VALUTAZIONE DEL RUMORE ANTROPICO NELL' AMP DELLE 5-TERRE

Relazione delle campagne 2020/2021

Autore :

Dr. Lucia Di Iorio
CEFREM
Université de Perpignan

lucia.diiorio@univ-perp.fr
+33 (0)6 50 81 30 57

13/12/2021

Indice

Contesto e obiettivi 3
Materiali e metodi 3
Le registrazioni 3
Analisi 5
Risultati & discussione 7
Conclusioni 16

Contesto e obiettivi

L'impatto del rumore subacqueo antropico è diventato un argomento preso in considerazione da gestori dell'ambiente e i regolatori in Europa e oltre. Il rumore di origine antropica, particolarmente presente sul litorale mediterraneo può compromettere le funzioni vitali di numerosi organismi. Benché sia difficile da dimostrare, gli impatti sugli individui possono avere effetti negativi a livello delle popolazioni e degli habitat. Per questo motivo, il monitoraggio dell'inquinamento acustico è iscritto nella Direttiva quadro per la stratega marina (UE). Il descrittore 11 infatti riguarda l'introduzione di energia, comprese le fonti sonore sottomarine per il quale bisogna mantenere livelli al di sotto dei limiti che potrebbero effetti negativi sull'ambiente marino. I valori soglia per la MSFD per il rumore continuo sono in iva di definizione.

I provvedimenti per ridurre l'inquinamento acustico a livello istituzionale, e preservare le specie e i loro habitat, cominciano a essere redatti ma sono ancora rari nel caso dell'inquinamento acustico da imbarcazioni da diporto in zone costiere. In relazione alle esigenze di tutela ambientale e relativo contenimento dell'impatto delle attività di navigazione da diporto (emissione di rumore subacqueo), il Parco Nazionale delle 5 Terre ha interdetto la navigazione in zona A e ha limitato a 5 nodi (in assetto dislocante) la velocità di navigazione da diporto nelle zone B e C del parco entro 600m dalla costa. Per favorire l'utilizzo di imbarcazioni ad impatto limitato, l'ente Parco prevede il riconoscimento di 50 punti di premialità ambientale a barche a vela e gozzi (a carena tonda) inquanto meno impattanti dal punto divista del rumore antropico e con ridotta generazione di moto ondoso. Questo studio si iscrive nella dinamica del Parco di promuovere misure sulla riduzione dell'impatto del rumore antropico subacqueo su organismi e habitat sensibili nell' area marina protetta

L'obiettivo è di quantificare e confrontare i livelli di rumore di fonte di diversi tipi di imbarcazioni (alla stessa velocità) per valutare quali sono acusticamente meno impattanti. I risultati verranno confrontanti con la griglia di premialità stabilita.

Materiali e metodi

Le registrazioni

MATERIALE ACUSTICO

Un registratore EA-SDA14 della ditta RTSYS® con 3 idrofoni di tipo HTI-92-WB (High-Tech Inc, USA) è stato usato per misurare il rumore delle imbarcazioni. Le caratteristiche specifiche sono le seguenti:

EA-SDA14 con 3 HTI-92 : Sensibilità di -155 dB re 1 V/µPa, Amplificazione : 0 dB, bits : 24, Dinamica : 2.5V. La frequenza di campionamento per lo studio sul rumore ambientale era di 78 kHz (EA-SDA14). Il ciclo di registrazione era continuo.

I registratori sono stati fissati a blocchi di cemento di 25kg ca. Gli idrofoni invece erano fissati a una cima mantenuta verticale da una piccola boa di sub-superfice (non -comprimibile) di 1L ca. Gli idrofoni erano posizionati a 2m, 4m e 15m dal fondo (Fig. 1). Le profondità sono state calcolate in base agli standard richiesti per questo tipo di misure (ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1).

