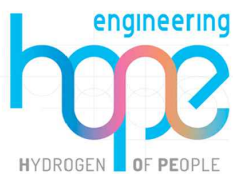


PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
 PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
 NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - NEMETUN ISLAND
 63 WTG – 945 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progettazione e Studio di Impatto Ambientale



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



Supervisione scientifica




SIA.ES STUDI SPECIALISTICI

ES.2.1 Indagini acustiche offshore

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	02/24	1° emissione




Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 1
		REV: 01b	Pagine totali:

Relazione tecnica sulla valutazione dell'impatto acustico marino

Premessa.

Il presente studio, avente per oggetto la definizione della baseline acustica e la valutazione di impatto dell'opera, è successivo e collegato a quelli già svolti nell'area al largo di Lecce e Bari. I tre siti non sono contigui ma distano qualche decina di miglia uno dall'altro. Dal punto di vista acustico possono però considerarsi omogenei. Il contesto operativo e la scelta della strumentazione acustica sono pressoché identici, per garantire confrontabilità e continuità interpretativa dei risultati. Differente solo il sistema di deposizione dei registratori. In questo caso sono stati lasciati derivare in tutta l'area sfruttando la corrente Nordovest – Sudest parallela alla costa e con buona approssimazione parallela alla direttrice più lunga del campo Nemetun Island. Ogni registratore era dotato di galleggiante con bandierina, luce e riflettore radar a norma, nonché trasmettitore satellitare. Quest'ultimo, fissato alla bandierina, stagno e dotato di batteria, trasmette periodicamente (intervallo temporale di circa 50 minuti) la sua posizione appoggiandosi alla rete Globalstar. La stessa è ricevuta e visualizzata da un apposito ricevitore satellitare che non necessita di altre connessioni (es. rete cellulare) ed è quindi in grado di operare ovunque (Figura 11 in calce al presente documento). Tramite i dati ricevuti, i registratori sono stati recuperati a fine periodo. La deposizione è avvenuta lungo il lato Nordovest dell'area da monitorare e il successivo recupero, dopo 24 ore, a Sudest della stessa (figura 10 in calce al documento). Nella figura seguente è riportata invece l'area del campo Nemetun Island e, come riferimento, quella del campo già caratterizzato precedentemente (Barium Bay), con l'indicazione delle batimetrie.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: <p style="text-align: center;">2</p>
		REV: <p style="text-align: center;">01b</p>

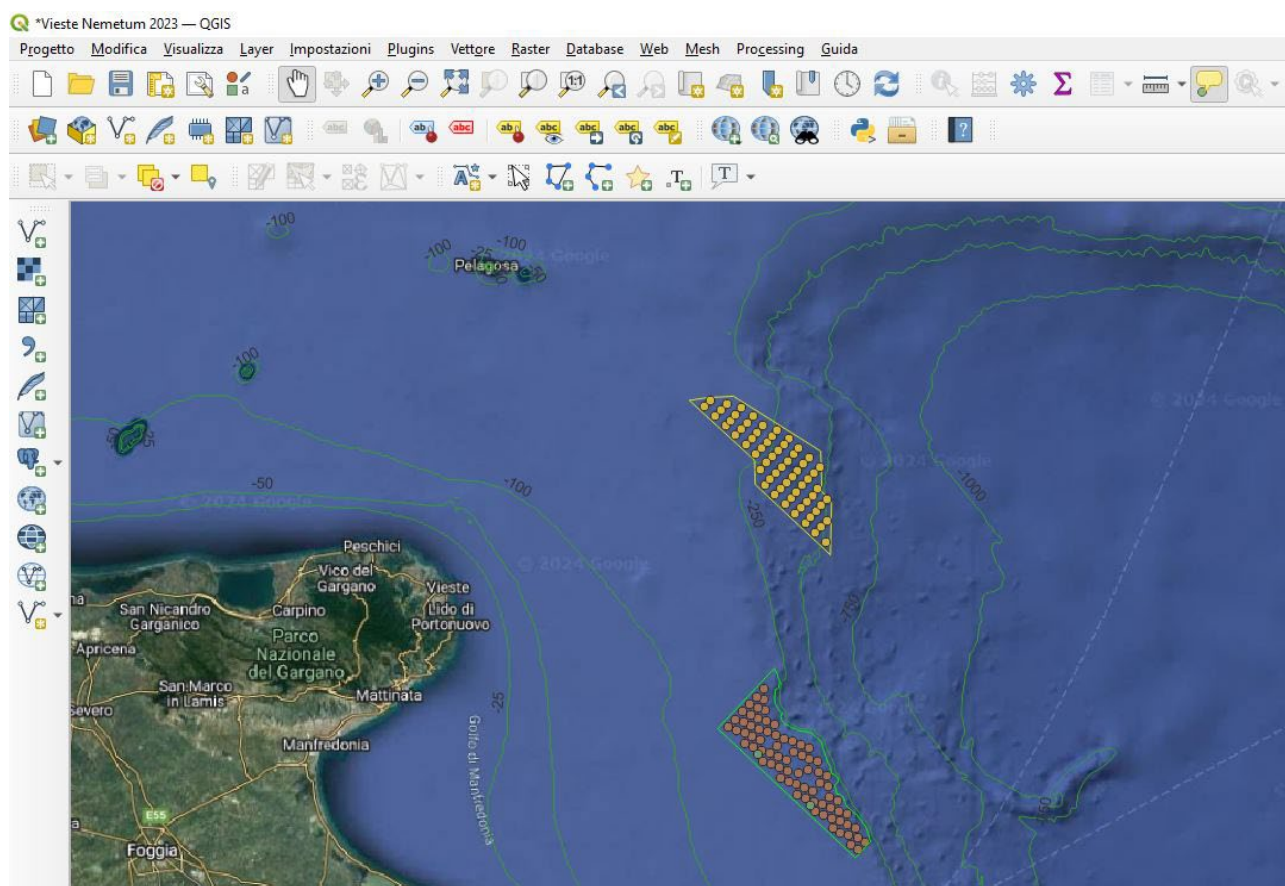



Figura 1. Area di studio e posizione registratori acustici. Il campo oggetto di studio è quello nel settore Nord.

