

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - BARIUM BAY
74 WTG – 1.110 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



SIA.S ELABORATI GENERALI

S.6.1 Piano di monitoraggio ambientale

REV.	DATA	DESCRIZIONE



1	PREMESSA	1
2	CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	1
2.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO	1
2.2	REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO	1
2.3	ESTENSIONE TEMPORALE DEL PIANO DI MONITORAGGIO	2
2.3.1	<i>Finalità del monitoraggio ante operam</i>	2
2.3.2	<i>Finalità del monitoraggio in corso d'opera</i>	2
2.3.3	<i>Finalità del monitoraggio post operam</i>	2
2.4	IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DEL MONITORAGGIO	2
3	AMBIENTE MARINO	2
3.1	CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI E DEL MACROZOOBENTHOS	2
3.1.1	<i>Attività di campionamento</i>	5
3.1.2	<i>Analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche</i>	7
3.1.3	<i>Analisi della comunità macrozoobentonica</i>	9
3.1.4	<i>Frequenza e tempi di esecuzione</i>	9
3.2	FONDALI	9
3.2.1	<i>Batimetria e biocenosi</i>	9
3.2.1.1	<i>Metodologia e strumentazione</i>	10
3.2.1.2	<i>Caratterizzazione dei fondali</i>	11
3.2.2	<i>Caratterizzazione geofisica</i>	12
3.2.3	<i>Frequenza e tempi di esecuzione</i>	14
3.3	ANALISI DELLA COLONNA D'ACQUA	14
3.4	INDAGINI CORRENTOMETRICHE	14
4	NATURA E BIODIVERSITÀ	15
4.1	TECNICHE DI MONITORAGGIO	15
4.1.1	<i>Avifauna</i>	15
4.1.1.1	<i>Stima del parametro popolazione</i>	17
4.1.2	<i>Fauna marina</i>	17
4.1.2.1	<i>Stima del parametro popolazione</i>	18
4.1.3	<i>Fauna marina – nursery areas</i>	18
4.2	PIANO DI CAMPIONAMENTO	18
4.2.1	<i>Carta degli habitat</i>	18
4.2.2	<i>L'area di indagine</i>	20
4.2.3	<i>Metodologia di indagine per i transetti su imbarcazione</i>	21
4.3	ELABORAZIONE INFORMAZIONI CARTOGRAFICHE	21
4.4	FREQUENZA	23
5	RUMORE A MARE	23
5.1	FREQUENZA	24

6	EMISSIONI ACUSTICHE E VIBRAZIONI - FASE DI CANTIERE CAVIDOTTO	
	TERRESTRE	25
6.1	EMISSIONI ACUSTICHE	25
6.1.1	<i>Riferimenti normativi</i>	25
6.1.2	<i>Analisi del contesto ambientale e degli impatti previsti</i>	26
6.1.3	<i>Aree interessate alla procedura di monitoraggio</i>	26
6.1.4	<i>Parametri</i>	26
6.1.5	<i>Metodiche</i>	27
6.1.6	<i>Strumentazione</i>	27
6.1.7	<i>Operazioni di misura</i>	28
6.1.8	<i>Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi</i>	28
6.1.9	<i>Gestione delle anomalie</i>	28
6.2	VIBRAZIONI	29
6.2.1	<i>Riferimenti normativi</i>	29
6.2.2	<i>Aree interessate alla procedura di monitoraggio</i>	29
6.2.3	<i>Parametri</i>	29
6.2.4	<i>Metodiche</i>	30
6.2.5	<i>Strumentazione</i>	30
6.2.6	<i>Operazioni di misura</i>	31
6.2.7	<i>Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi</i>	31
6.2.8	<i>Gestione delle anomalie</i>	31
7	SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	32
8	MONITORAGGIO IN CONTINUO CON SENSORI WIRELESS	34
8.1.1	<i>Monitoraggio acque marine e fondali degli specchi d'acqua occupati dalle infrastrutture</i>	36

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale relativo al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento nel Mare Adriatico Meridionale formato da 74 generatori eolici della potenza unitaria di 15,0 MW, per una potenza complessiva di 1110 MW.

La definizione delle attività di monitoraggio ambientale è stata effettuata per tutte le componenti ambientali ed ecosistemiche, con particolare riferimento ai fondali sia dell'area del parco eolico che del tracciato del cavidotto di collegamento a terra. Le analisi includono tutti i descrittori della Strategia marina (*Marine Strategy Framework Directive* - MSFD).

2 CRITERI METODOLOGICI PER LA REDAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

2.1 OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO

In conformità alle indicazioni tecniche contenute nelle *"Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., D.Lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.)*, lo scopo del monitoraggio proposto è quello di:

- verificare lo scenario ambientale di riferimento utilizzato nel documento di Valutazione di Impatto ambientale e caratterizzazione delle condizioni ambientali di partenza (ante operam);
- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni di impatto individuate nel documento di VIA mediante la rilevazione di parametri di riferimento per le diverse componenti ambientali (in corso d'opera e post operam);
- correlare i vari stadi del monitoraggio, ante operam, corso d'opera e post operam, per stimare l'evolversi della situazione ambientale;
- individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni del documento di VIA e pianificare eventuali misure correttive;
- comunicare gli esiti delle precedenti attività (alle autorità preposte al controllo e al pubblico).

2.2 REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Il Piano di Monitoraggio rappresenta un documento che, seppur con una propria autonomia, deve garantire la piena coerenza con i contenuti del documento di VIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento antecedente l'attuazione del progetto (ante operam) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi derivanti dalla sua realizzazione (in corso d'opera e post operam). Il Piano di Monitoraggio deve soddisfare quindi i seguenti requisiti:

- deve avere per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti ambientali per le quali sono stati individuati impatti significativi, in coerenza con quanto documentato nel procedimento di VIA ed essere commisurato alla significatività dei suddetti impatti;
- deve prevedere il coordinamento e l'integrazione con le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente, che operano nell'ambito della tutela e dell'uso delle risorse ambientali;
- deve contenere la programmazione spazio-temporale delle attività di monitoraggio con definizione degli strumenti e delle modalità di rilevamento coerenti con la vigente normativa e utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
- deve individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili e rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
- deve definire il numero, le tipologie e la distribuzione spaziale delle stazioni di misura, motivandone la scelta in base alle interferenze e alla sensibilità/criticità dell'ambiente interessato e programmando la frequenza delle misure in maniera proporzionata alle componenti da monitorare;
- deve prevedere la restituzione periodica e programmata delle informazioni e dei dati strutturati e georeferenziati, di facile utilizzo ed aggiornamento.

2.3 ESTENSIONE TEMPORALE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

2.3.1 Finalità del monitoraggio ante operam

Il monitoraggio ante operam ha lo scopo di fornire un quadro esauriente sullo stato delle componenti ambientali, principalmente con la finalità di:

- definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti prima dell'inizio delle attività;
- rappresentare la situazione di partenza, da utilizzare quale termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti inerenti la fase in corso d'opera e la fase post operam.

2.3.2 Finalità del monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire il controllo dell'evoluzione dei parametri ambientali influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali, nei punti recettori soggetti al maggiore impatto, individuati anche sulla base dei modelli di simulazione. Tale monitoraggio ha la finalità di:

- analizzare l'evoluzione dei parametri rispetto alla situazione ante operam;
- controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori.

Nei paragrafi successivi si descrivono i monitoraggi che saranno effettuati durante l'esecuzione delle lavorazioni e relativamente alle varie componenti ambientali.

Essi saranno coordinati con i tempi di esecuzione previsti per la completa esecuzione dei lavori, come riportato nel cronoprogramma delle attività.

2.3.3 Finalità del monitoraggio post operam

Il monitoraggio post operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere. Tale monitoraggio sarà finalizzato al confronto degli indicatori definiti nello stato ante e post operam e al controllo dei livelli di ammissibilità.

2.4 IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI AMBIENTALI OGGETTO DEL MONITORAGGIO

Sulla base della valutazione degli impatti contenuta nel SIA, le componenti ambientali per le quali è necessario prevedere il monitoraggio sono:

- Ambiente marino (clima meteo marino, fondali);
- Natura e biodiversità (avifauna, fauna marina);
- Rumore e vibrazioni (rumore a mare).

3 AMBIENTE MARINO

3.1 CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI E DEL MACROZOOBENTHOS

L'obiettivo delle indagini ambientali è quello di:

- individuare le caratteristiche chimiche, fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche dei sedimenti,
- studio della composizione in specie delle comunità macrozoobentoniche e del loro stato ecologico.

La strategia di campionamento del sedimento e del benthos fa riferimento al D.M. 24/01/1996, prendendo in considerazione sia il tracciato del futuro cavidotto di collegamento (lunghezza di circa 55 km) sia nell'area del futuro parco eolico (estensione di circa 280 km²).

In base a quanto specificato dal DM 24.01.96 (all. B/2), ai fini della caratterizzazione analitica dei materiali, i campioni sono prelevati nello strato superficiale dei sedimenti in stazioni posizionate **lungo la direttrice del tracciato del cavidotto** con una frequenza di prelievo di una stazione ogni 200 metri sino a 1000 metri di distanza dalla costa per un numero di 5 stazioni.

Per il tratto successivo sino a tre miglia dalla costa, sono campionati ulteriori 5 stazioni.

Per i tratti successivi sino a completamento del tracciato, la frequenza di prelievo varia a seconda della tipologia del substrato e della variabilità delle biocenosi, per un totale di n. 8 stazioni, in modo tale da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area. Pertanto, lungo la direttrice del tracciato del cavo di collegamento sono previste un totale di **n. 18 stazioni** così suddivise:

- n. 5 stazioni entro il primo km dalla costa,
- n. 5 stazioni comprese tra il primo km e 3 MN dalla costa,
- n. 8 stazioni oltre le 3 MN.

Nell'**area del Parco eolico** che si stima sia di circa 280 km² con batimetriche inferiori ai 200 m (circa 150 m), si posizioneranno **n. 10 stazioni** tali da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area.

Pertanto, il **numero di stazioni previste in totale è di 28**.

Per ogni stazione è campionata n. 1 replica di sedimento per la caratterizzazione fisico, chimica, microbiologica ed ecotossicologica e n. 2 repliche di macrozoobenthos.

Pertanto, il **numero totale di campioni previsti per la caratterizzazione è pari a 28**, mentre quello **per il macrozoobenthos è pari a 56**.

In Tabella sono riportate le coordinate GPS delle stazioni di prelievo del sedimento e del macrozoobenthos. mostrate in Figura.

BARIUM BAY – BARI NORD			
Area	Punto	Latitudine	Longitudine
Tracciato	SBN1*	41° 18,878'N	16° 19,520'E
	SBN2	41° 18,984'N	16° 19,555'E
	SBN3	41° 19,090'N	16° 19,591'E
	SBN4	41° 19,205'N	16° 19,569'E
	SBN5	41° 19,312'N	16° 19,480'E
	SBN6	41° 19,895'N	16° 19,479'E
	SBN7	41° 20,149'N	16° 20,046'E
	SBN8	41° 20,377'N	16° 20,620'E
	SBN9	41° 20,599'N	16° 21,195'E
	SBN10	41° 20,859'N	16° 21,866'E
	SBN11	41° 23,370'N	16° 25,041'E
	SBN12	41° 26,019'N	16° 27,962'E
	SBN13	41° 28,611'N	16° 30,825'E
	SBN14	41° 31,166'N	16° 33,702'E
	SBN15	41° 33,228'N	16° 37,273'E
	SBN16	41° 34,558'N	16° 41,409'E
	SBN17	41° 35,893'N	16° 45,576'E
	Parco eolico	SB18	41° 31,245'N
SB19		41° 40,152'N	16° 47,480'E
SB20		41° 37,544'N	16° 48,696'E
SB21		41° 39,315'N	16° 50,918'E
SB22		41° 36,780'N	16° 52,235'E
SB23		41° 34,216'N	16° 53,419'E
SB24		41° 35,991'N	16° 55,613'E
SB25		41° 33,461'N	16° 56,915'E
SB26		41° 29,776'N	16° 59,721'E
SB27		41° 32,122'N	17° 01,172'E
SB28		41° 29,011'N	17° 03,210'E

Coordinate GPS delle stazioni di campionamento del sedimento e del macrozoobenthos (*stazione non campionata)



Stazioni di campionamento del sedimento e del macrozoobenthos

3.1.1 Attività di campionamento

Il piano di campionamento prevede il prelievo di campioni a fondo mare con Benna modello Van Veen.

I prelievi sono finalizzati al campionamento e all'analisi dello strato superficiale di sedimenti a fondo mare e le operazioni di prelievo garantiscono il minimo rimaneggiamento della compagine stratigrafica per consentire la caratterizzazione del velo superficiale (0 -2 cm) e, quindi, la valutazione dello stato dei luoghi.

Per ogni stazione di prelievo viene compilato un modulo contenente le seguenti informazioni:

- data e ora di prelievo;
- condizioni meteorologiche e marine;
- codice della stazione di campionamento, secondo le sigle concordate con il Rappresentante Tecnico;
- coordinate effettive (registrate al momento dell'abbassamento del campionatore grab);
- profondità;
- eventuali osservazioni e/o note.

I campioni sono raccolti in modo che ogni campionatore contenga un volume minimo di sedimenti di almeno 5 litri per i campioni raccolti da fondali marini con sedimenti sabbiosi e di almeno 10 litri per i campioni raccolti da fondali fangosi (ISO/DIS 16665 - *Water Quality - Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macrofauna*, 2003).

Una volta recuperata a bordo, la benna viene alloggiata in un'apposita vasca-contenitore ed aperta dagli sportelli superiori per procedere all'ispezione visiva del sedimento recuperato. Il sedimento, estratto dalla benna di campionamento ed alloggiato nell'apposito contenitore è campionato prima possibile in modo da ridurre l'esposizione all'aria.

Ad ogni stazione di campionamento viene raccolto un livello superficiale ($0 \div 2$ cm) con una spatola di teflon per evitare ogni contaminazione. I campioni prelevati vengono omogeneizzati sul campo e suddivisi in due aliquote:

- Aliquota per le determinazioni analitiche;
- Aliquota di riserva (a -20°C) al fine di consentire l'effettuazione di ulteriori prove.

Le ulteriori aliquote necessarie per le determinazioni analitiche vengono ulteriormente suddivise in contenitori di plastica (polietilene - PE) per le analisi fisiche, dei metalli, dei macronutrienti, microbiologiche ed ecotossicologiche e in contenitori di polietilene decontaminato ad alta densità (HDPE) per le analisi dei contaminanti organici.

Per ogni stazione di campionamento viene prodotto un verbale di campionamento con i dati di ciascuna stazione e la descrizione macroscopica del sedimento, supportata da fotografie del materiale campionato.

I campioni per l'analisi granulometrica e quelli per le analisi microbiologiche ed ecotossicologiche vengono conservati a 4°C , mentre i campioni per l'analisi chimica e la riserva a -20°C .

L'etichetta dei contenitori contiene le seguenti informazioni:

- nome o iniziale del progetto;
- data e ora in cui è stato prelevato il campione;
- iniziale della stazione di campionamento;
- il numero del contenitore rispetto al numero totale di contenitori utilizzati per quel campione (1/2, 2/2, ecc.).

Le informazioni riportate sull'etichetta saranno registrate anche sul foglio della stazione di campionamento per identificare il campione.

I campioni di sedimento prelevati in campo verranno maneggiati con cura in modo da non alterare le condizioni chimico fisiche del sedimento prima di effettuare le analisi, nel rispetto delle indicazioni EN ISO 5667 – 19 (2004).

