

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

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



SIA.S ELABORATI GENERALI

S.7 Piano di monitoraggio ambientale

REV.	DATA	DESCRIZIONE
01	08/23	int MASE



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	3
3.1	CARATTERIZZAZIONE DEI SEDIMENTI E DEL MACROZOOBENTHOS	3
3.1.1	<i>Attività di campionamento</i>	5
3.1.2	<i>Analisi chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche</i>	6
3.1.3	<i>Analisi della comunità macrozoobentonica</i>	8
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>	9
3.2.1.2	<i>Caratterizzazione dei fondali</i>	10
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	15
4	NATURA E BIODIVERSITÀ	15
4.1	TECNICHE DI MONITORAGGIO	16
4.1.1	<i>Avifauna</i>	16
4.1.1.1	<i>Posizione di avvistamento</i>	18
4.1.1.2	<i>Inizio e fine del transetto</i>	19
4.1.1.3	<i>Tempistiche</i>	20
4.1.1.4	<i>Strumentazione e standard di riferimento</i>	20
4.1.2	<i>Fauna marina</i>	20
4.1.2.1	<i>Stima del parametro popolazione</i>	21
4.1.3	<i>Fauna marina – nursery areas</i>	21
4.2	PIANO DI CAMPIONAMENTO	22
4.2.1	<i>Carta degli habitat</i>	22
4.2.2	<i>L'area di indagine</i>	22
4.2.3	<i>Metodologia di indagine per i transetti su imbarcazione</i>	24
4.3	ELABORAZIONE INFORMAZIONI CARTOGRAFICHE	25
4.4	FREQUENZA	27
5	RUMORE A MARE	28
5.1	FREQUENZA	29

6	EMISSIONI ACUSTICHE E VIBRAZIONI - FASE DI CANTIERE CAVIDOTTO	
	TERRESTRE	30
6.1	EMISSIONI ACUSTICHE	30
6.1.1	<i>Riferimenti normativi</i>	30
6.1.2	<i>Analisi del contesto ambientale e degli impatti previsti</i>	31
6.1.3	<i>Aree interessate alla procedura di monitoraggio</i>	31
6.1.4	<i>Parametri</i>	31
6.1.5	<i>Metodiche</i>	32
6.1.6	<i>Strumentazione</i>	33
6.1.7	<i>Operazioni di misura</i>	33
6.1.8	<i>Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi</i>	34
6.1.9	<i>Gestione delle anomalie</i>	34
6.2	VIBRAZIONI	35
6.2.1	<i>Riferimenti normativi</i>	35
6.2.2	<i>Aree interessate alla procedura di monitoraggio</i>	35
6.2.3	<i>Parametri</i>	35
6.2.4	<i>Metodiche</i>	36
6.2.5	<i>Strumentazione</i>	36
6.2.6	<i>Operazioni di misura</i>	36
6.2.7	<i>Postazioni di monitoraggio e periodicità dei rilievi</i>	37
6.2.8	<i>Gestione delle anomalie</i>	37
7	SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	38
8	MONITORAGGIO IN CONTINUO CON SENSORI WIRELESS	40
8.1.1	<i>Monitoraggio acque marine e fondali degli specchi d'acqua occupati dalle infrastrutture</i>	42

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 35 generatori eolici della potenza unitaria di 15.0 MW, per una potenza complessiva di 525 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 comunità macrozoobentonica.

La strategia di campionamento del sedimento e del benthos fa riferimento al D.M. 24/01/1996, prendendo in considerazione sia il tracciato dei collegamenti a terra del parco eolico (circa 16.30 km) sia l'area del parco (circa 75 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 dell'elettrodotto** 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. 3 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. 13 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. 3 stazioni oltre le 3 MN.

Nell'**area del Parco eolico** che si stima sia di circa 75 km² con batimetriche inferiori ai 200 m (circa 150 m), si posizioneranno **n. 6 stazioni** tali da ottenere una rappresentazione significativa delle caratteristiche dell'area.

Pertanto, il **numero di stazioni previste in totale è di 19**.

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 19**, mentre quello **per il macrozoobenthos è pari a 38**.

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

Parco Eolico Brindisi

Area	Codice Stazione	WGS84 Gradi, minuti decimali - hddd°mm.mmm'	
		Latitudine	Longitudine
AREA TRACCIATO	BR1	40° 33.647' N	18° 2.610' E
	BR2	40° 33.681' N	18° 2.744' E
	BR3	40° 33.716' N	18° 2.892' E
	BR4	40° 33.750' N	18° 3.038' E
	BR5	40° 33.785' N	18° 3.198' E
	BR6	40° 33.925' N	18° 3.829' E
	BR7	40° 34.083' N	18° 4.551' E
	BR8	40° 34.153' N	18° 5.474' E
	BR9	40° 34.474' N	18° 5.948' E
	BR10	40° 34.840' N	18° 6.346' E
	BR11	40° 34.477' N	18° 11.999' E
	BR12	40° 33.805' N	8° 16.865' E
	BR13	40° 31.436' N	18° 24.045' E
AREA PARCO EOLICO	BR14	40° 27.888' N	18° 31.771' E
	BR15	40° 33.647' N	18° 2.610' E
	BR16	40° 33.681' N	18° 2.744' E
	BR17	40° 33.716' N	18° 2.892' E
	BR18	40° 33.750' N	18° 3.038' E
	BR19	40° 33.785' N	18° 3.198' E

Coordinate GPS delle stazioni di campionamento del sedimento e del macrozoobenthos



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 ÷ 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. 6 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	ICP-OES Optima 8000,
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
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° 38 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

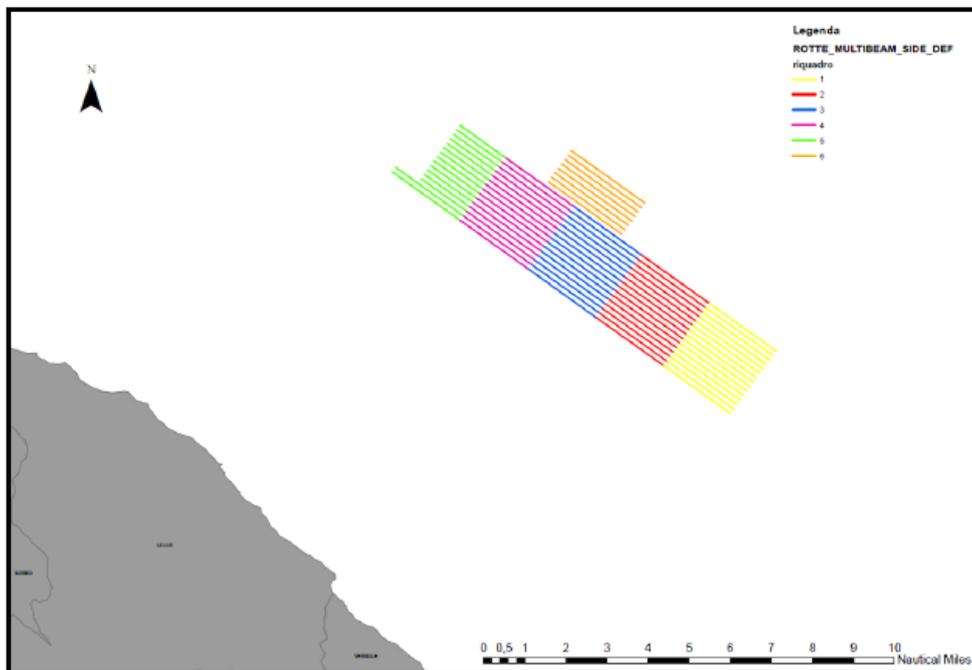
I rilievi Multibeam e Side Scan Sonar rappresentano una metodologia d’indagine inserita nell’ambito del Programmi di monitoraggi previsti dalla Direttiva Quadro sulla strategia per l’ambiente marino 2008/56/CE (MSFD, Marine Strategy Framework Directive), entrata in vigore nel luglio del 2008.

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, questa tecnica è stata utilizzata per il rilievo di dettaglio del tratto di cavidotto che attraversa il SIC/ZSC marino denominato Bosco Tramazzone - IT9140001 al fine di mapparne le biodiversità e biocenosi.

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

L'area di studio è stata suddivisa in rotte di navigazione. L'interasse 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

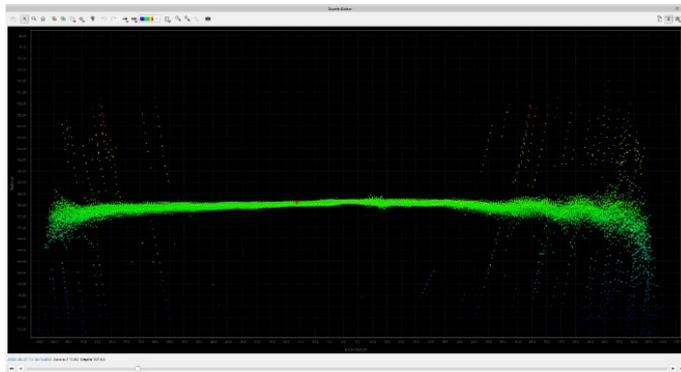
Per il rilievo è utilizzata un'imbarcazione predisposta e attrezzata ad effettuare indagini off shore, in grado di contenere e trasportare strumentazione tecnica.



