

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - LUIPIAE MARIS
35 WTG – 525 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



7. CANTIERIZZAZIONE, MANUTENZIONE E DISMISSIONE

R.7.2 Sicurezza fisica e informatica dell' Operation Technology

REV.	DATA	DESCRIZIONE
	08/23	int MASE



INDICE

1.	PREMESSA.....	1
2.	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	4
3.	IL CASO PARCO EOLICO OFFSHORE DI BRINDISI – LUPIAE MARIS.....	7
3.1	PIANO INTEGRATO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE, STRUTTURALE E DI SICUREZZA (REAL TIME, WIRELESS, DEEPWATER)	7
3.1.1	<i>Monitoraggio Ambientale</i>	7
3.1.2	<i>Monitoraggio Infrastrutturale</i>	9
3.1.3	<i>Monitoraggio Sicurezza e Sea Fencing</i>	10

1. PREMESSA

Sul punto occorre precisare in via preliminare che nell'ambito delle attività di sviluppo e progettazione che si stanno svolgendo in parallelo con la procedura autorizzativa si sta procedendo ad esaminare lo stato dell'arte delle tecnologie e delle infrastrutture disponibili sui vari fronti. Come noto, infatti, gli impianti eolici offshore galleggianti rappresentano una soluzione impiantistica assolutamente innovativa, tanto che alcune delle componenti che li compongono sono attualmente in fase di sviluppo: a cominciare dalle strutture galleggianti, dove solo due operatori nell'intero mercato mondiale dispongono di una tecnologia al massimo livello di maturità tecnologica (TRL 9 - Technology Readiness Level), passando dalle apparecchiature elettromeccaniche da installare nelle stazioni galleggianti, che sono ancora in una fase di sviluppo, fino ai cavi dinamici. Per quanto nel progetto in esame ci si sia sforzati di adottare soluzioni "ready to build", sono certamente molti gli aspetti lato software che nel prossimo immediato futuro saranno soggetti a sviluppi tecnologici e aggiornamenti tali da introdurre innovazioni che oggi è difficile prevedere. Ed anche per questa ragione Gruppo Hope e Galileo (i partner del progetto) sono stati tra i fondatori, insieme ad altri primari operatori (Acciona Energia, Agnes, BayWa r.e. Progetti, BlueFloat Energy, Fred Olsen Renewables, Galileo, Gruppo Hope, Isla, M.S.C. Sicilia, Renantis, Repower Wind Offshore, Saipem e Tozzi Green) della nuova associazione AERO (Associazione delle Energie Rinnovabili Offshore) che nasce con l'obiettivo di mettere in sinergia gli operatori e i potenziali fornitori di tecnologie, in modo da favorire i necessari processi di confronto, ricerca e sviluppo, promuovendo nel contempo la creazione di una filiera nazionale per le attività di produzione, assemblaggio, installazione, gestione e manutenzione di impianti offshore.

Per questa ragione, nell'ambito del progetto presentato ai fini della procedura di VIA non si è fatto specifico riferimento a sistemi di gestione delle infrastrutture, immaginando che le previsioni che possono essere fatte oggi saranno certamente aggiornate in futuro da sistemi tecnologicamente più avanzati.

Ad ogni modo, nel seguito si riporta lo stato dell'arte attuale nell'ambito dei sistemi di gestione della sicurezza fisica e informatica dell'Operation Technology, che in via generale attengono i seguenti aspetti:

Sicurezza fisica

Accesso fisico: È essenziale limitare l'accesso non autorizzato alle infrastrutture e agli impianti del parco eolico galleggiante. Ciò può essere realizzato tramite misure di controllo degli accessi, come recinzioni, sistemi di sorveglianza, lucchetti e dispositivi di identificazione per il personale autorizzato.

Sorveglianza: L'utilizzo di sistemi di sorveglianza, come telecamere di sicurezza, allarmi e sensori di movimento, può aiutare a monitorare le aree critiche del parco eolico galleggiante. Inoltre, è possibile implementare pattuglie di sicurezza regolari per controllare e ispezionare le strutture e segnalare eventuali anomalie o attività sospette. In compliance con i soggetti deputati alla gestione e al controllo del mare.