In particolare, durante le procedure di prelievo, conservazione e trasporto dei campioni sono garantite le seguenti condizioni:

- assenza di contaminazione derivante dall'ambiente circostante o dagli strumenti impiegati per il campionamento ed il prelievo;
- assenza di perdite di sostanze inquinanti dalle pareti dei campionatori o dei contenitori;
- protezione del campione da contaminazione derivante da cessione dei contenitori;
- adeguata temperatura di prelievo per evitare la dispersione delle sostanze volatili;
- adeguata temperatura di conservazione dei campioni;
- assenza di alterazioni biologiche nel corso dell'immagazzinamento e conservazione;
- assenza, in qualunque fase, di modificazioni chimico-fisiche delle sostanze;
- pulizia degli strumenti ed attrezzi usati per il campionamento, il prelievo, il trasporto e la conservazione, dopo ogni campionamento.

3.1.2 Analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche

I metodi analitici utilizzati sono aggiornati e adeguati alla matrice dei sedimenti e conformi alle norme UNI/CEN/ISO ed EPA, al fine di garantire il rispetto dei requisiti minimi previsti dal Decreto Legislativo n. 219/2010. I risultati saranno accompagnati da certificati analitici.

Le caratterizzazioni analitiche sono eseguite da Istituzioni Scientifiche Pubbliche specializzate come prescritto dalla legge.

In tutti i campioni di sedimento raccolti sono effettuate le seguenti determinazioni fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche:

- Granulometria,
- Umidità percentuale,
- Peso specifico,
- TOC,
- Azoto totale,
- Fosforo totale,
- Metalli (Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, V, Al, Fe),
- IPA (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo[a]antracene, Crisene, Benzo[b]fluorantene, Benzo[j]fluorantene, Benzo[k]fluorantene, Benzo[a]pirene, Dibenzo[a,h]antracene, Benzo[ghi]perilene, Indeno[1,2,3-cd]pirene e la loro somma),
- Pesticidi (Aldrin, Dieldrin, Alfa-esaclorocicloesano, Beta-esaclorocicloesano, Gamma-esaclorocicloesano, DDT, DDD, DDE, Esaclorobenzene, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan),
- Idrocarburi C> 12 e C<12,
- PCB (PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180, PCB 105, PCB 114, PCB 123, PCB 157, PCB 167, PCB 170, PCB 189 e la loro somma),
- Composti organostannici (TBT, DBT, MBT),
- Determinazioni microbiologiche (coliformi fecali e totali, streptococchi fecali).

La caratterizzazione chimica dei materiali è omessa qualora il contenuto in sabbia o in componenti di granulometria superiore a 2 mm superi il 90 %, come indicato dal D.M. 24.01.1996. I risultati chimici analitici sono espressi come mg o µg/kg o % di sostanza secca; i risultati microbiologici sono espressi come CFU o MPN/kg o /g di sostanza secca.

Su un terzo dei campioni di sedimento, quindi su n. 9 campioni vengono eseguiti dei test ecotossicologici (n. 3 specie test a campione). I test vengono svolti sui sedimenti e sui loro elutriati, con almeno tre specie di prova appartenenti a phyla distanti che rappresentano diversi livelli trofici, come microrganismi, alghe, crostacei, echinodermi o molluschi. La batteria di prova da utilizzare è conforme alle indicazioni riportate nel Decreto Ministeriale dell'Ambiente n. 173 del 15 luglio 2016.

Nella tabella qui di seguito vengono schematicamente elencate le metodiche analitiche per la realizzazione delle analisi fisiche e chimiche.

Variabile	Metodologia di analisi	Strumentazione
Granulometria	Manuale ICRAM 2003	Vibrosetacciatore AS200, Retsch
% Umidità	DM 13/09/1999 Met II.2	Stufa
Peso specifico	ASTM D854	Picnometro
TOC	DM 13/09/1999 Met. VII.1	EA Flash, Thermo
Azoto totale	DM 13/09/1999 Met. VII.1	EA Flash, Thermo
Fosforo totale	EPA 3051/2007+EPA6010C/2007	ICP-OES Optima 8000, PerkinElmer
Metalli- Hg, Cd, Pb, As, Cr totale, Cu, Ni, Zn, V, Al, Fe	EPA 3051/2007+EPA6010C/2007	ICP-OES Optima 8000, PerkinElmer

IPA - Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(j)fluorantene) Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Piren e e loro sommatoria (ΣIPA)	EPA3541/1994+EPA3630C/1996+EPA 8270D/2007	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Pesticidi - Aldrin, Dieldrin, Alfa-esaclorocicloesano, Beta-esaclorocicloesano, Gamma-esaclorocicloesano, DDT, DDD, DDE, Esaclorobenzene, Esaclorobutadiene, Alaclor, Clorfenvinfos, Clorpirifos, Endosulfan	EPA3545A/2007+EPA 3630C/1996+EPA 8270E/2018	GC 2010, Shimadzu
PCB - PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180, PCB 105, PCB 114 PCB 123, PCB 157, PCB 167, PCB 170, PCB 189 e la loro sommatoria da calcolo <LQ (ΣPCB)	EPA3545A/2007+EPA3630C/1996+EPA 8270E/2018	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Idrocarburi leggeri C<12	EPA 5021A/2014+EPA 8015C/2007	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Idrocarburi pesanti C>12	UNI EN ISO 16703:2011	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu
Composti organostannici (TBT, DBT, MBT)	ICRAM App. 1 2001 - 2003	GC-MS QP2010 Plus, Shimadzu

Metodiche di analisi e strumentazione utilizzate le analisi fisiche e chimiche.

Le analisi microbiologiche su tutti i campioni di sedimento riguarda la ricerca di Coliformi fecali e totali e di Streptococchi fecali, che vengono condotte secondo le metodiche riportate nel Quaderno 64 Vol. 1/1983 CNR-IRSA n. 3.1, 3.2 e 3.3, rispettivamente.

La stima del pericolo ecotossicologico associato alle varie fasi di movimentazione dei sedimenti viene effettuata mediante l'esecuzione di saggi di tossicità, che consentono una misura diretta e quantificabile del rischio che si manifestino effetti dannosi per il biota. Viene impiegata una batteria di saggi biologici composta da tre specie-test appartenenti a classi sistematiche e filogenetiche differenti, applicata sia alla fase solida del sedimento (sedimento tal quale) sia ad estratti di esso (elutriato) e in grado di valutare sia gli effetti a breve termine (tossicità acuta) che a lungo termine.

Sulla base delle specifiche tecniche, si presentano di seguito gli organismi-test da cui vengono prescelti quelli ritenuti più significativi per poter meglio valutare il rischio tossicologico (un saggio biologico per ciascuna tipologia):

- **Tipologia 1** - Test in fase solida: stima della mortalità dell'anfipode *Corophium spp* applicato al sedimento tal quale oppure in alternativa misura della riduzione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* sulla fase solida;
- **Tipologia 2** - Test in fase liquida applicato all'elutriato: misura della riduzione della bioluminescenza del batterio *Vibrio fischeri* oppure in alternativa stima della riduzione dell'accrescimento algale de su *Phaeodactylum tricornutum* o *Dunaliella tertiolecta*;
- **Tipologia 3** - Test con effetti cronici in fase liquida applicato all'elutriato: stima delle malformazioni embrionali su *Crassostrea gigas* oppure in alternativa su *Paracentrotus lividus*.

Di seguito si riportano le metodiche dei vari saggi biologici proposti.

Tipologia	Saggio biologico	Metodica
1	Tossicità acuta di sedimenti marini ed estuarini con <i>Corophium spp</i>	ISO 16712:2005
	Test di inibizione della bioluminescenza con <i>Vibrio fischeri</i> – fase solida	ICRAM, 2001 - Metodologie analitiche di riferimento, Sedimenti, - Appendice 2

Tipologia	Saggio biologico	Metodica
2	Test di inibizione della crescita algale con <i>Phaeodactylum tricornutum</i>	ASTM E1218-04(2012), UNI EN ISO 1053:2016
	Test di inibizione della crescita algale con <i>Dunaliella tertiolecta</i>	ASTM E1218-04(2012)
	Test di inibizione della bioluminescenza con <i>Vibrio fischeri</i>	ISO 11348-1:2007/Amd.1:2018
3	Test di embriotossicità con <i>Paracentrotus lividus</i> (riccio di mare)	EPA/600/R-95/136
	Test di embriotossicità con <i>Crassostrea gigas</i> (ostrica)	ISO 17244:2015

I campioni di sedimento una volta prelevati, vengono conservati in contenitori di polietilene a temperatura refrigerata (+4°C) e saranno processati entro le tempistiche indicate nei protocolli di ciascun test e comunque in accordo con quanto previsto dalla normativa di riferimento.

3.1.3 Analisi della comunità macrozoobentonica

I campioni di macrozoobenthos (n° 56 campioni) vengono setacciati a bordo al momento del campionamento su setacci con maglia di 1 mm e conservati in soluzione fissante. I campioni sono, quindi, sottoposti a selezione (*sorting*) e suddivisione degli organismi per grandi taxa: Crostacei, Policheti, Molluschi e “Altro” (Echinodermi, Cnidari, Nematodi, Cordati ecc.).

Successivamente al prelievo, i campioni sono analizzati in laboratorio dove viene effettuata la determinazione specifica al maggiore dettaglio possibile (specie o genere) utilizzando la più recente documentazione tassonomica disponibile per i vari taxa. Segue la compilazione di una tabella sinottica specie stazione di campionamento che è alla base di indagini statistiche sia univariate che multivariate che prevedono il calcolo dei principali indici ecologici per stazione, la caratterizzazione delle aree in base alle loro differenti composizioni faunistiche (indagini multivariate) nonché la valutazione dello stato di qualità ambientale per stazione tramite M-AMBI test, secondo D.Lgs 260/10.

3.1.4 Frequenza e tempi di esecuzione

Si prevede lo svolgimento delle attività di monitoraggio:

- in fase Ante-Operam per la definizione del quadro ambientale di base,
- al termine delle attività di cantiere, e ogni sei mesi in fase Post Operam, fino a che i dati non indicheranno un ritorno ai valori precedenti all'opera;
- in fase di esercizio un campionamento ogni anno, per 5 cinque anni.

3.2 FONDALI

3.2.1 Batimetria e biocenosi

In fase “ante operam”, ovvero nell'ambito delle attività di progettazione, oltre alle ricerche bibliografiche, sono stati eseguiti rilievi **Side Scan Sonar e Multibeam** in corrispondenza dell'area del parco eolico e del tracciato del cavidotto con l'obiettivo di:

- elaborare cartografie tematiche di dettaglio (cartografia biocenotica, e batimetrica), da utilizzare quali strumenti di supporto alla stesura del progetto definitivo, anche per individuare le soluzioni progettuali caratterizzate dal minor impatto sull'ambiente e sulla biodiversità;
- caratterizzare le componenti ambientali in oggetto.

Inoltre, la caratterizzazione delle biocenosi presenti è stata approfondita mediante tecniche non distruttive, quali osservazioni da remoto mediante l'**utilizzo di ROV (Remotely Operated Vehicle)**.

Di seguito si riporta una descrizione della metodologia e della strumentazione utilizzata, nonché le attività di monitoraggio da svolgere nelle successive fasi, ovvero in corso d'opera e durante l'esercizio del parco eolico.

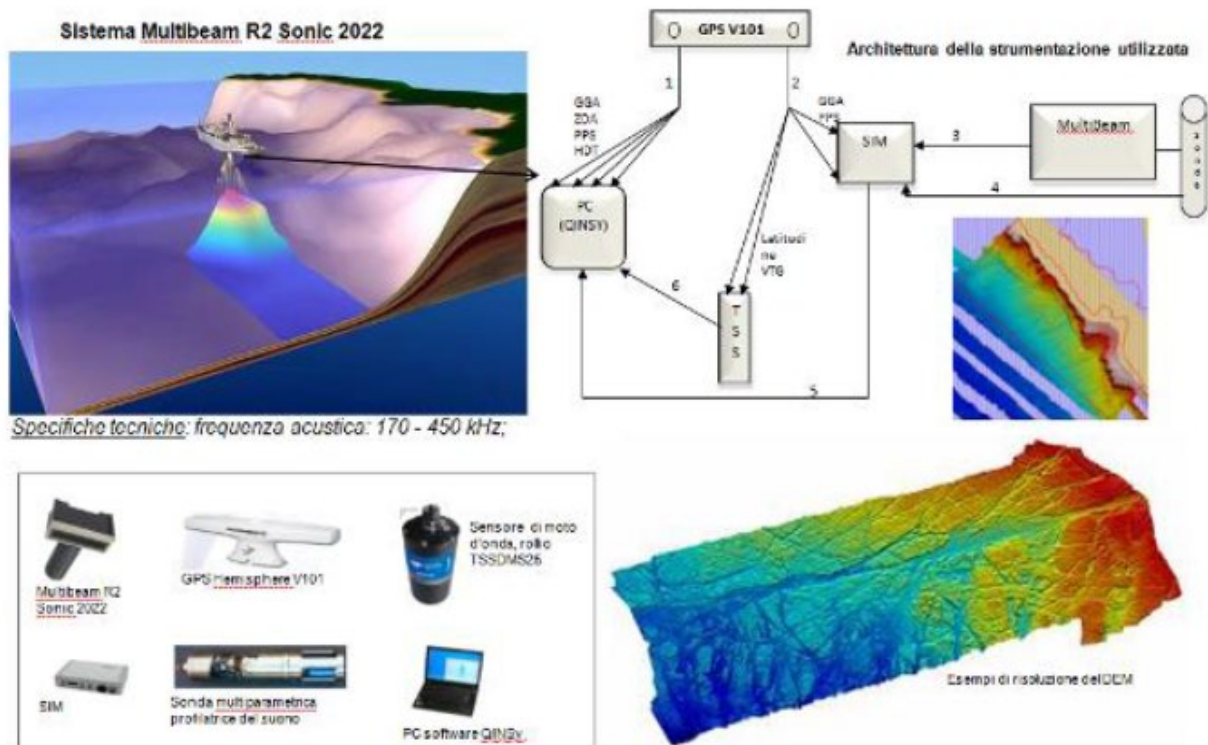
3.2.1.1 Metodologia e strumentazione

I rilievi Multibeam e Side Scan Sonar rappresentano una metodologia d'indagine inserita nell'ambito del Programmi di monitoraggi previsti dalla Direttiva Quadro sulla strategia per l'ambiente marino 2008/56/CE (MSFD, Marine Strategy Framework Directive), entrata in vigore nel luglio del 2008.

Lo studio tramite ecoscandaglio multifascio permette di conoscere, in modo dettagliato, la morfologia dei fondali e di ottenere un Modello di Elevazione Digitale dell'area indagata, ovvero una superficie continua formato raster del fondale, costituita da celle (anche centimetriche) che descrivono la profondità del fondo in ogni punto.

Il rilievo Side Scan Sonar (SSS) permette di ottenere un'immagine (Fotomosaico) georeferenziata del fondale indagato al fine di mapparne le biodiversità e biocenosi presenti nell'area dell'impianto e nell'area di posa del cavidotto che passa a nord del ZSC marino Posidonieto San Vito-Barletta - IT9120009.

La strumentazione utilizzata per il rilievo della morfologia dei fondali è l'Ecoscandaglio multi-fascio (MBES - MultiBeam EchoSounder) – R2 Sonic 2022 opzione SSS con sonda (Batimetria a morfologia del fondo). Si tratta di un ecoscandaglio in grado di interpretare contemporaneamente gli impulsi di ritorno su diverse angolazioni piuttosto che un singolo dato di profondità zenitale, quale il normale ecoscandaglio idrografico monofascio. Uno dei principali vantaggi della tecnologia multibeam è di indagare su una fascia di fondale che varia da 3 a 8 volte la profondità e permettere, pertanto, di rappresentare il fondale mediante modellazione tridimensionale.



Sistema Multibeam R2 Sonic 2022

Per quanto riguarda il ROV, questo è dotato di un sistema di riferimento dimensionale (due laser posti ad una distanza nota) al fine di stimare le reali dimensioni degli esemplari e/o biocostruzioni presenti.