Imbarcazione utilizzata

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

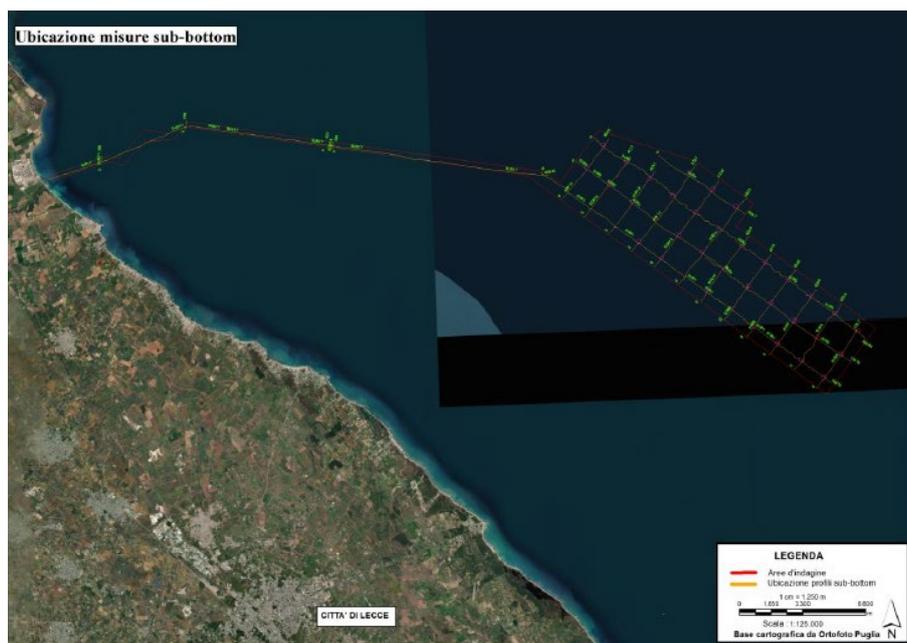
Questa fase consiste nella rilettura e caratterizzazione dei dati acquisiti

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 Botton Profiler**, a tale scopo sono stati eseguiti sull’area di impianto e lungo il tracciato del cavidotto 21 profili.

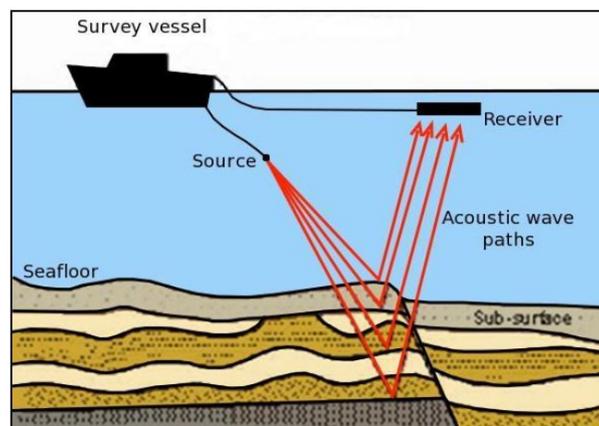


Ubicazione dei profili Sub Botton

Tutte le misure eseguite sono state ubicate con sistema GPS LEICA GS15, permettendo la giusta localizzazione dei profili effettuati.

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 sistema Edgetech 3100-P utilizzato genera uno spettro di frequenze comprese tra i 2 ed i 16 kHz che garantisce una buona penetrazione dei sedimenti del sottofondo, variabile da 10 a 50 m, al diminuire delle caratteristiche di densità e compattezza dei sedimenti.

Tow Vehicle	SB-216S
Frequency Range	2-16 kHz
Pulses (user selected)	2-16 kHz, 2-12 kHz, 2-10 kHz
Vertical Resolution	6 cm / 2-15 kHz 8 cm / 2-12 kHz 10 cm / 2-10 kHz
Penetration (typical)	
In coarse calcareous sand (meters)	6
In clay (meters)	80
Beam Width (depends on center frequency)	17° / 2-15 kHz 20° / 2-12 kHz 24° / 2-10 kHz
Size (centimeters)	
Length	105
Width	67
Height	40
Weight	76 kg



Caratteristiche del sistema Edgetech 3100-P

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 risospensione 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, Dibenzo(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 almeno due 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 il software *Distance*.

Una buona progettazione del monitoraggio è un prerequisito cruciale per ottenere risultati affidabili. *Distance* dispone di un motore di progettazione del rilievo, con un sistema di informazione geografica

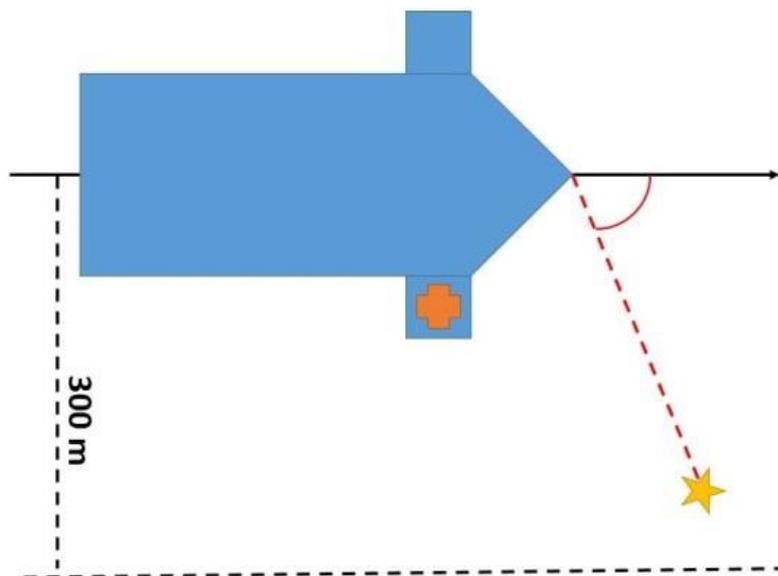
integrato, che consente di esaminare le proprietà di diversi progetti proposti tramite simulazione e di generare piani di rilievo.

Un primo passo nell'analisi dei dati di campionamento a distanza è la modellazione della probabilità di rilevamento. *Distance* contiene tre motori di analisi sempre più sofisticati per questo: campionamento a distanza convenzionale, che modella la probabilità di rilevamento in funzione della distanza dal transetto e presume che vengano rilevati tutti gli oggetti a distanza zero; campionamento a distanza multiple-covariate, che consente covariate oltre alla distanza; e il campionamento della distanza cattura-ricattura, che prevede l'ipotesi di un rilevamento certo a distanza zero.

4.1 TECNICHE DI MONITORAGGIO

4.1.1 Avifauna

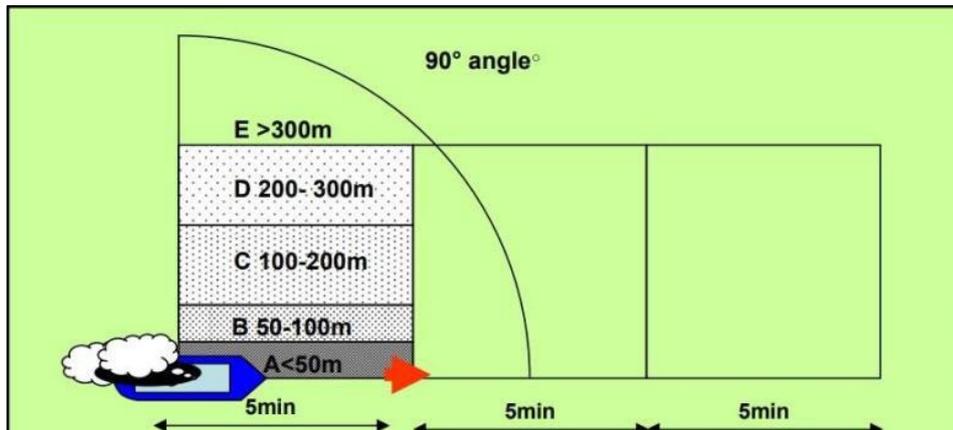
Il monitoraggio è dedicato principalmente agli uccelli marini nidificanti nel Mediterraneo (berta maggiore, berta minore mediterranea, uccello delle tempeste), e alle principali specie di uccelli marini svernanti (sternidi, laridi d'altura, stercorari), in modo da stimarne le densità (n° di individui/km²) su **transetti lineari standardizzati** (line transect), in base ai principi di **distance sampling**. Vengono presi in considerazione e contati solo gli uccelli, in volo o posati in acqua, che si trovano all'interno di una striscia immaginaria ampia **300 m** e perpendicolare rispetto alla direzione di navigazione.



Striscia d'osservazione per gli uccelli marini (tratteggio nero); angolo e distanza dell'avvistamento (rosso).