Protezione dalle minacce ambientali: I parchi eolici galleggianti sono progettati e costruiti per resistere alle minacce ambientali, come tempeste, onde alte e maree. I sistemi di protezione strutturale e la valutazione del rischio possono contribuire a garantire la resistenza e la sicurezza delle infrastrutture.

Sicurezza delle imbarcazioni: Poiché i parchi eolici galleggianti possono essere situati in aree di intenso traffico marittimo, è importante implementare misure di sicurezza per prevenire collisioni con le imbarcazioni. Ciò può includere segnalazioni marittime, luci di navigazione, sistemi di monitoraggio del traffico marittimo e procedure di comunicazione e coordinamento con le imbarcazioni circostanti.

Sicurezza informatica

Protezione dei dati: La sicurezza informatica per i parchi eolici galleggianti riguarda la protezione dei dati sensibili, come le informazioni di produzione, le comunicazioni e i sistemi di controllo. Sono necessarie misure di sicurezza come la crittografia dei dati, l'autenticazione forte, i firewall e la gestione delle identità e degli accessi per proteggere le informazioni da accessi non autorizzati.

Monitoraggio dei sistemi OT: È importante implementare sistemi di monitoraggio continuo per rilevare eventuali anomalie o intrusioni nei sistemi OT del parco eolico galleggiante. Ciò può essere realizzato tramite soluzioni di sicurezza informatica come sistemi di rilevamento delle intrusioni, monitoraggio degli accessi e delle attività dei dispositivi, e analisi dei log di sistema per identificare potenziali minacce.

Pianificazione della continuità operativa: È fondamentale sviluppare piani di continuità operativa per affrontare gli eventi di sicurezza informatica, come attacchi informatici o guasti dei sistemi. Questi piani devono includere procedure per il ripristino dei sistemi, il backup e il ripristino dei dati critici, nonché procedure di risposta agli incidenti informatici.

Consapevolezza della sicurezza: La formazione e la sensibilizzazione del personale sono fondamentali per la sicurezza informatica. Il personale deve essere consapevole delle minacce informatiche, delle pratiche di sicurezza, come l'utilizzo di password sicure e l'identificazione di e-mail di phishing, e delle procedure per segnalare eventuali incidenti o comportamenti sospetti.

Per la gestione di tutti questi elementi è necessario implementare un'architettura di sistema in grado di controllare una moltitudine di sistemi hardware e software specifici. Di seguito si riporta un elenco dei principali componenti chiave che devono essere adottati per questo scopo:

- **Sensori**: I sensori sono dispositivi hardware che rilevano e misurano varie grandezze fisiche nel parco eolico offshore. Possono includere sensori di velocità del vento, sensori di temperatura, sensori di pressione idrostatica, sensori di inclinazione, sensori di vibrazione e molti altri. I sensori sono collocati strategicamente per fornire dati in tempo reale sulle condizioni ambientali e sulle prestazioni delle turbine eoliche.
- **Controllo e monitoraggio delle turbine**: Le turbine eoliche sono dotate di sistemi di controllo incorporati che regolano la loro operatività. Questi sistemi monitorano le condizioni operative delle turbine, controllano l'orientamento delle pale per massimizzare la produzione di energia e gestiscono la velocità di rotazione in base al vento. I dati di monitoraggio delle turbine, inclusi parametri come la produzione di energia, le vibrazioni, la temperatura e altri, vengono raccolti e trasmessi a un sistema di supervisione e controllo centrale.
- **Sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)**: Il sistema SCADA è un software che raccoglie, elabora e visualizza i dati in tempo reale provenienti dai sensori e dai sistemi di controllo delle turbine eoliche. Questo sistema consente agli operatori del parco eolico di monitorare e controllare le prestazioni delle turbine, rilevare anomalie o guasti, ottimizzare l'efficienza energetica e prendere decisioni operative informate.
- **Connettività e comunicazione**: Un parco eolico offshore richiede un'infrastruttura di comunicazione affidabile per trasmettere i dati tra le diverse componenti. Ciò può essere realizzato tramite reti di comunicazione cablate o wireless, comprese connessioni satellitari, reti mobili o collegamenti fibra ottica. La connettività consente la trasmissione dei dati dal campo alle stazioni di monitoraggio e controllo a terra.
- **Software di analisi dei dati**: I dati raccolti dal parco eolico possono essere elaborati e analizzati utilizzando software specializzati per identificare modelli, anomalie o prestazioni subottimali. Gli algoritmi di analisi dei dati possono aiutare a ottimizzare l'efficienza operativa, a prevedere i guasti e a supportare la pianificazione della manutenzione preventiva.
- **Sistemi di gestione dell'energia**: I parchi eolici offshore possono essere integrati in sistemi di gestione dell'energia che permettono di bilanciare la produzione di energia eolica con la domanda elettroenergetica. Questi sistemi consentono di gestire e ottimizzare la distribuzione dell'energia prodotta dal parco eolico verso la rete elettrica di terra.