1. Introduzione

Con l'adozione, nel 2008 e successive revisioni, del testo della Marine Strategy Framework Directive (MSFD; https://ec.europa.eu/environment/marine/eu-coast-and-marine-policy/marine-strategy-framework-directive/index_en.htm), la Comunità Europea ha regolamentato l'introduzione di **rumore sottomarino** includendolo fra le forme di **inquinamento di origine antropica**.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 3
		REV: 01b	Pagine totali:

La maggior parte delle installazioni industriali in mare, e più in generale le attività che comportano utilizzi di aree marine da parte dell'uomo inclusa la semplice navigazione, porta un innalzamento dei livelli di rumore presenti nell'ambiente.


Il comfort acustico, che è determinato dai livelli di rumore (intensità), dalla distribuzione in frequenza e dalla distribuzione temporale del rumore stesso, è una delle caratteristiche che influenzano significativamente la qualità della vita in un determinato ambiente, a maggior ragione per animali che utilizzano i suoni per svolgere alcuni compiti fondamentali come la caccia, la socialità e l'orientamento.

A questo va aggiunto che le diverse intensità riscontrate, alle diverse frequenze, vanno valutate e pesate secondo le sensibilità conosciute delle specie target presenti nell'area di studio. Le specie target sono in genere le specie più sensibili e/o quelle a maggior rischio. Attualmente i valori generalmente accettati dalla comunità scientifica in tema di esposizione al rumore sono riassunti nei lavori che saranno qui presi a riferimento per i mammiferi marini: NMFS, 2018 (<https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-05/TECHMEMOGuidance508.pdf>); Southall et al., 2019; per le tartarughe marine: Popper et al., 2014. Lo studio che qui è documentato è stato condotto anche tenendo conto di quanto indicato nelle linee guida ISPRA 2011 - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Il CIBRA - Centro Interdisciplinare di Bioacustica e Ricerca Ambientale (Università di Pavia) e NAUTA ricerca e consulenza scientifica s.r.l., incaricate dello studio in oggetto, collaborano nel settore della ricerca acustica subacquea da decenni. L'esperienza maturata nel settore garantisce standard qualitativi riconosciuti a livello internazionale. Oltre a ricerca di base su acustica e bioacustica subacquea, CIBRA e NAUTA hanno collaborato, e stanno attivamente collaborando, con enti civili (istituzioni, industria, accademia) e militari per la caratterizzazione del rumore subacqueo di origine antropica, lo studio del suo possibile impatto e della sua conseguente mitigazione.

Per quanto sia oggi relativamente facile reperire sistemi di raccolta e registrazione dei segnali acustici subacquei, la complessa dinamica e le caratteristiche del suono al di sotto della superficie del mare rendono il compito di documentare e descrivere i suoni sott'acqua estremamente delicato. Ancor più se il segnale raccolto deve essere utilizzato per estrarre misure di rumore univoche, come in questo caso. Anche in tema di analisi dei dati è necessaria una solida esperienza fondamentale per eseguire corrette misure di livelli e individuare e interpretare i segnali biologici.

Le uscite in mare per la raccolta dei dati nel lavoro qui illustrato sono state svolte a bordo di gommone d'altura in grado di garantire tempi di spostamento da e verso l'area di operazioni relativamente ridotti.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 4
		REV: 01b	Pagine totali:

Il porto base per la gestione delle operazioni è stato quello di Vieste. La campagna di misure si è svolta nel mese di dicembre 2023.

2. Baseline acustica, materiali e metodi

Fondamentale e propedeutica a qualsiasi valutazione di impatto è la conoscenza della baseline acustica esistente. Come nei precedenti studi, la caratterizzazione acustica evidenzia nello stesso tempo il rumore ambiente (naturale e antropico) e l'eventuale presenza di segnali di origine biologica. Durante gli spostamenti da e per i siti di monitoraggio acustico è stata svolta attività di avvistamento, i cui risultati sono riportati nella sezione dedicata. Sia i dati acustici che le osservazioni in superficie concorrono a evidenziare le caratteristiche dell'area, e permettono di definire e prevedere le componenti del rumore presente e futuro (associato al campo eolico) per bande di frequenza, sovrapponendole poi con quelle utilizzate in natura, dalle specie presenti, per una corretta valutazione di impatto.


Strumentazione acustica

La scelta del setup strumentale, per quanto riguarda il sistema di deposizione, è stata eseguita conformemente alle caratteristiche dell'ambiente oggetto di studio. Profondità, correnti e il tipo di fondale influenzano infatti la scelta del setup più adatto, insieme ad altri parametri tipo durata della deposizione, traffico navale, pesca ecc. Data la necessità di eseguire misure calibrate rappresentative dell'intensità del rumore presente, è fondamentale evitare qualsiasi tipo di interferenza acustica eventualmente generata dal sistema di deposizione, dall'ancoraggio e dall'imbarcazione di servizio. Per la campagna in oggetto si è scelto di utilizzare gli stessi registratori acustici autonomi già utilizzati e descritti più avanti, sfruttando la corrente favorevole a coprire, in un arco di 24 ore, l'intera area.

Il programma ha previsto la raccolta di una sessione di registrazione di 24 ore coprendo, con 4 registratori, l'intera area di studio.

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

Le sessioni di registrazione sono stato state eseguite tramite registratori uRec384k.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: <p style="text-align: center;">5</p>
		REV: <p style="text-align: center;">01b</p>

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 Dodotronica, 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.



