed in conformità alle normative nazionali e internazionali applicabili.

Si prevede che l'OEM sia responsabile della manutenzione attraverso un contratto di assistenza e manutenzione (SMA), noto anche come contratto di assistenza e garanzia (SWA), che prevede tutta una serie di obblighi tali da garantire rapidità di intervento, in caso di guasti, per minimizzare il più possibile i fermi di impianto, oltre a normare tutte le attività di manutenzione.

Lo SMA/SWA per le WTG sarà probabilmente concordato dall'OEM (fornitore dei componenti), di sua responsabilità saranno anche tutti i lavori di O&M e i lavori associati per mantenere la disponibilità della turbina concordata contrattualmente. A seconda delle preferenze del proprietario, l'accordo raggiunto può essere personalizzato e potrà avere un periodo di validità compreso tra 5 e 15 anni, con possibilità di proroghe o modifiche.

Una volta conclusa la stesura dei contratti di SMA/SWA, si prevede che il proprietario nominerà/assumerà il ruolo di operatore e quindi, la responsabilità diretta dell'O&M della WTG, realizzando i lavori internamente o incaricando un eventuale appaltatore terzo e l'OME con le sue società di Service.

In particolare, si prevede che il fabbisogno di manutenzione per le singole turbine aumenti con l'invecchiamento degli *asset* a causa della normale usura dei componenti, portando ad un conseguente aumento dei costi di gestione e manutenzione. Tuttavia, durante il corso della vita utile del progetto e con lo sviluppo della tecnologia, saranno previste una serie di attività che riguarderanno l'adozione di tecnologie innovative per migliorare la salute, la sicurezza del personale sui luoghi di lavoro e la riduzione dei tempi e dei costi delle attività di manutenzione. Ad esempio, l'utilizzo di robot per il tensionamento automatico dei bulloni e di droni aerei per l'ispezione autonoma delle pale e dei componenti esterni, sono esempi di quello che nel prossimo futuro sarà la realtà operativa delle attività di manutenzione per questa tipologia di impianti.

##### 3.3.1.1 Manutenzione ordinaria

Per le turbine eoliche *offshore*, le attività di O&M di routine, comprendono sia la manutenzione annuale che quella periodica; i servizi annuali sono in genere pianificati su un periodo di cinque giorni per singola WTG, e se necessario possono essere ottimizzate operazioni di 24 ore o prolungate, ad esempio, utilizzando specifici Veicoli per le Operazioni di Servizio (SOV).

Preliminarmente alle attività di manutenzione le WTGs saranno arrestate e messe in sicurezza in modo che, una volta iniziata la manutenzione o qualsiasi altro lavoro sulla stessa, la WTG non possa essere riavviata fino al completamento della manutenzione. Di conseguenza, tale attività viene eseguita quando si prevede che la produzione della WTG sia bassa, in modo da

ridurre al minimo la perdita di generazione. Questo avviene tipicamente durante la stagione estiva, e quando le condizioni ambientali sono favorevoli.

Di seguito viene fornita un'Ipotesi di Cronoprogramma delle attività di manutenzione ordinaria e che sarà oggetto di revisione ed implementazione in fase di gestione dell'impianto.

	Attività	Periodo			
		Ogni 6 Mesi	Ogni Anno	Ogni 2 anni	Ogni 5 anni
Turbine	Ispezioni	X			
	Manutenzioni leggere	X			
	Controlli e Test		X		X
	Manutenzioni Programmate		X		X
Stazioni	Ispezioni		X		
	Manutenzioni Programmate				X
Cavi	Ispezioni			X	X
	Attività di Test				X

**Tabella 3-2: Ipotesi di Cronoprogramma della manutenzione ordinaria.**

### 3.3.1.2 Risoluzione dei problemi e guasti minori

La gestione di guasti minori e la risoluzione di problemi di lieve entità, potenzialmente occorrenti al singolo aerogeneratore costituisce una parte dell'attività di manutenzione prevista. Tali categorie possono essere descritte come eventi non pianificati che possono o meno comportare una perdita di generazione, ma che richiedono un intervento per rimettere in funzione la WTG o per mantenere l'integrità dell'asset. Ove possibile, questi guasti saranno corretti e gestiti, con riavvio della stessa, da remoto tramite i sistemi di controllo e gestione di impianto previsti.

### 3.3.1.3 Sostituzione di componenti importanti

Uno degli aspetti che naturalmente sarà costantemente tenuto sotto controllo è il livello di usura ed invecchiamento dei singoli componenti, questo sia grazie alla manutenzione preventiva, sia grazie al continuo controllo sul complesso di impianto in termini anche di andamento della produzione. Difatti, man mano che l'asset invecchia, sarà necessario controllare lo stato di componenti come ad esempio, le pale, i cuscinetti delle stesse, i mozzi, i generatori, gli anelli di imbardata o le gondole. Tali controlli previsti nel corso della vita del progetto, si rendono necessari per valutare il corretto intervento di manutenzione da mettere in atto per garantirne il funzionamento, che spesso si risolve con la sostituzione del componente.

La metodologia per queste sostituzioni varia a seconda del componente, ma in genere i processi sono simili a quelli di installazione e quindi richiedono attrezzature, navi, personale, ecc. simili alle fasi iniziali. Per i parchi eolici *offshore* galleggianti, questo processo è più complesso rispetto ai siti che utilizzano fondazioni a pali fissi, per cui anche gli stessi interventi di sostituzione dei componenti saranno da pianificare e gestire con attenzione e qualora



necessario, in caso di gran correttivi, si potrà pensare di trainare l'aereogeneratore nel porto di riferimento per effettuare gli interventi del caso (Metodo *tow-to-port*).

#### 3.3.1.3.1 Metodologia con rimorchio in porto

Nel metodo *tow-to-port*, le linee IAC e di ormeggio vengono preventivamente scollegate e una nave Rimorchiatore per la movimentazione delle ancore (AHTS), o simile, viene collegata alla FOWT per condurre le operazioni di rimorchio e transito fino al porto di riferimento o sino ad un'area marina riparata. Una volta in porto, una gru a terra (o una Nave *Jack-Up* (JUV)) effettuerà le operazioni di sollevamento pesante necessarie per la riparazione o la sostituzione del componente. Una volta completata la riparazione, il complesso turbina-fondazione galleggiante verrà riportato in posizione nell'area di impianto e ricollegato ai vari *asset* di ancoraggio e trasmissione dell'energia.