Tale osservazione da remoto viene effettuata lungo il tragitto del cavidotto dalla linea di costa sino a 27 metri di profondità, al fine di evidenziare la presenza e l'estensione di biocenosi costiere di pregio quali praterie di fanerogame (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*) e/o biocostruzioni caratterizzati dalla presenza di nuclei di coralligeno, fondi a rodoliti o altre biocostruzioni costiere.

I video ROV vengono analizzati in laboratorio mediante programmi di gestione delle immagini e per le specie e/o biocenosi di maggiore interesse vengono effettuate delle indagini più accurate al fine di ottenere delle diagnosi

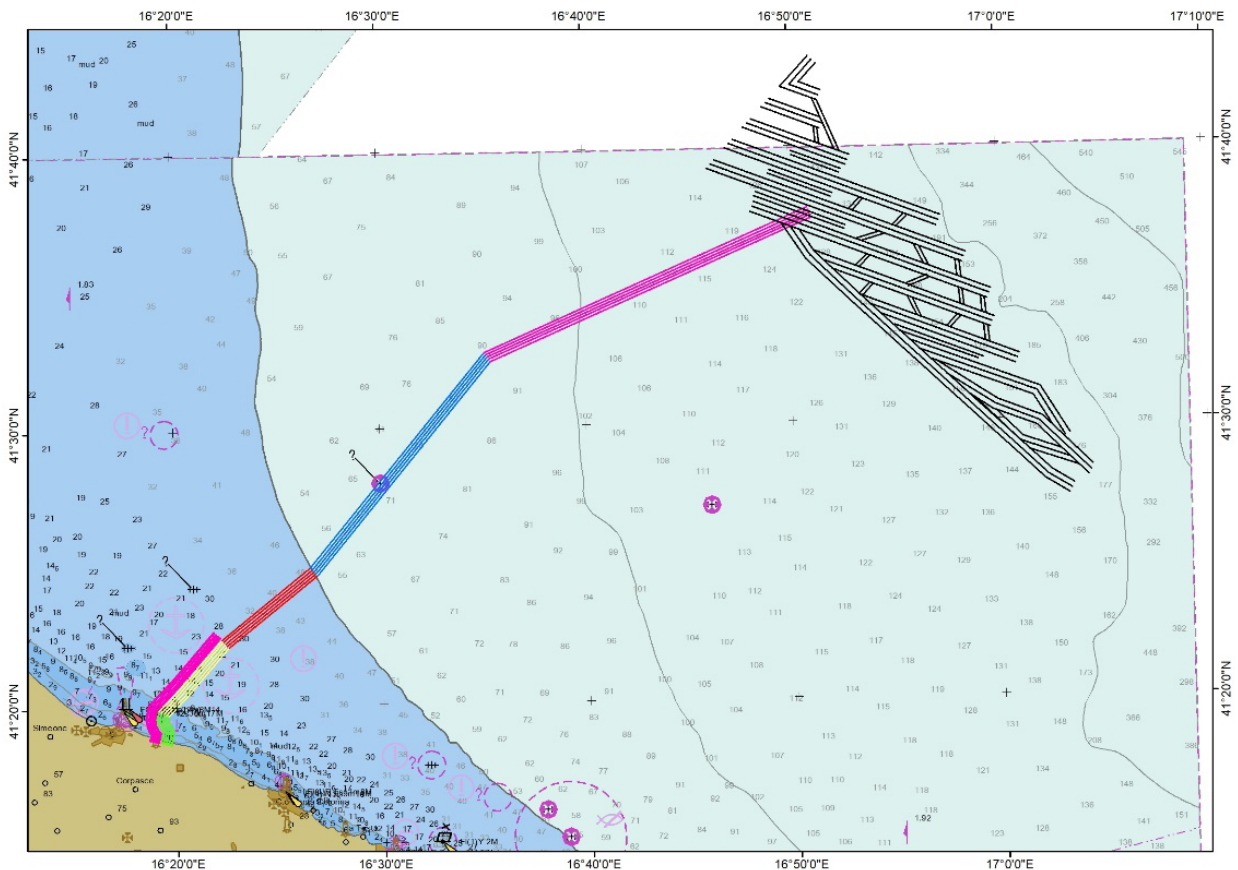
specifiche al più basso livello possibile (attraverso l'utilizzo delle sole immagini) e /o valutare e pertanto stimare le estensioni delle biocenosi di maggiore interesse.

3.2.1.2 Caratterizzazione dei fondali

La caratterizzazione morfologica dei fondali si svolge secondo le seguenti fasi:

- Pianificazione della survey e definizione del piano rotte

L'area di studio è stata suddivisa in rotte di navigazione. L'interesse delle rotte è stato stabilito in funzione alla profondità d'indagine e in modo da garantire una adeguata e funzionale copertura dei dati acquisiti da entrambi gli strumenti utilizzati nell'indagine.



Piano delle rotte

- Acquisizione in mare

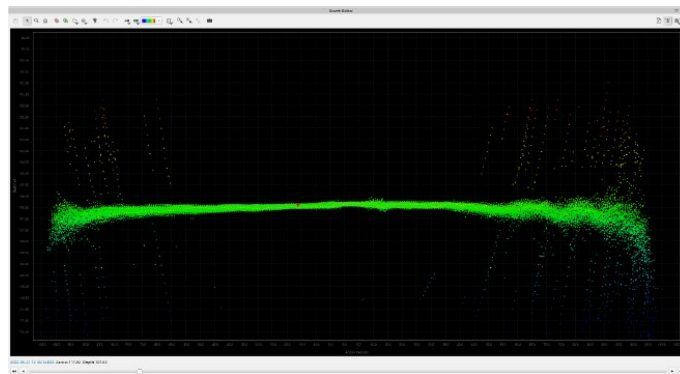
I rilievi sono stati eseguiti con l'ausilio della M/N Anna Guidotti e la M/N Mimi Guidotti di proprietà della Guidotti Ships. Il rilievo SSS su linee extra è stato eseguito mediante gommone ARGOS di proprietà del CoNISMa (CONSORZIO Nazionale Interuniversitario per le Scienze del MARE). Sono imbarcazioni predisposte e attrezzate a effettuare indagini offshore, in grado di contenere e trasportare strumentazione tecnica.



Imbarcazioni utilizzate

- Processing ed elaborazione dei dati

In questa fase i dati acquisiti sono elaborati seguendo diversi step, tra cui la loro correzione in base ai valori della marea, il controllo e la calibrazione della velocità del suono, l'editing qualitativo e quantitativo, la produzione dei DTM batimetrici.



Attività di despiking dei dati dei singoli Multibeam

- Interpretazione dei dati

Questa fase consiste nella rilettura e caratterizzazione dei dati acquisiti

- Restituzione cartografica

Tutti i dati acquisiti e processati nel rilievo Multibeam vengono inseriti in geodatabase predisposto in ambiente GIS. Questa procedura consente di elaborare cartografie tematiche di dettaglio per una visualizzazione spazialmente esplicita dei risultati ottenuti.

3.2.2 Caratterizzazione geofisica

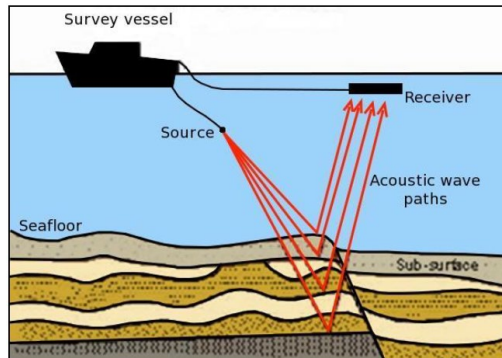
In fase "ante operam", ovvero nell'ambito delle attività di progettazione, oltre alle ricerche bibliografiche, la lettura dello stato geologico e della stratigrafia dei fondali dell'area di progetto è stata effettuata mediante il metodo **Sub Bottom Profiler**, che è stato effettuato su tutti i profili di indagine come riportato precedentemente.

Tutte le misure eseguite sono state ubicate con metodologia differenziale/cinematica RTK: una coppia di ricevitori GNSS a doppia frequenza L1/L2 montati solidalmente all'imbarcazione hanno registrato ed inviato la posizione al sistema di controllo del sensore di assetto, il quale ha provveduto ad applicare in tempo reale la correzione differenziale diffusa dalla Rete GNSS della regione Puglia via modem GSM. Sulla base delle coordinate dell'antenna GNSS, alla disposizione geometrica del trasduttore a bordo dell'imbarcazione, all'orientamento e assetto di quest'ultima determinati dalla MRU ("Motion Reference Unit", i.e. Datore di Verticale), il software di navigazione/acquisizione ha ricalcolato in tempo reale la posizione degli strumenti installati per la corretta georeferenziazione dei dati acquisiti.

La tecnologia sub-bottom profiler permette di ottenere la misura degli spessori sedimentari su un grande numero di posizioni di rilievo, senza conoscere la topografia originale del fondo dell'invaso. Inoltre, è facilmente applicabile in un

contesto di sicura georeferenziazione consentendo il post processing dell'informazione acquisita con software specifici e l'elaborazione dei dati in ambiente GIS.

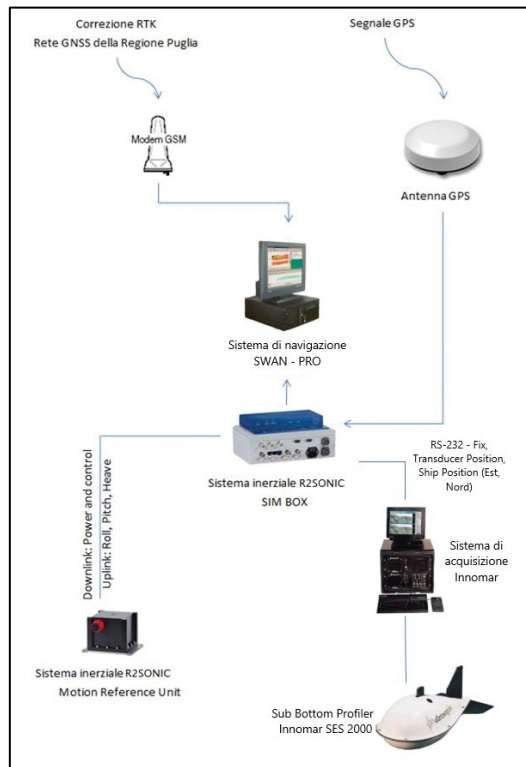
Il sub-bottom profiler o profilatore sismico dei sedimenti è un tipo di ecoscandaglio che permette, utilizzando basse frequenze, di identificare la sequenza litostratigrafica presente sotto il fondale. Viene trasmesso un impulso acustico che, in corrispondenza di una discontinuità nelle proprietà elastiche del materiale (che corrisponde a differenze di impedenza acustica), viene riflesso e ricevuto dal trasduttore che lo invia a sua volta tramite l'unità hardware al programma di visualizzazione nel laptop collegato.



Schema di acquisizione dei dati

La penetrazione e la riflessione dipendono sia dalle proprietà fisiche del materiale attraversato (l'impedenza acustica è correlata alla densità del materiale e la velocità con cui il suono viaggia attraverso il materiale), sia dalla potenza e dalla frequenza portante del segnale. Quando c'è un cambiamento di impedenza acustica, come all'interfaccia tra acqua/sedimento, una parte del suono trasmesso si riflette e parte dell'energia sonora penetra nei sedimenti. Proseguendo in profondità, ulteriore energia sonora viene riflessa quando incontra strati più profondi di sedimenti aventi differente impedenza acustica.

Il rilievo stratigrafico è stato eseguito utilizzando il Sub Bottom Profiler (SBP) modello INNOMAR SES 2000 ad altissima risoluzione con impulso a tecnologia Chirp a doppia frequenza simultanea 2÷7 kHz e 10÷20 kHz., controllato dal software di acquisizione proprietario che garantisce una buona penetrazione dei sedimenti del sottofondo.



Configurazione strumentale rilievo stratigrafico

3.2.3 Frequenza e tempi di esecuzione

Si prevede lo svolgimento delle attività di monitoraggio:

- in fase Ante-Operam per la definizione del quadro ambientale di base,
- al termine delle attività di cantiere;
- in fase di esercizio, un'indagine annuale per 5 cinque anni con riferimento a batimetria e biocenosi e n. 2 campagne a distanza di tre e sei anni dalla fine lavori in riferimento a morfologia e stratigrafia dei fondali.

3.3 ANALISI DELLA COLONNA D'ACQUA

Lo studio delle caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua è finalizzato alla valutazione di possibili effetti connessi alle operazioni di posa e alla conseguente sospensione dei sedimenti, quali aumento della torbidità, diminuzione della concentrazione di ossigeno disciolto, variazione della concentrazione dei nutrienti, mobilitazione dei contaminanti con conseguente trasferimento agli organismi pelagici.

Tale monitoraggio prevede l'esecuzione di profilature tramite sonda multiparametrica e il prelievo di campioni di acqua per le analisi chimiche e dei nutrienti, secondo quanto previsto dal D.Lgs 152/06 e dal D.Lgs. 172/15.

Le stazioni di campionamento verranno posizionate lungo il tracciato del cavo, indicativamente ogni 2 km (17 stazioni), e nell'area del parco eolico (n. 8 stazioni) per un totale di 25 stazioni.

Tramite i profili con sonda multiparametrica dovranno essere determinate le seguenti variabili: temperatura, conducibilità, salinità, pH, torbidità, clorofilla a e ossigeno disciolto.

Verranno inoltre prelevati campioni d'acqua per le analisi degli inquinanti (metalli e IPA) e dei nutrienti a tre diverse profondità, in prossimità della superficie, del fondo e dello strato intermedio, per un totale di 60 campioni. Nello specifico il monitoraggio prevede lo studio delle concentrazioni di:

- nutrienti: nitrati, nitriti ammoniaci, fosfati, azoto e fosforo totali.
- metalli: As, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn;
- IPA: Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenz(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene).

Si prevede lo svolgimento delle attività di monitoraggio:

- in fase Ante-Operam per la definizione del quadro ambientale di base;
- al termine delle attività di cantiere;
- in fase di esercizio, un'indagine annuale per 5 cinque anni.

Si specifica che alcuni parametri verranno presi in continuo, in otto stazioni, con scopi sia di monitoraggio, che di raccolta dati per la ricerca scientifica e a scopo divulgativo.

A tale scopo nell'area di posa saranno posizionati appositi torbidimetri per il monitoraggio in tempo reale dei livelli di torbidità ed il controllo del rispetto dei limiti imposti.

In fase di cantiere, in caso di superamento dei limiti le operazioni saranno sospese, adottando eventuali misure di mitigazione, e riprese al ripristino dei valori entro i livelli soglia. Sarà così possibile adattare le modalità di lavorazione in modo da minimizzare gli impatti sull'ecosistema, riducendo al tempo stesso le ripercussioni sulla tempistica delle attività di costruzione.

3.4 INDAGINI CORRENTOMETRICHE

Nella fase Ante Operam, ovvero in fase di progettazione, per l'analisi degli impatti sul clima meteomarinario è stata sviluppata dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e dei materiali dell'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna.

In particolare, tra i prodotti Copernicus si è utilizzato il database "Mediterranean Sea Physics Re-analysis", disponibili dal 01/07/1987 al 31/05/2020 (Escudier et al., 2020; CMEMS, 2021). Il database si fonda sul modello baroclinico di circolazione marina NEMO (Madec, 2008). Il Climate Forecast System (CFS) è un modello ad alta risoluzione (Saha

et al., 2010) implementato a scala globale per la rappresentazione del sistema accoppiato atmosfera-oceano-terra-mare, prodotto e distribuito dal National Centre for Environmental Prediction (NCEP).

Per completare i dati di livello e di velocità delle correnti tenendo conto degli effetti delle maree, si sono utilizzati i dati del modello globale di marea oceanica DTU10 (Yongun & Baltazqar Andersen, 2010) sviluppato dalla Technical University of Denmark. Mediante procedure Matlab predisposte ad hoc si sono estratti i dati del modello DTU10 e si sono sommati i contributi CMEMS e DTU10 per ricavare la profondità totale del fondale ed il campo complessivo delle correnti risultanti.