Figura 2. Scheda uRec384k

Al termine di ogni sessione di registrazione, i registratori sono stati recuperati e i dati immediatamente scaricati. I file risultanti, in formato .wav lineare non compresso, sono stati successivamente analizzati in laboratorio. Un totale di cento ore circa è stato analizzato in laboratorio.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 6
		REV: 01b	Pagine totali:

3. Analisi acustica. Risultati.

Analisi acustica qualitativa

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

Il primo passo è stato quello qualitativo, per avere una visione d'insieme del panorama acustico subacqueo rilevato. Le registrazioni sono state visualizzate in spettrogrammi utilizzando il software SEAprò (<http://www-9.unipv.it/cibra/seapro.html>), sviluppato da Gianni Pavan presso il CIBRA e una sua seconda versione specifica che permette di creare spettri compatti.

Grazie a questa funzione di SEAprò, è possibile "impacchettare" su un unico spettrogramma, in un'unica videata, intervalli di tempo lunghi anche più ore, a seconda dei parametri impostati. Questo permette di evidenziare rapidamente "macroeventi" come il passaggio di una nave nelle vicinanze, ma anche di far emergere, al verificarsi delle adeguate condizioni (es. rapporto segnale rumore) serie di click di delfini nel contesto acusticamente complesso che caratterizza queste registrazioni. Come nelle altre aree, è costante la presenza di click attribuibili alla presenza di Alfeidi (snapping shrimps). La maggior parte di questi segnali si è rilevata nell'area Ovest, dove la profondità dell'acqua è minore, inferiore ai 200 metri. Questi crostacei, infatti, prediligono acque con profondità fino a trecento metri circa.


Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: <p style="text-align: center;">7</p>
		REV: <p style="text-align: center;">01b</p>
		Pagine totali:



Figura 3. Alpheus glaber

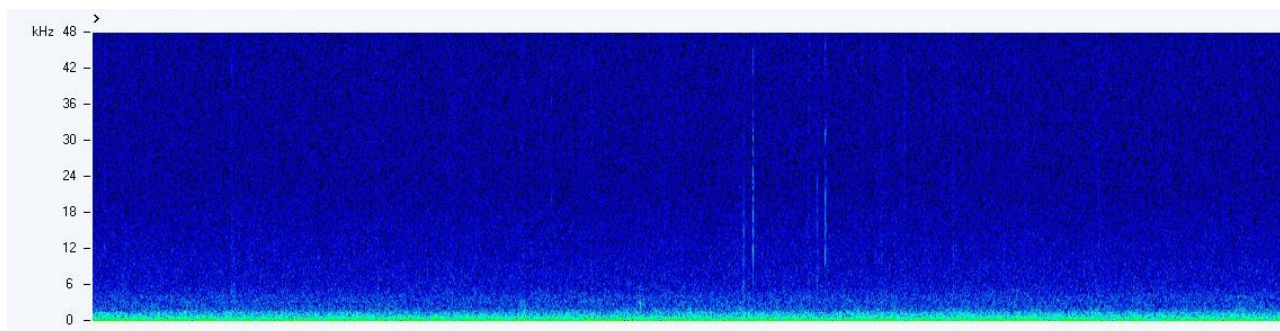



Figura 4. Click di Alpheus glaber (linee chiare verticali), in cui si nota la riflessione dalla superficie

Nella figura soprastante è riportato il dettaglio di due click di alfeidi registrati nella zona Ovest dell'area. Si noti come spesso il click diretto è accompagnato dall'eco riflesso dalla superficie.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 8
		REV: 01b

Il “rumore” generato da questi piccoli crostacei costituisce una componente non trascurabile del panorama acustico subacqueo nelle acque costiere italiane soprattutto alle frequenze medio alte, rendendo molto difficile evidenziare i click di ecolocalizzazione distintivi dei delfini quando non ben definiti o intensi.

Durante le operazioni di trasferimento da e per l'area sono stati incontrati delfini appartenenti alla specie *Tursiops truncatus* (tursiopi) in presenza di pescherecci, come è molto frequente osservare. Questi animali infatti sfruttano l'attività di pesca per alimentarsi e di conseguenza sono spesso visti a seguito dei pescherecci. Nonostante i contatti visivi, nessun segnale acustico (click o fischi) è stato rilevato. Si ribadisce che per rilevare i segnali di questi animali, visto il contesto acustico (presenza costante di click di alfeidi), il rapporto segnale rumore deve essere più che favorevole, e gli animali devono quindi passare nelle immediate vicinanze del registratore. In figura seguente è possibile notare, come nelle altre aree caratterizzate, la massiccia presenza di alfeidi. In questo contesto, il segnale dei delfini, per essere apprezzabile, e come sopra esposto, deve essere molto intenso. Non si esclude quindi la presenza dei loro segnali, se pur deboli.

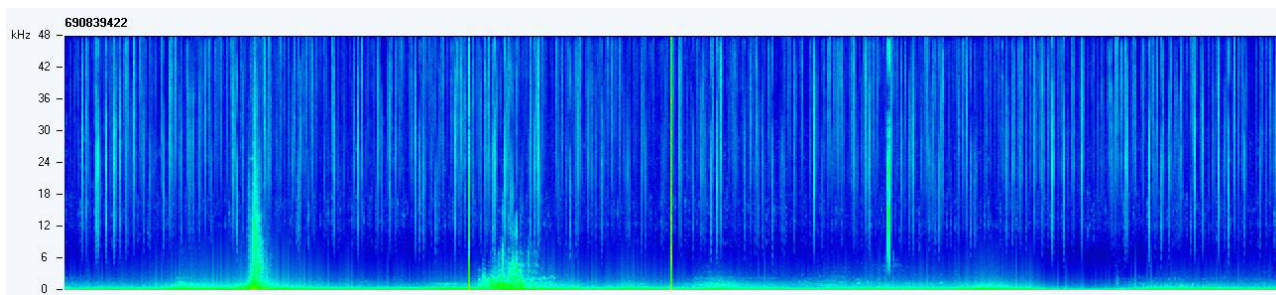



Figura 5. Spettro compresso della durata di 6 ore. I due picchi nella prima metà dell'immagine sono relativi al passaggio di imbarcazioni. La seconda, di maggior durata, è verosimilmente dovuta a un peschereccio in traino della rete.