Il metodo, sopra descritto (*tow-to-port*) è un metodo già utilizzato in passato nell'industria *offshore*, il progetto *Kincardine* ne è un esempio significativo. Le FOWT sono state rimorchiate dal sito al largo della costa di *Aberdeen*, in Scozia, per circa 480 miglia fino al porto di *Rotterdam*, nei Paesi Bassi, dove sono state effettuate tutte le attività manutentive programmate, attività che sono state svolte nella stessa area portuale che era stata usata per le fasi di assemblaggio, questo dimostra che il porto o i porti previsti in progetto sono stati valutati anche in funzione delle future manutenzioni di impianto. Nel caso del progetto in esame, lo specifico studio sulle aree portuali evidenzia che il porto di Oristano ha un potenziale di utilizzo che si estenderà a tutta la fase di O&M ed anche alla futura fase di dismissione, con ricadute economiche/sociali importanti sul territorio.

#### 3.3.1.3.2 Metodologia in situ

In alternativa al precedente, il metodo di sostituzione o riparazione dei componenti principali *in situ* prevede il mantenimento della FOWT nella posizione di progetto durante l'intero processo di manutenzione. Questo approccio generalmente mantiene le connessioni tra FOWT e riduce la perdita di generazione elettrica. (mantenimento della connessione della stringa IAC di riferimento).

Esistono tre categorie riconosciute per questo tipo di intervento in situ come descritte di seguito:

- Da galleggiante a galleggiante: questo approccio utilizza un sistema HLV, o simile, e solleva i componenti da/verso la WTG. La sfida principale di questo metodo è la gestione dei movimenti relativi tra la WTG e la gru. L'operazione è soggetta a vari gradi di libertà nei movimenti, il che la rende difficile da gestire ed eseguire non potendo azzerare il rischio di scontri tra i componenti. Inoltre, il numero di navi che potrebbero essere necessarie per questo approccio è considerato estremamente limitato, con potenziali problemi di approvvigionamento.
- Basato sulla navicella: In questo metodo, una gru è tipicamente installata nella navicella utilizzando punti di ancoraggio/forza o un meccanismo di auto-salita, utilizzando la torre come guida. Questa gru ha una capacità di sollevamento superiore a quella della gru preinstallata nella navicella della WTG, che le consente di condurre l'MCR. Questa tecnologia è attualmente in fase di sviluppo, per cui si presuppone che sarà disponibile quando sarà realizzato l'impianto.
- Basato sulla piattaforma: Questo approccio prevede la creazione di una piattaforma sul FOWT e il posizionamento di un dispositivo di sollevamento. Questo dispositivo viene utilizzato per raggiungere i componenti ad altezza mozzo e rimuoverli in sicurezza. Poiché la piattaforma subisce gli stessi movimenti della FOWT, le



problematiche relative al movimento relativo sono ridotte al minimo. Anche questa tecnologia è in fase di sviluppo per cui si ritiene che potrà essere disponibile a valle della realizzazione dell'impianto.

Allo stato attuale per il progetto in esame si prevede, come caso base, un approccio *tow-to-port* per lo scambio dei componenti principali, utilizzando la stessa area portuale usata in fase di assemblaggio/installazione della WTG.

### 3.3.2 Manutenzione BoP (Sistemi a Supporto dell'Impianto)

Come per le singole turbine il resto degli *asset* di impianto richiedono una manutenzione regolare per garantirne il funzionamento sicuro ed economicamente conveniente e, come sopra descritto, anche questi componenti dell'impianto saranno soggetti ad usura ed invecchiamento.

Analogamente al processo di manutenzione delle WTG, il progetto prevederà l'adozione di nuovi metodi e tecnologie per la conduzione di lavori e attività di *O&M* della *BoP*. Un esempio fra tutti sarà la possibilità di utilizzare ed implementare, anche in questo settore, il progresso dei modelli informatici e dell'intelligenza artificiale (AI), per valutare e gestire con maggiore precisione i guasti, o per l'impiego di imbarcazioni autonome per condurre le ispezioni, senza la necessità di intervento umano e di imbarcazioni di supporto, migliorando sensibilmente la gestione dell'impianto e la sicurezza negli interventi.

#### 3.3.2.1 Manutenzione Fondazioni Galleggianti

La manutenzione delle fondazioni FOWT sarà condotta secondo i manuali operativi forniti dall'OEM e in conformità alle normative nazionali e internazionali applicabili.

Le fondazioni/piattaforme galleggianti progettate come supporto per le WTG *offshore* galleggianti richiedono una certificazione per garantire la loro conformità alle normative e agli standard applicabili. Certificazione che sarà anche la base per garantire il loro utilizzo e la gestione e manutenzione durante l'intero ciclo di vita dell'impianto.

Rispetto alla manutenzione dei componenti di generazione e trasformazione dell'energia, la manutenzione annuale delle fondazioni è meno complessa e comprende principalmente ispezioni generali, indagini e pulizia. Per garantire l'integrità strutturale delle fondazioni vengono impiegati sistemi di monitoraggio che utilizzano una rete di sensori e dispositivi di misurazione. Queste apparecchiature di monitoraggio, incluse nelle fondazioni galleggianti, svolgeranno un ruolo significativo, nel tenere sotto controllo costante il gran numero di componenti che li costituiscono e che richiedono un monitoraggio attivo per eseguire efficacemente la manutenzione e supportare la previsione dei potenziali danni. Particolare attenzione sarà data ai componenti responsabili delle attività di zavorramento, in quanto richiedono tubi e pompe supplementari per mantenere la stabilità.

Anche il monitoraggio della corrosione è un aspetto importante per le fondazioni, che prevedono una protezione catodica a corrente impressa (ICCP), aspetto generalmente richiesto sugli elementi strutturali esterni e con un eventuale monitoraggio interno per alcuni tipi di strutture. Nel caso in cui una protezione catodica a corrente impressa o simile non sia realizzabile, in tal caso si ricorrerà ad una protezione tramite rivestimenti speciali, conformi alla normativa, che garantiranno una barriera alla corrosione soprattutto in zone come le membrature o le travi delle stesse fondazioni.

