

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



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>	11
3.2.2	<i>Caratterizzazione geofisica</i>	12
3.2.3	<i>Frequenza e tempi di esecuzione</i>	14
3.3	ANALISI DELLA COLONNA D'ACQUA	14
3.4	INDAGINI CORRENTOMETRICHE	15
4	NATURA E BIODIVERSITÀ	15
4.1	TECNICHE DI MONITORAGGIO	16
4.1.1	<i>Avifauna</i>	16
4.1.1.1	<i>Stima del parametro popolazione</i>	17
4.1.2	<i>Fauna marina</i>	17
4.1.2.1	<i>Stima del parametro popolazione</i>	18
4.2	PIANO DI CAMPIONAMENTO	18
4.2.1	<i>Carta degli habitat</i>	18
4.2.2	<i>L'area di indagine</i>	18
4.2.3	<i>Metodologia di indagine per i transetti su imbarcazione</i>	20
4.3	ELABORAZIONE INFORMAZIONI CARTOGRAFICHE	21
4.4	FREQUENZA	22
5	RUMORE A MARE	23
5.1	FREQUENZA	25
6	SINTESI ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	26

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, Dibenz(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene 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 **rilevi 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

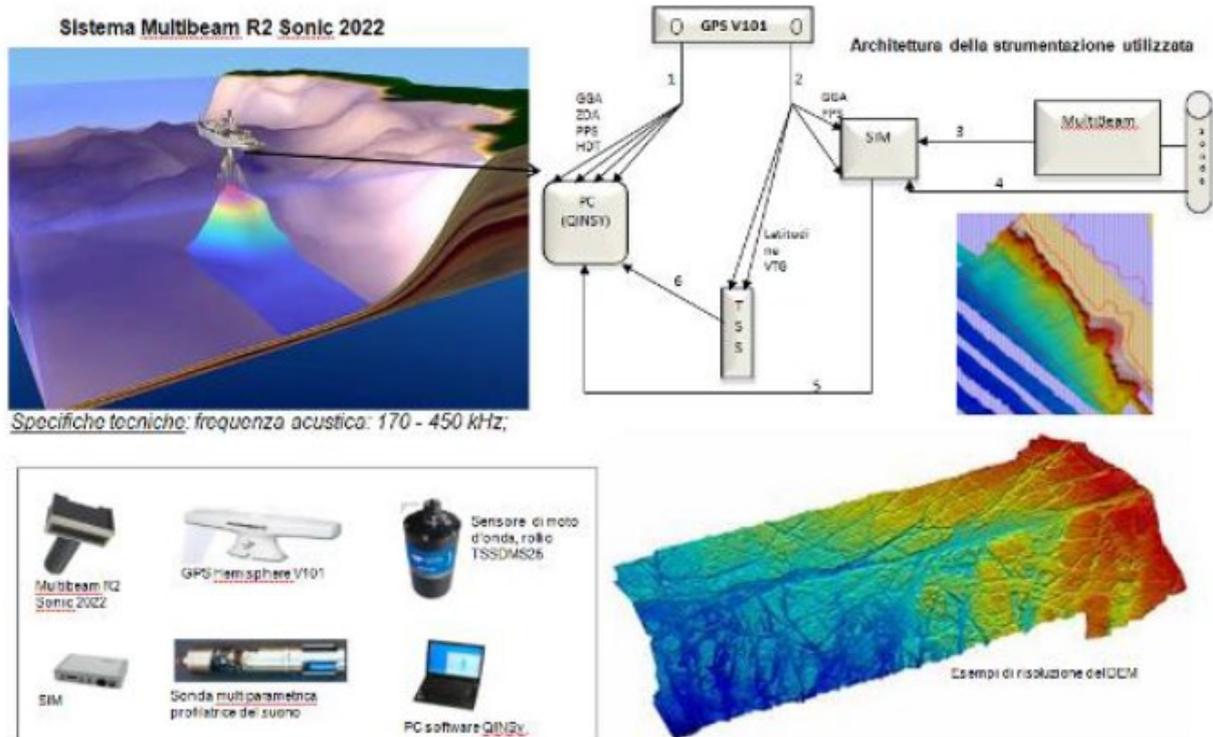
I rilevi Multibeam e Side Scan Sonar rappresentano una metodologia d’indagine inserita nell’ambito del Programma di monitoraggi previsti dalla Direttiva Quadro sulla strategia per l’ambiente marino 2008/56/CE (MSFD, Marine Strategy Framework Directive), entrata in vigore nel luglio del 2008.