L'implementazione di sistemi hardware e software sofisticati per il monitoraggio e il controllo di un parco eolico offshore richiede un approccio integrato e una progettazione personalizzata in base alle specifiche esigenze del parco e delle turbine eoliche utilizzate. È fondamentale garantire una connettività affidabile, la sicurezza dei dati e la capacità di gestire grandi quantità di informazioni in tempo reale per garantire il funzionamento sicuro ed efficiente del parco eolico.

Dagli approfondimenti fino ad oggi condotti è emerso che lo stato dell'arte su questi temi è rappresentato dalla possibilità di affiancare il concetto dell'IOT (Internet Of Things) all'utilizzo di dispositivi wireless: sistemi di questo tipo sono stati messi a punto, per la specifica applicazione relativa alle opere offshore, dalla società **WSense** (<https://wsense.it>) che ha sviluppato uno specifico progetto di monitoraggio e gestione per il parco eolico offshore di Lupiae Maris, di seguito riportato nel dettaglio.

2. ARCHITETTURA DEL SISTEMA

WSense è uno Spin-off dell'Università La Sapienza di Roma specializzato in creazione di reti sottomarine mediante l'uso di modem acustici (WNode) e gateway marini (WGateway).

Le reti wireless sottomarine realizzate da WSense, sfruttando tecnologie dell'IoT (Internet of Things) sottomarino possono abilitare il: monitoraggio in **tempo reale senza fili dell'ambiente marino**, abilitando la raccolta di parametri quali, ad esempio, la **qualità dell'acqua, l'intensità delle correnti/onde/maree, i livelli di rumore, la produzione di immagini immagine e dati sonar.**



Le possibilità di monitoraggio possono essere estese anche al tema **dell'analisi strutturale di sistemi immersi in acqua, quali piloni di pale eoliche, piloni di ponti, banchine, cavi, tubature, ecc.**, per poter abilitare politiche di **manutenzione proattiva e sistemi di alerting.**

La visualizzazione dei dati e dell'infrastruttura può avvenire tramite la piattaforma Cloud di WSense denominata WCloud, che può supportare anche la produzione di un Digital Twin del parco eolico marino. **I dati possono essere distribuiti su piattaforme terze per monitoraggio continuo da control room.**

Sicurezza delle Infrastrutture

I sistemi integrati wireless di Wsense permettono anche l'integrazione con sistemi di fencing integrati (camere, idrofoni, ecc.) con mezzi underwater unmanned per identificazione di pericoli esterni ed infrastrutturali.



Cybersecurity

L'infrastruttura di raccolta dati connessa dentro e fuori dall'acqua è garantita con i più alti protocolli di cybersecurity implementati con clienti e istituzioni governative di difesa.

La security comunicazione è gestita usando esclusivamente certificati SSL client firmati che individuano i segnali e garantiscono la cifratura del traffico, inoltre al certificato sono associate anche delle regole di pubblicazione.

La sicurezza del traffico lato Piattaforma cloud è assicurata da protocollo HTTPS per gestire utenti e token di autenticazione.

Drivers di ROI (Return on Investment)

L'installazione di una rete wireless sottomarina di monitoraggio ha i vantaggi di raccogliere in real time i dati necessari Ante Operam per l'ottimizzazione del feed definitivo dell'impianto Offshore.