Per tutta la durata del progetto saranno necessarie ispezioni e manutenzioni periodiche dei sistemi di ancoraggio e delle cime di ormeggio. Questo per garantire che i sistemi di

ancoraggio siano in posizione corretta e che le linee di ormeggio siano correttamente allineate e non vi siano problemi di impigliamento. Le tecniche di monitoraggio impiegate varieranno a seconda del tipo di ancoraggio, con un'attenzione particolare all'interazione suolo-sistema per le problematiche strutturali e di corrosione. Per queste ispezioni verranno utilizzate apparecchiature di rilevamento sottomarine specializzate, come ad esempio unità ROV dedicate. A supporto di questa manutenzione, è previsto l'uso di celle di carico e sistemi di posizionamento globale (GPS), per monitorare le posizioni della FOWT e delle linee di ormeggio e contribuire a garantire la stabilità e le prestazioni complessive della FOWT.

A seconda del modello specifico di FOWT e del sistema di ancoraggio, si possono prevedere ogni anno circa cinque giorni da utilizzare per l'ispezione e l'eventuale manutenzione preventiva.

### 3.3.2.2 Manutenzione cavi

Per i cavi di esportazione, previsti in progetto, si prevede che le ispezioni visive dei cavi lungo il loro intero percorso siano condotte con un approccio proporzionale, in modo che nell'arco di tre/cinque anni venga ispezionata l'intera lunghezza, utilizzando tecniche di ispezione come ROV o AUV (Veicolo subacqueo autonomo), nonché test di routine, come il DTS (Rilevamento Distribuito della Temperatura) o il DAS (Rilevamento Acustico Distribuito). La frequenza delle ispezioni e dei test può essere aumentata in base alla mobilità del fondale marino, e in genere dopo eventi come frane sottomarine o in seguito all'interazione con terzi, come una nave da pesca a strascico.

Se si dovessero verificare guasti sui cavi di esportazione, è probabile che vengano corretti con riparazioni e/o giunzioni localizzate. La sostituzione del cavo sarà necessaria solo in caso di guasti più gravi o estesi, che, a seconda delle condizioni del sito e dei fattori esterni, possono essere causati dalla mobilità del fondale marino, dallo scorrimento, dall'erosione o da danni di terzi.

## ATTIVITA' DI MANUTENZIONE ONSHORE

Anche gli *asset* che compongono i componenti *onshore* del parco eolico richiedono una manutenzione regolare per garantire le loro prestazioni a medio lungo termine. Questo aspetto è sicuramente di più facile pianificazione e manutenzione, in quanto le relative strutture, stazioni, cavi ecc. sono comunque riconducibili a componenti di impianto ampiamente consolidate, in quanto provenienti dal settore dell'impiantistica eolica *onshore*.

### 3.3.2.3 Manutenzione cavi onshore

I cavi *onshore* saranno ampiamente monitorati attraverso sistemi di controllo di supervisione e acquisizione dati (SCADA) e soggetti a test di routine (come DTS e DAS). Poiché i cavi sono interrati, eventuali test visivi (utilizzando un veicolo aereo senza pilota (UAV)) potranno essere condotti solo nel sito di arrivo dei cavi marini, ove è prevista la realizzazione della Buca Giunti Terra-Mare (TJB). Tuttavia, nel caso in progetto, essendo l'approdo del cavo realizzato con metodologia HDD (Trivellazione sotterranea teleguidata), tale tipo di attività si limiterà all'ispezione dell'area della TJB, e la verifica visiva dei giunti attraverso le specifiche botole di ispezione.

Qualora necessario si potrà anche intervenire per la riparazione di giunti o tratti di cavidotti che col tempo potrebbero subire guasti, questi tipi di attività, non programmate, saranno

comunque pianificate e gestite nel modo opportuno, e ove necessario, coordinate con le autorità competenti.

#### 3.3.2.4 Manutenzione Stazione elettrica *onshore*

I requisiti di manutenzione per la stazione elettrica *onshore* seguono i programmi di ispezione, manutenzione e riparazione raccomandati dal progettista o dal fornitore dell'apparecchiatura. Per integrare questo approccio, si utilizzerà anche un programma di manutenzione basato sul rischio e sulla manutenzione su condizione (CBM), basandosi sul continuo controllo delle condizioni di esercizio dell'intero progetto.

Nel caso del progetto in esame è prevista la realizzazione di due stazioni elettriche *onshore*, una di trasformazione ed una di connessione diretta alla RTN. Comunque, in entrambi i casi la stazione elettrica ospita componenti HV, come trasformatori, quadri elettrici, alimentazione ausiliaria per le luci, sistemi di sicurezza e sistemi di dati e controllo, che combinati tra di loro supportano e monitorano la trasmissione sicura ed efficace dell'elettricità generata dalle WTG. La manutenzione delle stazioni elettriche *onshore* consiste principalmente in ispezioni non intrusive e nel monitoraggio dei componenti. Ciò include i quadri e i trasformatori, il campionamento dell'olio dei trasformatori, le ispezioni strutturali e può comportare interventi non frequenti per riparare o sostituire i componenti. Le operazioni di riparazione o sostituzione più importanti, saranno generalmente eseguite in loco utilizzando una gru adeguatamente dimensionata o altri impianti simili, il tutto dipendente dal componente su cui intervenire.

Per ridurre al minimo i tempi di inattività della produzione, la frequenza e la durata degli interventi alla stazione elettrica saranno mantenute basse e il più possibile brevi, per queste le attività di manutenzione preventiva, sono di basilare importanza e, nel rispetto di tutte le norme di sicurezza in materia, potranno essere condotte mentre il sistema è in funzione. In linea di massima queste comprendono controlli generali, misurazioni, immagini termiche e ispezioni visive, e vengono eseguite annualmente.

Oltre alla manutenzione preventiva e correttiva standard, ogni 2/3 anni vengono effettuate delle interruzioni programmate dedicate, durante le quali tutti i sistemi vengono disalimentati per permettere al personale di ispezionare, testare e riparare le apparecchiature che sono normalmente sotto tensione, o che rappresenterebbero un rischio di intervento dell'impianto se mantenute in condizioni operative anomale. Il periodo medio di interruzione è di 4 giorni e di solito è programmato nei periodi in cui si prevede una bassa produzione del parco eolico. In queste particolari fasi l'accessibilità all'impianto è ridotta con specifiche restrizioni per il personale a terra che non ha competenze in materia; la durata e il numero di tecnici per attività possono essere programmati e modificati in base alle necessità.