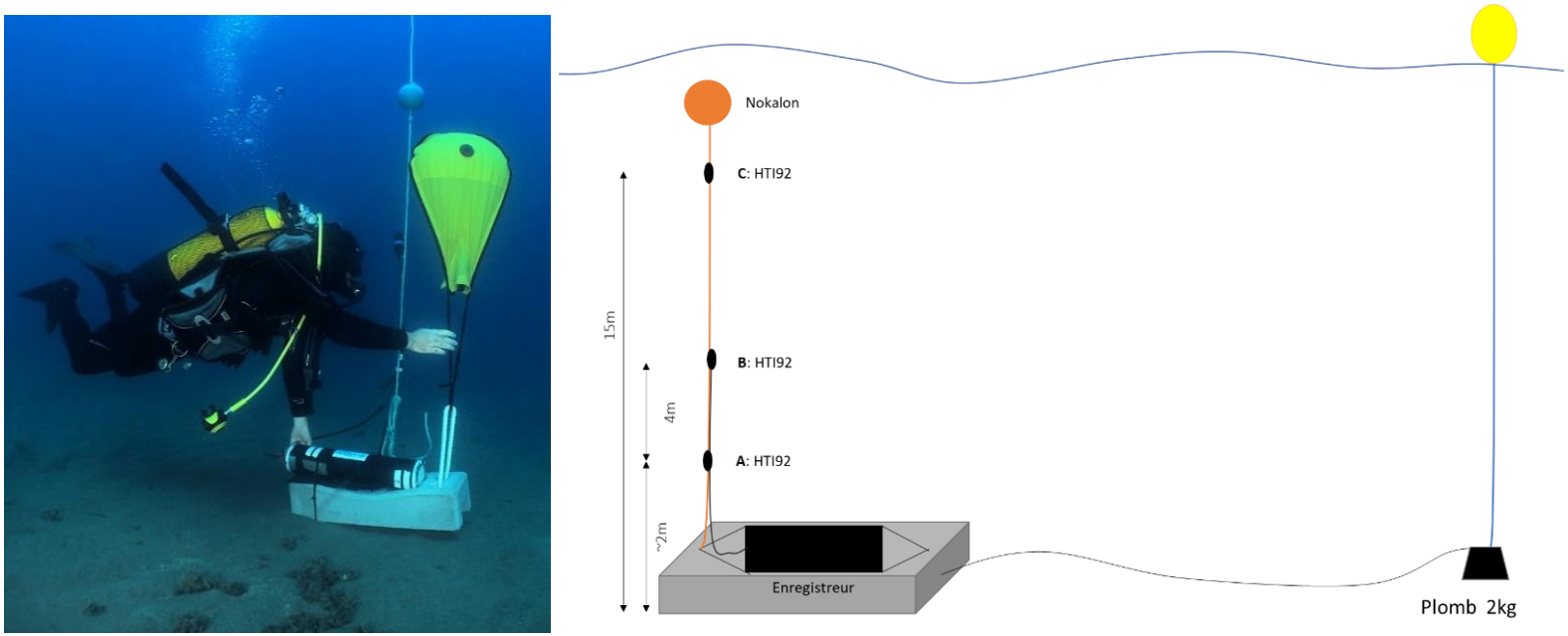


Figura 1: Foto del sistema. Al centro: Tipo di sistema usato per le registrazioni con antenna di 3 idrofoni. Foto: Alfonso Sablella.

SITI DI ASCOLTO

Le registrazioni sono state effettuate in 2 siti, uno (44.1014, 9.7218) di fronte a Manarola nel 2020 e l'altro (44.0883, 9.74182021; 2021) a Punta Montenero in parallelo alla rotta dei traghetti. In entrambi i siti la profondità era di 30m su fondale sabbioso.

Analisi

VALUTAZIONE DEL RUMORE IRRADIATO DALLE IMBARCAZIONI

2020

La mattina del 30 luglio 2020 è stata dedicata alle misurazioni dei livelli di rumore emessi da diversi tipi di imbarcazioni. Per queste misurazioni è stata scelta una zona con poco rilievo batimetrico situata di fronte a Manarola. Il protocollo prevede la registrazione in 3 punti della colonna d'acqua (i.e., antenna di idrofoni) e delle traiettorie delle barche prestabilite (Fig. 1&2). Per evitare saturazioni dovute a rumori troppo forti, i passaggi si effettuavano a circa 100m di distanza dal punto di ascolto. Un passaggio misurava ca. 1500m di lunghezza. Ognuna delle barche che hanno partecipato alle misurazioni doveva effettuare 4 passaggi a diverse velocità: 5 nodi, 10 nodi, 15 nodi e 20 nodi (se possibile) mantenendo la stessa rotta ad ogni passaggio. Un operatore a bordo registrava le traiettorie su un GPS e segnava la velocità di ogni passaggio e il tempo e la posizione al momento della virata.

2021

Il 28 luglio 2021 è stato dedicato alla misurazione dei livelli dei traghetti che transitavano normalmente all'interno dell'AMP. Per poter risalire al livello di fonte dei traghetti, le loro tracce AIS sono state acquistate da Marinetraffic (www.marinetraffic.com). Le rotte rispetto al registratore permettono di risalire al rumore di fonte di ognuna delle imbarcazioni in base alla velocità di navigazione.

In entrambi gli anni le registrazioni e le analisi si riferiscono agli standard dell'American National Standard (ANSI) (ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1: *Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships - Part 1: General Requirements*). Senonché, essendo in bassi fondali, non si può applicare una legge di propagazione sferica, tipicamente adottata al di sopra dei 60m di profondità, per stimare il livello sonoro di fonte.