In figura 5 è rappresentato il dettaglio di sei ore di registrazione estratte dal totale e rappresentative dell'andamento generale dell'area; sono presenti solo due eventi acustici di rilievo, ma è possibile notare una fluttuazione quasi costante della banda chiara a piede figura. Ciò significa energia alle basse frequenze. Per meglio apprezzare la stessa, in figura 6 è riportato in dettaglio un grafico, della durata di 2.5 ore, con un evento (peschereccio) e una situazione di relativo silenzio, che ben rappresentano l'andamento generale delle 24 ore, con alternanza appunto fra passaggi di imbarcazioni e “quiete”. La scala delle frequenze è in terzi d'ottava. Questo permette di fare uno zoom sulle basse frequenze e meglio

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 9
		REV: 01b

apprezzarne l'apporto rispetto allo spettrogramma in figura 5. In sostanza, il secondo spettrogramma in figura 6 costituisce uno zoom sulla fascia poco visibile altrimenti e rappresentativa dell'apporto di rumore del traffico navale.

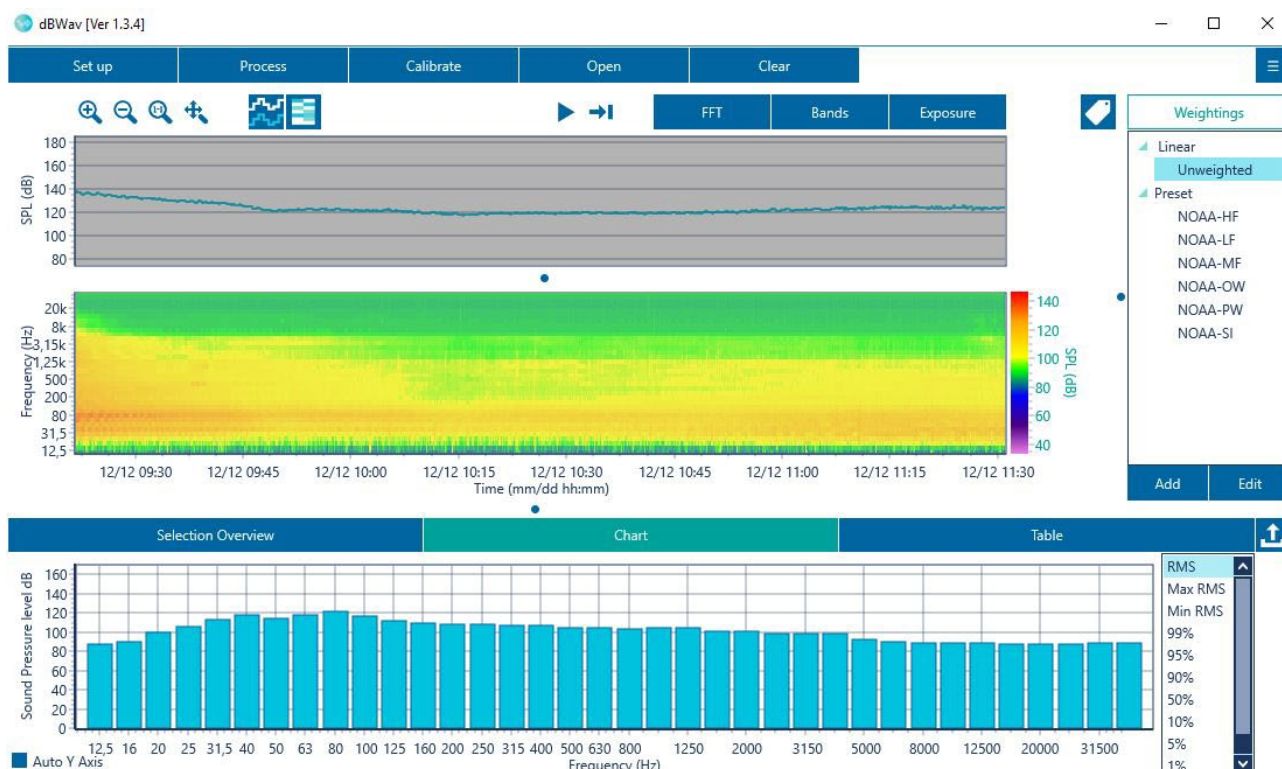



Figura 6. Passaggio di un peschereccio (inizio file a dx) e relativo silenzio. Scala delle frequenze in terzi d'ottava.

Si può chiaramente vedere come in questa differente rappresentazione l'energia risulti molto più evidente e come essa sia concentrata alle basse frequenze, ma abbia anche una componente fino a frequenze più alte. Questo è dovuto al fatto che, oltre alla componente di rumore antropico che verrà descritto più avanti, è presente anche rumore meteo. Le condizioni meteorologiche durante le registrazioni, infatti, non sono state ottimali. Il grafico a bande in terzi d'ottava a piede figura 6, comunque, aiuta a discriminare le diverse componenti. Si vede l'aumento dell'energia nella zona 40 – 100 Hz (traffico navale distante) e un mantenimento della stessa fino a circa 1 kHz (componente meteo). Questo in accordo con le curve di Wenz riportate in figura 7.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 10
		REV: 01b