## 4. Operazioni e manutenzione Requisiti Minimi dell'area portuale

### 4.1 Introduzione

Durante la fase operativa, il progetto richiederà la gestione e il coordinamento di tutte le attività operative e di manutenzione da una struttura a terra per tutta la vita utile di impianto. La struttura a terra potrà essere un'unica base O&M o una serie di strutture in più località, all'interno delle quali si svolgeranno le seguenti attività:

- Uffici per la gestione e l'amministrazione del progetto/sito;
- Centro Operativo Marino (MCC) per la gestione delle operazioni del parco eolico;
- Strutture portuali in cui sono ormeggiate/stoccate navi, attrezzature per la manutenzione, parti di ricambio e materiali di consumo;
- Terminal marino per la gestione del lavoro e del personale;
- Hangar e base per elicotteri (necessari in caso di impiego di elicotteri).

Come dimostrato nella **Sezione 3**, anche se l'accesso e l'intervento in mare aperto, nell'area di impianto, saranno regolarmente necessarie per le attività manutentive, la maggior parte dei controlli sul corretto funzionamento del parco eolico si svolgeranno da remoto e saranno gestite direttamente in proprio da Acciona dalla struttura di O&M, tramite il sistema di controllo CECOER (*ACCIONA's Renewable Energy Control Center*). Tale sistema effettua il monitoraggio in continuo e in tempo reale degli impianti di energia rinnovabile del gruppo, che ammontano a circa 12.000 MW.

Ogni componente principale di ciascun impianto è sottoposto a un costante monitoraggio al fine di individuare tempestivamente eventuali anomalie tecniche o di altra natura e segnalarle prontamente. Di conseguenza, il sistema CECOER consente un intervento rapido e remoto su ciascun sistema, incluso il potenziale spegnimento e la messa in sicurezza dell'intero impianto o di parte di esso.

In parallelo, le squadre locali di *Operation and Maintenance* (O&M) sono avvisate per condurre verifiche ed ispezioni direttamente sul posto.



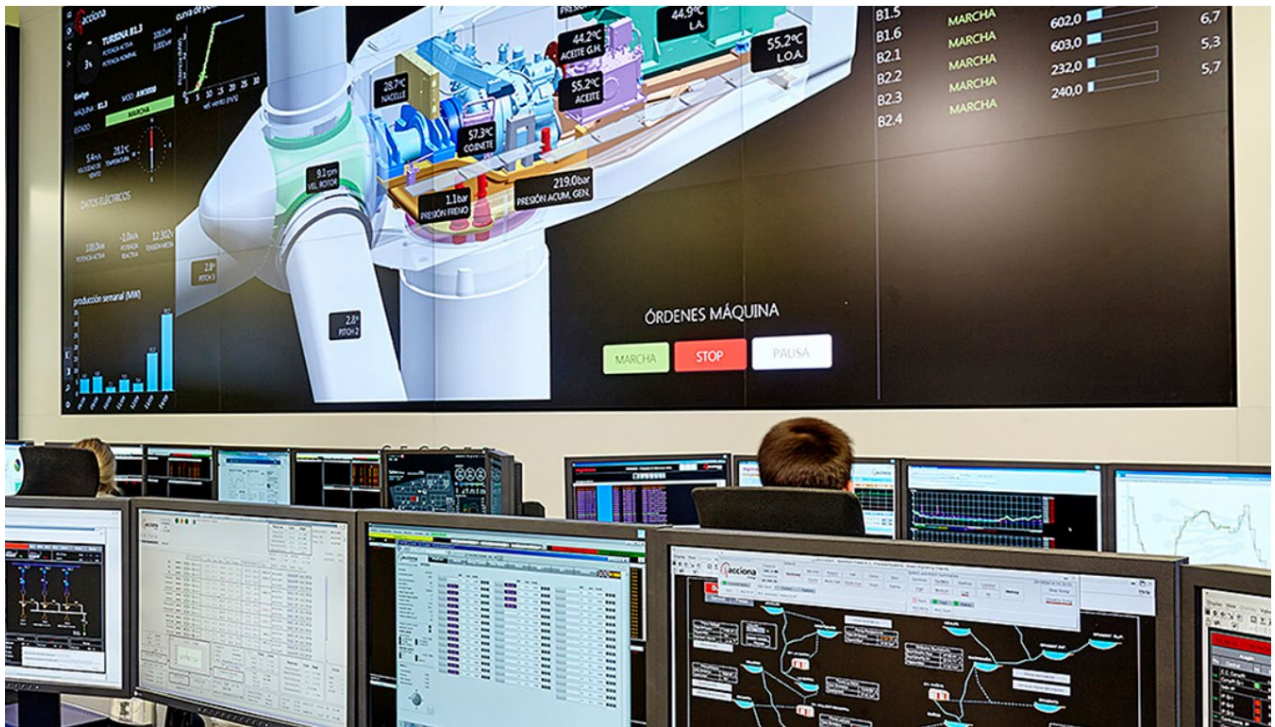


Figura 4-1: Sistema di controllo CECOER<sup>1</sup>.



Figura 4-2: Sistema di controllo CECOER<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> CECOER | ACCIONA | *Business as unusual*



## 4.2 Logistica

I mezzi logistici sono necessari per trasportare tecnici, attrezzature e componenti agli impianti *offshore*, in modo da condurre l'attività di manutenzione richiesta.

In genere, le attività di O&M di un progetto di parco eolico *offshore* saranno supportate da una serie di mezzi logistici, principalmente navi, classificate come:

- navi o mezzi per la logistica di routine,
- navi o mezzi utilizzati per supportare campagne specifiche.

Il numero specifico ed il tipo di navi e mezzi necessari dipenderanno dalle esigenze operative del progetto, nei vari momenti della vita utile di impianto.

### 4.2.1 Logistica di routine

#### 4.2.1.1 Fattori contribuenti

Fattori come le dimensioni del sito, la distanza dalla costa e le condizioni meteomarine influenzano la scelta delle navi e dei mezzi per la logistica di routine.

Le navi per il trasferimento dell'equipaggio (CTV) che trasportano da 12 a 24 persone (PAX) sono utilizzate in tutto il settore, soprattutto quando i siti sono vicini alla costa (<27-33 nm dalla costa (50-60 km) e l'accessibilità, ovvero la possibilità di accedere/trasferirsi da e verso l'impianto, per questo tipo di nave è elevata (>60%).