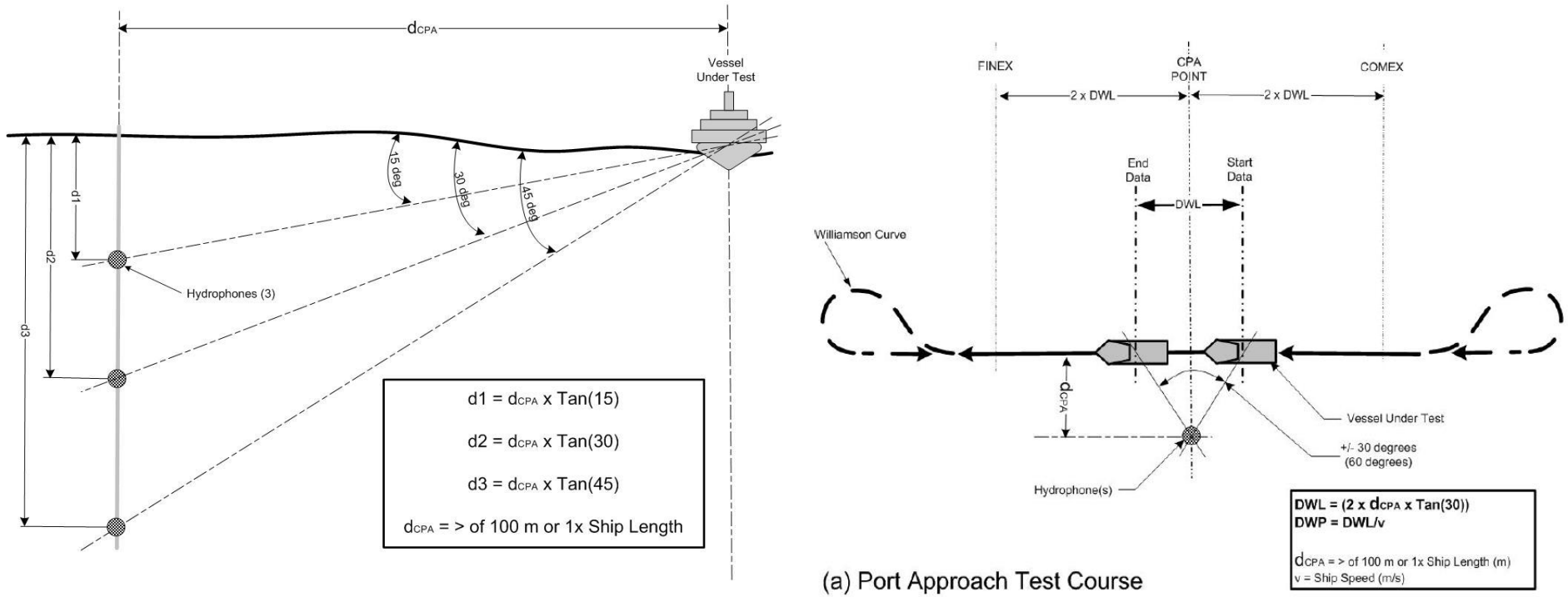


Figura 2. Estratto del protocollo ANSI. A sinistra: l'antenna con i 3 sensori posizionati a distanze pre-calcolate. A destra illustrazione delle traiettorie dei passaggi da effettuare per le misure del livello di fonte. d_{CPA} è la distanza tra la traiettoria del passaggio e il registratore (~100m).

Per calcolare le perdite di trasmissione e risalire al livello di fonte (Received Level= Source Level - Transmission Loss) è stata quindi applicata l'integrazione sul numero di onde, descritta in Simard et al. 2016, e adatta alla propagazione in fondali bassi. Le posizioni delle barche sono state estratte grazie alle tracce AIS come anche le distanze d_{CPA}. Dal tempo percorso sulla traccia sono poi stati stimati i raggi in metri per poter risalire alle perdite di trasmissione usate per calcolare il rumore di fonte:

raggio = sqrt($d_{cpa}^2 + (v(t-t_{cpa})^2)$)

v= velocità, t = tempo, t_{cpa} = tempo al quale si è estratta la distanza d_{cpa} (c.f. Fig. 3).

Usando il tempo necessario per percorrere una radiale, si è poi risaliti alla velocità reale di navigazione.

Ogni traccia sonora può essere divisa in una parte relativa all'avvicinamento dell'imbarcazione al punto di ascolto fino a t_{cpa} (c.f. Fig 2 CPA point, DWL) e una parte relativa all'allontanamento (Fig. 3). Per ogni parte in avvicinamento e in allontanamento si calcola poi uno spettro di potenza sonora di fonte.

Tutto il procedimento matematico per calcolare il rumore di fonte è descritto nel protocollo ANSI/ASA S12.64-2009/Part 1. Il confronto fra il rumore di fonte è stato effettuato nella banda da 100 Hz e 1000 Hz per evitare di includere fonti di rumore esterne. Parte delle analisi è stata effettuata dall'istituto Chorus a Grenoble.