Al fine di confermare il modello predisposto, sono previste idonee indagini correntometriche per la valutazione del regime idrodinamico dell'area, e per valutare eventuali alterazioni del regime delle correnti sia in corso d'opera che in fase di esercizio.

A tal fine, è previsto l'utilizzo di correntometri, posizionati in modo da avere un quadro preciso delle correnti nell'area del parco eolico e lungo il tracciato del cavidotto.

Si prevede il monitoraggio dei seguenti parametri:

- velocità (intensità e direzione),
- portata.

Il monitoraggio in fase di esercizio sarà effettuato in modo da caratterizzare le aree di riferimento considerando eventuali variazioni in differenti condizioni meteo marine.

4 NATURA E BIODIVERSITÀ

Considerato che in merito alle biocenosi marine si è riferito nel precedente capitolo, di seguito si riportano indicazioni relative al monitoraggio di avifauna e fauna marina.

Lo studio della distribuzione e dell'abbondanza degli esemplari di una specie animale costituisce uno dei fondamenti dell'ecologia, connesso anche alla comprensione delle interazioni delle popolazioni naturali con l'ambiente. La ripetizione della misura dei parametri di popolazione, densità o dimensioni numeriche, consente il monitoraggio dei principali elementi, che caratterizzano una popolazione e permette di valutarne lo stato di salute a lungo termine.

Lo studio di questi parametri presenta specifiche criticità, le specie indagate possono presentare ampi home range ed abitudini migratorie, vivere in ambienti non facilmente accessibili, perché distanti dalla costa, avere comportamenti elusivi, ecc.

Il campionamento a distanza è una tecnica ampiamente utilizzata per stimare la dimensione o la densità delle popolazioni biologiche. Molti progetti di campionamento a distanza e la maggior parte delle analisi utilizzano software appositamente sviluppati.

Una buona progettazione del monitoraggio è un prerequisito cruciale per ottenere risultati affidabili. È necessario che i software da utilizzare dispongano di un motore di progettazione del rilievo, con un sistema di informazione geografica integrato, che consenta di esaminare le proprietà di diversi progetti proposti tramite simulazione e di generare piani di rilievo.

Un primo passo nell'analisi dei dati di campionamento a distanza è la modellazione della probabilità di rilevamento. Il software utilizzato dovrà modellare la probabilità di rilevamento in funzione della distanza dal transetto e presupporre che vengano rilevati tutti gli oggetti a distanza zero e a distanze multiple covariate.

4.1 TECNICHE DI MONITORAGGIO

4.1.1 Avifauna

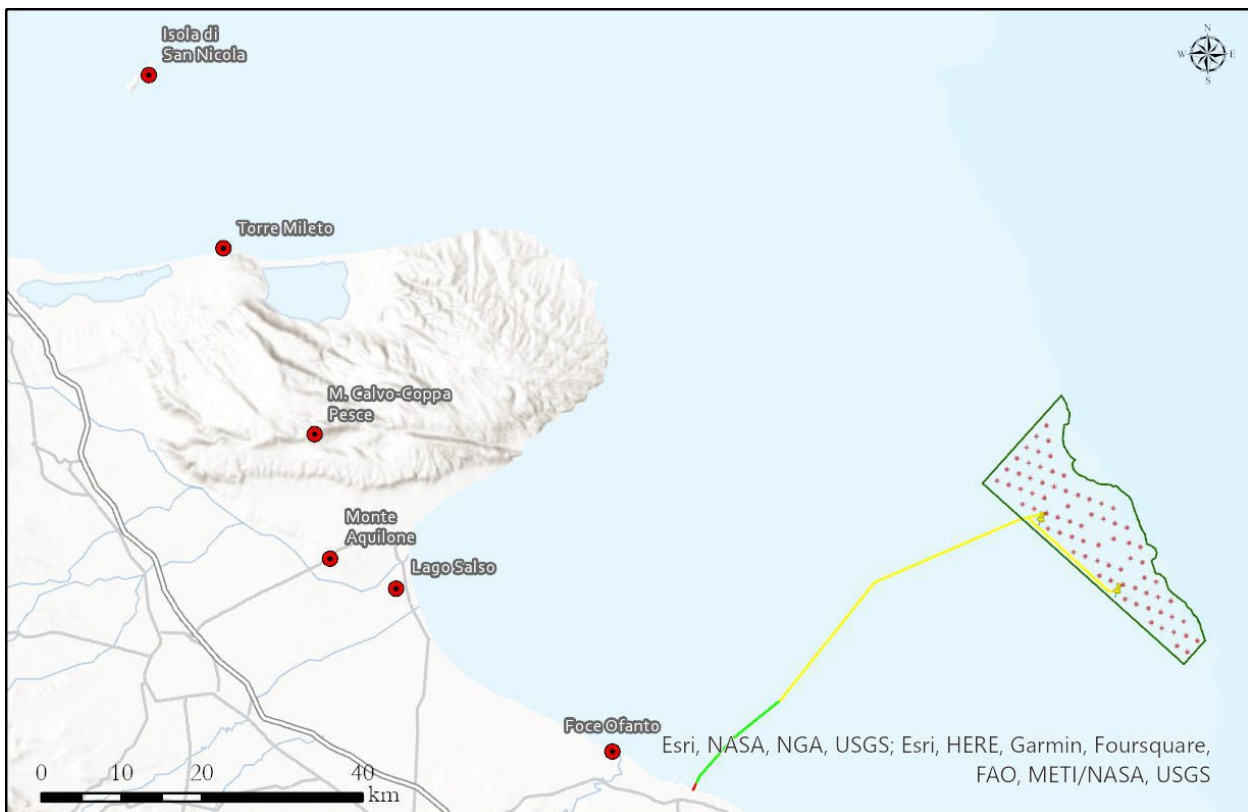
La distribuzione e l'abbondanza degli uccelli marini e non-marini sono regolate su scale temporali differenti. C'è una forte componente stagionale che fa sì che una grande percentuale di qualsiasi popolazione sia legata ad aree specifiche nella stagione riproduttiva (ad es gamma di colonie di volo), pertanto lo studio è pianificato entro tutto l'anno con particolare dedizione nelle stagioni critiche per attraversamenti migratori e nelle ore maggiormente frequentate per scopi di alimentazione. Lo studio va ripetuto per più annualità, al fine che le fisiologiche fluttuazioni stagionali non influenzino i risultati.

Al fine di monitorare la presenza, l'abbondanza e la distribuzione spaziale e temporale di tutte le specie di uccelli va predisposto un piano di monitoraggio faunistico (PMF) specie e sito specifico. Il PMF tiene conto delle indicazioni contenute nei lavori disponibili in bibliografia ed utilizza le più accreditate tecniche di monitoraggio.

I "Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE e Direttiva 09/147/CE) in Italia: ambiente marino", che forniscono importanti indicazioni circa le metodologie di monitoraggio, lo sforzo di campionamento e le difficoltà che si incontrano non possono essere di riferimento nello studio degli uccelli al largo delle coste, poiché si riferiscono a contesti di acque interne (uccelli acquatici svernanti) e/o di uccelli marini prettamente nidificanti. Nulla suggeriscono circa le aree di foraggiamento degli uccelli marini e ancor meno circa le specie migratrici in attraversamento sugli spazi marini.

È stato scelto di monitorare sia i flussi migratori degli uccelli nel settore centro-settentrionale della costa pugliese, sia effettuare un monitoraggio sito-specifico del parco eolico. Pertanto, si riportano due indagini differenti ai fini di una comprensione più ampia dei possibili impatti che il campo eolico potrebbe avere sull'avifauna.

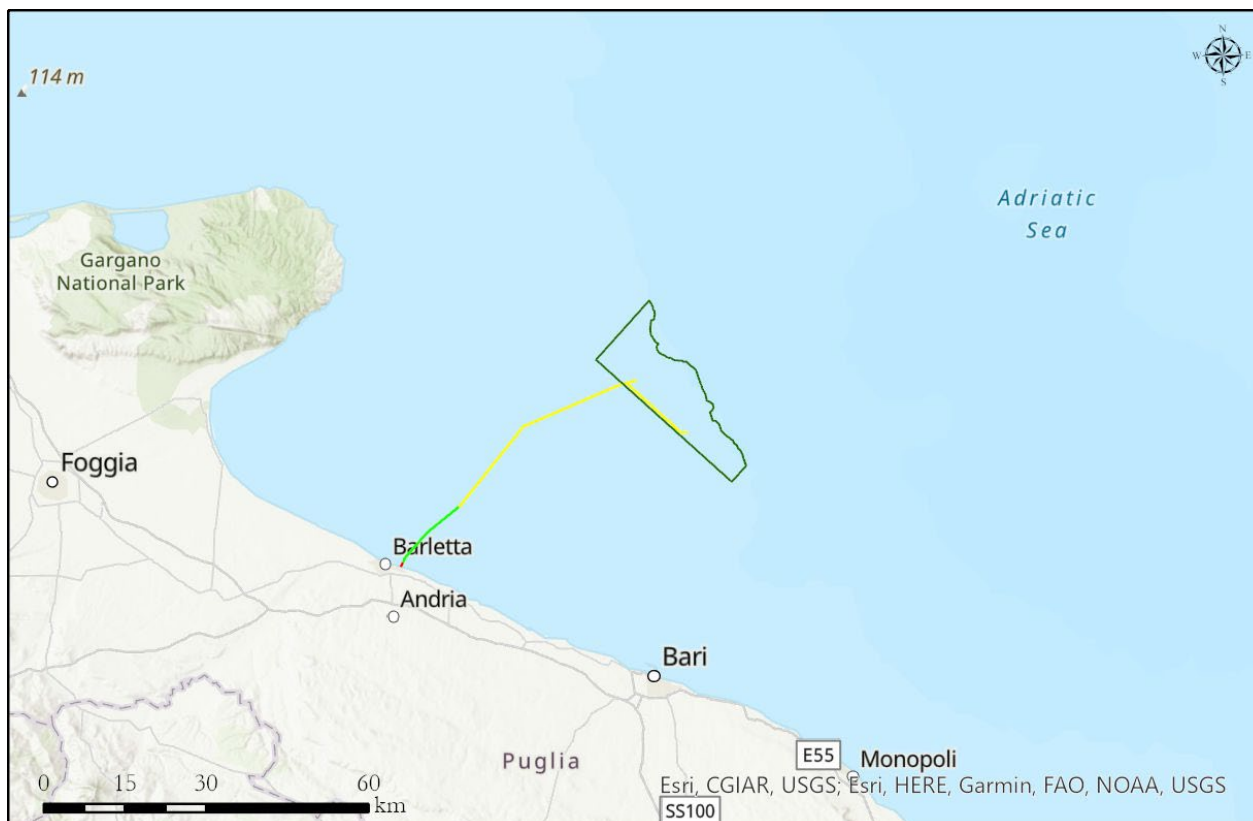
Ai fini della comprensione del fenomeno migratorio, saranno analizzati i dati di diversi siti strategici per la migrazione degli uccelli disponibili in letteratura e scegliendo siti di indagine nel comprensorio del Golfo di Manfredonia e del Promontorio del Gargano, sia nel periodo primaverile che autunnale. In tutti i siti studiati il monitoraggio sarà svolto da postazione fissa, secondo le modalità riportate nei protocolli internazionali per la verifica delle migrazioni dei veleggiatori e dei rapaci. L'attività di studio avrà inizio alle ore 9,30 e terminerà alle ore 17,30 continuativamente per un totale di ore 8 giornaliere (per il periodo metà ottobre-novembre gli orari saranno i seguenti dalle ore 9,00 alle ore 17,00).



Localizzazione dei siti di monitoraggio della migrazione

Per quanto riguarda il monitoraggio sito-specifico, al fine di ottenere dati qualitativi e quantitativi dei taxa di uccelli marini (con particolare riguardo per le specie prevalentemente pelagiche), uniformare e standardizzare i dati raccolti, e poterli comparare con altre aree geografiche, si terrà in considerazione lo studio preliminare dei dati contenuti nel European Seabirds at Sea (ESAS) database istituito già nei primi anni '80. La metodologia è stata già utilizzata in Italia dalla LIPU ed è stata propedeutica all'individuazione delle IBA Marine (Important Bird Areas) e delle Zone di Protezione Speciale (ZPS) in ambiente marino (LIPU, 2009). Inoltre, nel periodo compreso tra il 06/12/2022 e il 27/05/2023, si realizzeranno transetti lineari in mare, contando tutti gli uccelli avvistati entro un angolo di 90° (Tasker et al., 1984), al fine di ottenere stime di densità (n. individui/km²). Si considerati nel transetto solo gli individui in volo o posati, osservati entro 300 m dall'imbarcazione, annotando comunque tutte le altre osservazioni sulle schede di campo come extra-

transetto. Il conteggio degli uccelli in transetto sarà effettuato in intervalli di tempo (poskey) della durata di 5', con velocità costante dell'imbarcazione di 6 nodi. L'avvistamento degli uccelli sarà svolto a occhio nudo e il riconoscimento grazie a binocoli (7x32; 8x42). Tutti i transetti saranno tracciati mediante l'applicazione Oruxmaps, inserendo un waypoint in corrispondenza dell'inizio transetto. I codici utilizzati per l'annotazione dei parametri raccolti sono gli stessi indicati per l'ESAS (Tasker et al., 1984).



Individuazione dell'area di monitoraggio sito-specifica

4.1.1.1 Stima del parametro popolazione

Per il calcolo delle stime di popolazione, i risultati dei censimenti relativi a ciascun transetto lineare (vd. Line transect survey da imbarcazione) vengono analizzati per ottenere delle stime su entità, distribuzione e trend delle popolazioni.

4.1.2 Fauna marina

Si effettueranno survey visivi ed acustici, nel periodo compreso tra il 06/12/2022 e il 27/05/2023, mirati a registrare dati di presenza relativi alla megafauna. Le survey saranno effettuate in condizioni meteo-marine favorevoli (scala Douglas ≤ 3 e Beaufort ≤ 3) utilizzando come piattaforma di rilevamento l'imbarcazione "JokerBoat". Per il monitoraggio della cetofauna e delle tartarughe marine, la tipologia di campionamento adottato è quella del *Conventional Distance Sampling* (Buckland et al., 2001, 2004), metodo che permette di stimare l'abbondanza e la densità di popolazioni di animali selvatici attraverso la realizzazione di transetti lineari o puntuali in cui si registrano le distanze perpendicolari degli animali avvistati dal transetto e la numerosità degli individui. In particolare, si adatterà il metodo del *line transect sampling* ubiquitariamente applicato per il monitoraggio dei cetacei e per la stima delle loro popolazioni. Transetti randomici a zig-zag (equally spaced zig-zag) saranno generati ed eseguiti per indagare sia l'area del parco che il tracciato del cavidotto lungo la direttiva verso terra massimizzando lo sforzo nella copertura dell'area. La lunghezza media di ciascun transetto è di circa 20 miglia nautiche. Per svolgere l'attività di monitoraggio, visiva ed acustica saranno impiegati tre operatori certificati MMO/PAM da ACCOBAMS. Due impiegati nella ricerca visiva degli animali in superficie, equipaggiati con binocoli con ingrandimento 8X42 dotati di telemetro e bussola, ed uno nella ricerca acustica attraverso l'utilizzo di idrofono omnidirezionale Colmar GP1190 con sensibilità di -175 ± 5 dB re $1V/\mu Pa$ tra 5 e 170 kHz, e flat response di -171 dB re $1V/\mu Pa$ collegato a una scatola di giunzione integrata con un cavo USB collegato

a un computer portatile per la registrazione e l'analisi preliminare dei dati. I dati relativi al posizionamento geografico dei transetti, gli orari di inizio e fine attività di monitoraggio, i dati meteo-marini, l'orario e le coordinate di avvistamento delle specie target nonché il loro comportamento prevalente (se rilevabile) saranno riportate nel *Marine Mammals Recording Form* (MMRF).