Invece, per i siti più lontani dalla costa e/o con un'accessibilità più problematica, saranno preferiti l'uso di sistemi SOV, i quali possono avere una capacità fino a 60 PAX e migliori capacità di resistenza in mare aperto. Inoltre, i SOV possono operare in continuità rientrando in porto solo una volta ogni 14 giorni, quindi la distanza tra il porto e il sito è molto meno vincolante.

L'area del Parco Eolico Flottante Mistral dista circa 19 nm (35 km) dalla costa fino al punto più vicino sulla terraferma e circa 38 nm (70 km) dal porto più vicino, Oristano, fino al centro approssimativo del sito. Ciò indica che il sito si trova marginalmente al di là del raggio d'azione tipico dei CTV.

Le dimensioni del sito e il numero di componenti che necessitano di manutenzione sono un altro fattore chiave per la logistica di routine. I siti con un numero elevato elementi richiederanno il trasporto di un numero maggiore di personale per la manutenzione, dato il volume maggiore di attività. Ciò può significare la necessità di più CTV o di una nave più grande, come un SOV, a causa della loro capacità di trasporto del personale.

Il sito in progetto prevede 32 WTG, il che lo rende un sito relativamente modesto in termini di numero di componenti e di area totale coperta. In teoria, un sito di queste dimensioni è gestibile con i CTV, anche se questo fattore non deve essere considerato isolatamente, ma piuttosto in funzione degli aspetti trattati in precedenza, sulla distanza dalla costa e sull'accessibilità.

#### 4.2.1.2 Elicottero

L'elicottero è uno di quei mezzi che in impianti *offshore* riveste un ruolo importante, può essere utilizzato per il trasferimento del personale, in condizioni meteomarine favorevoli, o se si verifica un problema di manutenzione critico che richiede un intervento urgente.

Utile sicuramente durante gli interventi di emergenza, grazie ai suoi tempi di percorrenza significativamente più rapidi. In caso di utilizzo di elicotteri, è possibile che il SOV e la sottostazione *offshore* debbano essere dotati di attrezzature, come ad esempio una piattaforma di atterraggio per elicotteri, una stazione di rifornimento, ecc.

Poiché il progetto prevede che la manutenzione venga eseguita dall'OEM e da SMA, compresa la logistica, l'OEM (Fornitore dei componenti) sarà una parte importante nel processo decisionale relativo all'uso degli elicotteri, il cui utilizzo e gestione sarà opportunamente valutato in fase di costruzione ed esercizio.

#### 4.2.1.3 Valutazione della logistica preliminare

In base ad una prima analisi, rispetto al sito di progetto dei dati meteomarini è possibile prevedere che per una finestra meteorologica di 4 ore, un CTV standard da 12 PAX è in grado di effettuare trasferimenti anche in presenza di un'altezza d'onda significativa di 1,5 m ( $H_s$ ) questo con un potenziale accessibilità media del 65%, mentre un CTV da 24 PAX di alta qualità in grado di effettuare trasferimenti, in presenza di un'altezza d'onda significativa di 2,0 m ( $H_s$ ) potrebbe garantire un'accessibilità media del 76%. A titolo di riferimento, i SOV da 60 PAX più capaci possono effettuare trasferimenti con altezze d'onda significative fino a 3,0 metri. La scelta del mezzo più idoneo, sarà comunque effettuata in funzione delle attività di manutenzione previste.

Per quanto riguarda la distanza, di circa 38 nm (70 km) dal porto di O&M previsto in progetto (Oristano), il sito è da considerarsi quasi al limite per l'uso del CTV, e l'impatto del lungo tempo di transito, potrebbe ridurre il numero di ore produttive dei tecnici di manutenzione. Le prime stime suggeriscono che durante un turno standard di 12 ore, si potrebbero perdere più di 4 ore per il solo trasferimento. Per questo motivo, si potrà prendere in considerazione l'utilizzo di un SOV, poiché, rimanendo sul sito per 14 giorni alla volta, l'impatto dei transiti si riduce drasticamente e una parte maggiore del turno di ogni tecnico può essere considerata come tempo produttivo. Inoltre, il SOV può facilitare il funzionamento 24 ore su 24, il che significa che gli interventi di manutenzione possono teoricamente svolgersi durante l'intera giornata, riducendo i tempi di inattività previsti per le WTG.

Da quanto sopra emerge che una manutenzione pianificata correttamente e con il corretto uso delle imbarcazioni di supporto è la scelta più idonea per il sito in progetto. Tuttavia, come già accennato, anche l'utilizzo di elicotteri ove necessario potrà affiancare le diverse operazioni di O&M.

#### 4.2.2 Navi per le attività specifiche

Oltre alle navi per la logistica di routine, nel corso del progetto saranno necessarie diverse altre navi per supportare l'O&M del sito in attività specifiche. Queste possono includere:

- CTV aggiuntivi
- JUV
- Navi di rifornimento
- SOV/nave di servizio *offshore* (OSV)/altro
- Elicotteri dotati di paranco
- AHTS

- Navi posacavi (CLV)
- Navi speciali per installazione di ammassi rocciosi
- Navi di supporto alle immersioni
- ROV
- UAV
- HLV.

La ripartizione delle imbarcazioni da utilizzare durante l'intero ciclo di vita operativa del progetto e le relative risorse sono riportate in Tabella 4-1.

Nave	WTG	Fondazione Galleggiante	Cavo <i>inter-array</i>	Cavo di esportazione
SOV	X	X	X	
CTV	X	X	X	
JUV (in porto o in acque riparate e poco profonde)	X	X		
Nave di rifornimento				
Elicottero	X	X	X	X
AHTS	X	X		
CLV			X	X
Navi speciali per installazione di ammassi rocciosi				X
Nave di supporto alle immersioni		X	X	X
ROV		X	X	X
AUV			X	X

**Tabella 4-1: Ripartizione navi per il sito in progetto.**

#### 4.2.3 Tecniche di Accessibilità all'area di Impianto

Si prevede che, come minimo, il trasferimento del personale avverrà secondo gli attuali standard industriali e le linee guida raccomandate da *G+ Offshore Wind*. Per l'accesso tramite CTV, la nave fisserà temporaneamente la sua prua contro la struttura di fondazione spingendo contro il parabordo della scala di atterraggio, riducendo i movimenti indotti dalle onde sulla parte anteriore della nave grazie alle forze di attrito sul parabordo. La passerella delle imbarcazioni dovrà essere mantenuta sufficientemente pulita e non scivolosa per consentire

il trasferimento sicuro del personale. Le parti e le attrezzature saranno trasferite dal ponte della nave utilizzando la gru *Davit* montata sulla FOWT.