Inoltre, la produzione di un Digital Twin di impianto permetterebbe la facile gestione e la conseguente riduzione dei costi di O&M, sfruttando modem acustici facili da dispiegare e sostituire e droni subacquei.

Drivers di sostenibilità

I ROI relativi alla sostenibilità sono relativi all'efficienza energetica della soluzione e a tecnologia WSense basata su criteri ESG. Grazie ad un sistema wireless e real time, infatti, è possibile ottimizzare la produzione di energia pulita, evitare l'inquinamento acustico, potenziare il processo di decarbonizzazione, ridurre i tempi dalla progettazione alle operazioni. Possono essere anche così ridotti drasticamente l'utilizzo di cavi, con conseguente riduzione dell'impatto ambientale relativo alla loro produzione ed eventuali danneggiamenti e dispersioni in mare.

L'introduzione di una rete sottomarina di raccolta dati permette di abilitare procedure di Blue Carbon, che si indirizzano a certificare l'impronta di CO2 a seguito di un'iniziativa antropica e a generare crediti di carbonio verso altre industrie.

Soluzioni di IoUT (Internet of Underwater Things)

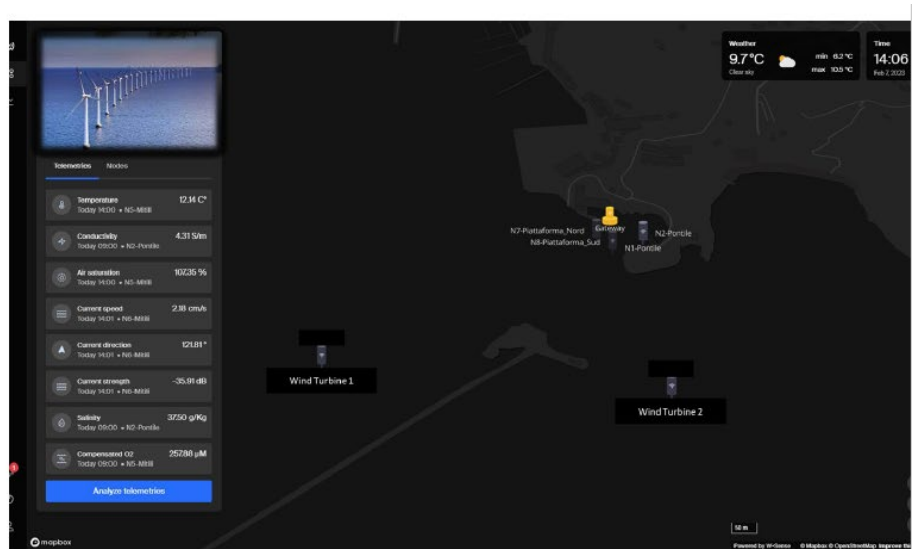
- Monitoraggio dell'integrità strutturale;
- Monitoraggio di correnti, onde e qualità dell'acqua;
- Visualizzazione dei dati marini in tempo reale;

- Manutenzione proattiva con telecamere e IA;
- Sistemi di allarme rapido basati sui dati sulla biodiversità;
- Misurazione dell'effetto Blue Carbon (CO2, O2, Ph).

Risultati attesi

- Installazione rapida;
- Monitoraggio a lungo termine per certificare le operazioni;
- Avvisi in tempo reale sul degrado della qualità dell'acqua e sui rischi;
- Digital Twin per l'infrastruttura sommersa;
- Correlazione dati in situ e satelliti.