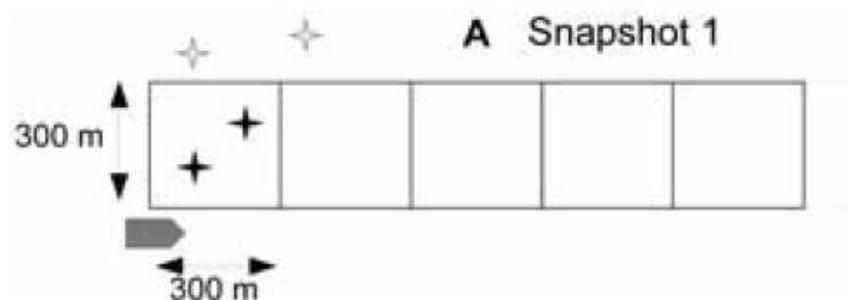
L'ampiezza di questa striscia sarà identificata e "memorizzata" dall'osservatore all'inizio del monitoraggio usando un range-finder o un clinometro o un altro standard di riferimento fornito dal progetto. All'interno della striscia vanno presi tutti i dati dell'avvistamento (coordinate GPS, n di individui e comportamento, ecc.) insieme all'angolo di avvistamento ed alla distanza tra il punto dell'avvistamento e la nave. La distanza tra l'osservatore e il punto dell'avvistamento è raramente misurabile in modo diretto (ad es. solo nel caso di grandi uccelli puntati con il range-finder), per cui viene normalmente stimata suddividendo ulteriormente la striscia laterale in bande: A = 0-50 m, B = 51-100 m; C = 101-200 m; D = 201-300 m; E = >300 m. Anche l'ampiezza delle bande dovrà essere identificata e "memorizzata" dall'osservatore all'inizio del monitoraggio usando un range-finder o un clinometro. Il rilevamento di angolo e distanza di ogni singolo

avvistamento così organizzato permette il calcolo di curve di rilevabilità specifiche che correggono le densità.



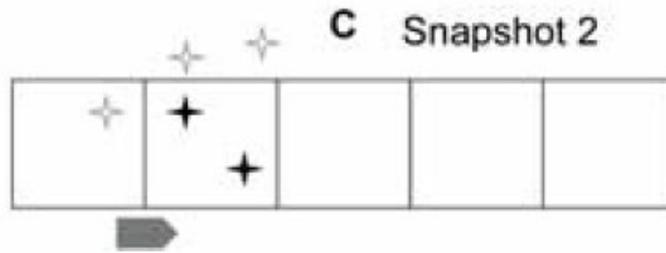
Striscia d'osservazione per gli uccelli marini con suddivisione in bande laterali per stima distanza di avvistamento

Il **line transect** non è un metodo applicabile quando la nave attraversa specchi di mare affollati di uccelli, come avviene ad esempio in prossimità di colonie o aree di foraggiamento utilizzate contemporaneamente da decine/centinaia di uccelli posati o in volo a molteplici distanze e in movimento nelle più disparate direzioni. In questo caso, il rilevamento di distanze ed angoli di avvistamento è impossibile, si mette da parte, e l'osservatore ha la necessità di passare in modalità **snapshot** per effettuare il conteggio degli uccelli corrispondente a determinati intervalli di tempo (snapshot), fissati sulla base della velocità di crociera della nave su cui si è imbarcati. In questo modo si realizzano delle "fotografie istantanee" (snapshot appunto) degli uccelli presenti in un dato momento, all'interno di una data area, ottenendo valori di densità per ogni **snapshot**. Supponiamo, a titolo di esempio, che la nave proceda a una velocità di 10 nodi (cioè 10 miglia nautiche/h, cioè 18,520 m/h); a questa velocità la nave percorre circa 300 m in 1 minuto, quindi realizzando uno snapshot ogni minuto, cioè contando e registrando gli uccelli osservati entro 300 m dalla nave allo scoccare di ogni minuto, otterremo la densità di uccelli presenti all'interno di un'area di mare di 300x300 m. Allo stesso modo se la nave va a 5 nodi, cioè percorre circa 9260 m in 1 ora, essa percorrerà circa 300 m in 2 minuti. Premessa molto importante è che la velocità della nave si mantenga costante per tutto il conteggio.



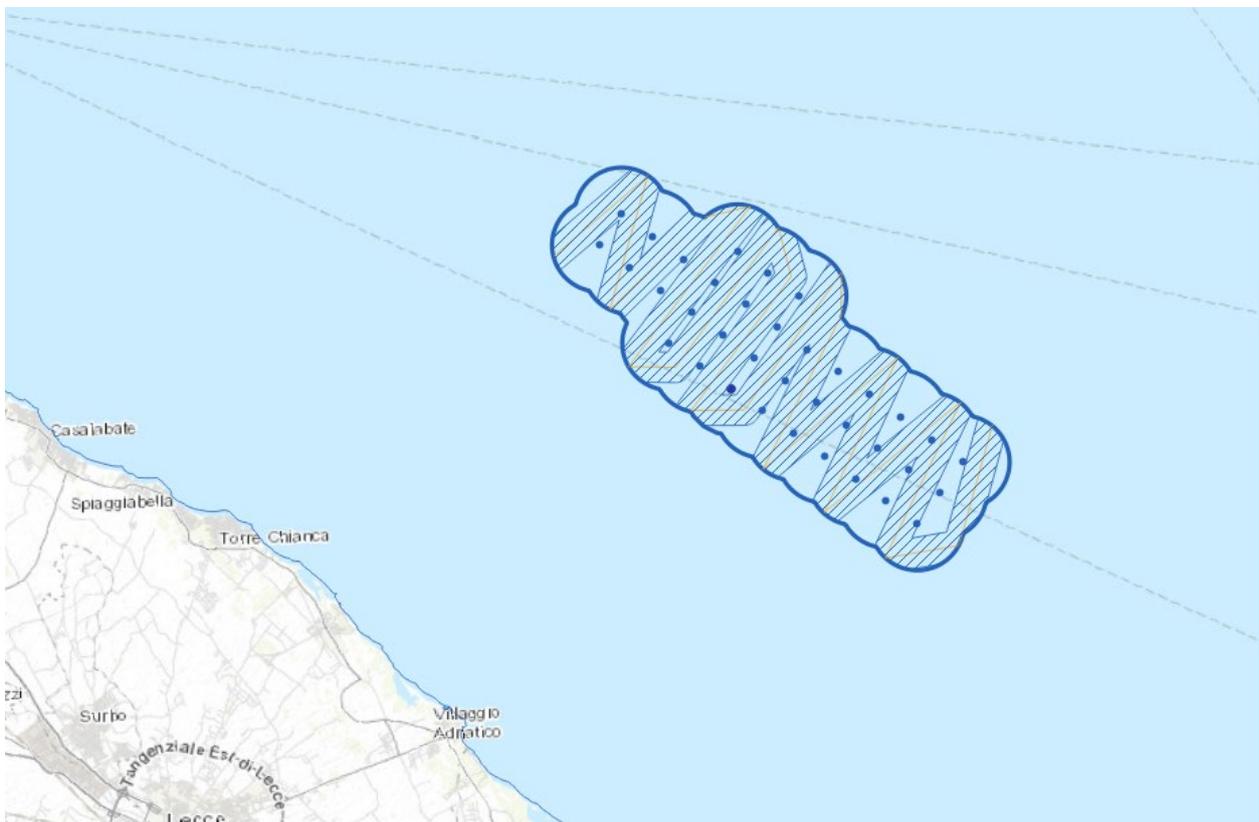
Snapshot 1

(snapshot 1). All'inizio del conteggio saranno considerati solo gli uccelli, posati o in volo, osservabili entro 300 m dalla nave (stelline nere), mentre non saranno considerati gli uccelli localizzati oltre i 300 m (stelline bianche)



Snapshot 2

Dopo un minuto (snapshot 2) verranno contati di nuovo tutti gli uccelli entro i 300 m, escludendo quelli dietro la nave, probabilmente già conteggiati allo snapshot precedente. Così via, mentre la nave procede, allo scoccare di ogni minuto sarà realizzato uno snapshot. I dati non vengono registrati nel caso in cui la nave dovesse fermarsi.



Line transect previsti per l'impianto Lupiae Maris in fase di esercizio

4.1.1.1 Posizione di avvistamento

L'osservatore si posiziona su una delle due alette del ponte di comando, scansionando l'area in maniera continua. La posizione può variare a seconda del tipo di imbarcazione, ad esempio essere all'aperto o al chiuso. L'osservatore ha quindi la possibilità di controllare un solo lato (*babordo*, o lato sinistro della nave guardando la prua e *dritta* o lato destro della nave guardando la prua). Il lato di osservazione va alternato tra l'andata e il ritorno dello stesso viaggio, laddove esse siano compiute in orari utili per il censimento (ad esempio, dritta in andata e babordo al ritorno). Nel caso in cui la nave compia l'andata di notte e il ritorno di giorno l'alternanza dei lati di rilevamento va fatta tra le tratte di date successive.