4.1.2.1 Stima del parametro popolazione

In generale per tutte le specie di cetacei e di tartarughe si può applicare il line transect distance sampling da imbarcazione.

La distribuzione e l'abbondanza di una specie sono influenzate da numerosi fattori, tra cui la distribuzione e l'abbondanza delle prede. Modelli predittivi dei parametri di popolazione possono essere elaborati considerando diverse classi di variabili da associare alla presenza/assenza degli animali tra cui: variabili fisiografiche (profondità, distanza dalla costa, pendenza del fondale), oceanografiche (clorofilla, temperatura superficiale) o anche antropogeniche (relative ad attività antropiche e/o a manufatti).

4.1.3 Fauna marina – nursery areas

I dati bibliografici disponibili saranno verificati e aggiornati mediante una specifica attività di survey e monitoraggio, che sarà condotta grazie al supporto di **Jonian Dolphin**, con il quale è stato sottoscritto uno specifico protocollo di intesa finalizzato, tra l'altro, al monitoraggio dell'ambiente marino (elaborato R.6.2.3).

Di seguito si riportano le attività da svolgere per identificare e monitorare le nursery areas presenti nell'intorno del sito di progetto. In particolare, si cercherà di indagare quali specie possano colonizzare l'area del parco eolico e se essa possa ricadere in zone di reclutamento e riproduzione di specie marine tra cui quelle di interesse commerciali identificate come prioritarie per il GFCM (*General Fisheries Commission for the Mediterranean*): *Illex coindetii*, *Merluccius merluccius*, *Eledone cirrhosa*, *Aristaeomorpha foliacea*, *Galeus melastomus*, *Parapenaeus longirostris* e *Nephrops norvegicus*.

Rilevamento pre-progetto: sarà condotta una valutazione ambientale iniziale per raccogliere dati sulle specie marine presenti, inclusi pesci, mammiferi marini, tartarughe marine e invertebrati. Tale attività verrà condotta mediante survey diretti, monitoraggi acustico, campionamenti dell'acqua e indagini subacquee.

Monitoraggio durante la costruzione: Durante la fase di costruzione dell'impianto eolico offshore, le nursery areas saranno monitorate in modo continuativo, con frequenza trimestrale, per identificare eventuali cambiamenti negativi nell'ambiente marino. Tale attività sarà svolta mediante monitoraggio acustico, osservazione visiva, campionamento dell'acqua e indagini subacquee regolari.

Monitoraggio durante la fase di esercizio: Una volta che l'impianto eolico offshore è attivo, il monitoraggio delle nursery areas sarà eseguito con frequenza annuale. Tale attività sarà svolta mediante monitoraggio acustico, osservazione visiva, campionamento dell'acqua e indagini subacquee.

Analisi dei dati e mitigazione: I dati raccolti durante il monitoraggio delle nursery areas saranno analizzati e valutati per identificare eventuali impatti negativi sugli organismi marini. In caso di impatti significativi, dovrebbero essere attuate misure di mitigazione per ridurre o eliminare l'impatto dell'impianto eolico offshore sulle nursery areas.

4.2 PIANO DI CAMPIONAMENTO

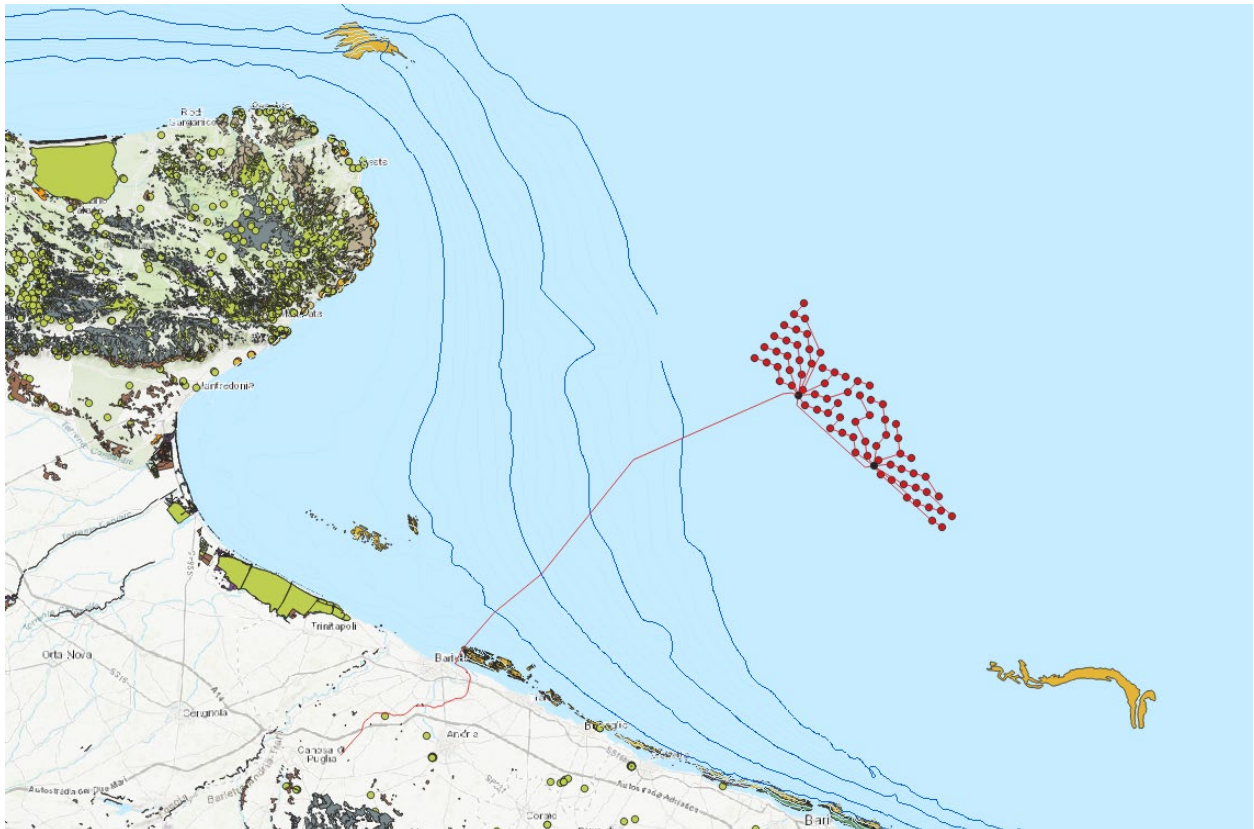
4.2.1 Carta degli habitat

La European Marine Observation and Data Network (EMODnet) è una rete di organizzazioni sostenute dalla politica marittima integrata dell'UE. Queste organizzazioni lavorano insieme per osservare il mare, elaborare i dati secondo gli standard internazionali e rendere tali informazioni liberamente disponibili come strati di dati interoperabili e prodotti di dati.

Attraverso la consultazione del portale GIS del progetto, è stato possibile estrapolare la mappa su larga scala dell'habitat dei fondali marini.

La mappa degli habitat è stata classificata utilizzando il sistema di classificazione degli habitat EUNIS versione 2007-11 (livelli 3 e 4) - Questo è il sistema di classificazione standard per l'Europa.

Nell'area di indagine è presente l'habitat marino A5.47 - *Mediterranean communities of shelf-edge detritic bottoms*, caratterizzato da fondali detritici con abbondanza di conchiglie morte, briozoi e scheletri di corallo.



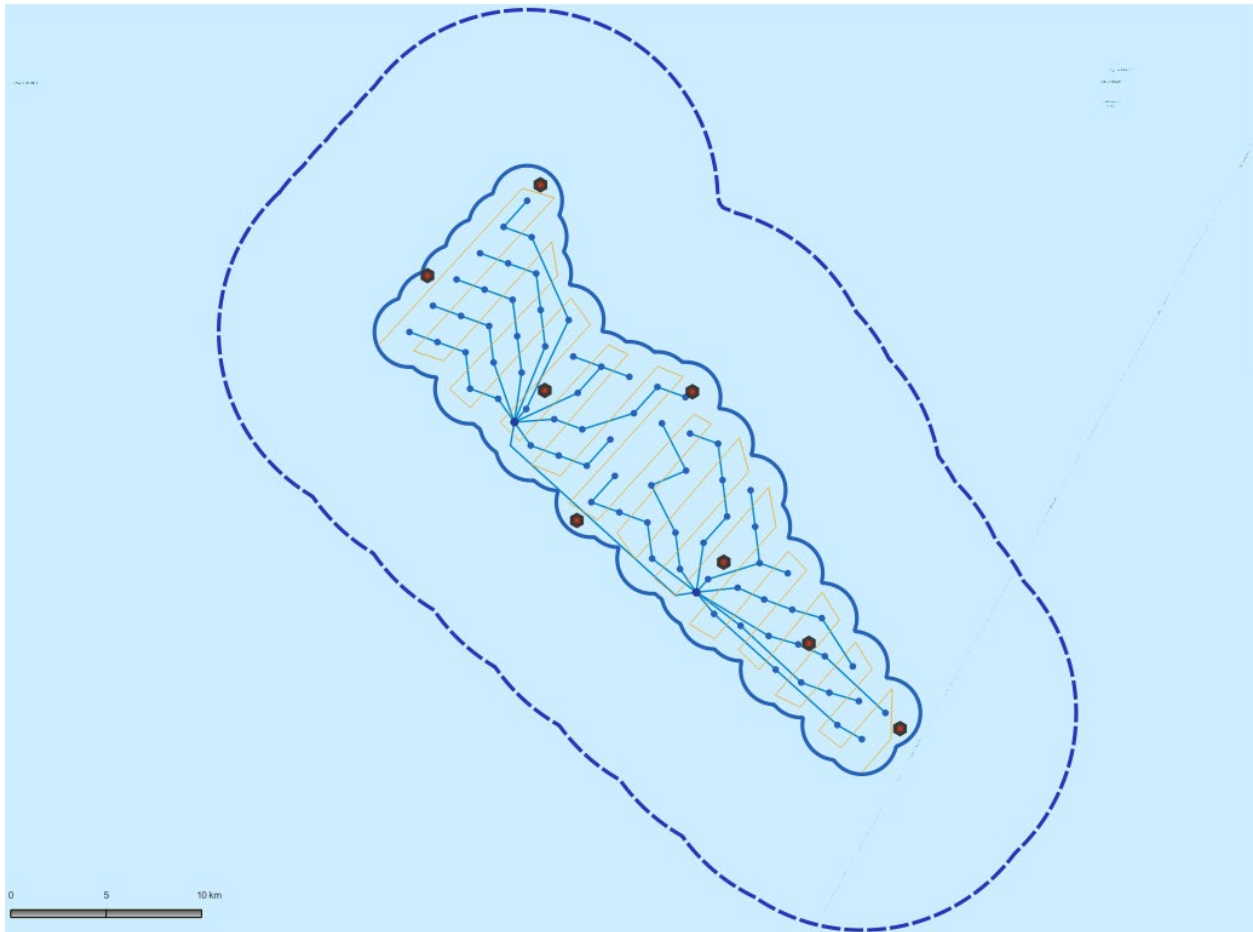
Opere in progetto sulla carta degli habitat Regione Puglia









4.2.2 L'area di indagine

L'area di indagine definite per la fase di esercizio corrisponderà all'area interdetta alla navigazione e avrà uno sviluppo di circa 30.977 ettari. All'interno di questo reticolo sono stati posizionati 24 transetti lineari individuando una rotta a linea spezzata che copra tutta l'area.

Tale rotta rappresenta quella maggiormente efficace in termini di sforzo per il monitoraggio. Tutti i transetti definitivi saranno tracciati mediante l'applicazione Oruxmaps, inserendo un waypoint in corrispondenza dell'inizio del transetto. I codici utilizzati per l'annotazione dei parametri raccolti sono gli stessi indicati per l'ESAS (Tasker et al., 1984).

Il software utilizzato dovrà modellare la probabilità di rilevamento in funzione della distanza dal transetto e presupporre che vengano rilevati tutti gli oggetti a distanza zero e a distanze multiple covariate.



- | | | |
|---|---|--|
| Barium Bay |  | Area di monitoraggio aree esterne e Zone Nursery
monitoraggi a campione
come descritto nel PMA
estensione area 125.717 ha |
|  cavidotti interni_66kV_AA_V2 |  | Aerogeneratori |
|  |  | Mede Gateway |
| Aree di indagine |  | Sensori Mede Gateway
monitoraggio in continuo
-produzione di immagini
-rilevamento fauna marina
-produzione dati sonar |
|  area interdetta alla navigazione | | |
|  monitoraggio dell'intera area
30.977 ha (ipotesi rotte) | | |

Area di campionamento ed individuazione dei transetti

All'esterno dell'area di monitoraggio è definito un buffer di 10 km all'interno del quale verrà svolta l'attività di individuazione e monitoraggio delle nursery areas

4.2.3 Metodologia di indagine per i transetti su imbarcazione

La metodologia di navigazione alla ricerca di delfini condotta dalla barca sarà condotta nelle seguenti condizioni:

- visibilità diurna e a lunga distanza (es. un gabbiano che galleggia sulla superficie del mare visibile a 1 km);
- stato del mare ≤ 3 Beaufort (velocità del vento 7-10 nodi brezza leggera; grandi onde, le creste iniziano a rompersi, calotte bianche sparse) con piccole onde ≤ 2 Douglass (onde basse, 0,10–0,50 m di altezza);
- almeno due osservatori che scrutano la superficie del mare;
- velocità di rilevamento comprese tra 28-36 km/h.

Ogni osservatore con un binocolo 25X scansiona l'orizzonte da 90° al raggio del suo lato della nave a 10° al lato opposto della prua (100° in tutto). Ciò fornisce la copertura dei 20° lungo la linea di rotta della nave da parte di entrambi gli osservatori, mentre le regioni laterali sono coperte ciascuna da un osservatore. Agli osservatori viene chiesto di scansionare l'intera area di responsabilità in modo coerente e di non concentrarsi su regioni particolari. I dettagli delle velocità di scansione e dei modelli (iniziare la scansione sulla linea di traccia o sul raggio, ecc.) sono lasciati alle preferenze del singolo osservatore (Barlow 1999). L'area di scansione comprende un buffer dalla rotta seguita di 0.5 km per ciascun lato. Sono vietate deviazioni di rotta dalla linea dei binari mentre si è in modalità di sforzo per esaminare aree "interessanti" come detriti galleggianti che potrebbero attirare cetacei o altra fauna.

Per ottenere una corretta stima dell'abbondanza di popolazione, bisogna fare attenzione a non duplicare gli avvistamenti. Concettualmente il distance sampling è uno "snapshot method" in cui al momento dell'avvistamento bisogna fissare visivamente la posizione dell'animale, il quale non è mai immobile ma al contrario sempre in movimento.

4.3 ELABORAZIONE INFORMAZIONI CARTOGRAFICHE

La cartografia di monitoraggio sarà redatta attraverso software che prevedano l'utilizzo di modelli probabilistici basati sull'indice di contattabilità o sulla distribuzione degli individui, sulle modalità e condizioni di campionamento, sul comportamento delle specie censite. Si considererà una popolazione di N individui distribuiti randomicamente in una data area A.

Durante il campionamento alcuni individui potrebbero sottrarsi all'avvistamento dell'osservatore; in aggiunta, esiste una correlazione inversa tra la probabilità di avvistare un individuo e quindi la sua contattabilità e la distanza dalla linea o dal punto di campionamento. Uno dei vantaggi dello sviluppo dei dati tramite software è il rilassamento metodologico dovuto al fatto che alcuni individui possono non essere contattati.

Nei 24 transetti individuati è stato assunto che solo una porzione limitata a 500 m attorno alla linea è censita (Effective Strip Width ESW); questa è la distanza dove il numero di individui non contattati è pari al numero di individui contattati oltre.