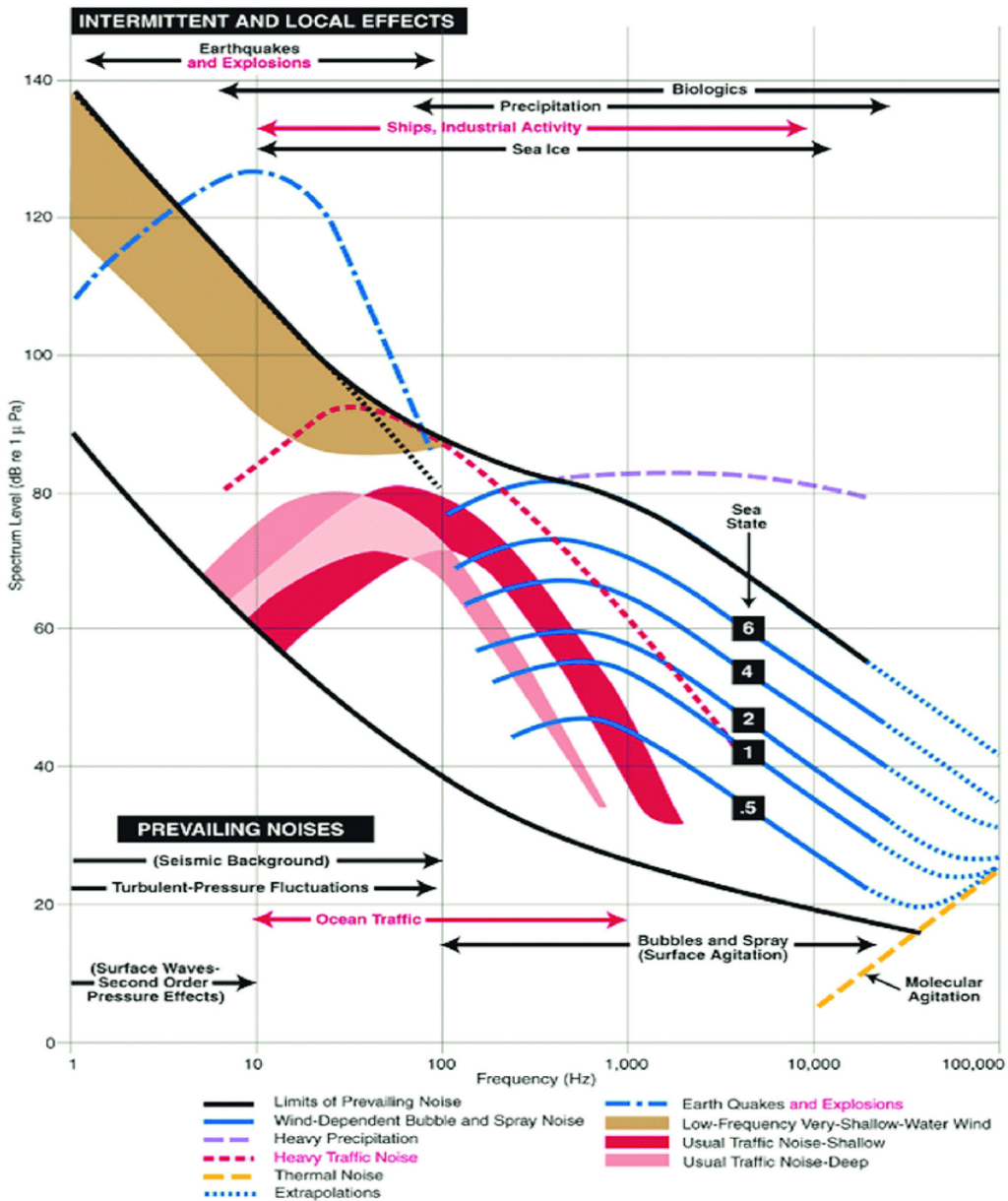



Figura 7. Curve di Wenz, modificato.

Questo andamento del rumore, per riassumere, è così distribuito: banda a bassa frequenza (40-120Hz), dovuto all'apporto di rumore antropico, legato al traffico navale, proveniente dal

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: <p style="text-align: center;">11</p>
		REV: <p style="text-align: center;">01b</p>

“corridoio” situato a qualche miglio di distanza. Rumore a frequenza maggiore (1 kHz circa) dovuto all’apporto del meteo (vento e relative onde).

La figura che segue è una rappresentazione dove l’immagine di base è quella dell’area di studio, con batimetrie, confini del campo eolico proposto e caratteristiche geografiche. Sovrapposta a questa è stata messa l’immagine tratta dal sito Marinetraffic.com. Essa illustra, con un indice di colore, il traffico cumulato nel 2023 nella zona in cui si dovrà realizzare l’impianto. Risulta evidente come il futuro campo eolico si trovi a qualche miglio di distanza da un’area di transito importante.