4.1.1.2 Inizio e fine del transetto

Al fine di limitare la raccolta di dati di specie costiere e legate ai porti (gabbiano reale, comune, ecc.), ogni transetto inizia circa 5 minuti dopo che la nave supera la diga foranea del porto di partenza e termina circa 5 minuti prima che arrivi alla diga foranea del porto di arrivo. In ogni caso, va evitata la registrazione di Laridi grandi e piccoli, cormorani, aironi cenerini, piccioni domestici, ecc. e di tutte le specie legate all'ambiente costiero/portuale e contattabili anche a una certa distanza dalla costa, poiché si potrebbe dare il caso che alcune di queste specie siano in migrazione e in avvicinamento alla costa (ad es. cormorano, airone cenerino); o viceversa ci siano specie pelagiche che si spingono sotto costa, come la sula e diversi gabbiani (corso, corallino, zafferano, tridattilo, ecc.). Sta alla esperienza e valutazione dell'ornitologo-osservatore la raccolta del dato di avvistamento ed il suo inserimento in scheda.

Nel caso di monitoraggio di aree d'impianto offshore, il transetto inizia appena si entra in area campione. È necessario usare il percorso di andata e ritorno dall'area di impianto come transetto di controllo. In questo caso il transetto si identifica con 'control1', control2, ecc. Come sopra, ogni transetto 'control' inizia circa 5 minuti dopo che la nave supera la diga foranea del porto di partenza e termina circa 5 minuti prima che arrivi alla diga foranea del porto di arrivo.

4.1.1.2.1 Raccolta dati

I dati generali del transetto (giorno, ora d'inizio, di fine, rotta, velocità) vengono inseriti nella scheda Meteo prevista dal protocollo generale FLT. Al momento di un avvistamento, si compila l'apposita scheda "**Data collection sheet: birds**" in cui vanno annotati: il codice del punto GPS, l'orario solare, le coordinate GPS del punto di avvistamento, lato di osservazione (SIDE), il valore della banda in cui si trova il contatto (**Strip sector, A/B/C/D/E**), ed altre specifiche del contatto (specie, n individui, età, direzioni e distanze di volo, ecc.).

Data collection sheet: Birds													
Cod. transect n		Date			Observer					Ship name			
COD GPS	TIME	Ship position		SIDE	WATER/ FLYING/ SHIP	SPECIES	N	N juv	Strip sector	DISTANCE		ANGLE	BEHAVIOUR
		Y	X							eye	telemeter		

Stralcio della scheda di rilevamento avifauna

Il comportamento di alcune specie che foraggiano (uccelli marini) o si posano a mare (uccelli marini, anatidi) va indicato nella cella corrispondente della scheda con **Water** (posato in acqua) o **Flight** (in volo). Nel caso si osservino uccelli che si posano a bordo, va segnato il tempo speso sulla nave, indicando l'evento con **Ship** nella cella della scheda. L'ora di arrivo coincide con quella di avvistamento e per stimare l'ora di partenza, il posto dove l'uccello è atterrato va controllato ogni 5-10 minuti. Sesso ed eventuali altre note vanno indicate nella colonna **Behaviour**. Per studi specifici può essere interessante registrare la direzione di volo degli uccelli migratori incontrati lungo il transetto. Essa non va confusa con l'angolo di avvistamento (posizione del singolo/gruppo rispetto alla prua della nave) e può essere inserita nella colonna Behaviour o a margine della scheda. La **direzione di volo** del singolo o dello stormo va registrata mettendosi in linea parallela alla loro direzione e usando la strumentazione di bordo (se possibile) oppure la bussola del GPS incrociata con la direzione della nave per correggere l'errore di lettura della bussola dovuto al magnetismo

della nave. Questo vale soprattutto per i migratori che effettuano volo battuto o misto (battuto con planate). Nel caso di migratori veleggiatori (ciconidi, accipitridi) che usano le termiche (thermal soaring birds) la direzione di volo è presa prima che inizi la termica di volteggio o dopo che finisca, cioè non appena sia evidente la direzione di spostamento verso l'orizzonte (direzione di svanimento).

Vengono comunque annotate sulla scheda, in modo completo e indicando in nota: OB (Off band), se si tratta di osservazioni fuori fascia, oppure OS (Off sampling) se si tratta di osservazioni casuali o avvenute in pausa:

- gli uccelli che accompagnano la nave (con il tempo stimato di accompagnamento);
- le osservazioni di specie rare e/o particolari (ad es. strolaghe, stercorari) avvenute al di fuori della fascia laterale di 300 m;
- in genere tutte le osservazioni giudicate interessanti dall'osservatore.

4.1.1.3 Tempistiche

Saranno svolti almeno quattro rilevamenti durante l'anno: due rilevamenti durante la migrazione pre-riproduttiva e due rilevamenti durante la migrazione post-riproduttiva; per la migrazione pre-riproduttiva il periodo di riferimento è fine marzo e prima/seconda decade di maggio, mentre per la migrazione post-riproduttiva la seconda/terza decade di luglio e prima/ seconda decade di novembre.

4.1.1.4 Strumentazione e standard di riferimento

L'equipe di ricerca ha in dotazione la strumentazione di base (GPS avifauna) e gli standard che permettono di stimare in modo omogeneo le variabili di interesse. È preferibile che l'ornitologo oltre al binocolo personale abbia con sé un range-finder o un clinometro per stimare le distanze e gli angoli di avvistamento. Altri strumenti utili per facilitare la raccolta dati del gruppo sono applicazioni digitali dedicate (ad esempio app goniometro per rilevamento angoli di avvistamento), macchina fotografica con teleobiettivo, guide di campo di avifauna ecc. La conoscenza esatta dei seguenti parametri: lunghezza fuori tutto della nave, altezza al galleggiamento, rotta e velocità di crociera, permette una raccolta uniforme e una stima più corretta del dato (queste informazioni sono di solito già in possesso del team leader, figura con la quale coordinarsi per la raccolta del dato).

4.1.2 Fauna marina

Il *Distance sampling* (Buckland *et al.*, 2001) riunisce una famiglia di metodi utili per stimare la densità e il numero degli esemplari in una popolazione. Senza entrare nel dettaglio delle tipologie di *Distance sampling*, si deve considerare che il parametro alla base del metodo è il numero degli esemplari presenti nell'unità di area, ossia la densità. Questo perché densità e dimensione della popolazione sono correlate, essendo la prima funzione delle dimensioni dell'area di studio.

Il *line transect* è un tipo di *Distance sampling*, che consiste nel percorrere dei tracciati fissi (transetti) ed è basato sull'assunzione che la densità degli animali lungo il transetto sia uguale alla densità nell'intera area di studio; tale condizione viene rispettata se i transetti sono disegnati nell'area di studio utilizzando un software specifico (Distance) (Thomas *et al.*, 2010), necessario affinché ogni zona all'interno dell'area abbia le medesime opportunità di essere campionata (*equal coverage probability*).

L'osservatore registra la presenza degli esemplari (gruppi di animali o singoli) ai lati del tracciato, identifica la specie, il numero di esemplari, e misura alcuni parametri che permetteranno, in fase di analisi, di stimare l'ampiezza dell'area indagata. A tal fine è necessario misurare l'angolo i) tra le linee della rotta e la direzione del punto in cui sono presenti gli esemplari (angolo sul piano orizzontale), nel caso di piattaforma navale, o ii) tra quest'ultimo punto e la verticale sulla rotta (angolo sul piano verticale), nel caso della piattaforma

aerea. Il rapporto tra il numero di esemplari avvistati e l'ampiezza dell'area indagata consente di calcolare la densità degli animali. L'elaborazione statistica, effettuata attraverso il software Distance, dei dati di densità e di altri parametri, fornisce la stima dell'abbondanza degli esemplari di ciascuna specie osservata al tempo dell'osservazione e nell'area indagata.

Il line transect distance sampling applicato da mezzo navale permette anche la combinazione di metodi visuali ed acustici (Lewis et al., 2005; Barlow et al., 2007), utili per specie caratterizzate da immersioni prolungate nel tempo e che quindi permangono in superficie per tempi limitati.

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** e della **Comunità Pescatori Professionali del Salento**, con i quali sono stati sottoscritti specifici protocolli di intesa finalizzati, tra l'altro, al monitoraggio dell'ambiente marino. Tali protocolli di intesa sono allegati al capitolo 6 della documentazione di progetto (allegati R.6.2.3 e R.6.2.6).

Di seguito si riportano le attività da svolgere per identificare e monitorare le nursery areas presenti nell'intorno del sito di progetto.

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, monitoraggio 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.