La metodologia prevede che:

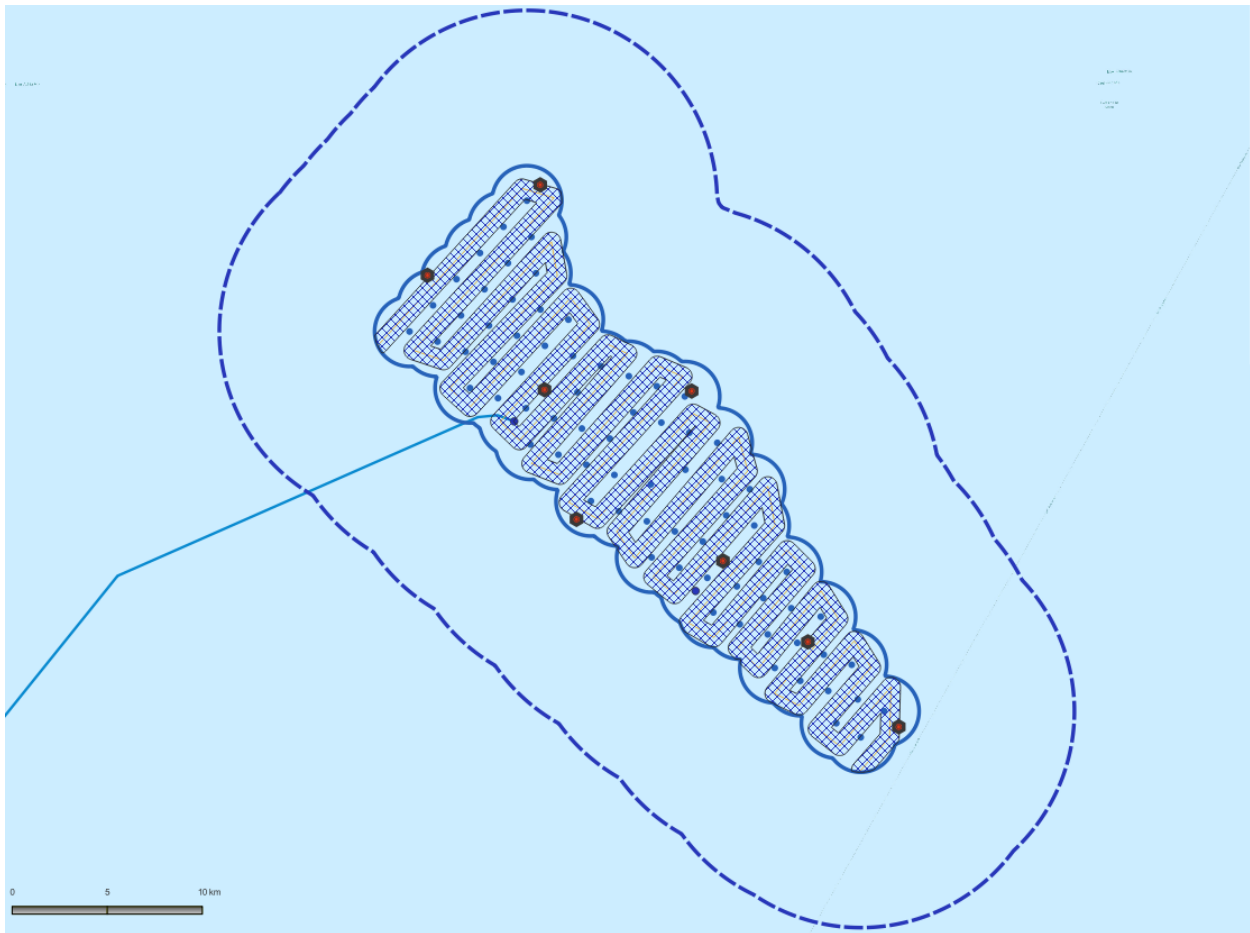
- 1) Per ottenere una corretta stima dell'abbondanza di popolazione, bisogna conteggiare tutti gli animali che si avvistano lungo il transetto (L) o dal punto (K); gli animali non conteggiati restituiscono una stima distorta di D (densità). La funzione di contattabilità (detection function) $g(0) = 1$ definisce questa condizione. Generalmente, la detection function è compresa in tale intervallo: $0 \leq g(y) \leq 1$ (Buckland et al., 2001)
- 2) Per ottenere una corretta stima dell'abbondanza di popolazione, bisogna fare attenzione a non duplicare gli avvistamenti, bisogna quindi considerare che la specie avvistata è in movimento.
- 3) Gli animali osservati possono essere registrati come grouped o ungrouped, inoltre è possibile registrare gli animali come singoli individui o come cluster (gruppo di animali).
- 4) La quarta assunzione è indicata come una proprietà per rendere migliore la stima di D. Ogni animale avvistato lungo un transetto o su un punto non inficia l'avvistamento di ogni altro animale.

Per stimare la densità degli animali in una popolazione si pone che la densità D degli oggetti sia data da (Cochran, 1977):

$$D = \frac{N}{A}$$

dove (A) è un'area geografica fissa e (N) è una popolazione finita da campionare.

Primo passo per l'applicazione della metodologia è stato quello di individuare l'area totale di campionamento, che è una frazione dell'area di studio. L'area di campionamento, definita a è quella definita come ESW. Per individuarla è stato applicato un buffer di 400 m ai transetti lineari e il poligono risultante è stato ritagliato nel poligono dell'area di progetto.



Effective Strip Width ESW

L'area risultante ha una superficie pari a 20.060 ettari. Pertanto, la probabilità di copertura, che è il rapporto tra l'area del censimento e l'area totale, assumendo una distribuzione media degli individui su tutta l'area eguale, rappresenta la probabilità che gli animali individuati durante il survey siano la percentuale P_c degli animali presenti in tutta l'area.

$$P_c = \frac{a}{A}$$

Dove a è l'area oggetto del campionamento e A è l'area totale del progetto.

Nell'ambito del monitoraggio effettuato $P_c = 0.64$

Tale dato è significativo del grado di accuratezza del disegno sperimentale, che permetterà la copertura dell'64% della superficie del sito.

Utilizzando le tecniche convenzionali, per trovare il numero stimato totale di individui N nel sito, basterebbe fare il rapporto tra il numero di individui avvistati n e la probabilità di copertura P_c

$$\hat{N} = \frac{n}{P_c}$$

Tale approccio non tiene conto, però, della possibilità che un numero imprecisato di individui possa non essere individuato, considerando che tale possibilità aumenta con l'aumentare della distanza. Il metodo assume, infatti, che lungo la linea del transetto la probabilità di avvistare un individuo è massima, pari a 1 e questa decresce con la distanza. L'utilizzo del sistema di monitoraggio wireless in continuo attraverso le Mede Gateway è utile a colmare eventuali mancanze del rilevamento descritto, attraverso l'utilizzo di sensori e la generazione di immagini in continuo sarà possibile implementare i dati di base eventualmente mancanti.

4.4 FREQUENZA

Nella fase “ante operam”, ovvero nell’ambito delle attività di progettazione e definizione dello Studio di impatto ambientale, è stata realizzata una campagna di monitoraggio nel 2022 e 2023 oltre che la consultazione di dati bibliografici di letteratura e dati di analisi specifiche derivanti da monitoraggi in campo avvenuti dal 2012 al 2019.

L’attività di monitoraggio descritta ha permesso di definire un primo quadro di riferimento di base, ovvero una stima delle popolazioni presenti e dello stato della componente, in particolare in termini di abbondanza e ricchezza delle specie.

Per quanto riguarda l’**avifauna**, in corso d’opera, il monitoraggio coprirà tutta la fase di installazione degli aerogeneratori e posa degli elettrodotti offshore. Nella fase post operam, la durata deve consentire di definire l’assenza di impatti a medio/lungo termine, ovvero le osservazioni saranno trimestrali per un periodo minimo di 3 anni l’area di indagine corrisponderà all’area interdetta alla navigazione.

Con riferimento alla **fauna marina** e in particolare ai cetacei, in corso d’opera, la campagna in visual sampling sarà sostanzialmente continua nell’ambito della realizzazione delle opere offshore e per almeno 30 minuti prima dell’inizio delle attività. Le attività più rumorose non potranno avere inizio qualora venga rilevata la presenza di mammiferi all’interno dell’area di esclusione (500 m) e comunque dovranno prevedere un incremento progressivo dell’intensità delle lavorazioni (soft start o ramp up). In caso di avvistamento all’interno dell’area di esclusione durante il periodo di monitoraggio antecedente l’inizio delle attività dovrà essere previsto un ulteriore periodo di osservazione della durata minima di 20 minuti dall’ultimo avvistamento, prima dell’inizio della fase di soft start.

In fase di esercizio, sono previste due campagne di rilevamento rispettivamente dopo 6 e 18 mesi dall’inizio dell’operatività dell’impianto. Successivamente, con cadenza almeno annuale, la realizzazione di campagne di monitoraggio permetteranno di acquisire una maggiore mole di dati, ovvero di confidenza nell’elaborazione degli stessi dati. I dati del monitoraggio continuo saranno forniti attraverso il sistema di Operation Tecnology per almeno 5 anni.

5 RUMORE A MARE

Lo studio e le misurazioni eseguite sull’ambiente marino di base sono condotti anche tenendo conto di quanto indicato nelle linee guida ISPRA 2011 - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Il programma svolto in mare prevede la raccolta di una sessione di registrazione di almeno 24 ore in quattro punti diversi e rappresentativi dell’area di intervento. Un quinto punto è stato aggiunto per avere eventuale ridondanza di registratori, vista la presenza di numerosi pescherecci a strascico che possono compromettere la buona riuscita dell’operazione.



Area di studio e posizione registratori acustici nelle 5 stazioni. In verde il perimetro dell’impianto in progetto

Tutte le registrazioni sono raccolte con metodo identico e successivamente analizzate. La strumentazione impiegata e i protocolli sono standardizzati in modo da rendere il lavoro di analisi e i conseguenti risultati omogenei e confrontabili fra loro.

In particolare, per le sessioni di registrazione, vengono impiegati registratori uRec384k 22D:

Adatto a registrare i segnali acustici subacquei in una grande varietà di situazioni, dal monitoraggio delle interazioni con le reti e le gabbie da acquacoltura, da parte dei cetacei, al monitoraggio e survey ambientale in genere, al monitoraggio di Aree Marine Protette, al monitoraggio del rispetto dei protocolli di operazione durante le opere di costruzione in mare, in profondità e lungo la costa.

I RASP, e i bottom recorder in genere, sono strumenti di grande flessibilità, adatti ad essere utilizzati anche da gommoni e piccole imbarcazioni.

I modelli in produzione

uRec384k 22D

Basati sulla scheda di registrazione della Dodotronic, campionano segnali fino a 192kHz e usano l'idrofono SQ26-05, che però sopra i 90kHz perde molta sensibilità. Alimentato con tre batterie "torcia" (dimensione D) può essere programmato per campionamenti di settimane o mesi.

Possiamo realizzare versioni custom con idrofoni diversi, dagli AS-1 con i loro preamplificatori, agli H2d, più economici.

uRec AM1.2

Basati sulla scheda di registrazione AudioMoth 1.2, campionano segnali fino a 192kHz e usano l'idrofono SQ26-05, che però sopra i 90kHz perde molta sensibilità. Le schede AudioMoth sono, in questo momento, uno standard per gli studi di bioacustica in ambiente naturale.

Alimentato con tre batterie "torcia" (dimensione D) può essere programmato per campionamenti molto lunghi.



Al termine di ogni sessione di registrazione, i registratori vengono recuperati e i dati immediatamente scaricati. I file risultanti, in formato .wav lineare non compresso, vengono successivamente analizzati in laboratorio.

L'analisi acustica delle registrazioni è focalizzata su due aspetti: misure di rumore con misura dei parametri (descrizione quantitativa) e individuazione di segnali biologici e antropici (descrizione qualitativa).

5.1 FREQUENZA

Il monitoraggio ante operam (AO) ha come *obiettivi* specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Nell'ambito del SIA sono state svolte specifiche indagini e modellazioni relativamente al clima acustico subacqueo e a una sua possibile perturbazione in fase di cantiere/dismissione ed esercizio del parco eolico offshore.

In corso d'opera, i rilievi avverranno in corrispondenza della fase di drilling per le fondazioni degli ancoraggi, le fasi di installazione degli stessi, il posizionamento delle torri. In particolare, si prevede l'installazione di registratori con ciclo recupero/rideposizione ogni tre mesi circa per tutta la durata delle attività.

In fase di esercizio, si prevede l'installazione dei registratori con ciclo recupero/rideposizione ogni tre mesi per almeno 12 mesi.

6 EMISSIONI ACUSTICHE E VIBRAZIONI - FASE DI CANTIERE CAVIDOTTO TERRESTRE

6.1 EMISSIONI ACUSTICHE

6.1.1 Riferimenti normativi

Le attività di monitoraggio dovranno essere sviluppate in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente e dalle norme tecniche di settore. Si riporta nel seguito l'elenco dei principali riferimenti normativi da considerare cogenti:

- DPCM 1/3/1991 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- DPR 142/2004 Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della L. 26 ottobre 1995, n. 447
- Legge 447-1996 Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DPCM 14/11/1997 Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/03/1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DLgs 19 agosto 2005, n. 194 Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale
- Legge Regionale 12 febbraio 2002, n. 3 -Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico

“Art. 17 (Attività temporanee) 1. Le emissioni sonore temporanee, provenienti da circhi, teatri e strutture simili o da manifestazioni musicali, non possono superare i limiti di cui all'articolo 3 e non sono consentite al di fuori dell'intervallo orario 9.00 - 24.00, salvo deroghe autorizzate dal Comune.

2. Le emissioni sonore di cui al comma 1, in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono, inoltre, superare i 65 dB(A) negli intervalli orari 9.00 - 12.00 e 15.00 - 22.00 e i 55 dB(A) negli intervalli orari 12.00 - 15.00 e 22.00 - 24.00. Il Comune interessato può concedere deroghe, su richiesta scritta e motivata, prescrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentito la AUSL competente.

3. Le emissioni sonore, provenienti da cantieri edili, sono consentite negli intervalli orari 7.00 - 12.00 e 15.00 - 19.00, fatta salva la conformità dei macchinari utilizzati a quanto previsto dalla normativa della Unione europea e il ricorso a tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo, salvo deroghe autorizzate dal Comune.

4. Le emissioni sonore di cui al comma 3, in termini di livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato (A) [Leq(A)] misurato in facciata dell'edificio più esposto, non possono inoltre superare i 70 dB (A) negli intervalli orari di cui sopra. Il Comune interessato può concedere deroghe su richiesta scritta e motivata, riscrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentito la AUSL competente.

- Linea guida per il monitoraggio del rumore derivante dai cantieri di grandi opere – Delibera del Consiglio Federale Seduta 20/10/2012 – DOC. N. 26/12 – ISPRA.

In assenza del Piano di zonizzazione acustica dei comuni, la legge 447/95 stabilisce che valgono i limiti assoluti provvisori di accettabilità di cui al DPCM 14/11/1997, suddivisi per zone:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO	LIMITE NOTTURNO
Tutto il territorio Nazionale	70	60
Zona A (D.M. n.144)	65	55
Zona B (D.M. n.144)	60	55
Zona esclusivamente industriale	70	70

Nel caso in esame il progetto ricade su aree agricole extraurbane tipizzata in “Tutto il territorio nazionale”, pertanto in assenza di piano di zonizzazione acustica comunale i limiti acustici da non superare saranno quelli per la zona denominata: Tutto il territorio nazionale, ossia:

ZONIZZAZIONE	LIMITE DIURNO	LIMITE NOTTURNO
Tutto il territorio Nazionale	70	60

6.1.2 Analisi del contesto ambientale e degli impatti previsti

L'area del cantiere, e quindi il tracciato delle condotte attraversano diversi comuni in aree agricole e periferiche, ai limiti delle città intersecando in molti casi la viabilità principale.

Da un'analisi attenta è possibile individuare i ricettori più vicini al cantiere (vedi allegato). Si tratta essenzialmente di abitazioni rurali, case sparse ed attività ricettive.