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 angolazioni piuttosto che un singolo dato di profondità zenitale, quale il normale ecoscandaglio idrografico monofascio. Uno dei principali vantaggi della tecnologia multibeam è di indagare su una fascia di fondale che varia da 3 a 8 volte la profondità e permettere, pertanto, di rappresentare il fondale mediante modellazione tridimensionale.



Sistema Multibeam R2 Sonic 2022

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

Tale osservazione da remoto viene effettuata lungo tutto il tragitto del cavidotto dalla linea di costa sino all'area di impianto del parco eolico, al fine di evidenziare la presenza e l'estensione di biocenosi costiere di pregio quali praterie di fanerogame (*Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*) e/o biocostruzioni come fondali caratterizzati dalla presenza di nuclei di coralligeno, fondi a rodoliti o altre biocostruzioni costiere. Le operazioni di video rilievo sono effettuate anche nell'area di possibile impianto dei rotori eolici seguendo i confini dell'area di impianto e prevedendo n. 2 transetti video anche nella parte centrale e/o nelle aree ritenute di maggiore interesse dalle precedenti analisi geomorfologiche dei fondali.

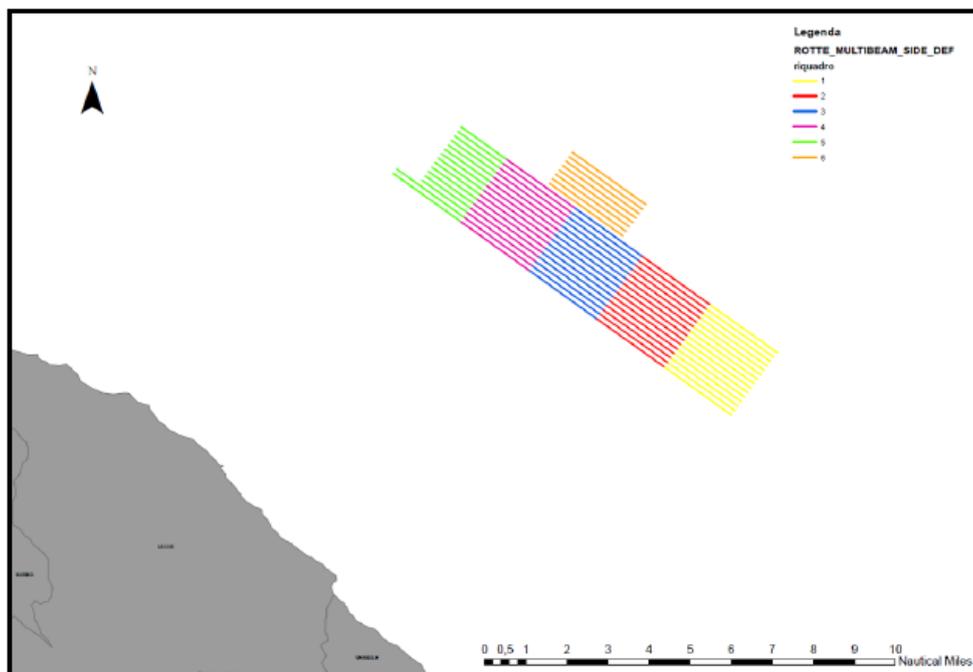
I video ROV vengono analizzati in laboratorio mediante programmi di gestione delle immagini e per le specie e/o biocenosi di maggiore interesse vengono effettuate delle indagini più accurate al fine di ottenere delle diagnosi specifiche al più basso livello possibile (attraverso l'utilizzo delle sole immagini) e /o valutare e pertanto stimare le estensioni delle biocenosi di maggiore interesse.