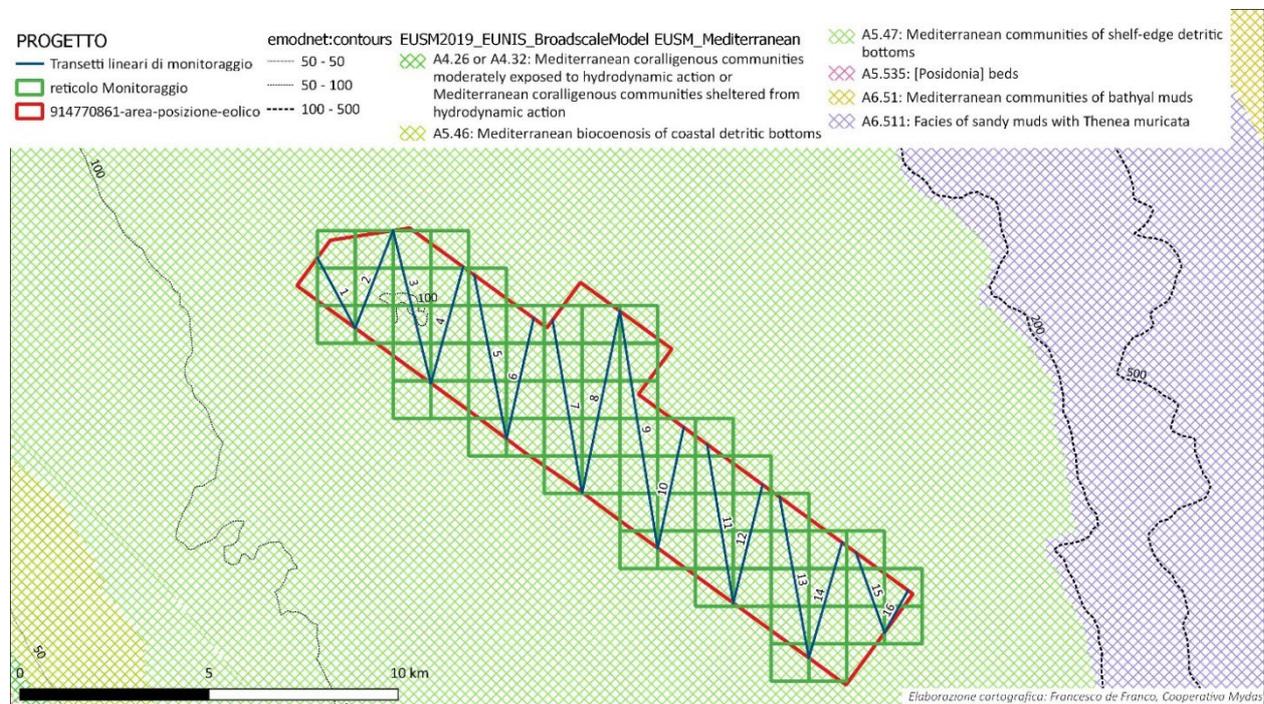
Nell'area di indagine è presente l'habitat marino A5.47 - *Mediterranean communities of shelf-edge detritic bottoms*, caratterizzato da fondali detritici con abbondanza di conchiglie morte, briozoi e scheletri di corallo.

4.2.2 L'area di indagine

L'area di indagine di circa 5700 ettari è stata suddivisa in un reticolo di 69 quadrati di 1 km di lato. All'interno di questo reticolo sono stati posizionati 16 transetti lineari individuando una rotta a linea spezzata che toccasse tutti i reticoli.

Tale rotta rappresenta quella maggiormente efficace in termini di sforzo per il monitoraggio ed è stata disegnata attraverso il software *Distance*.

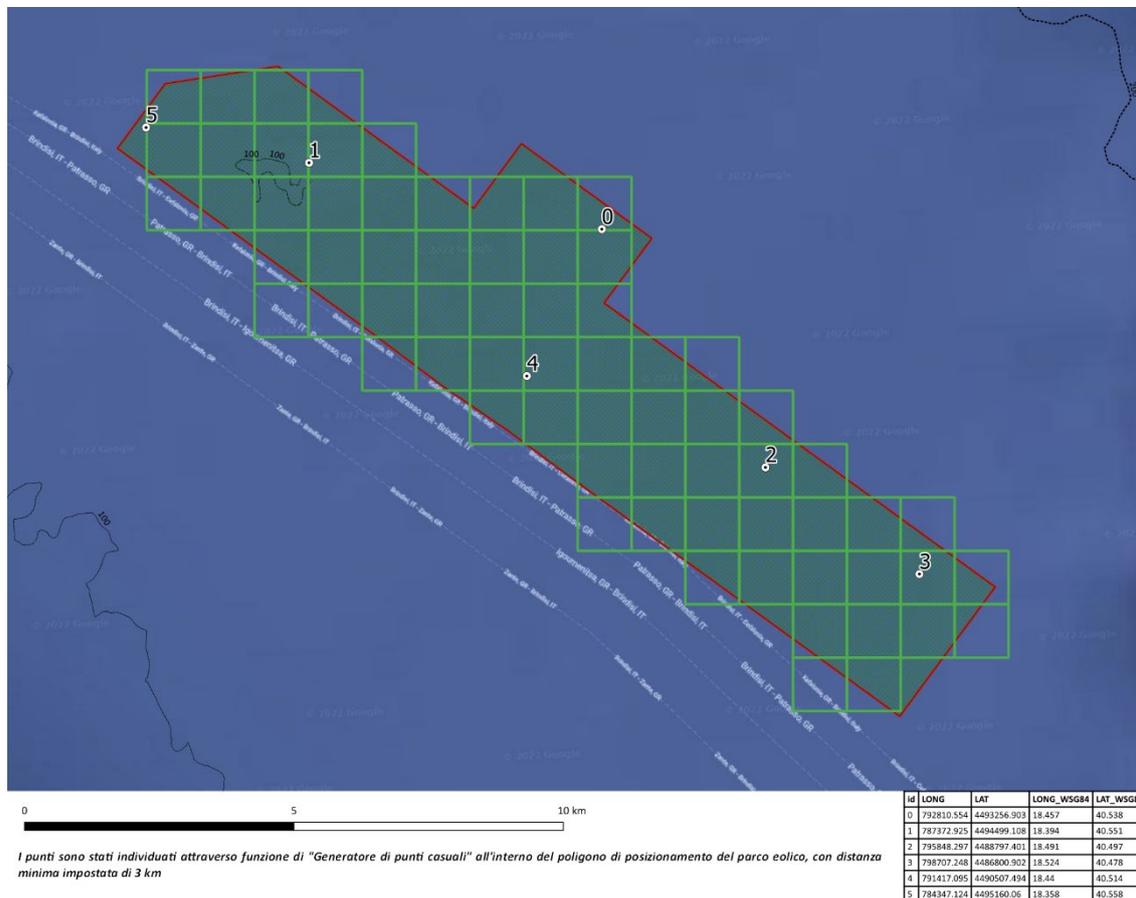
Attraverso la funzione di Generatori punti casuali, sono stati posizionati all'interno del poligono 6 punti con distanza minima impostata di 3 km.



Area di campionamento anteoperam su mappa degli habitat ed individuazione dei transetti