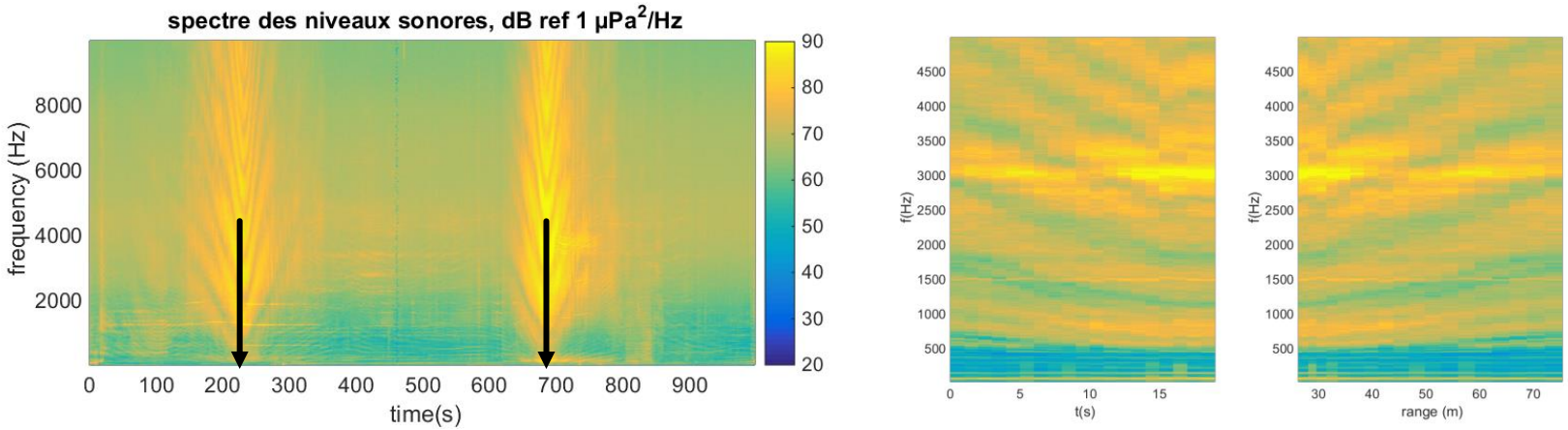


*Figura 3. **Sinistra** spettrogramma con due passaggi di barche. Il tempo t_{CPA} è indicato dalle frecce. **Destra**: Spettrogramma della parte d'avvicinamento e di allontanamento in un caso indicata nel tempo (sinistra), nell'altra tradotta in raggio (i.e. distanza in metri).*

Risultati & discussione

2020

I risultati sono dettagliati nella relazione del 2020. Complessivamente sono state effettuate misure calibrate di 2 gozzi, 2 motoscafi, 2 gommoni, 1 barca a vela (a motore), e un traghetto a pari velocità per poter quantificare e confrontare le emissioni acustiche di

fonte. La dispersione dei livelli di rumore era molto elevata (fino a 50dB di differenza!) e conferma studi antecedenti svolti nel Golfo di San Lorenzo (Canada) (Gervaise et al. 2012) (Fig. 4, zona grigia).

Lo studio fatto su 27 transetti all'interno dell'AMP 5Terre, mostra che a parità di condizioni e in assetto dislocante, le barche a carena tonda emettono meno rumore delle barche a carena planante. Il confronto delle emissioni acustiche a pari velocità rivela infatti che i gozzi con andatura a ~5 nodi, sono i meno rumorosi, seguiti dalla barca a vela con motore entrobordo. Le emissioni del gommone con due motori da 80 cavalli e il traghetto erano le più elevate a pari velocità. Lo studio conferma dunque la condizione di premialità, secondo la quale vengono premiate barche a vela e gozzi perché il loro impatto acustico ambientale è inferiore.

Si osserva anche che per un'imbarcazione, lo spettro del rumore di fonte non aumenta sempre in maniera omogenea con l'aumento della velocità. Le analisi mostrano che l'aumento maggiore del livello di rumore emesso avviene nel passaggio dai 5 ai 10 nodi di velocità di navigazione. In funzione del tipo di imbarcazione e motore, questo aumento va dai 5dB ai 15dB in media! L'andatura a 5 nodi è la meno rumorosa. Il limite dei 5 nodi all'interno del Parco comporta quindi una riduzione del rumore di imbarcazioni da diporto considerevole e quindi un effetto benefico sulla fauna dell'AMP.

CLASSIFICA

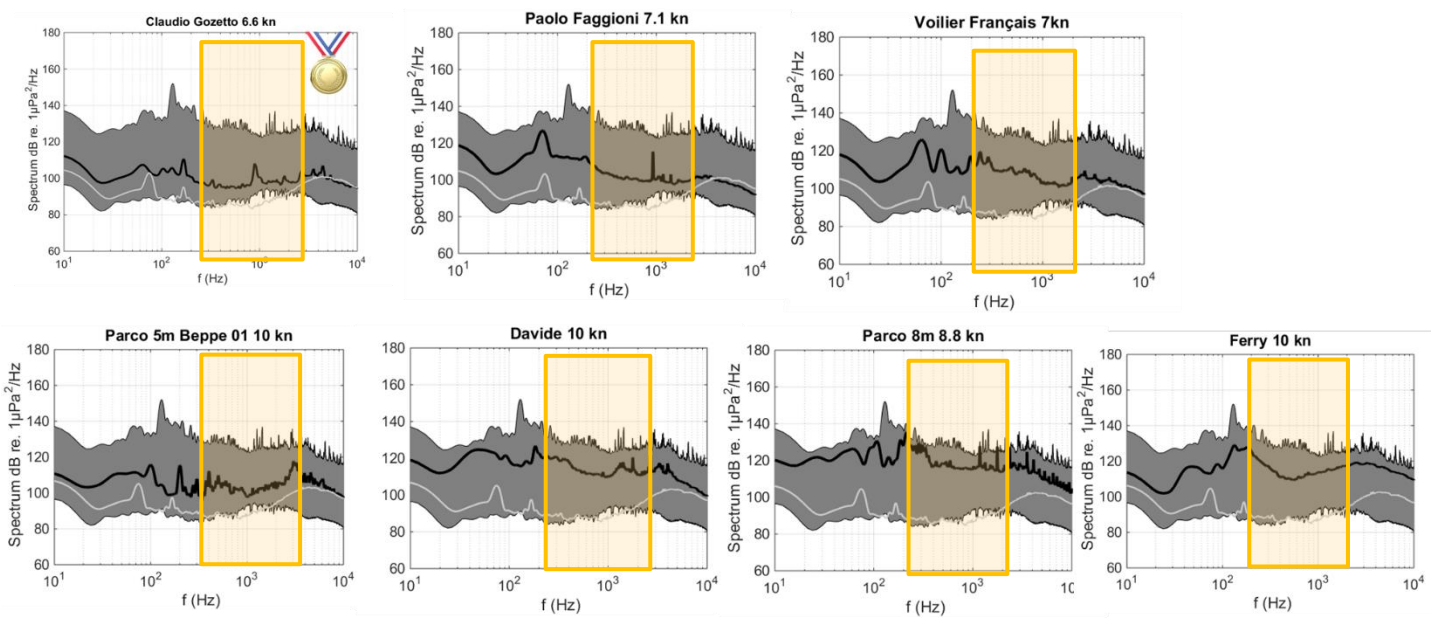
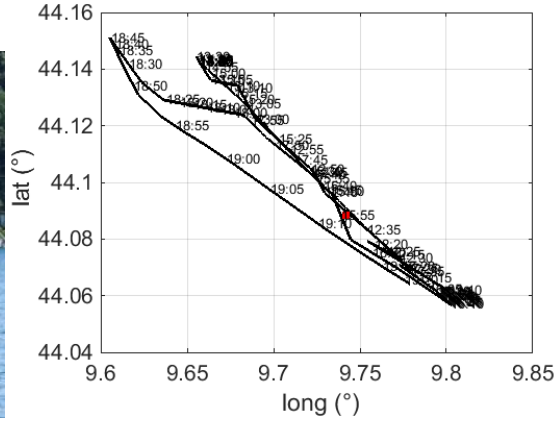