3.2.1.2 Caratterizzazione dei fondali

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

- Pianificazione della survey e definizione del piano rotte

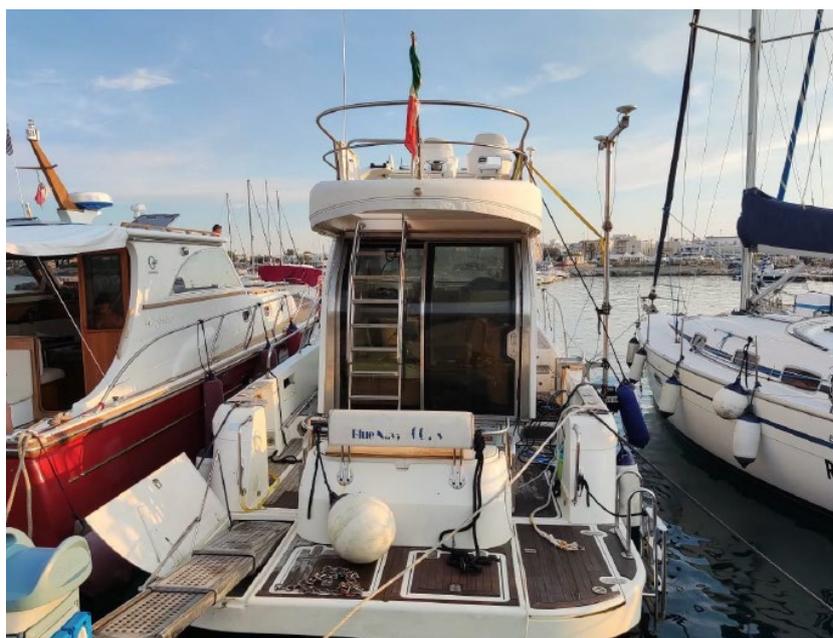
L'area di studio è stata suddivisa in rotte di navigazione. L'interasse delle rotte è stato stabilito in funzione alla profondità d'indagine e in modo da garantire una adeguata e funzionale copertura dei dati acquisiti da entrambi gli strumenti utilizzati nell'indagine.



Piano delle rotte

- Acquisizione in mare

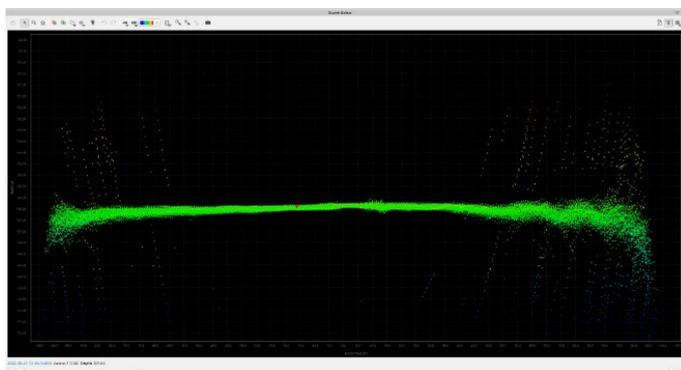
Per il rilievo è utilizzata un'imbarcazione predisposta e attrezzata ad effettuare indagini off shore, in grado di contenere e trasportare strumentazione tecnica.