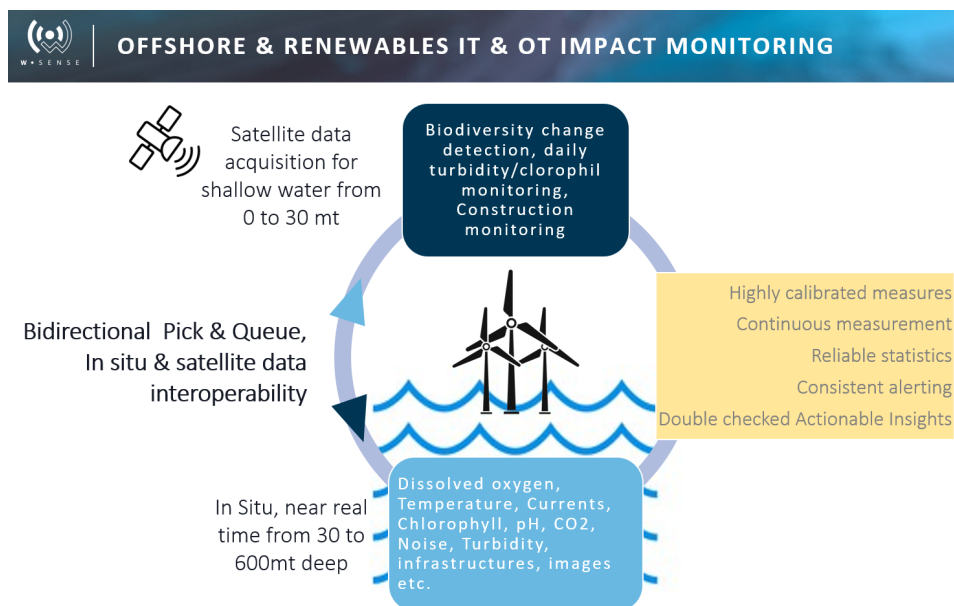
- Large area coverage (tens of km)
- High performance, highly reliable
- Multi-Vendor Interoperability
- Support of emerging standards
- Underwater Cyber Security
- Low power, long lasting (years)
- Satellite Data Integration



Possibile integrazione satellitare

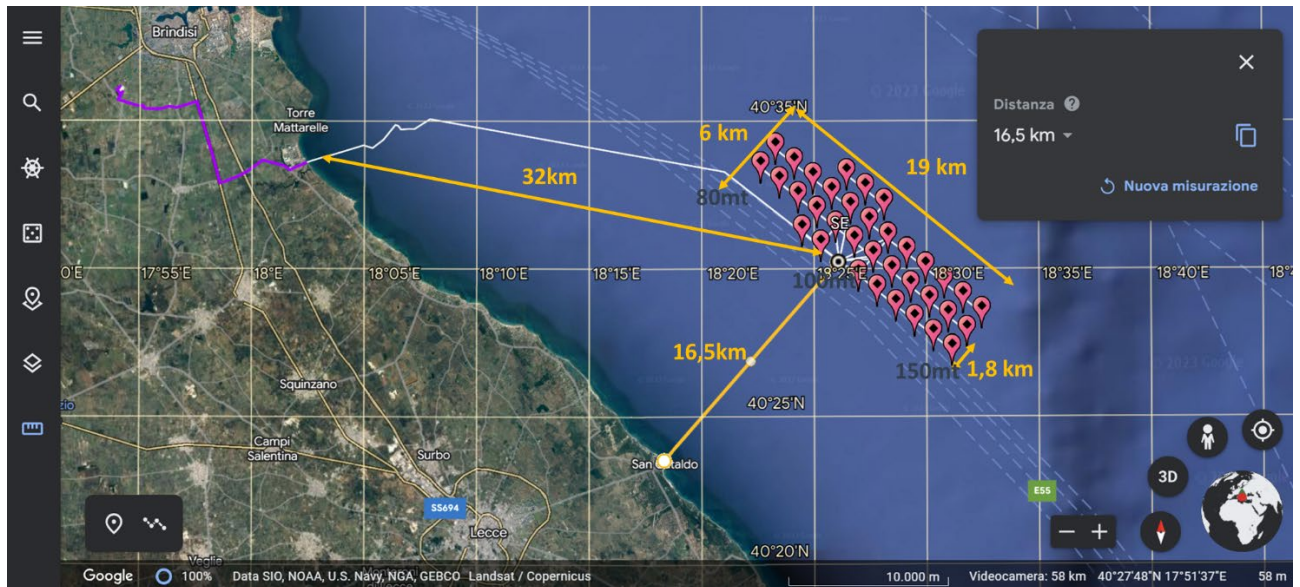
Una volta raccolti i dati dall’ambiente sottomarino, è possibile realizzare un’infrastruttura per poter integrare i dati raccolti dai satelliti. La vista di area vasta dallo spazio e la vista di area locale dall’ambiente marino può permettere la calibrazione dei dati raccolti, nonché la produzione di modelli di analisi dei fenomeni rilevanti e/o critici per gli impianti Offshore.