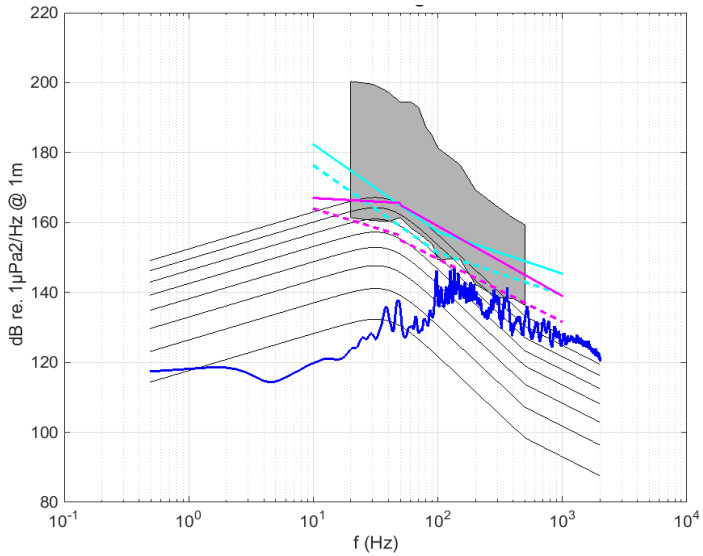
Figura 4. Spettri di potenza media (curva nera) delle imbarcazioni a velocità pari (~7 nodi in alto, ~10 nodi in basso). L'area grigia rappresenta la dispersione di tutti i livelli di rumore di fonte stimati. Tra i livelli più bassi e quelli più alti ci sono ca. 50dB di differenza! La curva bianca indica il rumore di fondo senza passaggi di barche calcolato su 30min di tregua nelle tracce sonore. La bada di frequenze d'interesse (100Hz – 1000kHz) è delimitata dalla zona gialla.

2021

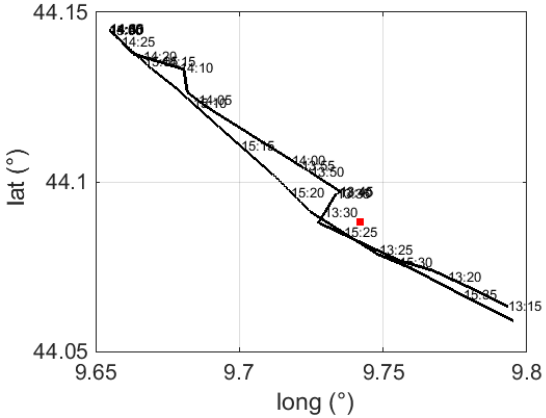
I traghetti in transito il 28/7/2021 erano il Cinque Terre, l'Euro, l'Euro V, il Beluo, il Levanto, il Lord Byron, il Trei Fre, il Lerici, il Monterosso, il Portovenere e gli Ufo III e IV. Soltanto le tracce senza interferenze con i rumori di altre imbarcazioni sono state selezionate per i calcoli dei livelli di fonte. Più passaggi (2-4) di ogni traghetto sono stati usati per risalire ai rumori di fonte. In totale sono state usate 27 tracce AIS con rispettivi rumori. In un primo temo, gli spettri acustici (distribuzione del livello sonoro in base alle frequenze) sono stati confrontati ai valori limite definiti da Lloyd's e alla dispersione di una flotta di navi commerciali nel San Lorenzo (Canada). Le figure riprendo uno degli spettri sonori calcolati per traghetto con le rispettive velocità.