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

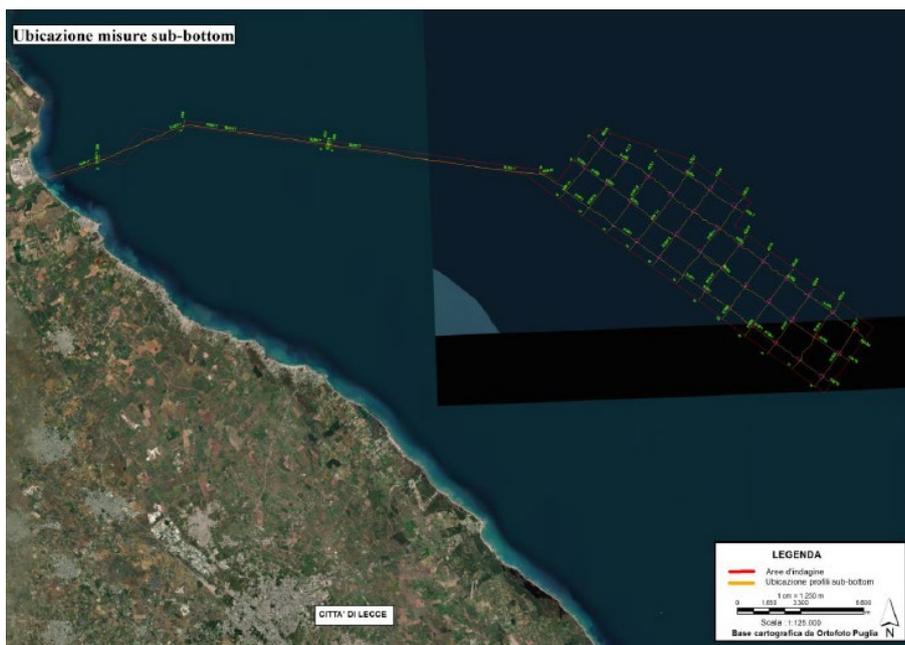
Questa fase consiste nella rilettura e caratterizzazione dei dati acquisiti

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

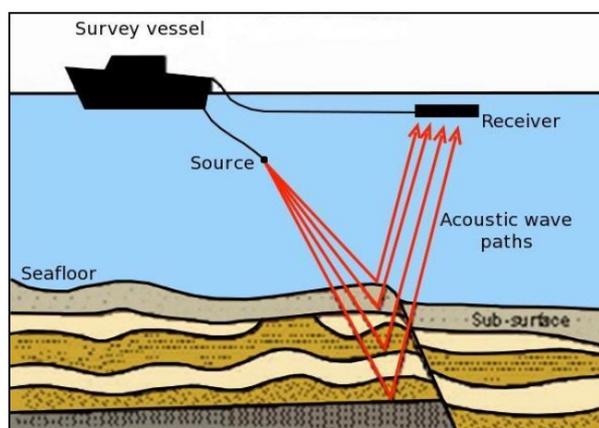


Ubicazione dei profili Sub Botton

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

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

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

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

Per la valutazione degli impatti relativi all'avifauna sarà applicato il metodo **Before-After Control Impact** (BACI), che resta uno dei migliori modelli di programma di monitoraggio dell'avifauna (Smokorowski & Randall, 2017) e di particolare efficacia nella valutazione degli impatti diretti e indiretti.

Il metodo viene applicato per cicli annuali attraverso uno sforzo di ricerca di notevole entità in maniera tale da garantirne la totale affidabilità. Sono previste numerose giornate di ricerca al fine di avere un universo di valori utili per l'elaborazione dati.

Inoltre, il modello BACI richiede che (prima dell'avvio del progetto) vengano raccolti dati di base, utilizzando una metodologia standardizzata, nell'area presumibilmente interessata dagli effetti del piano o del progetto. Utilizzando idealmente la stessa metodologia, saranno poi raccolti dati nell'area del piano o del progetto, quando l'effetto è misurabile (dopo la realizzazione). La sincronizzazione della raccolta dei dati nelle aree del piano o del progetto migliorerà la comparabilità. Analogamente alla raccolta dei dati di base, il monitoraggio sarà concepito utilizzando un approccio standardizzato alla raccolta dei dati e all'analisi statistica che sia adeguato alle specie in esame.