Inoltre, nella fase esecutiva di implementazione del presente Piano, potrà essere preso in considerazione l'utilizzo di un sistema aggiuntivo per migliorare la sicurezza e aumentare l'altezza d'onda limite per il trasferimento sicuro del personale come, ad esempio, il sistema "*Get-Up-Safe*" (*Pict Offshore Ltd*).

Per l'accesso tramite SOV, si prevede una soluzione "*Walk-to-Work*". La nave utilizzerà le sue capacità di posizione dinamica (DP) (configurazione minima DP2) e utilizzerà una passerella a compensazione di movimento estesa tra la nave e la FOWT per eliminare i movimenti relativi tra di esse. Le passerelle a compensazione di movimento SOV sono anche in grado di trasferire parti più grandi, fino a 1,0 tonnellate, anche se si prevede, per questioni di miglior gestione delle operazioni in termini di sicurezza, che carichi superiori vengano trasferiti utilizzando la gru a compensazione di movimento montata su SOV.

In tutto questo gli elicotteri consentirebbero l'accesso attraverso la piattaforma di verricellamento in cima alla navicella della turbina eolica con velocità del vento fino a 20,0 m/s. La loro capacità di trasportare tecnici e componenti/attrezzature è comunque limitata, di solito fino a 6 tecnici e circa 100,0 kg di componenti, per cui il loro uso sarà previsto solo in emergenza ed in caso di interventi di minima entità. Da tenere anche presente che, a causa di problemi di sicurezza relativi a situazioni di emergenza, i trasferimenti in elicottero non sono praticabili in condizioni di mare tra 4,0 e 6,0 m H<sub>s</sub>, o in caso di scarsa visibilità, come in situazioni di presenza di nebbia.

#### 4.2.4 Sintesi della logistica

In base alle informazioni sopra esposte e nello specifico in funzione delle caratteristiche tecnico funzionali del progetto in esame, l'approccio per la logistica di routine prevede una combinazione di sistemi SOV supportato da CTV e, ove necessario, l'intervento di elicotteri. L'approccio potrà essere ulteriormente testato e perfezionato con valutazioni e modellizzazioni dettagliate durante una futura fase di implementazione del cantiere.

Si precisa che comunque tutte le assunzioni fatte, sono frutto di informazioni ed esperienze provenienti da impianti *offshore Oil&Gas* o da impianti eolici *offshore* attualmente in esercizio, calibrando tali dati in funzione delle caratteristiche di progetto.

### 4.3 O&M – Struttura

Le operazioni quotidiane saranno condotte presso un'adeguata struttura O&M situata all'interno di un porto o di un'area portuale ritenuta adeguata ai requisiti logistici. Gli edifici dedicati alla base O&M ospiteranno gli uffici per le attività di gestione e ingegneria. Inoltre, saranno previsti un MCC e uno più magazzini per le parti di ricambio e i componenti, e potenzialmente per lavori di manutenzione leggera.

#### 4.3.1 O&M – Attività Porto/Porto

I tecnici si riuniranno per le attività di pre-mobilizzazione presso la base O&M e saliranno a bordo delle imbarcazioni di manutenzione presso le strutture portuali. Per i SOV, si tratta di una banchina di lunghezza e pescaggio adeguati. Per i CTV, l'imbarco avverrà su pontili o ormeggi simili.

Con un SOV, i tecnici lavoreranno probabilmente secondo una tipica rotazione dei turni (ad esempio, 2 settimane sì e 2 no). Si prevede che i tecnici lavorino in turni di 12 ore e, se

necessario si potrà operare 24 ore su 24. Al termine del turno di 2 settimane in mare aperto, il SOV riporterà i tecnici alla base O&M. A questo punto il SOV dovrà rifornirsi di nuovo, cambiare l'equipaggio, se necessario, e sostituire i tecnici con un altro gruppo.

Per i CTV, i tecnici lavoreranno probabilmente in un turno di 12 ore, in genere dalle 07:00 alle 19:00 (ora locale), sempre garantendo il limite delle 40 ore settimanali, partendo e tornando in porto ogni giorno. Il CTV attraccerebbe in un pontile adeguato, rifornendosi e cambiando l'equipaggio e i tecnici a seconda dei casi (all'inizio di ogni turno/giorno).

#### 4.3.2 Coordinamento marino

All'interno del MCC presso la struttura O&M saranno anche presenti i coordinatori marini, responsabili della gestione, del coordinamento e del monitoraggio di tutto il personale, in loco e presente sulle navi O&M in transito da e verso il parco eolico, il cui scopo principale sarà quello di promuovere la sicurezza di tutti i soggetti coinvolti. I coordinatori marini e il loro gruppo di supporto otterranno e forniranno informazioni meteorologiche localizzate alle navi che lavorano al progetto per pianificare le attività di O&M, svolgendo i seguenti servizi:

- Gestione dei permessi di lavoro/altri permessi (PTW);
- Sorveglianza marina - tracciamento di imbarcazioni e personale;
- Coordinamento della risposta alle emergenze;
- Monitoraggio del sistema SCADA e della commutazione HV;
- Controllo della turbina;
- Ecc.

Sebbene sia tipico che il coordinamento marino ed i diversi team operativi siano situati presso l'impianto O&M vicino al sito, nulla vieta che le attività di cui sopra possano essere svolte in tutto o in parte da remoto. Naturalmente, questo ed altri aspetti saranno oggetto di opportuni approfondimenti e pianificazione prima dell'entrata in esercizio dell'impianto.

#### Stoccaggio e ricambi

Presso le aree O&M a terra verrà mantenuto uno o più magazzini ben forniti di parti di ricambio e materiali di consumo critici. In questi si conserveranno i componenti più piccoli della WTG e del BoP e i materiali di consumo. Inoltre questi saranno da supporto per l'integrazione dei magazzini presenti a bordo delle unità navali che saranno a supporto delle attività di manutenzione all'interno del parco eolico.