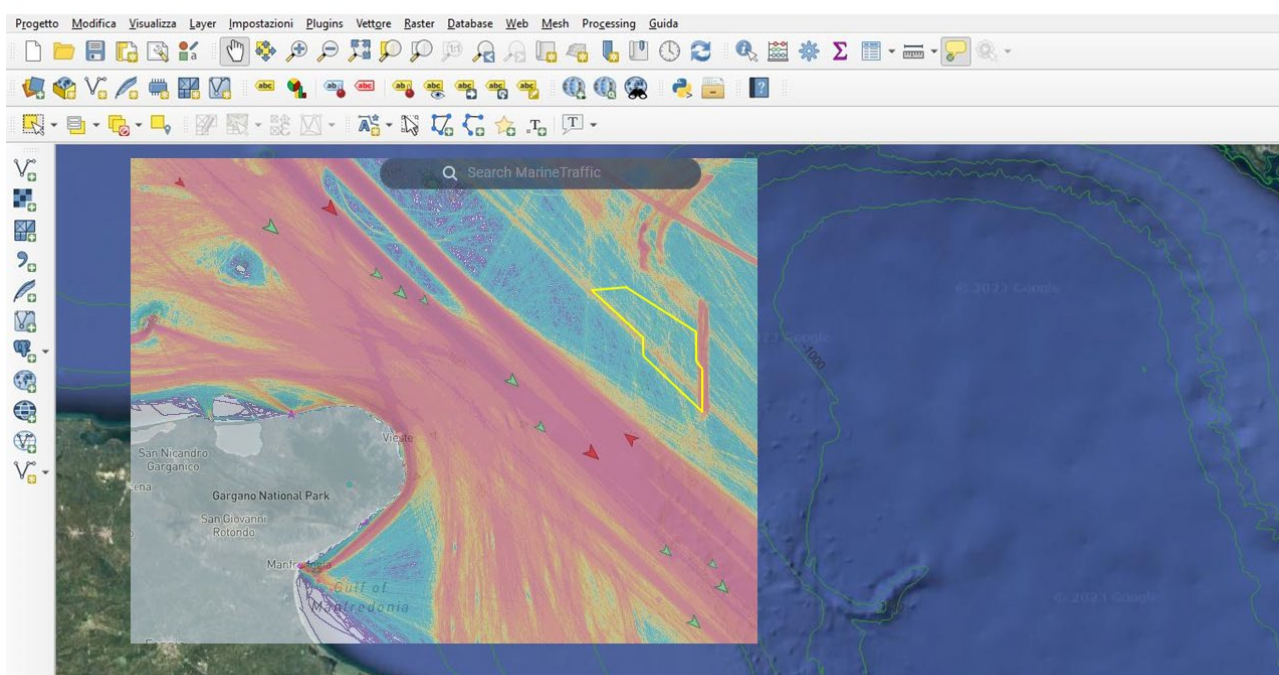



Figura 8. Estratto da Marinetraffic.com. Mappa cumulativa del traffico del 2023. In rosso le aree più trafficate, in giallo l’area di studio.

I dati sopra discussi concordano quindi con quanto visibile in figura 8. L’area studiata riceve una componente LF (Low Frequency) dal vicino corridoio di traffico, anche se non ne è direttamente attraversata. Il rumore a bassa frequenza, infatti, si trasmette per lunghe

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 12
		REV: 01b

distanze ed è esattamente concentrato nella banda evidenziata in figura 6 e schematizzata in figura 7.

Per completezza e per introdurre la caratterizzazione del rumore in termini di “quantità di esposizione nelle 24 ore”, meglio conosciuto con l’acronimo inglese SEL (Sound Exposure Level), sotto è riportato lo stesso grafico di figura 6 ma con “pesatura” MF (Mid Frequency) del NOAA (National Oceans and Atmosphere Administration, USA), di cui la specie più frequente nell’area, i tursiopi, fanno parte. In pratica, la pesatura MF tiene in maggior considerazione le frequenze percepite dagli animali in oggetto.

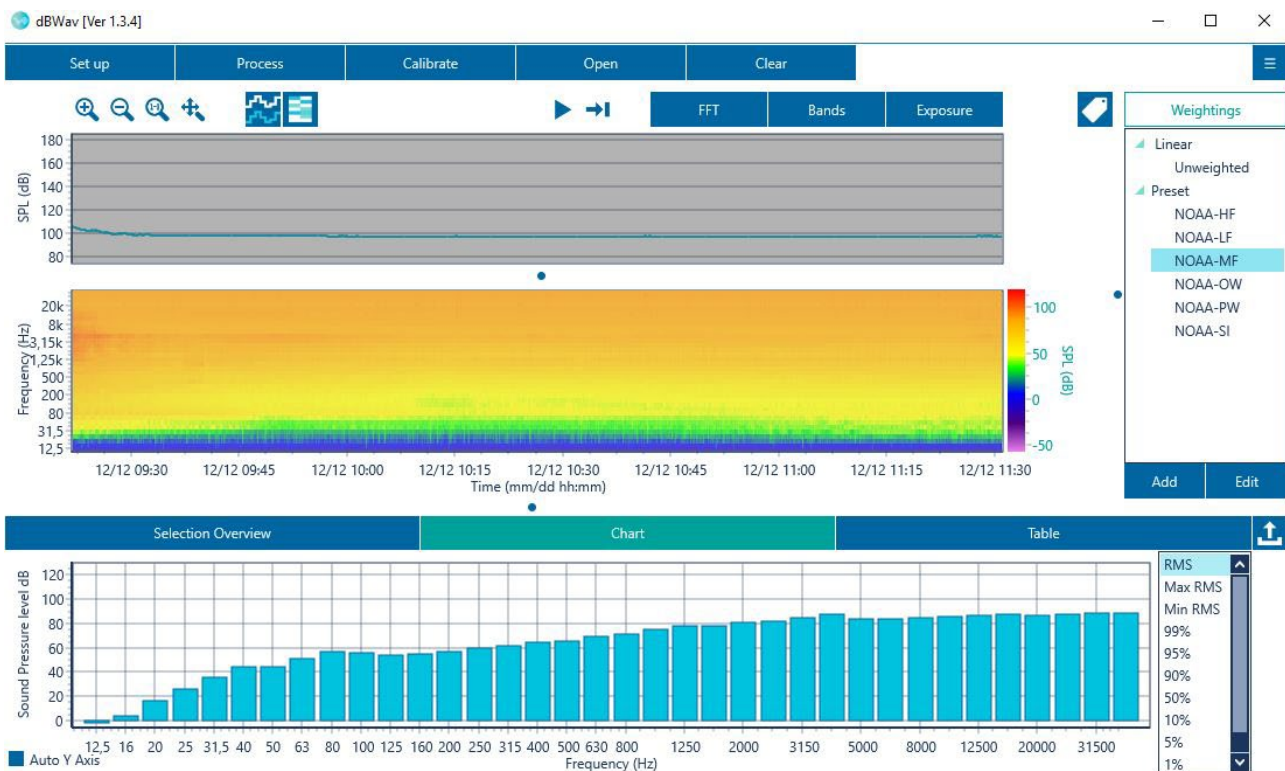



Figura 9. Caratterizzazione acustica dello stesso file rappresentativo di figura 6 ma con pesatura MF.