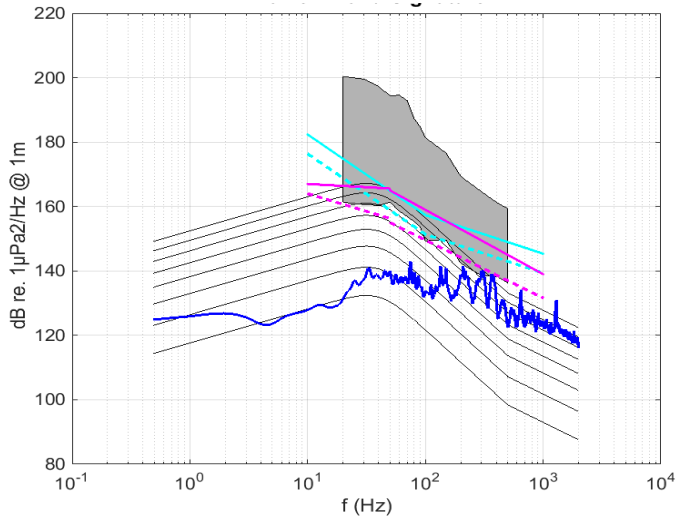
5 Terre Foto del 5 Terre con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **15. 1kn** (curva blu). In confronto, l'area grigia rappresenta la dispersione del livello di rumore di una flotta mercantile del San Lorenzo (*Simard et al. 2016*). Le righe rosa e celesti corrispondono ai limiti valori di rumore di imbarcazioni (commerciali) definiti da Loyd's.



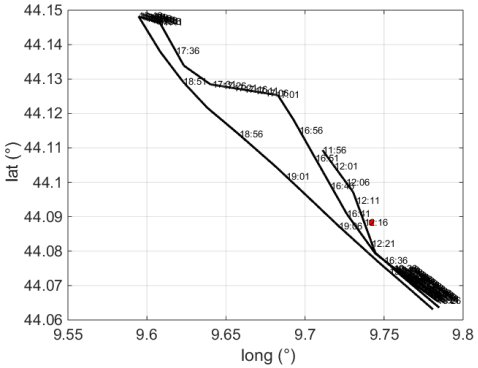


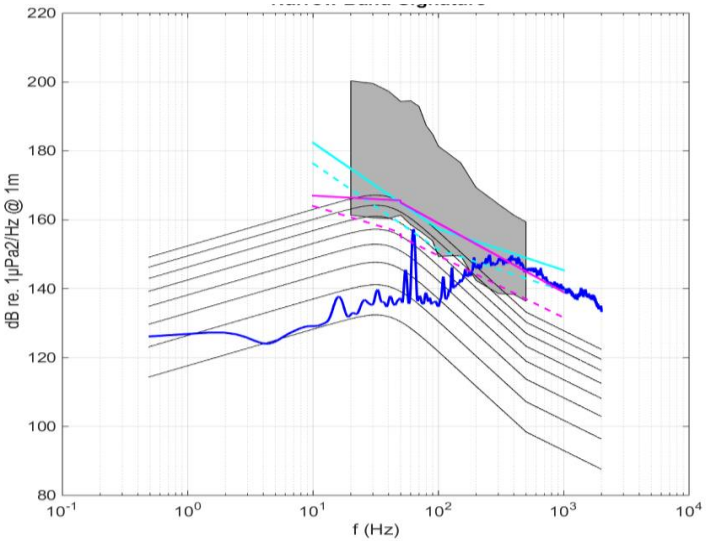
Euro 5 Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **13. 4kn** (curva blu)



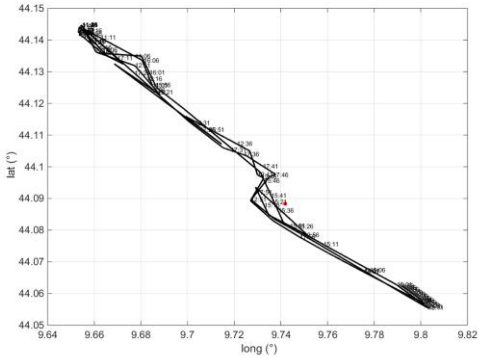


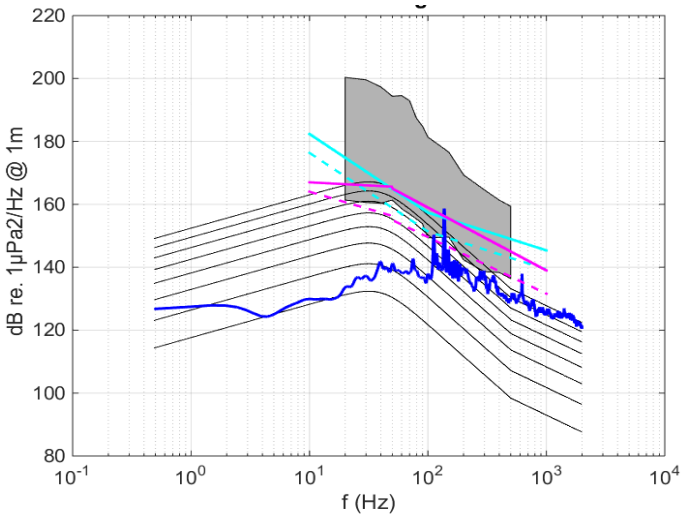
Euro Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **16.7 kn** (curva blu)