6.1.3 Aree interessate alla procedura di monitoraggio

Le attività di monitoraggio, si concentreranno negli ambiti, caratterizzati da presenza antropica, in cui è ragionevole ipotizzare una alterazione degli attuali livelli di rumore direttamente ascrivibile ai cantieri deputati alla realizzazione della nuova infrastruttura.

Nello specifico gli ambiti individuati riguardano:

- ricettori ubicati in prossimità della stazione di connessione
- ricettori a minima distanza dal tracciato del cavidotto.

6.1.4 Parametri

Considerando la necessità di confrontarsi con il DPCM 14.11.1997, per l'esercizio ma soprattutto con la legge n. 3/2022 per la fase di cantiere, deve essere assunto come indicatore primario il **livello equivalente continuo diurno e notturno** e, come indicatori secondari, una serie di descrittori del clima acustico in grado di permettere una migliore interpretazione dei fenomeni osservati.

- Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A": il livello equivalente di rumore esprime il livello energetico medio del rumore ponderato in curva A ed è utilizzato dal DPCM 14.11.1997 per la definizione dei limiti di accettabilità. Il limite di accettabilità viene corretto in presenza di componenti tonali e/o di componenti impulsive.

$$Leq(A)_T = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{(p_A(t))^2}{(p_0)^2} dt \right] \quad (\text{dBA})$$

dove:

$p_A(t)$: valore istantaneo della pressione sonora ponderata secondo la curva A (norma I.E.C. n. 651);

p_0 : valore della pressione sonora di riferimento assunta uguale a 20 micro-pascal in condizioni standard;

T: intervallo di tempo di integrazione.

- Componenti particolari: si tratta delle componenti tonali, impulsive e a bassa frequenza.
 - *Componenti tonali*: Nel caso in cui si riconosca soggettivamente la presenza di componenti tonali di rumore il Decreto 16 marzo 1998 richiede che venga svolta una analisi spettrale dei minimi del rumore per bande di 1/3 di ottava. Quando all'interno di una banda di 1/3 di ottava il livello di pressione sonora supera di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti ed è tangente ad una isofonica che si mantiene costantemente al di sopra dello spettro, viene riconosciuta la presenza di componenti tonali penalizzanti nel rumore. In tal caso il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.
 - *Componenti impulsive*: Con componenti impulsive si intendono quelle emissioni sonore aventi le seguenti caratteristiche
 - durata dell'evento a - 10 dB dal valore di LAFMAX inferiore a 1 s
 - l'evento è ripetitivo
 - la differenza tra LAIMAX e LASMAX è superiore a 6 dB
 Se esistono componenti tonali il valore del rumore misurato in $Leq(A)$ deve essere maggiorato di 3 dBA.

- **Componenti bassa frequenza:** Se le analisi in frequenza svolte per la verifica delle componenti tonali rileva la presenza di componenti tonali tra 20 Hz e 200 Hz si applica, limitatamente al periodo notturno, una correzione ulteriore di 3 dBA.
- **Livelli percentili e analisi statistiche:** Gli indicatori che possono consentire la valutazione e l'interpretazione dei rilievi di rumore sono i livelli percentili, i livelli minimo e massimo, l'andamento temporale in dBA Fast, lo spettro di frequenza, ecc. L'analisi della distribuzione statistica in bande può inoltre in alcuni casi fornire una significativa opportunità per migliorare l'interpretazione dei dati rilevati. Gli indicatori che tuttavia hanno dimostrato la più alta specificità sono i livelli percentili L1, L10, L50, L90, L95, il livello massimo LMAX e il livello minimo LMIN.

6.1.5 Metodiche

Il monitoraggio è programmato sulla base di metodiche unificate in grado di fornire le necessarie garanzie di riproducibilità e di attendibilità al variare dell'ambiente di riferimento e del contesto emissivo. Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano inoltre i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CEE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa.

Il progetto di monitoraggio utilizza per i rilievi la:

- **Metodica R2:** Misure di 10 ore (orario di lavoro 7-17), postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere.
- **Metodologia R1:** Misura a spot della durata di 1h per il controllo dei livelli acustici.

6.1.6 Strumentazione

Le attività di monitoraggio sono previste con strumentazione in allestimento semifisso per tutte le metodiche. La strumentazione installata può essere composta da:

- mini cabinet stagni con alimentazione a 12 V;
- sistema microfonic per esterni;
- fonometro integratore/analizzatore real time;
- stativi telescopici o cavalletti dotati di clamps e prolunghe.

L'installazione delle postazioni microfoniche avviene prevalentemente con l'ausilio di cavalletti telescopici, stativi o apposite pinze di ancoraggio. A fianco è riportato un esempio di strumentazione di corrente impiego.

La strumentazione di misura è conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. La catena di misura da adottarsi è generalmente costituita da un fonometro, un preamplificatore ed un microfono.



Il microfono utilizzato deve essere del tipo da esterni a campo libero. Qualora la sorgente non sia localizzabile o si sia in presenza di più sorgenti deve essere adottato un microfono da esterni ad incidenza casuale. Il microfono deve essere dotato di schermo antivento.

Al fine di verificare la presenza di componenti tonali devono essere utilizzati filtri di banda normalizzata di 1/3 di ottava nel dominio 20 Hz -; -20 KHz. Per evidenziare componenti tonali alla frequenza di incrocio di due filtri di 1/3 di ottava devono essere utilizzati filtri a maggior potere selettivo, quali quelli FFT.

I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 e EN 61094-1/1994, EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995. I calibratori devono essere conformi alla norma IEC 942/1988 (CEI 29-14).

Per l'utilizzo di altri elementi a completamento della catena di misura, deve essere assicurato il rispetto dei limiti di tolleranza della classe 1 sopra richiamata.

La strumentazione di misura deve essere provvista di certificato di taratura e controllata almeno ogni due anni per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. Il controllo periodico deve essere eseguito presso laboratori accreditati

S.I.T. e deve comunque avvenire ogniqualvolta vi sia un evento traumatico per la strumentazione o la riparazione della stessa.

Sono da considerarsi tarati gli strumenti acquistati da meno di due anni se corredati da certificato di conformità alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994

6.1.7 Operazioni di misura

Le misurazioni effettuate devono essere eseguite in assenza di precipitazioni atmosferiche, di nebbia e/o neve; e con velocità del vento inferiore a 5 m/s. In fase di analisi del dato eventuali periodi temporali caratterizzati da condizioni meteo non conformi devono essere mascherati e non considerati nelle eventuali successive elaborazioni.

In esterno il microfono deve essere comunque munito di cuffia antivento.

La catena di misura deve essere compatibile con le condizioni meteorologiche del periodo in cui si effettuano le misurazioni e comunque in accordo con le norme CEI 29-10 ed EN 60804/1994.

6.1.8 Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi

Nella tabella seguente si riporta l'elenco delle postazioni previste per il monitoraggio della componente rumore. Per ogni postazione di misura viene indicato il codice di riferimento, attraverso il quale è possibile individuare la posizione della postazione sulla planimetria riportata in allegato, l'ubicazione, la metodica prevista e l'obiettivo specifico dei rilievi ed il numero di rilievi in fase di ante e durante il cantiere. Si ricorda che l'assenza di impatti in fase di esercizio determina la non necessità di rilievi nella fase di post operam.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Metodica	N° rilievi	
				AO	CO
P1	Cantiere base	Controllo impatti campo base	R2	1	1
P2	Tracciato	Controllo impatti cantiere cavidotto in avanzamento	R1	1	-
P3	Tracciato	Controllo impatti cantiere cavidotto in avanzamento	2	-	1

Si riportano nel seguito alcune specificazioni per una migliore comprensione delle informazioni contenute nella Tabella:

- il monitoraggio nella fase di ante operam è previsto per i punti ricettori individuati a spot a una distanza di 50m dal cantiere
- per la fase di corso d'opera, e presenza di attività impattanti nei campi base/cantieri operativi, sono previsti rilievi a cadenza trimestrale nei punti individuati;
- per i punti di monitoraggio relativi al fronte di avanzamento si prevede un solo monitoraggio ante operam da effettuarsi per una durata di 1 ora nella fascia (7- 17) prima del passaggio del cantiere ed in corso operam in concomitanza del passaggio del cantiere in prossimità del ricettore da effettuarsi durante le ore lavorative della durata di 10 ore.

6.1.9 Gestione delle anomalie

Relativamente alla fase di corso d'opera i dati delle attività di monitoraggio dovranno consentire di individuare tempestivamente eventuali situazioni critiche e, di conseguenza, innescare le opportune procedure di correzione delle anomalie.

Al fine di evidenziare immediatamente eventuali situazioni critiche in fase di analisi dei dati è prevista una procedura di individuazione delle "anomalie acustiche".

Il metodo ipotizzato prevede di considerare anomalie acustiche i livelli di impatto che risultano superiori ai limiti normativi, in corrispondenza delle fasi di attività per le quali non è stata espressamente richiesta deroga o ai limiti derogati per le fasi oggetto di richiesta in deroga.

A seguito dell'individuazione di un'"anomalia" sarà compito del coordinatore del monitoraggio prevedere un confronto con gli Uffici competenti dei comuni interessati per verificare l'effettiva consistenza dell'"anomalia", ossia se essa è direttamente correlabile alle attività di cantiere e se rischia di protrarsi nel tempo.

6.2 VIBRAZIONI

Il monitoraggio delle vibrazioni per le opere in progetto ha lo scopo di definire i livelli di vibrazione determinati dalle sorgenti di cantiere, le condizioni di criticità e la compatibilità con gli standard di riferimento in corrispondenza di un campione rappresentativo di ricettori e di seguirne l'evoluzione durante la fase di costruzione. Analogamente al rumore non si prevedono rilievi nella fase di post operam in quanto non risultano alterazioni ambientali a lavori ultimati relativamente alla componente vibrazioni.

6.2.1 Riferimenti normativi

Le attività di monitoraggio dovranno essere sviluppate in accordo a quanto previsto dalle principali norme tecniche di settore, non esistendo una specifica normativa in materia. Si riporta nel seguito l'elenco delle principali norme tecniche da considerare cogenti:

- UNI 9614/2017 - Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo;
- ISO 2631-2 - Valutazione dell'esposizione degli individui alle vibrazioni globali del corpo - Parte 2: Vibrazioni continue ed indotte da urti negli edifici;
- ISO/TS 10811-2:2000 - Esposizione delle apparecchiature sensibili alle vibrazioni.

6.2.2 Aree interessate alla procedura di monitoraggio

Le attività di monitoraggio si concentreranno negli ambiti, caratterizzati da presenza antropica, in cui è ragionevole ipotizzare una alterazione degli attuali livelli vibrometrici direttamente ascrivibile ai cantieri deputati alla realizzazione della nuova infrastruttura. In ragione della tipologia di attività previste l'ambito di potenziale interazione è limitato a poche decine di metri dalla sorgente. Pertanto le attività di monitoraggio si concentrano su ricettori residenziali a minima distanza dal fronte di avanzamento ove presenti.

6.2.3 Parametri

Gli indicatori di disturbo alle vibrazioni di tipo psicofisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, vengono definiti in base alla risposta dell'organismo umano alla sollecitazione vibratoria. La grandezza fisica di interesse per valutare il disturbo alle persone è l'accelerazione e, trattandosi di fenomeni periodici, è necessario fare riferimento al valore efficace RMS.

Nello specifico per il disturbo alle persone, in base a quanto definito dalla UNI 9614/2017, il parametro di controllo previsto è la Massima accelerazione ponderata della sorgente (V_{sor}) definita come segue:

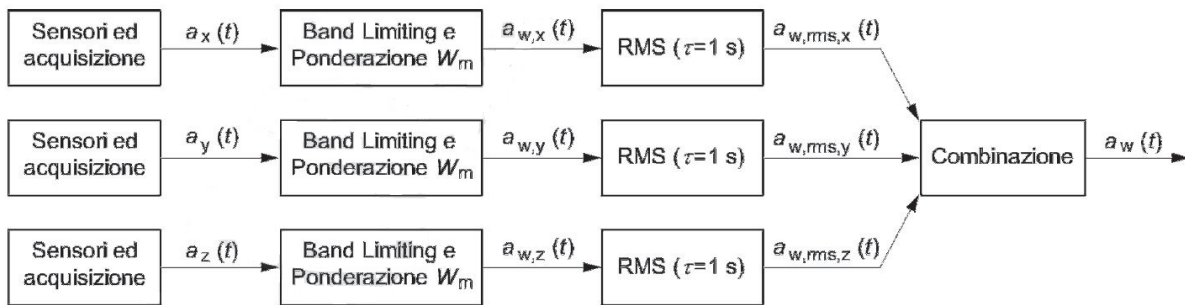
$$V_{sor} = \sqrt{(V_{immz} - V_{zres})}$$

In cui:

V_{imm} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni immesse;

V_{res} = accelerazione ponderata massima statistica delle vibrazioni residue.

L'accelerazione ponderata massima statistica è calcolata a partire dalle singole accelerazioni ponderate efficaci ottenute mediante lo schema di calcolo riportato di seguito.



La massima accelerazione ponderata è calcolata come valore massimo registrato all'interno del singolo j-esimo evento secondo la formula:

$$a_{w,max,j} = \max(a_w(t))$$

Il calcolo della massima accelerazione statica ($a_w(95)$) si ottiene tramite la seguente formula:

$$a_{w,95} = a_{w,max} + 1.8\sigma$$

In cui

$$\overline{a_{w,max}} = \frac{\sum_{i=1}^N a_{w,max,i}}{N}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (a_{w,max,i} - \overline{a_{w,max}})^2}{N-1}}$$

6.2.4 Metodiche

Gli standard vibrometrici internazionali elaborati dalla ISO (International Standards Organization) sono contenuti nella ISO 2631-1 e ISO 2631-2. Questi ultimi esaminano l'esposizione umana alle vibrazioni all'interno degli edifici. L'American National Standard Institution ANSI S3.29/1983 contiene degli standard che sono sostanzialmente in sintonia con quanto indicato dalla ISO2631-2 come pure le norme inglesi (BS6472/1984), tedesche (DIN 4150/2/1986) e la norma italiana (UNI 9614).

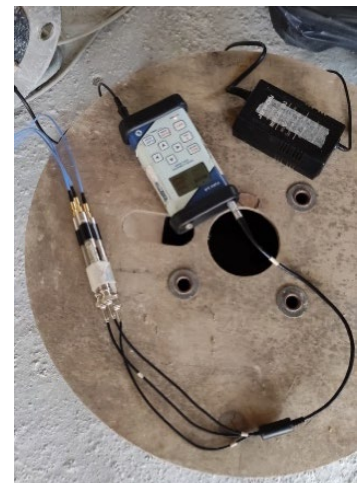
Per ciò che concerne l'esposizione alle vibrazioni di macchinari sensibili le norme tecniche di riferimento sono la ISO 10811-1 e la ISO 10811-2. Il progetto di monitoraggio utilizza una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici dell'indagine ed una elevata ripetibilità.

La metodica di monitoraggio utilizzata è la **Metodica V4: misure di lungo periodo (24 ore) finalizzate al disturbo**.

6.2.5 Strumentazione

La metodica V4 prevede l'allestimento di postazioni fisse. La strumentazione installata è in genere composta da:

- tablet pc portatile;
- scheda di acquisizione dati o analizzatore multicanale;
- massetti metallici per il fissaggio degli accelerometri;
- terna di accelerometri su assi X, Y e Z.



6.2.6 Operazioni di misura

Le operazioni di monitoraggio avvengono esclusivamente in edifici sedi di attività umana e in particolare in presenza di attrezzature o strumentazioni che risultano particolarmente sensibili al fenomeno vibratorio. I rilievi vibrometrici sono da effettuarsi nei locali abitati in corrispondenza dei quali il fenomeno vibratorio è presumibilmente maggiore. Essa deve essere effettuata sul pavimento in corrispondenza della posizione prevalente del soggetto esposto. Qualora questa non sia individuabile, i rilievi sono effettuati a centro ambiente.