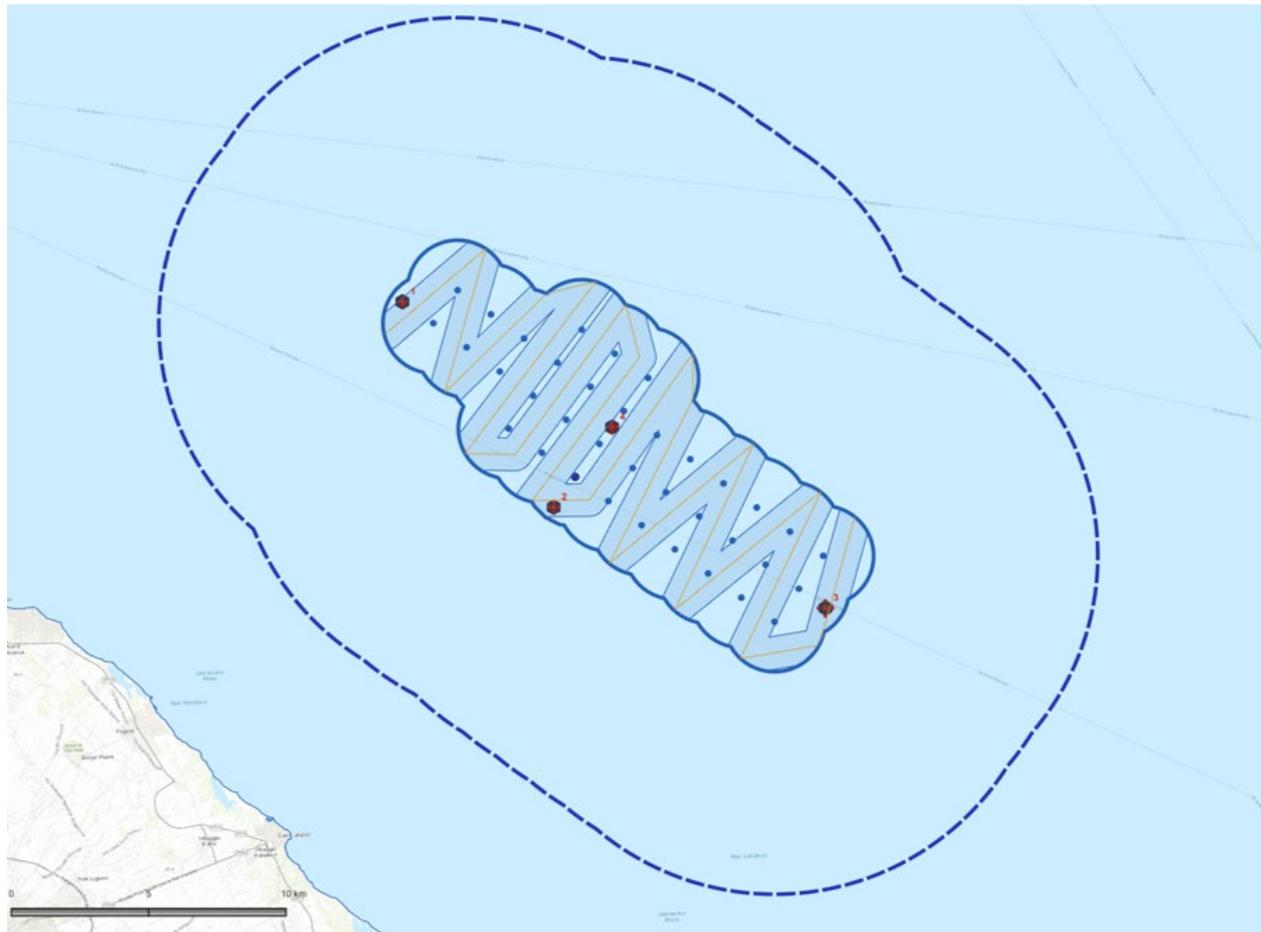
LINKID	X_INIZIO	Y_INIZIO	X_FINE	Y_FINE	LENGTH (MT)	LENGTH (NM)
1	784360,833	4495511,808	785353,902	4493644,491	2.113,695	1,141
2	785363,218	4493637,672	786360,833	4496236,165	2.781,729	1,502
3	786360,833	4496236,165	787355,373	4492179,535	4.174,205	2,254
4	787365,006	4492172,484	788214,1	4495268,743	3.208,585	1,732
5	788507,221	4495054,196	789358,473	4490695,159	4.438,592	2,397
6	789362,798	4490691,88	790079,647	4493903,275	3.288,347	1,776
7	790581,519	4493852,106	791352,536	4489272,383	4.641,191	2,506
8	791368,49	4489260,39	792360,83	4494092,444	4.929,701	2,662
9	792360,835	4494092,44	793357,949	4487786,012	6.380,585	3,445
10	793363,813	4487781,72	794050,877	4490996,574	3.285,278	1,774
11	794671,279	4490542,478	795359,432	4486321,039	4.274,290	2,308
12	795362,402	4486318,865	796133,806	4489471,996	3.243,925	1,752
13	796588,216	4489139,395	797360,833	4484856,143	4.349,395	2,348
14	797360,833	4484856,143	798239,972	4487930,41	3.195,289	1,725
15	798605,188	4487663,094	799360,833	4485529,478	2.261,890	1,221
16	799360,833	4485529,478	799985,037	4486653,113	1.284,467	0,694
Totale					57.851,164	31,237

Transetti lineari per il campionamento



Posizionamento dei punti di osservazione anteoperam

Per la fase di esercizio si prevede di ampliare l'area di indagine all'intera area interdetta alla navigazione, considerando i transetti segnalati di calcola un'area di indagine effettiva di circa 9500 ha (sui 13.088 ha dell'intera area interdetta). Sono stati ipotizzati 13 line transect e 4 punti di osservazione in continuo costituiti dalle Mede Gateway dell'impianto di Operation Technology.



Area di monitoraggio in esercizio

4.2.3 Metodologia di indagine per i transetti su imbarcazione

La metodologia di navigazione alla ricerca di delfini condotta dalla barca è stata 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 1 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

I metodi del *Distance Sampling* prevedono di utilizzare modelli di probabilità basati sull'indice di contattabilità o sulla distribuzione degli individui, sulle modalità e condizioni di campionamento, sul comportamento delle specie censite. Secondo il metodo del *Distance Sampling*, si considera 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 del *Distance Sampling* è il rilassamento metodologico dovuto al fatto che alcuni individui possono non essere contattati.

Nei 16 transetti individuati è stato assunto che solo una porzione limitata a 400m 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:

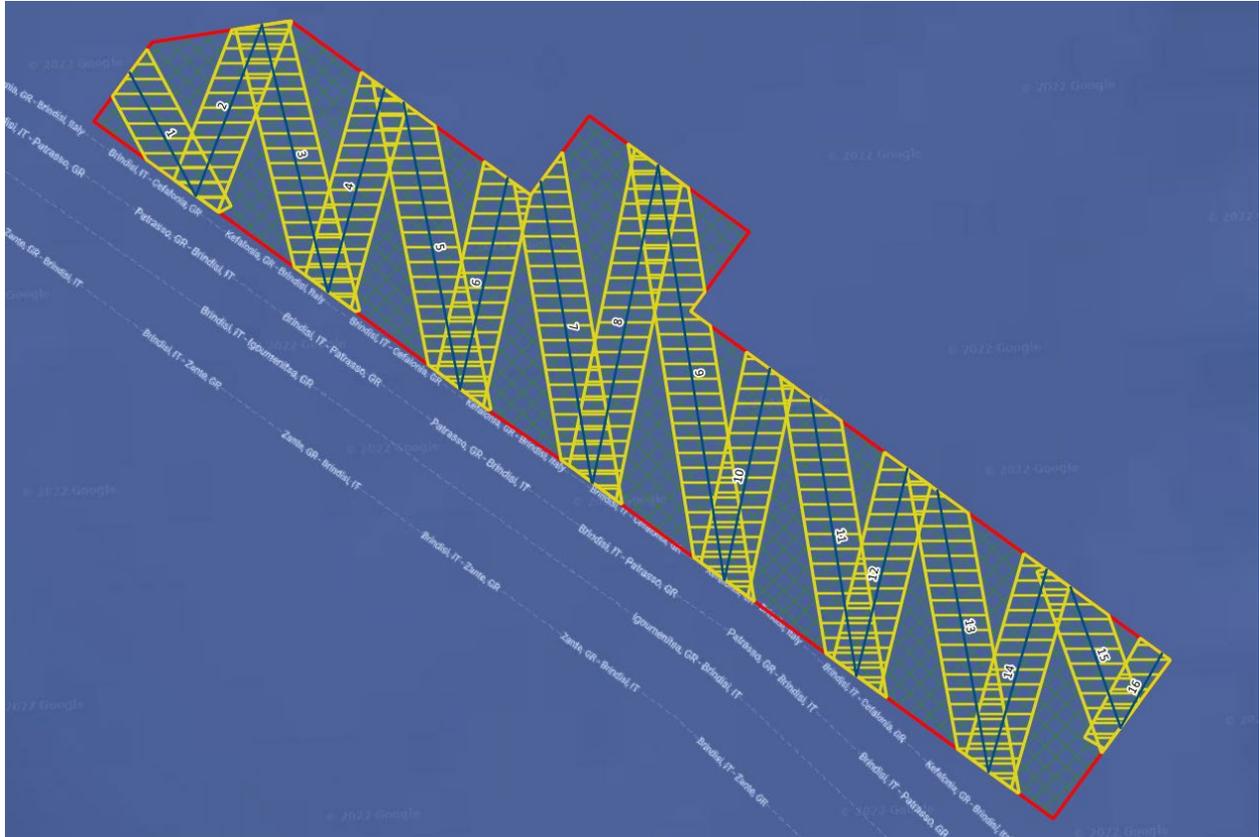
- 1) Per ottenere una corretta stima dell'abbondanza di popolazione, bisogna conteggiare tutti gli animali che si avvistano lungo il transetto (L) o dal punto (K); gli animali non conteggiati restituiscono una stima distorta di D (densità). La funzione di contattabilità (detection function) $g(0) = 1$ 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. 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
- 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 in fase ante operam 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 effettuata è stata di 4.591,86 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 $P_c = 0,80559$