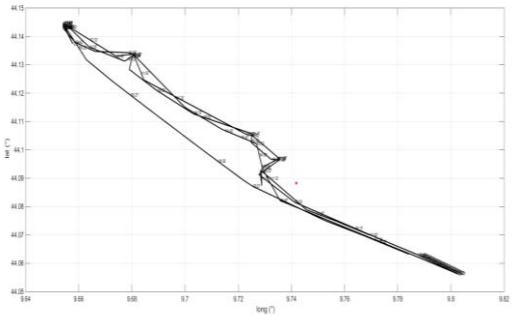


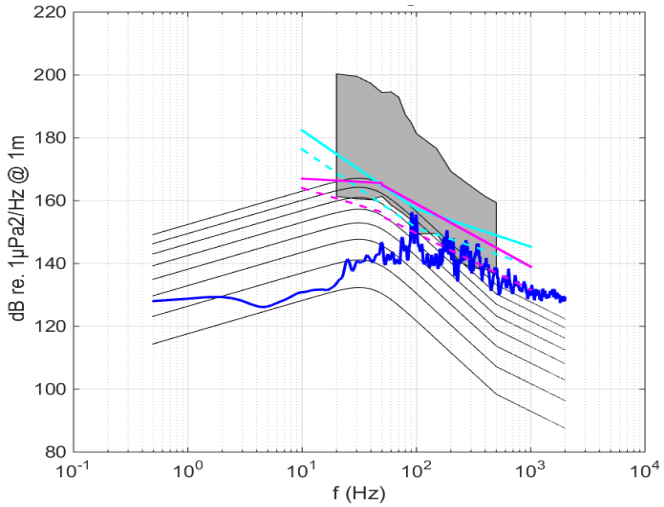
Levanto Foto del Levanto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **14. 8kn** (curva blu)



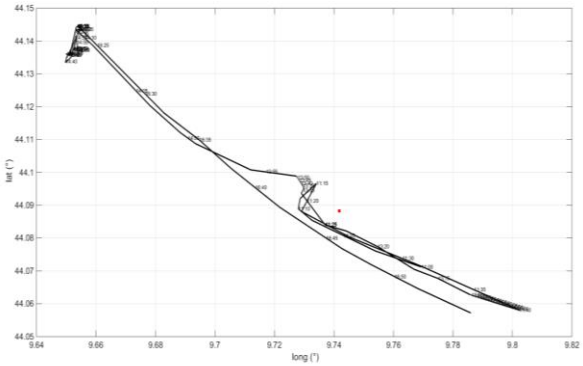


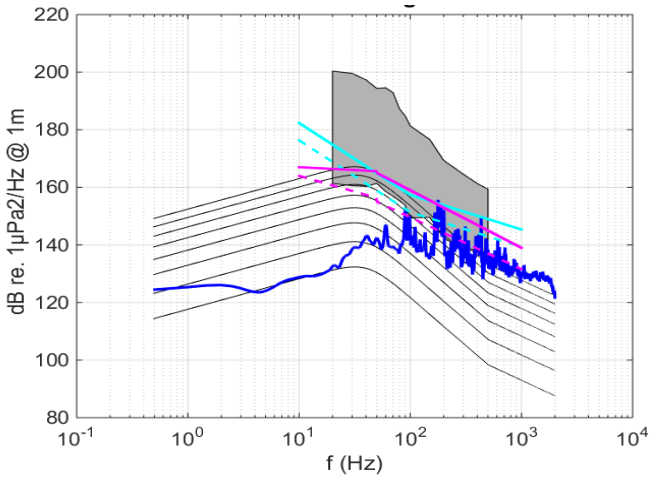
Beluo Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **14 kn** (curva blu)



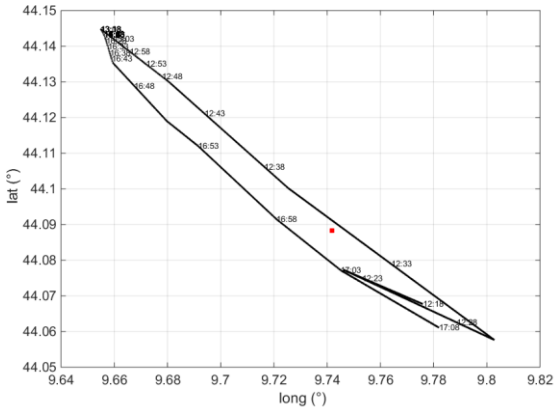


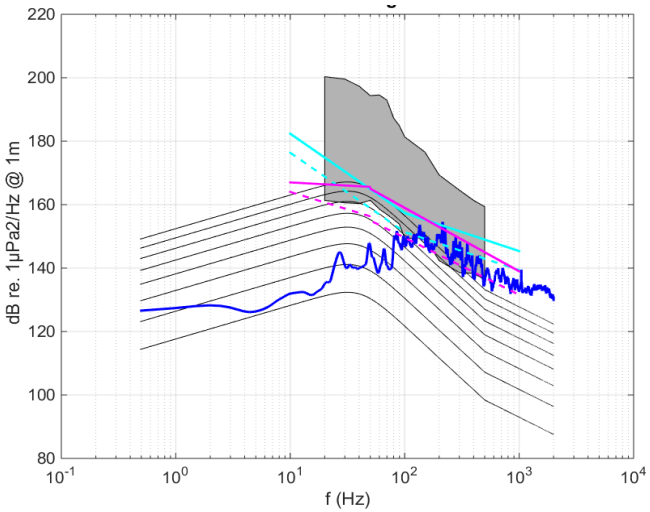
Lord Byron Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **15.7 kn** (curva blu)