I due grafici quindi (figura 6 e figura 9), rappresentano esattamente la stessa registrazione ma il primo non è “pesato”, e cioè illustra la distribuzione dell’energia fisica, il secondo invece ne esalta le componenti percepite ed effettivamente udibili dai delfini.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 13
		REV: 01b	Pagine totali:

Analisi acustica quantitativa

Questo tipo di analisi si occupa di descrivere quanto registrato dal punto di vista dell'intensità e della sua distribuzione in frequenza secondo parametri di misura condivisi in letteratura e riportati anche nelle Linee Guida ISPRA del 2011.

Per l'analisi è stato utilizzato principalmente il software dBWav -

(<https://au.marshallday.com/innovation/software/dbwav/>)

Le immagini di riferimento sono le stesse delle figure 6 e 9, già descritte per la loro componente qualitativa. Dal punto quantitativo, la zona è risultata molto più omogenea delle altre studiate, nella finestra temporale analizzata, in quanto non è direttamente attraversata dalla maggior parte del traffico navale. I valori, infatti, non hanno visto variazioni significative, tranne in concomitanza di isolati passaggi di imbarcazioni in vicinanza del registratore, come quello visibile in figura 5 e 6 (inizio file). I valori rappresentativi calcolati sul totale delle registrazioni risultano quindi essere i seguenti.


Tabella 1.

RMS dB	RMS dB max	RMS dB min	SEL dB MF
126.3	148.6	117.5	136.6

Nella tabella seguente sono invece riportati, a titolo di approfondimento, i valori corrispondenti all'analisi di blocchi di registrazioni di sei ore ciascuno. I periodi rappresentati sono dalle ore 12 alle 18 e dalle 00 alle 06. Il numero del registratore ne indica la posizione: 1 quello più a Nord, 4 quello più a Sud. Le differenze, minime fra i registratori, dipendono in principale misura dai passaggi navali registrati nel periodo riportato e non a differenze sostanziali.

Tabella 2.

RMS dB	RMS dB max	RMS dB min
Rec 1		
126,7	148,6	124,3
123,2	126,6	121,2
Rec 2		
121,3	123	120,7
119,2	120,7	117,5
Rec 3		
126,4	130,3	118,5

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 14
		REV: 01b	Pagine totali:

121,5	126,9	118,5
Rec 4		
125,2	125,4	121,5
125,2	134,1	117,7
MEDIANA		
124,2	126,7	119,6


4 Discussione e proposta di sviluppo.

L'area monitorata si discosta solo in parte dall'andamento delle altre due monitorate in precedenza. Il rumore antropico, di provenienza da traffico navale, è infatti pesantemente presente. La differenza è che, nel periodo monitorato, ha mostrato un andamento costante, non essendoci stati passaggi di navi nelle vicinanze dei registratori. Anche in questo caso si ribadisce che particolare attenzione verrà dedicata al rilevamento e studio di eventuali rumori associati ai sistemi di ormeggio ancora in fase di descrizione.

Di nuovo, si ribadisce che, in questo contesto ampiamente compromesso sotto il punto di vista acustico, l'apporto del campo eolico in fase operativa è verosimilmente trascurabile. Questa affermazione, che sarà soggetta a verifica come spiegato più avanti, si basa su quanto riportato in bibliografia e in particolare in Tougaard, 2020.

Il modello di previsione dell'impatto acustico dell'opera ha comportato, a livello di impostazione, alcune difficoltà. Le conoscenze e le misure associate ai campi eolici galleggianti e le relative misurazioni in campo sono infatti ancora lacunose, data la relativamente giovane età di tale tipo di installazione con questi valori di potenza per il Mediterraneo. La tecnologia nel settore avanza rapidamente, e le turbine in programma di messa in opera in questo progetto sono al momento solo in fase di prototipo. I dati di riferimento per l'esecuzione del modello derivano quindi da misure effettuate in installazioni simili e scalate in termini di potenza e numero di torri. Questa assunzione, unica via al momento percorribile, potrebbe non essere del tutto corrispondente alla realtà.

Consci di questo limite, e al fine di promuovere una più accurata valutazione delle installazioni future, sarà cura del proponente di condurre una campagna di monitoraggio acustico estesa nell'area del futuro campo eolico. Verranno effettuate misurazioni secondo uno schema di campionamento che copra le 24 ore, con campionamento rappresentativo, in tutte le fasi di realizzazione e funzionamento dell'impianto. I rilievi avverranno quindi in corrispondenza della fase di drilling o pile driving per le fondazioni degli ancoraggi, le fasi di

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 15
		REV: 01b	Pagine totali:

installazione degli stessi, il posizionamento delle torri e la loro fase operativa per un periodo di almeno 12 mesi di normale funzionamento.

Lo scopo di questo studio sarà molteplice. Innanzi tutto, la verifica in campo di quanto previsto in sede di modello. In secondo luogo, la creazione di una baseline acustica di tutte le fasi di costruzione e operative, che verranno prontamente pubblicate in modo da fornire a future installazioni un riferimento reale di questa tipologia di impianti. In particolare, verranno verificati alcuni rumori “transienti” che potrebbero essere legati ai diversi sistemi di ancoraggio e sui quali la bibliografia è ancora incompleta. Oltre a questo, lo studio si prefigge di monitorare l'andamento del rumore nell'area, dal momento che il traffico navale sarà parzialmente deviato.


Ultimo, ma non in ordine di importanza, verrà prestata particolare attenzione a un eventuale arricchimento della biodiversità presente, a seguito dell'effetto “barriera artificiale” e di un conseguente utilizzo dell'area da parte di mammiferi marini per alimentazione.