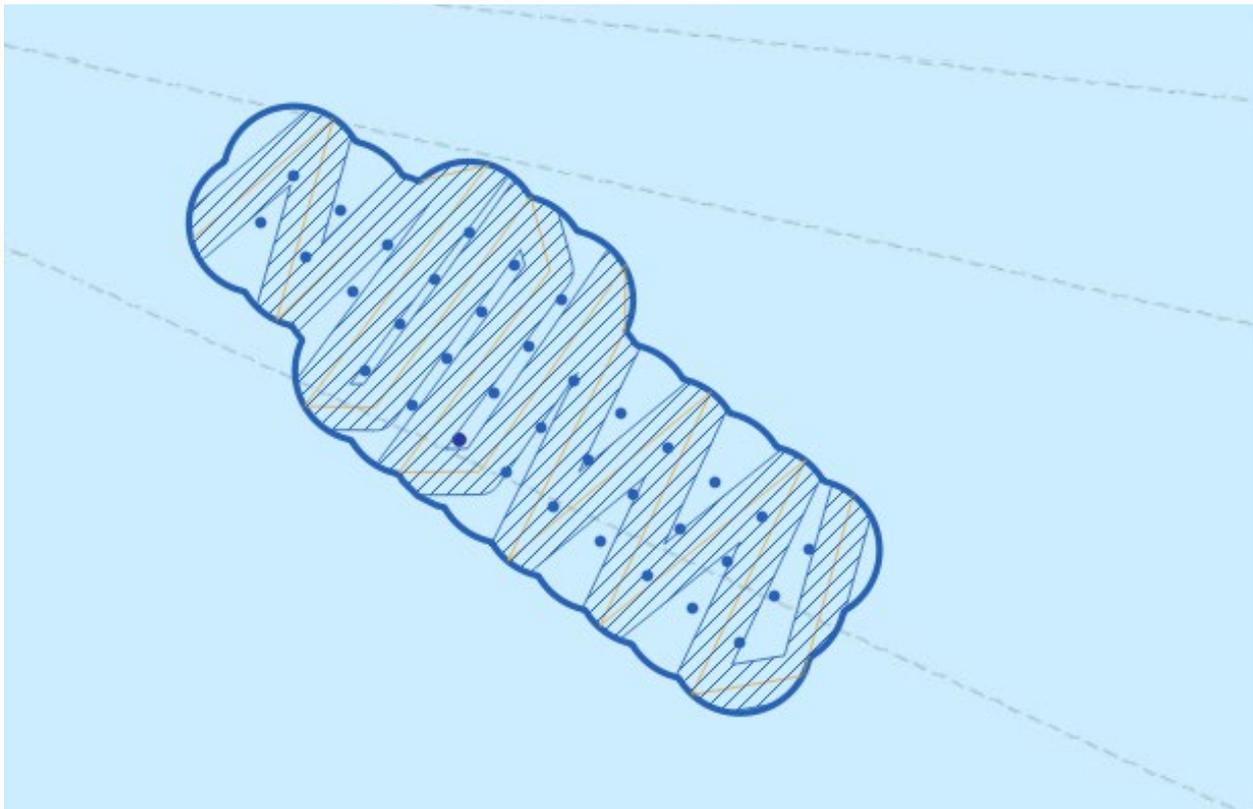
Tale dato è significativo del grado di accuratezza del disegno sperimentale, che ha permesso la copertura dell'80% della superficie del sito.

Utilizzando le tecniche convenzionali del distance sampling, 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.

In fase di esercizio si prevede di estendere l'area di indagine all'intera area interdetta alla navigazione



Su un'area totale di circa 13.000 ha si prevede un'area effettiva di 9.500 mantenendo un rapporto di copertura simile a quello utilizzato nel monitoraggio ante operam.

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 di durata pari a un anno, dall'inizio del secondo trimestre 2021 al termine del primo trimestre 2022. 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.

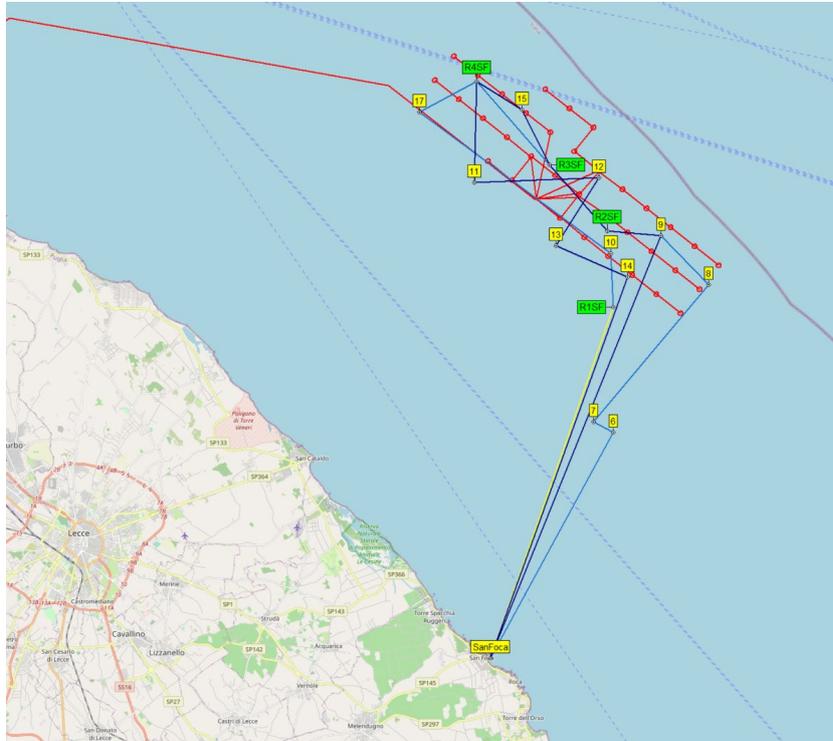
Per quanto riguarda l'**avifauna**, in corso d'opera, il monitoraggio coprirà tutta la fase di installazione degli aerogeneratori e posa degli elettrodotti offshore. Nella fase post operam, la durata deve consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine, ovvero le osservazioni saranno 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 in distance sampling 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.

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.



*Mappa con i percorsi impostati nelle tre giornate e le 4 stazioni acustiche.
In rosso i punti 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.

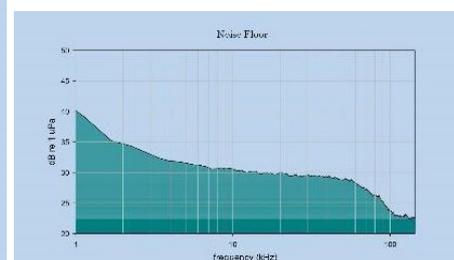
In particolare, per le sessioni di registrazione, vengono impiegati registratori calibrati di due tipi:

- Soundtrap ST300STD

Recording Endurance Table (128GB memory)

Sample Rate(kHz)	Duty Cycle	Endurance (days)	With external battery (days)
36	Continuous	13	64
36	10 minutes per hour	56	278
48	Continuous	13	51
48	10 minutes per hour	56	278
96	Continuous	13	25
96	10 minutes per hour	56	153
144	Continuous	13	17
144	10 minutes per hour	56	102
288	Continuous	8	8
288	10 minutes per hour	51	51
576	Continuous	4	4
576	10 minutes per hour	25	25

Table values assume atypical X3 compression rate of 3x and water temp at above 20 degrees Celsius.



- 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 sistemi di monitoraggio in continuo in almeno 4 punti e la misurazione del rumore per ogni perforazione effettuata.

In fase di esercizio, si prevede un monitoraggio in continuo in almeno 4 punti e su ogni fondazione galleggiante degli aerogeneratori.

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, riscrivendo comunque che siano adottate tutte le misure necessarie a ridurre il disturbo sentita 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 sentita 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 valgano 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 dBSe 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 microfonico 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. Affianco 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:

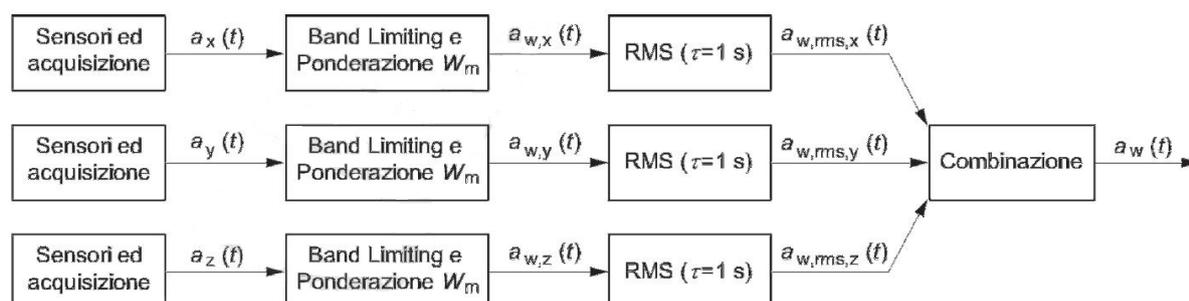
$$V_{sor} = \sqrt{(V_{immz} - V_{zres})}$$

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:

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

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.