Secondo un approccio Pick & Queue è possibile ottimizzare la rilevazione dei dati in situ underwater per abilitare successivi metodi di analisi mediante servizi satellitari.



3. IL CASO PARCO EOLICO OFFSHORE DI BRINDISI – LUPIAE MARIS

Il parco eolico off shore di Brindisi prevede una installazione di 35 pale eoliche floating con substatione ancorata al fondo. Copre un'area di 114 Km² e le pale sono distanti 1,8 km l'una dall'altra e sono ancorate a profondità variabili fra gli 80 ed i 150 metri.



3.1 PIANO INTEGRATO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE, STRUTTURALE E DI SICUREZZA (REAL TIME, WIRELESS, DEEPWATER)

Le tre attività sono strettamente interconnesse e ciascuna di queste aumenta le capacità implementative delle successive. Il piano integrato prevede l'utilizzo di tecnologie wireless sottomarine all'avanguardia nei sistemi di comunicazione e IoT al fine di fornire informazioni in real time che siano utili ad effettuare azioni mirate preventive e basate su uno storico di dati.

Tale monitoraggio prevede l'utilizzo di sensori geofisici, chimici e strutturali oltre all'utilizzo di strumentazioni come telecamere ed idrofoni che potranno essere posizionati a diverse profondità sulla colonna d'acqua ed eventualmente supportate con l'integrazione di dati satellitare.

3.1.1 Monitoraggio Ambientale

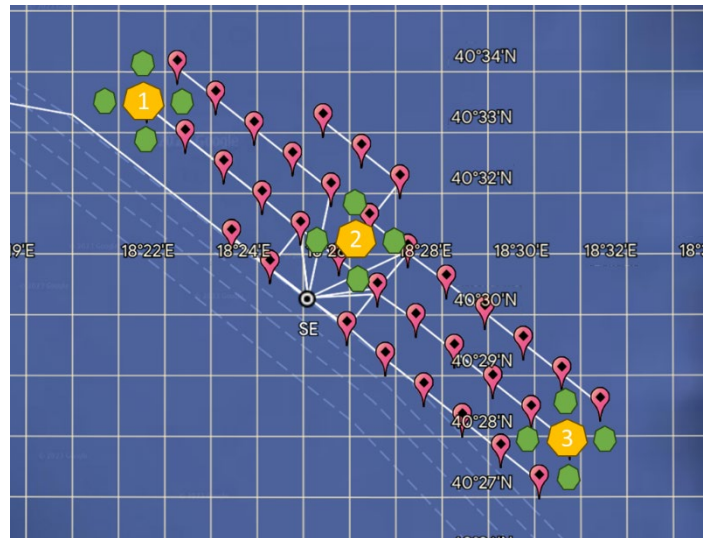
Il sistema di monitoraggio ambientale multi parametrico basato su sistemi wireless di comunicazione subacquei real time, prevede di individuare aree di installazione delle stazioni in punti strategici del layout previsto.

Inoltre verrà concepito per poter essere scalabile dal punto di vista dei parametri misurabili partendo da quelli fondamentali per monitorare la biodiversità prima durante e dopo le operations. I parametri di base sono: Rumore, Ph, CO₂, O₂, Clorofilla, PH, correnti, Torbidità.

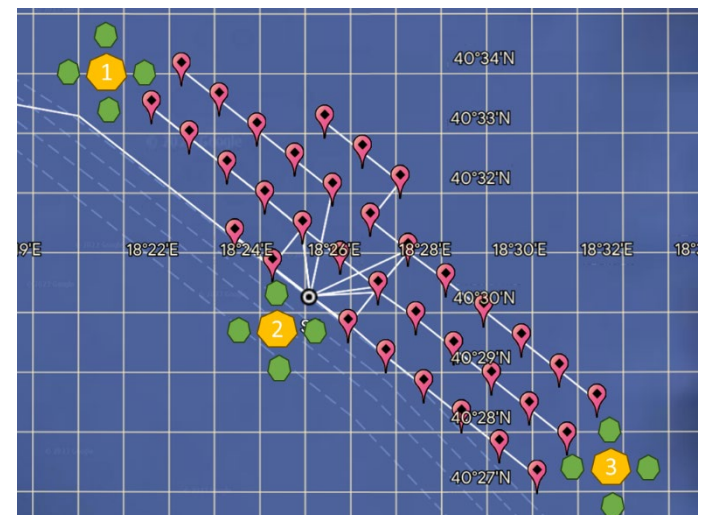
L'attività si distribuirà in 3 fasi distinte:

- **Pre Installazione** per un periodo di 12 mesi per misurare i valori di biodiversità di bianco dell'area
- **Durante Lavori** le installazioni per misurare gli impatti dei lavori sull'ecosistema
- **Durante le Operations** per misurare gli eventuali impatti sull'ecosistema e prevedere aggiustamenti operativi o a compensazione.

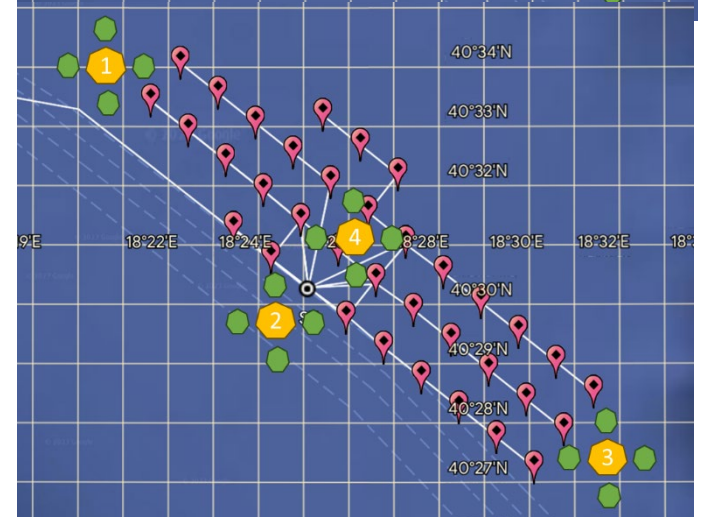
Nella fase di **pre-installazione** del parco si prevederà di installare 3 Mede Gateway di monitoraggio Wireless collegate con sistemi di connettività satellitare creando una costellazione di punti di misurazione nell'intorno di ciascun gateway per misurazioni a diverse profondità a distanza di 800mt dal gateway. Il sistema genererà dati correlati di tutti i parametri misurati creando uno storico di informazioni necessarie ad abilitare le fasi successive di controllo. Il sistema potrà raccogliere dati per un periodo di 12-24 mesi.



Nella **fase di installazione** delle pale eoliche e delle substazioni, essendo il sistema flessibile e ridispiegabile le 3 stazioni di monitoraggio verranno spostate in aree limitrofe all'area operativa. Inoltre verranno attivate sul sistema cloud di monitoraggio dei sistemi di alert in real time al superamento di soglie critiche rispetto a quanto misurato nella fase ante operam.



Durante le operazioni con il parco funzionante verrà aggiunto una ulteriore stazione di monitoraggio in aggiunta alle precedenti nel cuore del parco eolico al fine di poter avere il massimo grado di informazioni nell'area più critica dal punto di vista operativo.



3.1.2 Monitoraggio Infrastrutturale

Il monitoraggio infrastrutturale ha lo scopo, **durante le operations** di ottimizzare la produzione, ridurre rischi da cedimenti strutturali e fare manutenzione predittiva utilizzando digital twin delle strutture.