Documento redatto a cura di

Claudio Fossati

Giovanni Caltavuturo

Michele Manghi

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 16
		REV: 01b
		Pagine totali:

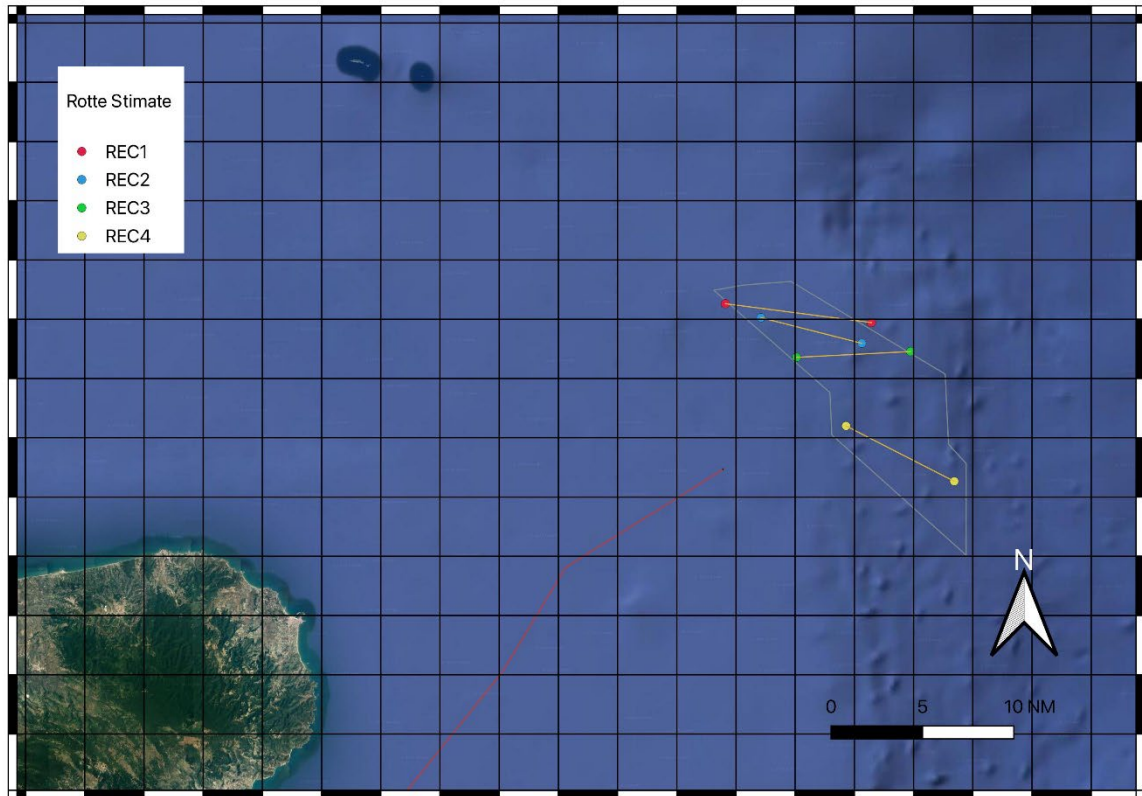



Figura 10. Punti di deposizione e recupero dei registratori. La combinazione corrente/vento ha determinato il loro spostamento nell'area garantendo una copertura efficace.

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica	Numero pagina: 18
		REV: 01b

Bibliografia

A. Codarin, 2008. Nautica da diporto e sue emissioni sonore subacquee: implicazioni sulla detezione di suoni di conspecifici e sulla sensibilità acustica di *Sciaena umbra* (Linnaeus, 1758) e *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) presso la Riserva Naturale Marina di Miramare (Golfo di Trieste, Nord Adriatico). Master Thesis in Ethology of marine organisms, University of Trieste (2008), (112 pp.)

A. Codarin, L.E. Wysocki, F. Ladich, M. Picciulin, 2009. Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). *Mar. Pollut. Bull.*, 58 (2009), pp. 1880-1887

ISPRA 2011, Linee Guida Rumore Subacqueo.

<https://agentifisici.isprambiente.it/documentazione-rumore-subacqueo/category/331-ispra-2011-linee-guida-rumore-subacqueo.html>


M. Picciulin, L. Sebastianutto, A. Codarin, A. Farina, E.A. Ferrero, 2010. In situ behavioural responses to boat noise exposure of *Gobius cruentatus* (Gmelin, 1789; fam. Gobiidae) and *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758; fam. Pomacentridae) living in a marine protected area. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 386 (2010), pp. 125-132

M. Picciulin, A. Codarin, L. Sebastianutto. C'è qualcosa sotto: valutazione degli impatti biologici dell'inquinamento acustico subacqueo nelle acque costiere provinciali e sensibilizzazione degli stakeholders per la realizzazione di misure di mitigazione. Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Trieste (2011, internal report).

Popper, Arthur & Hawkins, Anthony & Fay, Richard & Mann, David & Bartol, Soraya & Carlson, Thomas & Coombs, Sheryl & Ellison, William & Gentry, Roger & Halvorsen, Michele & Løkkeborg, Svein & Rogers, Peter & Southall, Brandon & Zeddies, David & Tavolga, William. (2014). Sound Exposure Guidelines. 10.1007/978-3-319-06659-2_7.

B. L. Southall, J. J. Finneran, C. Reichmuth, P. E. Nachtigall, D. R. Ketten, A. E. Bowles, W. T. Ellison, D. P. Nowacek, and P. L. Tyack. 2019. Marine Mammal Noise Exposure Criteria: Updated Scientific Recommendations for Residual Hearing Effects. *Aquatic Mammals* 2019, 45(2), 125-232, DOI 10.1578/AM.45.2.2019.125

J. Tougaard, L. Hermannsen and P.T. Madsen. 2020. How loud is the underwater noise from operating offshore wind turbines? *The Journal of the Acoustical Society of America* 148, 2885 (2020); doi: 10.1121/10.0002453; <https://doi.org/10.1121/10.0002453>

Committente: 	Progetto definitivo dell'hub energetico localizzato nel tratto di mare antistante la costa Garganica		Numero pagina: 19
		REV: 01b	Pagine totali:

2018 Revision to: Technical Guidance for Assessing the Effects of Anthropogenic Sound on Marine Mammal Hearing (Version 2.0).

<https://www.fisheries.noaa.gov/s3/2023-05/TECHMEMOGuidance508.pdf>