Le tecniche migliori per generare stime della densità di popolazione su piccole aree dell'ambiente marino sono i transetti lineari e i punti fissi da imbarcazione, progettati sull'area di studio in maniera tale da garantire un'indagine completa. La tecnica prevede il conteggio di tutti gli esemplari incontrati a una

distanza predefinita, coprendo efficacemente lunghi corridoi lineari su entrambi i lati dell'osservatore (Buckland et al. 2001).

Inoltre, nei periodi di migrazione attiva (tra marzo e maggio inoltrato per la migrazione primaverile e tra settembre e ottobre per la migrazione autunnale), sono state dedicate apposite giornate per il censimento da punti di osservazione individuati precedentemente, finalizzati alla conta diretta degli individui in volo (visual count).

In ordine ai risultati, gli studi riporteranno i seguenti dati:

- periodi e metodologia di campionamento;
- lista specie osservate;
- numero di contatti per punto per ogni uscita per ogni specie;
- indicazione ed analisi degli indici di abbondanza e stima della consistenza della popolazione;
- descrizione numerica delle altezze e delle direzioni di volo prevalenti delle singole specie.

È stato possibile poi descrivere le distribuzioni degli uccelli incontrati lungo il percorso dei transetti, solitamente in termini di incontri con uccelli per unità di area (ad esempio Km²). Per evitare incertezze causate da differenze specifiche nella probabilità di rilevamento con la distanza dall'osservatore, il transetto è suddiviso in strati di distanza più stretti (A = 0-50 m dall'imbarcazione, B = 50-100 m, C = 100-200 m, D = 200-300 m ed E > 300 m). Tutti gli uccelli entro 300 m perpendicolari al transetto sono conteggiati come "nel transetto".

Per evitare una sovrastima del numero di uccelli in volo, viene eseguita un'istantanea regolare di uccelli in volo sopra il transetto entro 300 m di distanza dall'imbarcazione (frequenza di istantanee a seconda della velocità dell'imbarcazione, Tasker et al. 1984).

4.1.1.1 Stima del parametro popolazione

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

4.1.2 Fauna marina

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).

4.2 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.

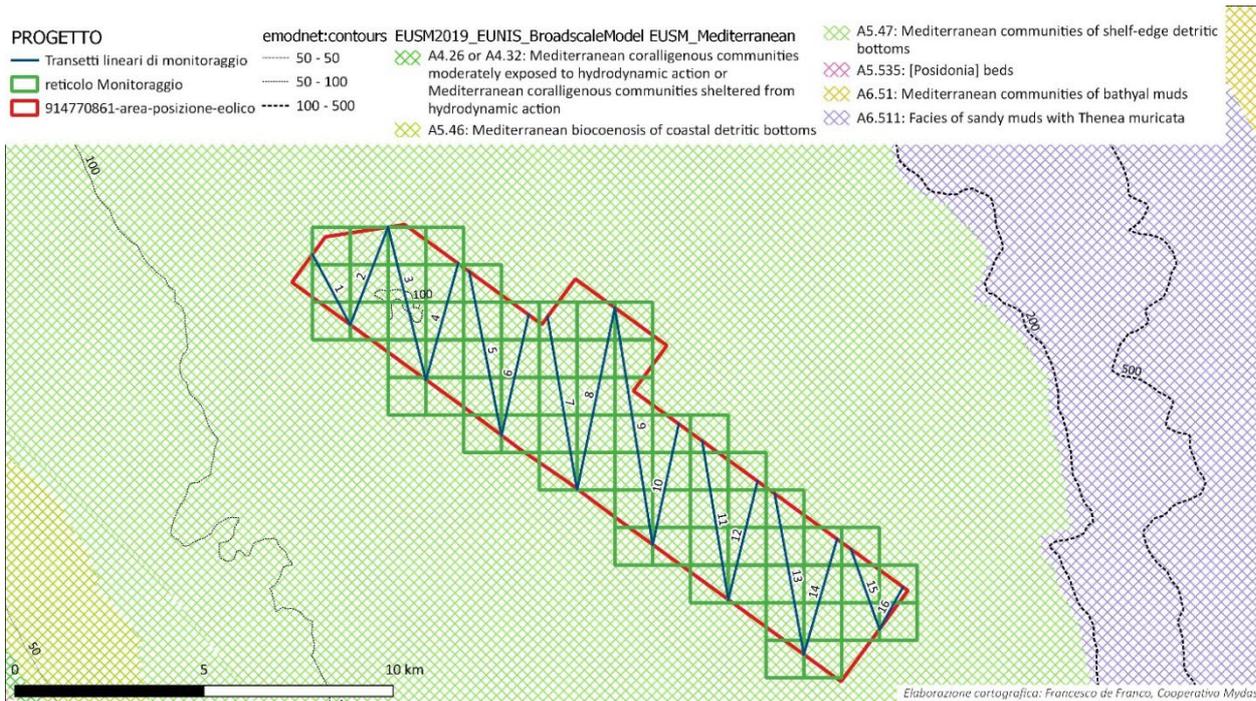
Nell'area di indagine è presente l'habitat marino *A5.47 - Mediterranean communities of shelf-edge detritic bottoms*, caratterizzato da fondali detritici con abbondanza di conchiglie morte, briozoi e scheletri di corallo.