A causa delle loro dimensioni e dei costi di stoccaggio di un numero significativo di parti di ricambio, si prevede che i componenti principali, quali pale, moltiplicatori di giri, trasformatori, quadri elettrici ad alta tensione, generatori ed alberi principali, non saranno stoccati in quantità presso l'impianto O&M, se non in minima parte. Per lo stoccaggio dei componenti principali verrà adottato un approccio basato sul rischio, in base alla valutazione, della probabilità di guasto e della criticità per la generazione del componente da sostituire.

In linea con gli SMA o gli accordi di servizio sottoscritti, i produttori OEM saranno un soggetto chiave nel determinare il numero di componenti immagazzinati. Naturalmente verranno stipulati una serie di accordi con i diversi attori interessati alla manutenzione, tali da garantire, in caso di guasto di un componente importante, una rapida fornitura di questi pezzi di ricambio questo perché i principali produttori OEM controllano catene di fornitura consolidate e



fabbricano componenti in Europa, è quindi prevedibile che i componenti principali vengano consegnati direttamente da queste strutture al porto di integrazione, a seconda delle necessità.

La Tabella 4-2 fornisce un'indicazione dei pezzi di ricambio stoccati nel magazzino O&M.

WTG – Sezione Impiantistica	BoP	
Aria condizionata (filtri, guarnizioni del rotore, cinghie di trasmissione)	Stazione elettrica	Parti del trasformatore (boccole, indicatori, manometri, radiatore)
Componenti della lama ( <i>spoiler</i> , generatore di vortice, ricettore di fulmini)		Apparecchiature primarie (interruttore automatico, cabina di controllo locale, sezionatori di motori e sezionatori, rilevatori di fughe di gas)
Unità centrale HPU (solenioide, fusibile, valvola di sicurezza, manometro, tubo idraulico)		Apparecchiature secondarie (bobina di sgancio dell'interruttore automatico, <i>driver</i> del sezionatore)
Materiali di consumo (acqua deionizzata, olio idraulico, grasso)		Trasformatore di corrente (avvolgimenti)
Convertitore (resistenza, trasmettitore, relè)		Trasformatore di tensione (avvolgimenti)
Gru della navicella (bulloni, motore, molla, ganci, catene)	Cavo di <i>array</i> e cavo di esportazione	Lunghezza aggiuntiva per la giunzione dei cavi, giunti, terminali di cella
Sensori (temperatura, umidità, pressione)	Fondazione	Anodi, bulloni, materiali di saldatura

**Tabella 4-2: Indicazione delle parti di ricambio.**

#### 4.3.3 Requisiti indicativi delle aree O&M

Di seguito si riportano, in maniera orientativa, i requisiti preliminari minimi che dovranno avere le aree logistiche utili alla struttura O&M, zona che potranno essere reperite nelle aree portuali, o in zone limitrofe ed utili alla gestione del progetto, come ad esempio spazi industriali ecc.

Per il progetto in esame è possibile ipotizzare quanto segue:

- Spazio - minimo 75 x 75 m, che include il seguente:
  - Parcheggio - posti per 40 veicoli, più un parcheggio SOV dedicato e sicuro con 60 posti.
  - Spazio per uffici - minimo 200 m<sup>2</sup>
  - Magazzino - minimo 1.000 m<sup>2</sup> (riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC) controllati, stoccaggio di merci/materiali pericolosi)
  - Stoccaggio esterno - minimo 400 m<sup>2</sup>
  - Area di svolta dei veicoli di rifornimento diametro 25 m
  - Area di deposito/stoccaggio
  - Carburante bunker (per supportare il Marine Gas Oil (MGO), considerare anche le future tecnologie a zero emissioni (ad esempio, ricarica elettrica, idrogeno, ecc.)
  - Strutture per il benessere (ad esempio, spogliatoi, cucina, sala da pranzo, ecc.)

- Banchina
  - Idealmente adiacente alla struttura O&M o entro 100 m dalle aree di stoccaggio (percorsi designati, pendenza minima/assente)
  - Lunghezza minima - 100 m
  - Profondità minima - 7 m (4 m ai pontili per l'accesso al CTV) Chart Datum (CD)
  - Capacità portante minima - 15 t/m<sup>2</sup> (O&M di routine), 25 t/m<sup>2</sup> per operazioni MCR
- Accesso (*offshore*)
  - Profondità minima del canale - 7 m (CD)
  - Nessuna restrizione di marea (preferibile)
  - Gru da traino per supportare le operazioni di carico delle navi
- Accesso (*onshore*)
  - Strade d'accesso – preferibilmente se secondarie o di dimensioni minori.

Va notato che, sebbene sia preferibile, non è essenziale che gli uffici e il magazzino siano adiacenti alla banchina.

Nel caso di Oristano, in base alle valutazioni iniziali, sembra che l'impianto di O&M possa essere ubicato nella vicina "Zona Industriale". In questo caso, è fortemente consigliata una linea visiva delle attività (o mezzi alternativi come telecamere a circuito chiuso) sul lato della banchina.

Quanto sopra evidenzia come il progetto del Parco Eolico Flottante Mistral avrà un impatto socio-economico rilevante sul territorio, sia per numero di addetti che anche per spazi industriali da reperire durante tutta la sua vita utile.

#### 4.3.3.1 Struttura principale per le attività di O&M

Attualmente, il porto di Oristano è l'opzione prevista in progetto, come sede della sezione di O&M, anche se altri porti dell'Isola potrebbero tornare utili nella gestione dell'impianto, nonostante la maggiore distanza dal sito. Porto Torres a nord, Portovesme e Cagliari a sud possono essere opzioni da considerare in fase di avvio.

Al momento altre località portuali più lontane dal sito non sono state valutate soprattutto per i tempi di transito eccessivamente lunghi, tuttavia come per il resto, in fase di avvio dell'impianto sarà necessaria una rivalutazione complessiva di quanto analizzato in fase progettuale per confermare/ottimizzare quanto previsto e, se necessario, anche per analizzare nuove soluzioni logistiche.