6.2.7 Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi

Nella tabella che segue si riporta l'elenco delle postazioni previste per il monitoraggio della componente rumore. Per ogni postazione di misura viene indicato il codice di riferimento, attraverso il quale è possibile individuare la posizione della postazione sulla planimetria di progetto, l'ubicazione, la metodica prevista e l'obiettivo specifico dei rilievi ed il numero di rilievi in fase di ante e corso d'opera. Si ricorda che l'assenza di impatti in fase di esercizio determina la non necessità di rilievi nella fase di post operam.

Codice	Ubicazione	Obiettivo specifico della misura	Metodica	N° rilievi	
				AO	CO
P2	Tracciato condotta	Controllo impatti fronte di avanzamento	V4	0	1

Per i punti di monitoraggio relativi al fronte di avanzamento si prevede un solo monitoraggio in corso operam in concomitanza del passaggio del cantiere in prossimità del ricettore più vicino (poche decine di metri) da effettuarsi durante le ore lavorative.

6.2.8 Gestione delle anomalie

Relativamente alla fase di corso d'opera i dati delle attività di monitoraggio dovranno consentire di individuare eventuali situazioni critiche e, di conseguenza, innescare le opportune procedure di correzione delle anomalie.

Al fine di evidenziare immediatamente eventuali situazioni critiche in fase di analisi dei dati è prevista una procedura di individuazione delle anomalie vibrometriche. Si considerano anomalie vibrometriche il superamento dei valori limite di immissione definiti dalla norma UNI9614/2017. Qualora nelle fasi di implementazione esecutiva del piano emergesse la presenza di ricettori caratterizzati da macchinari presenti si considerano anomalie vibrometriche i superamenti rispetto ai valori limite definiti dalle norme ISO 10881-1 e ISO 10881-2.

A seguito dell'individuazione di un'anomalia sarà compito del coordinatore del monitoraggio prevedere un confronto con gli Uffici Competenti dei Comuni interessati per verificare l'effettiva consistenza dell'anomalia, ossia se essa è direttamente correlabile alle attività di cantiere e se rischia di protrarsi nel tempo. Qualora fosse necessario, in tale fase potranno essere previste attività di monitoraggio aggiuntive.

7 SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Si riporta di seguito una sintesi delle attività di monitoraggio per ciascuna componente ambientale considerata con indicazione della frequenza e della tipologia di indagine, che sarà svolta.

COMPONENTE AMBIENTALE	FREQUENZA DI MONITORAGGIO			TIPOLOGIA DI INDAGINE
	ANTE OPERAM	IN CORSO D'OPERA	IN FASE DI ESERCIZIO	
AMBIENTE MARINO				
Sedimenti e macrozoobenthos	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere Eventualmente semestrale fino al ritorno ai valori ante operam	Annuale per 5 anni	Campionamento con Benna modello Van Veen e caratterizzazione analitica
Batimetria e biocenosi	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere	Annuale per 5 anni	Rilievi Multibeam e Side Scan Sonar Indagine mediante ROV (Remotely Operated Vehicle)
Morfologia e stratigrafia	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere	n. 2 campagne a distanza di tre e sei anni dalla fine lavori	Rilievo con Sub Botton Profiler
Colonna d'acqua	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere Monitoraggio in continuo della torbidità	Annuale per 5 anni	Controlli a seguito di posizionamento torbidimetri
Indagini correntometriche	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere	Annuale per 5 anni (Monitoraggio in continuo di alcuni parametri a scopo di ricerca e divulgazione)	Indagine mediante utilizzo di correntometri
NATURA E BIODIVERSITÀ				
Avifauna	1 volta di durata annuale per caratterizzazione della componente ambientale	Monitoraggio continuo durante installazioni offshore	Trimestrale per almeno 3 anni	Monitoraggio dei dati e implementazione attraverso software dedicati
Fauna marina	1 volta di durata annuale per caratterizzazione della componente ambientale	Monitoraggio continuo durante installazioni offshore, in particolare a partire da 30 minuti prima dell'inizio delle lavorazioni più rumorose	Due campagne rispettivamente dopo 6 e 18 mesi dall'inizio dell'operatività dell'impianto	Monitoraggio dei dati e implementazione attraverso software dedicati, raccolta dati utili dal monitoraggio in continuo
RUMORE MARINO				

COMPONENTE AMBIENTALE	FREQUENZA DI MONITORAGGIO			TIPOLOGIA DI INDAGINE
	ANTE OPERAM	IN CORSO D'OPERA	IN FASE DI ESERCIZIO	
Rumore a mare	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	Per tutta la durata delle lavorazioni con ciclo recupero/rideposizione ogni tre mesi	Annuale per 5 anni (Monitoraggio in continuo di alcuni parametri)	Sessione di registrazione di almeno 24 ore in 4 punti
RUMORE E VIBRAZIONI ELETTRODOTTO ONSHORE INTERRATO E AEREO				
Rumore	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale su punti spot a 50 m dal cantiere	Trimestrale nel cantiere base Al passaggio del cantiere		R2 – cantiere base R1 – AO cavidotto R2 – CO cavidotto
Vibrazioni		1 volta al passaggio del cantiere in corrispondenza del recettore più vicino		V4

8 MONITORAGGIO IN CONTINUO CON SENSORI WIRELESS

Oltre al monitoraggio già indicato, a seguito degli approfondimenti svolti in merito agli aspetti relativi ai sistemi di sicurezza fisica e informatica dell'Operation Technology si ritiene di poter utilmente integrare il monitoraggio ambientale mediante la previsione di un sistema di monitoraggio in continuo con soluzioni di IoT (Internet of Underwater Things), messo a punto da WSense, una società spin off dell'Università La Sapienza di Roma specializzata 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 e dati sonar**.



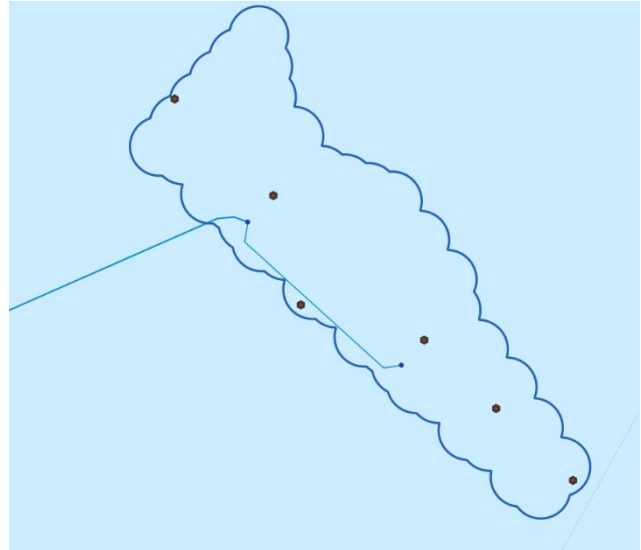
Il sistema di monitoraggio ambientale multi parametrico basato su sistemi wireless di comunicazione subacquei real time, prevede di individuare aree di installazione delle stazioni in punti strategici del layout previsto.

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, correnti, torbidità.

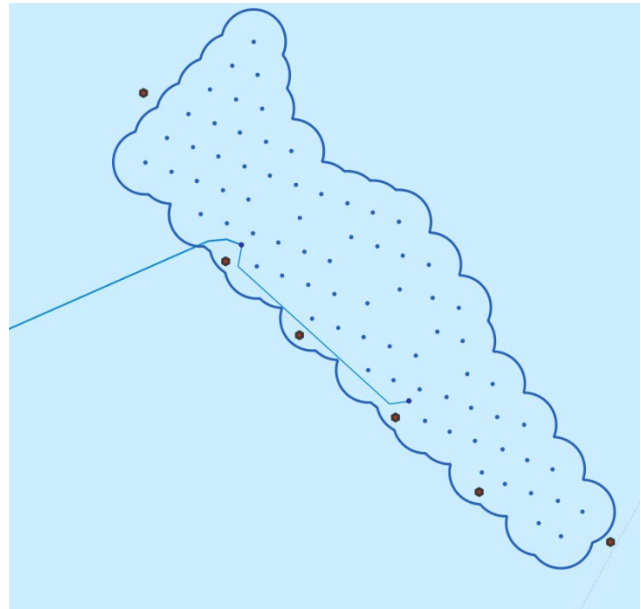
L'attività si distribuirà in 3 fasi distinte:

- **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 6 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 800 mt 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.

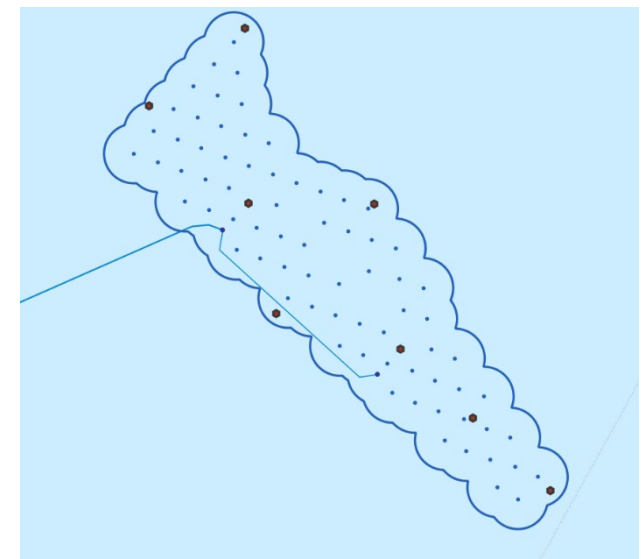


Nella **fase di installazione** delle pale eoliche e delle substazioni, essendo il sistema flessibile e riposizionabile le 6 stazioni di monitoraggio verranno spostate in aree limitrofe all'area operativa. Inoltre, verranno attivate sul sistema cloud di monitoraggio dei sistemi di alert in real time al superamento di soglie critiche rispetto a quanto misurato nella fase ante operam.



Durante le operazioni con il parco funzionante verranno aggiunte 2 stazioni di monitoraggio alle precedenti, posizionandole nel cuore del parco eolico al fine di poter avere il massimo grado di informazioni nell'area più critica dal punto di vista operativo.

In totale le mede gateway previste durante la fase operativa saranno 8.

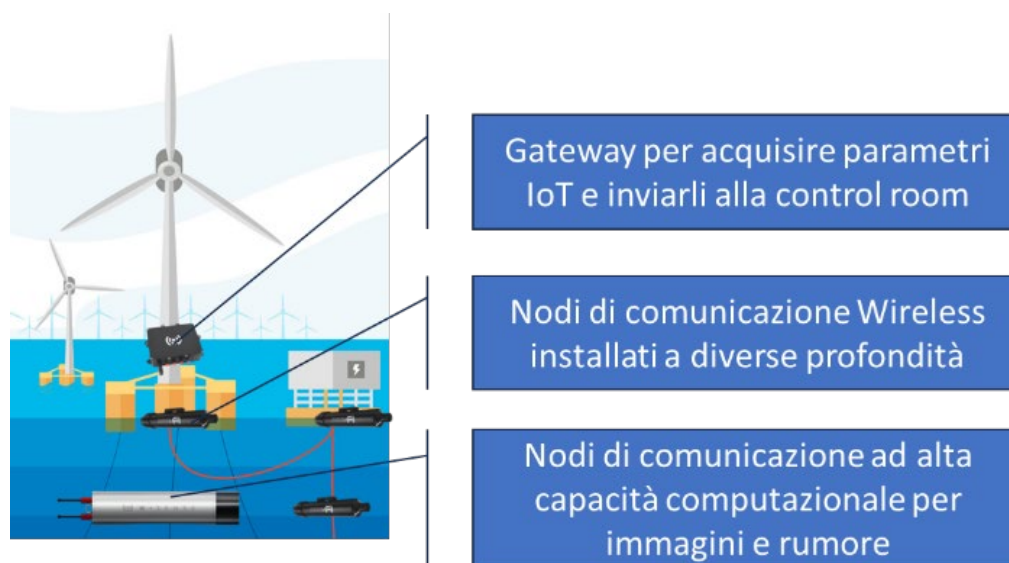


8.1.1 Monitoraggio acque marine e fondali degli specchi d'acqua occupati dalle infrastrutture

Su ciascuna fondazione galleggiante e in corrispondenza della sottostazione verranno inseriti sensori wireless a diverse profondità collegati con il gateway incorporato. Il monitoraggio verrà esteso alle strutture.

I parametri monitorati saranno:

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



Funzionamento dei gateway posizionati sulle fondazioni fluttanti

Si è inoltre previsto di integrare questo sistema 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 generato un sistema subacqueo multistrato integrato 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.

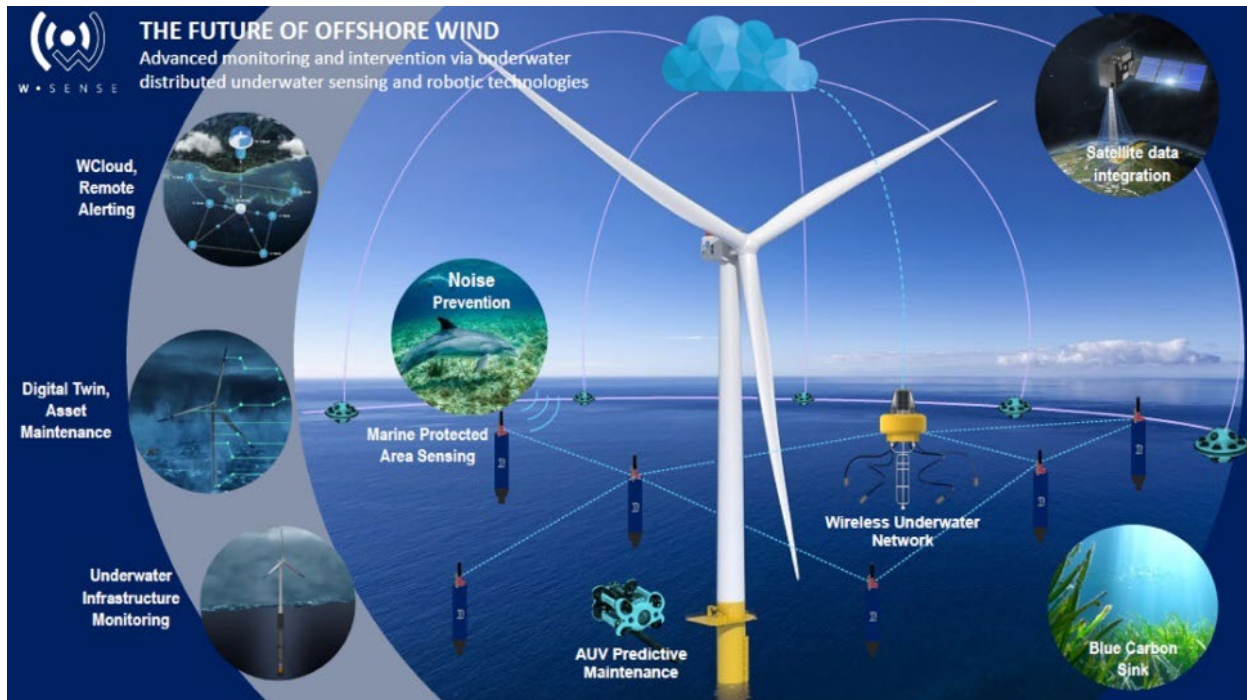
Tale infrastruttura prevede l'integrazione di sistemi di monitoraggio in situ underwater con l'integrazione di sistemi robotici guidati da reti wireless e le informazioni satellitari più avanzate utilizzando standard di sicurezza hardware e software paragonabili ai sistemi di difesa militari. Trattandosi 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.

In sostanza, il sistema, oltre ai sensori sopra riportati per monitorare specifici parametri, sia ambientale che strutturali, si completa con l'utilizzo di:

- **Reti wireless subacquee dotate di idrofona 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.



Il sistema wireless W sense