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*.

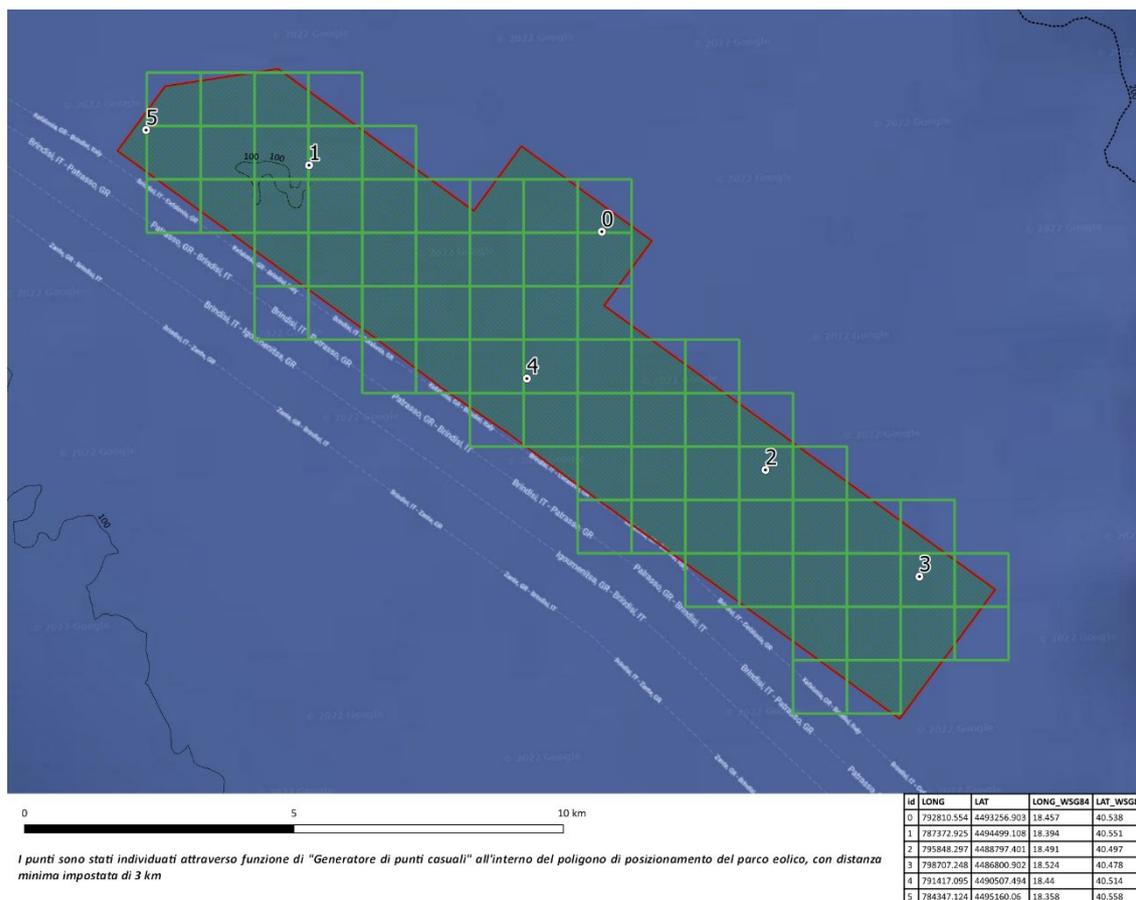
Attraverso la funzione di Generatori punti casuali, sono stati posizionati all'interno del poligono 6 punti con distanza minima impostata di 3 km.