Nello specifico il porto di Oristano si trova a una distanza ragionevole rispetto al sito, il che consente una certa flessibilità logistica, in quanto sia le operazioni CTV che quelle SOV sono fattibili rispetto a questa località. Le valutazioni effettuate dimostrano inoltre che il porto ha la profondità dell'acqua e le banchine necessarie per supportare le operazioni SOV, nonché all'interno dello stesso o in zona limitrofe (area industriale) sono disponibili terreni per le attività O&M e per lo stoccaggio.

La stessa area portuale di Oristano è quella che meglio si presta anche per le attività durante la fase di trasporto e installazione (T&I) del progetto, il tutto naturalmente da pianificare e gestire in modo da evitare congestionamenti dell'area portuale.

#### 4.3.3.2 Struttura per le attività degli elicotteri

Nel presente studio si è anche tenuto conto di una prima valutazione della logistica legata alle situazioni di emergenza, soprattutto in termini di risposta ad eventuali situazioni da gestire in termini di soccorso di vite umane. Da questo punto di vista, la collocazione dell'area di impianto è tale per cui è ragionevole pensare che gli aeroporti di Alghero e di Cagliari siano gli *hub* a cui riferirsi per operazioni di elisoccorso e/o di risposta alle emergenze.

## 5. Strategia preliminare di O&M

In base a tutte le analisi e le valutazioni sopra esposte, si riporta di seguito un riepilogo della valutazione preliminare effettuata rispetto al progetto del Parco Eolico Flottante Mistral.

La Tabella 5-1 riepiloga l'approccio O&M consigliato per il progetto in esame.

### Parco eolico offshore - Piano preliminare di O&M

#### Strategia O&M

La filosofia operativa del progetto dovrebbe essere quella di garantire la produzione economica ottimale dell'impianto, raggiungendo gli obiettivi di produzione energetica, rispetto di tutte le procedure di sicurezza e soddisfacendo tutti gli obblighi normativi.

Il progetto prevede la presenza di un Proprietario-Operatore. La responsabilità complessiva per le operazioni, la manutenzione e la gestione dell'integrità degli asset sarà appaltata all'Operatore dalla Società di progetto.

#### WTG

Verrà negoziato uno SMA con l'OEM della WTG con una garanzia di disponibilità. L'accordo deve essere concordato almeno per tutta la durata del DNP e, idealmente, almeno per un periodo di medio termine, ad es: 5-15 anni.

Questo accordo dovrebbe includere la fornitura di tecnici, la logistica (principalmente un singolo SOV con CTV, supportato da un singolo elicottero) per l'accesso alle WTG e includere il rischio meteorologico, nonché i mezzi necessari per le sostituzioni dei componenti principali.

Si può cercare di dividere il personale impiegato dall'OEM e quello impiegato dall'Operatore, nel caso in cui l'Operatore sia disposto a passare a un approccio "interno" in un secondo momento, per favorire il mantenimento dell'esperienza e delle conoscenze.

#### BoP

L'Operatore manterrà la responsabilità delle attività di funzionamento, assistenza e manutenzione degli asset BoP attraverso contratti multipli con fornitori competenti. Il progetto fornirà la logistica necessaria (ad esempio, CTV e varie imbarcazioni di supporto (potrebbe esserci l'opportunità di collaborare con l'OEM della WTG per quanto riguarda la logistica) per questi scopi.

Sistemi di fondazione e di ancoraggio:

- Un contratto di assistenza per la stessa durata della WTG (SMA) sarà negoziato con l'OEM della fondazione. Questo accordo deve comprendere la fornitura di tecnici, la logistica per l'accesso e includere il rischio meteorologico, nonché i beni necessari per le sostituzioni dei componenti principali.

Cavi inter-array:

- L'Operatore stipulerà un accordo con un fornitore di servizi specializzato per il monitoraggio, l'ispezione e la manutenzione dei cavi.

Cavo di esportazione:

- L'Operatore stipulerà un accordo con un fornitore di servizi specializzato per il monitoraggio, l'ispezione e la manutenzione dei cavi di esportazione. Può trattarsi dello stesso fornitore dei cavi *inter-array*.

Stazione elettrica *onshore*:

- La preferenza è quella di affidare all'OEM della stazione elettrica o all'appaltatore EPC la manutenzione dell'asset per tutta la vita operativa con revisioni periodiche.

<b>Struttura O&amp;M</b>	Nel porto di Oristano, ed in aree limitrofe adeguate sarà allestita una struttura di O&M, comprendente uffici, centro di controllo, magazzino, banchina e area di sosta.
<b>Logistica</b>	<p>È previsto un unico SOV con CTV, dedicato al progetto, noleggiato a lungo termine e inizialmente gestito dall'OEM della WTG. Il SOV opererà 24 ore su 24, 7 giorni su 7, mentre si trova sul campo e tornerà a terra ogni 14 giorni per rifornirsi.</p> <p>2 CTV messi a noleggio (uno per un anno intero e uno solo per l'estate) per supportare la manutenzione del <i>BoP</i>. Questo approccio consentirebbe di completare la maggior parte delle campagne di manutenzione durante i mesi estivi, quando si prevede che il costo dei tempi di inattività sia più basso.</p> <p>Una soluzione CTV gestita dal proprietario è flessibile e può essere utilizzata per consentire la realizzazione di un'ampia gamma di attività di manutenzione, tra cui la manutenzione dell'impianto, le indagini sul fondale marino, le ispezioni sottomarine, compresa la possibilità di supportare le immersioni e l'uso di ROV. Se necessario, i CTV possono anche supportare lavori di routine e non di routine sulla WTG.</p> <p>I servizi di elicottero possono essere richiesti dall'OEM della WTG per la manutenzione, ma devono essere predisposti dall'Operatore per gli scenari di emergenza.</p>
<b>Scambio di componenti principali</b>	<p>Nell'ambito dello SMA, l'OEM della WTG sarà responsabile dello scambio dei componenti principali e dovrà fornire rimorchiatori/navi idonei per le operazioni di rimorchio in porto.</p> <p>Si prevedono contratti di richiamo con gli operatori navali, con circa 1-2 eventi all'anno.</p> <p>Si prevede che il porto di integrazione delle WTG venga utilizzato come impianto T2P, in questo caso il porto di Oristano.</p>

**Tabella 5-1: Riepilogo del Piano preliminare di O&M.**



## 6. Bibliografia

[1] OW.ITA-SAR-GEN-OWC-ENV-RPT-11, Relazione di Cantierizzazione