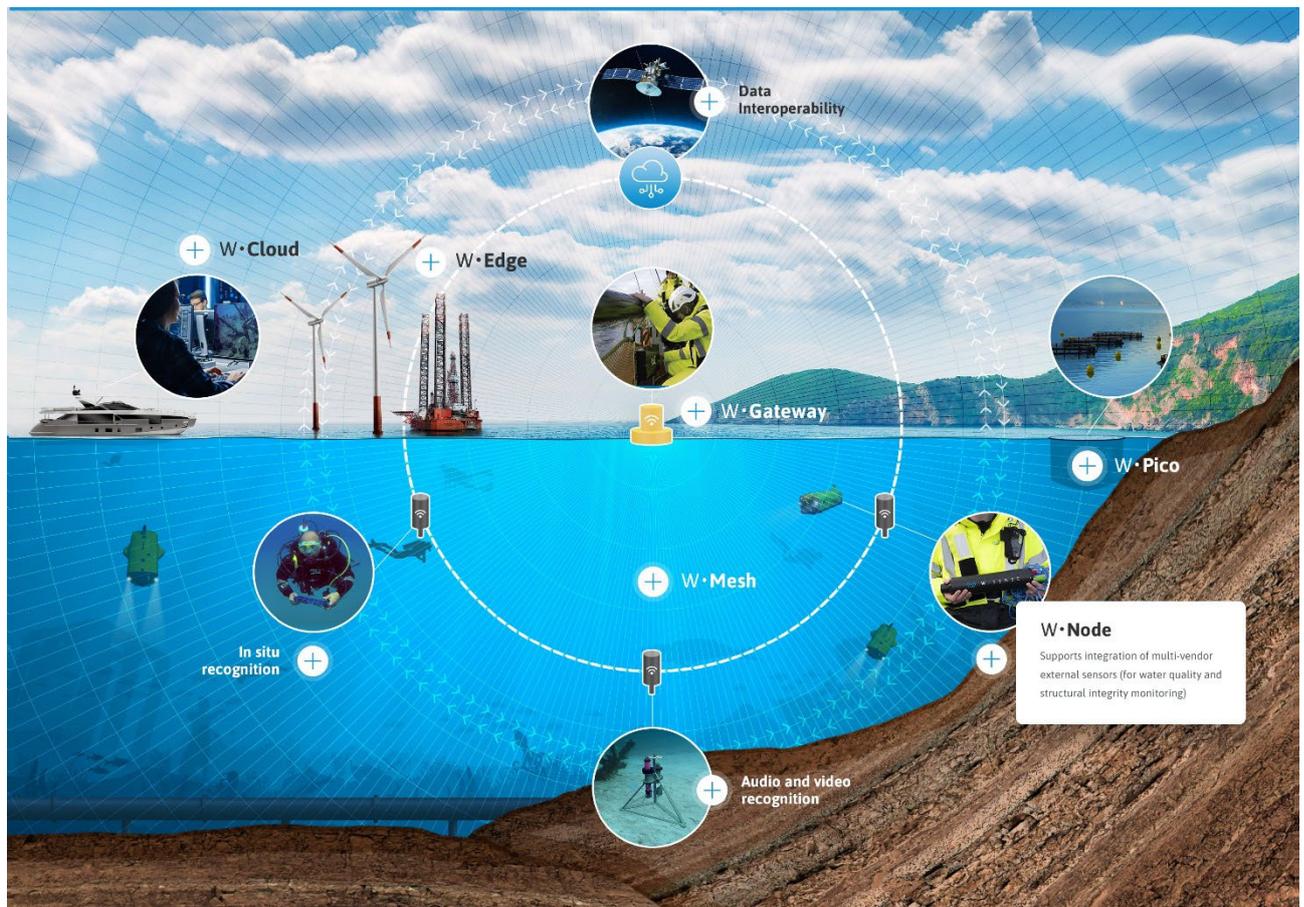
COMPONENTE AMBIENTALE	FREQUENZA DI MONITORAGGIO			TIPOLOGIA DI INDAGINE
	ANTE OPERAM	IN CORSO D'OPERA	IN FASE DI ESERCIZIO	
AMBIENTE MARINO				
Sedimenti e macrozoobenthos	1 volta per caratterizzazione della componente ambientale	1 volta al termine delle attività di cantiere Eventualmente semestrale 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	Distance sampling
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	Distance sampling
RUMORE				
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

COMPONENTE AMBIENTALE	FREQUENZA DI MONITORAGGIO			TIPOLOGIA DI INDAGINE
	ANTE OPERAM	IN CORSO D'OPERA	IN FASE DI ESERCIZIO	
RUMORE E VIBRAZIONI CAVIDOTTO INTERRATO				
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 IoUT (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 immagine e dati sonar.**



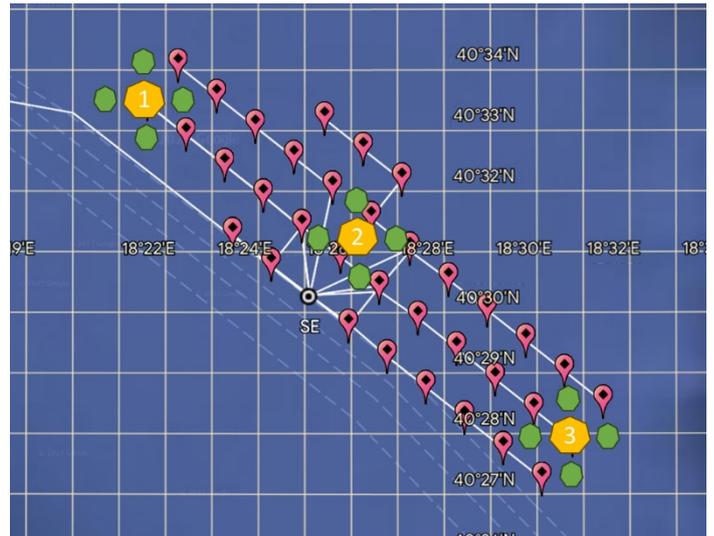
Il sistema di monitoraggio ambientale multi parametrico basato su sistemi wireless di comunicazione subacquei real time, prevede di individuare aree di installazione delle stazioni in punti strategici del layout previsto.

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, PH, correnti, Torbidità.

L'attività si distribuirà in 3 fasi distinte:

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

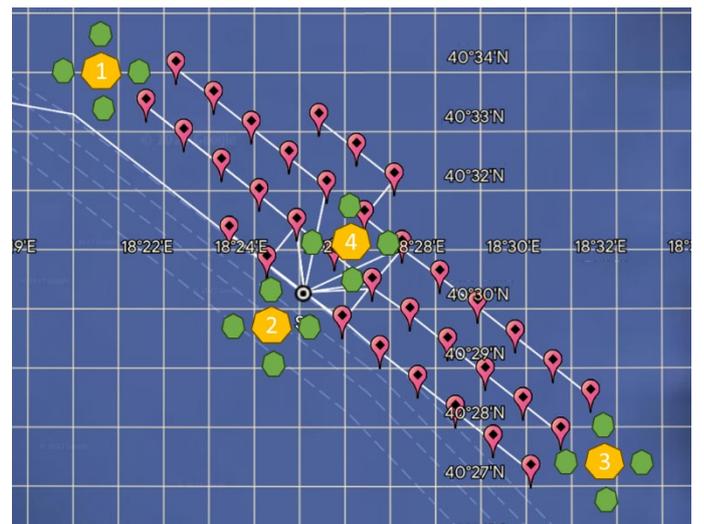
Nella fase di **pre-installazione** del parco si prevederà di installare 3 Mede Gateway di monitoraggio Wireless collegate con sistemi di connettività satellitare creando una costellazione di punti di misurazione nell'intorno di ciascun gateway per misurazioni a diverse profondità a distanza di 800mt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



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



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



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 della stazione offshore e ai cavidotti marini.



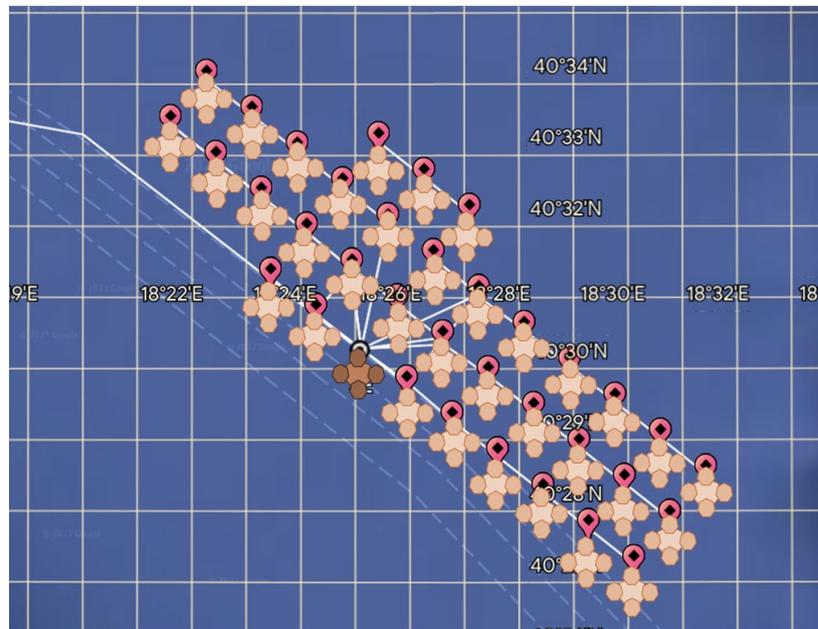
Gateway per acquisire parametri IoT e inviarli alla control room

Nodi di comunicazione Wireless installati a diverse profondità

Nodi di comunicazione ad alta capacità computazionale per immagini e rumore

I parametri monitorati saranno:

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



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



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

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

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