Area di campionamento 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

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:

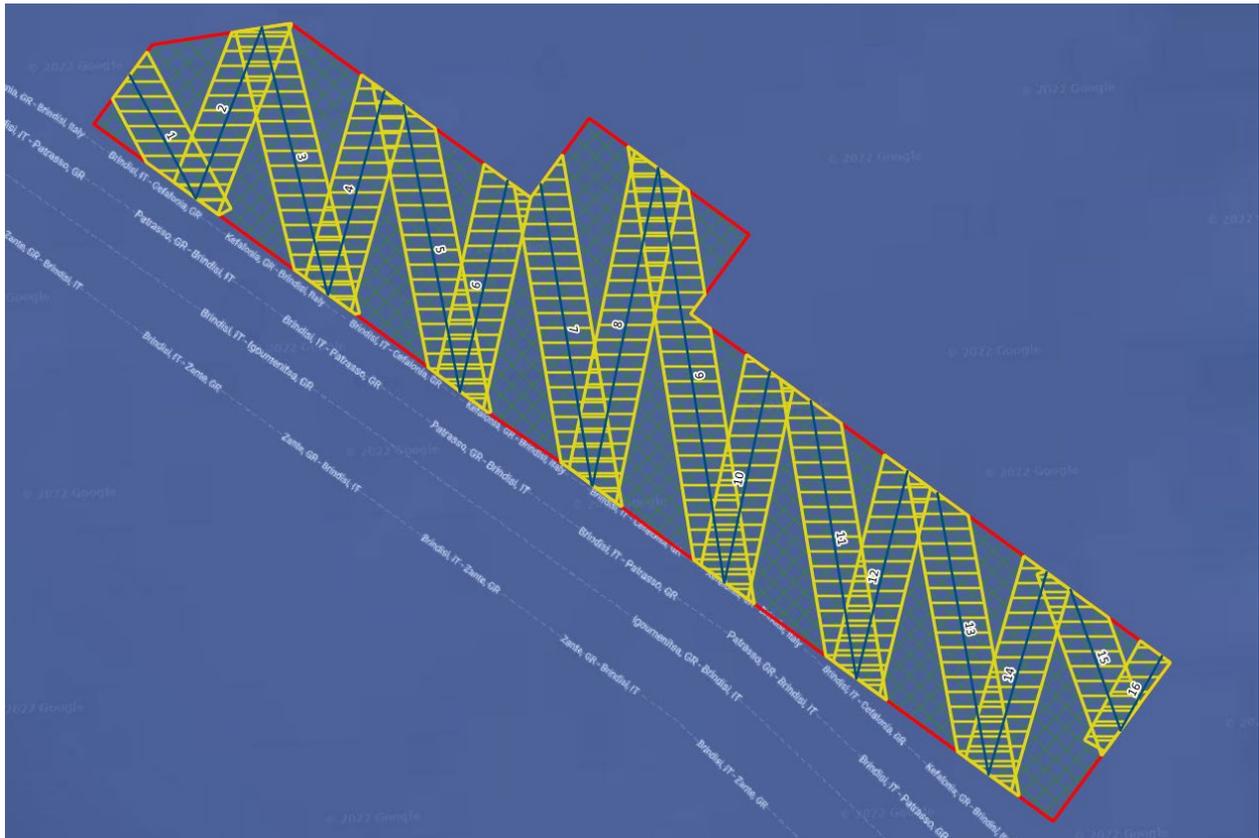
- 1) Per ottenere una corretta stima dell'abbondanza di popolazione, bisogna conteggiare tutti gli animali che si avvistano lungo il transetto (L) o dal punto (K); gli animali non conteggiati restituiscono una stima distorta di D (densità). La funzione di contattabilità (detection function) $g(0) = 1$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