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

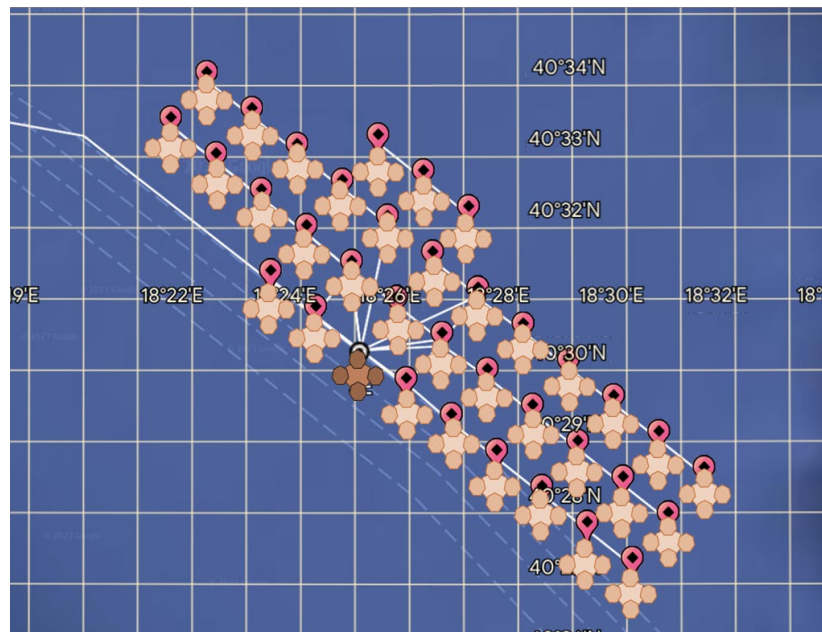


Lo stesso monitoraggio wireless verrà effettuato sulla sottostazione di storage fissa e su ogni fondazione.

I parametri strutturali rilevanti per evidenziare cedimenti strutturali:

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

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



3.1.3 Monitoraggio Sicurezza e Sea Fencing

Sistema integrato di sea fencing anti intrusione basato su sistemi wireless di comunicazione subacquei real time ed integrazione con sistemi di ROV sottomarini.

Nell'intorno dell'area del parco verranno abilitati punti di monitoraggio fissi e mobili con l'utilizzo di reti di ROV sottomarini gestiti dalla rete wireless sottomarina.

Verrà generata una protezione subacquea multistrato integrata con un Multi-dominio "Early Warning", in grado di identificare le minacce in anticipo per consentire, quindi, il rapido dispiegamento di contromisure specifiche attivando sia mezzi aerei che navali.

Tale infrastruttura prevede l'integrazione di sistemi di monitoraggio in situ underwater con l'integrazione di sistemi robotici guidati da reti wireless e le informazioni satellitari più avanzate utilizzando standard di sicurezza hardware e software paragonabili ai sistemi di difesa militari. Trattandosi di un'area molto vasta sarà necessario integrare tecnologie di diversi fornitori che operano sia in aria che in acqua e anche attraverso i satelliti.

Tale capacità potrà anche essere estesa al cavidotto sottomarino al fine di prevenire danni volontari o involontari, per esempio dovuti al trascinarsi di ancore da parte di navi.

Sistema a 2 livelli di sicurezza:

Lo Strato più interno impiega barriere acustiche e telecamere subacquee e non e barriere magnetiche poste sul perimetro dell'infrastruttura da proteggere. Questo strato ha lo scopo di tracciare intrusioni di mezzi lenti e furtivi, quali Diver e Veicoli Unmanned Subacquei (UUV).

Lo Strato esterno impiega una rete di sensori magnetici, acustici e sensori basati su tecnologia a fibra ottica e circonda, ad una distanza di almeno 5 km fornendo una soluzione riposizionabile e manutenibile attraverso robotica sottomarina autonoma. La rete di sensori elabora e trasmette gli allarmi in tempo reale mediante una rete wireless sicura.

Il tutto verrà sostenuto in modalità pick and queue da sistemi avanzati di integrazione dati satellitari.



La messa in sicurezza prevede l'utilizzo di:

- **Reti wireless subacquee dotate di idrofono ad ampio spettro** con sistema di alerting real time basato su soglie mirate ad identificare diversi tipi di minacce
- **Telecamere subacquee** per ottenere immagini e video su richiesta a fronte di alert basati su parametri diversi quali rumore e altri sensori
- **Rete robotica sottomarina autonoma e teleoperata** dotata di sensori per elaborare e trasmettere gli allarmi in tempo reale mediante una rete wireless sicura.
- **Sistema integrato Pick and Queue con dati satellitari** per avere alert da satellite validati in situ e viceversa.