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. Detta attività di monitoraggio 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.

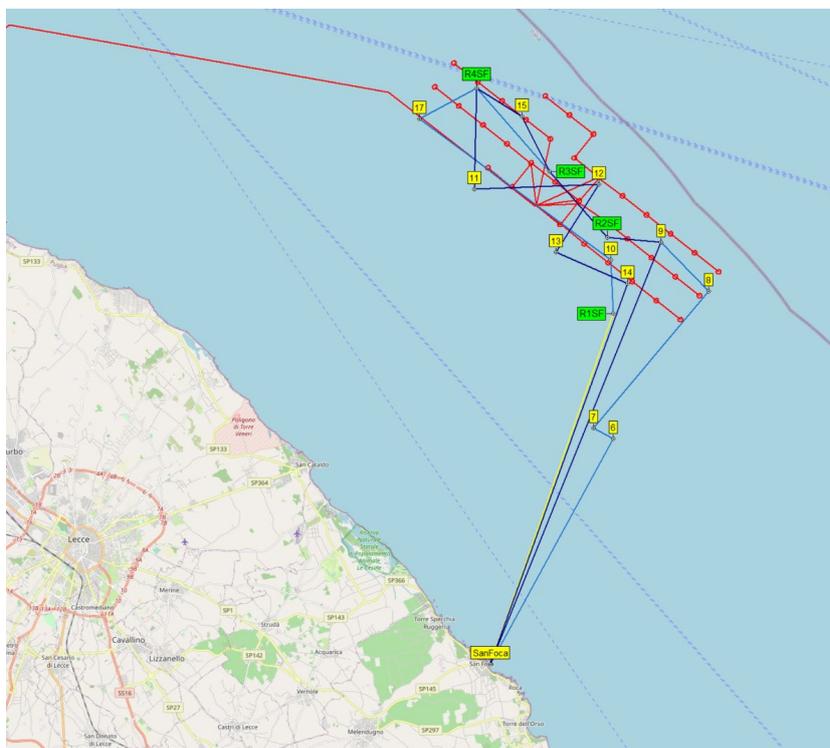
Per quanto riguarda l'**avifauna**, in corso d'opera, il monitoraggio coprirà tutta la fase di installazione degli aerogeneratori e posa degli elettrodotti offshore. Nella fase post operam, la durata deve consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine, ovvero le osservazioni saranno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

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.



*Mapa 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.

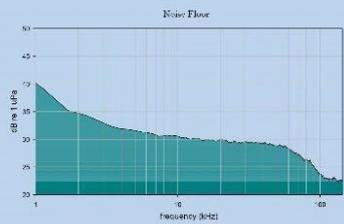
In particolare, per le sessioni di registrazione, vengono impiegati registratori calibrati di due tipi:

- **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 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 registratori con ciclo recupero/rideposizione ogni tre mesi circa per tutta la durata delle attività.

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

6 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 (Monitoraggio in continuo di alcuni parametri a scopo di ricerca e divulgazione)	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	Quadrimestrale per 5 anni in differenti condizioni meteo	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	Per un periodo di almeno 12 mesi con ciclo recupero/rideposizione ogni tre mesi	Sessione di registrazione di almeno 24 ore in 4 punti