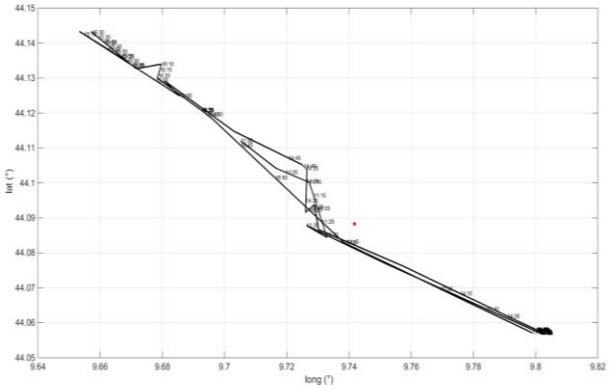


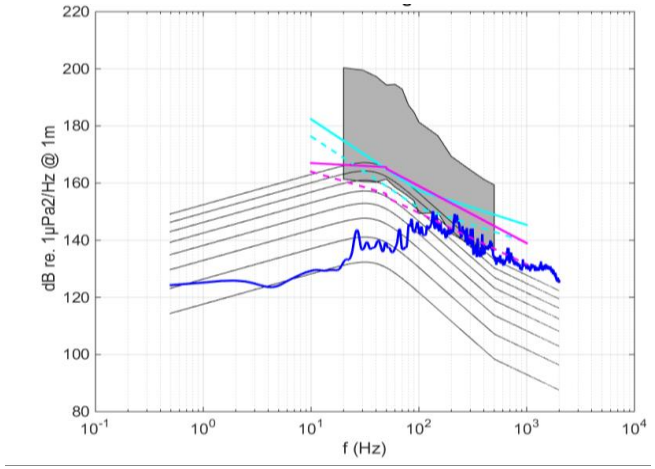
Trei Fre Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **18.6 kn** (curva blu)



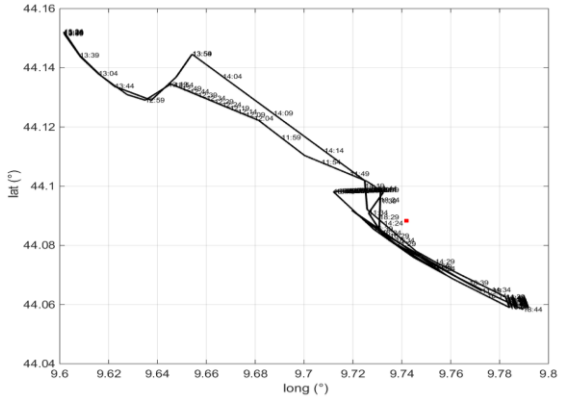


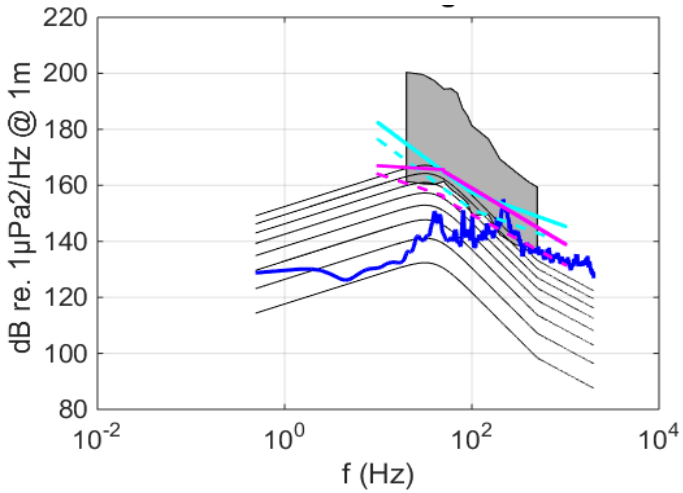
Lerici Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **14.9 kn** (curva blu)





Monterosso Foto con tracce AIS (centro) e spettro acustico del rumore di fonte a velocità **16.5 kn** (curva blu)





Gli spettri sonori tra traghetti si distinguono. Le analisi indicano che alle velocità registrate, il Levanto e l'Euro 5 sono i traghetti meno rumorosi (Fig. 5). Alcuni traghetti, ad esempio l'Euro, il Monterosso o il Beluo emettono rumori di cavitazione più elevati, in particolar modo a velocità superiori a 15 kn. Il rumore dell'intera flotta si trova all'interno e spesso al disotto dei limiti stabiliti da Lloyd's. (Fig.5). Questi limiti *sono* però stati stabiliti in base al rumore irradiato sott'acqua da imbarcazioni commerciali ben più' grandi dei traghetti delle 5 Terre. E stato dunque effettuato un confronto con parte della flotta di whale watching del San Lorenzo (Kinda et al. 2012) costituita da barche di grandezze equivalenti a quelle dei traghetti nelle 5 Terre (Fig. 5, destra: area grigia).

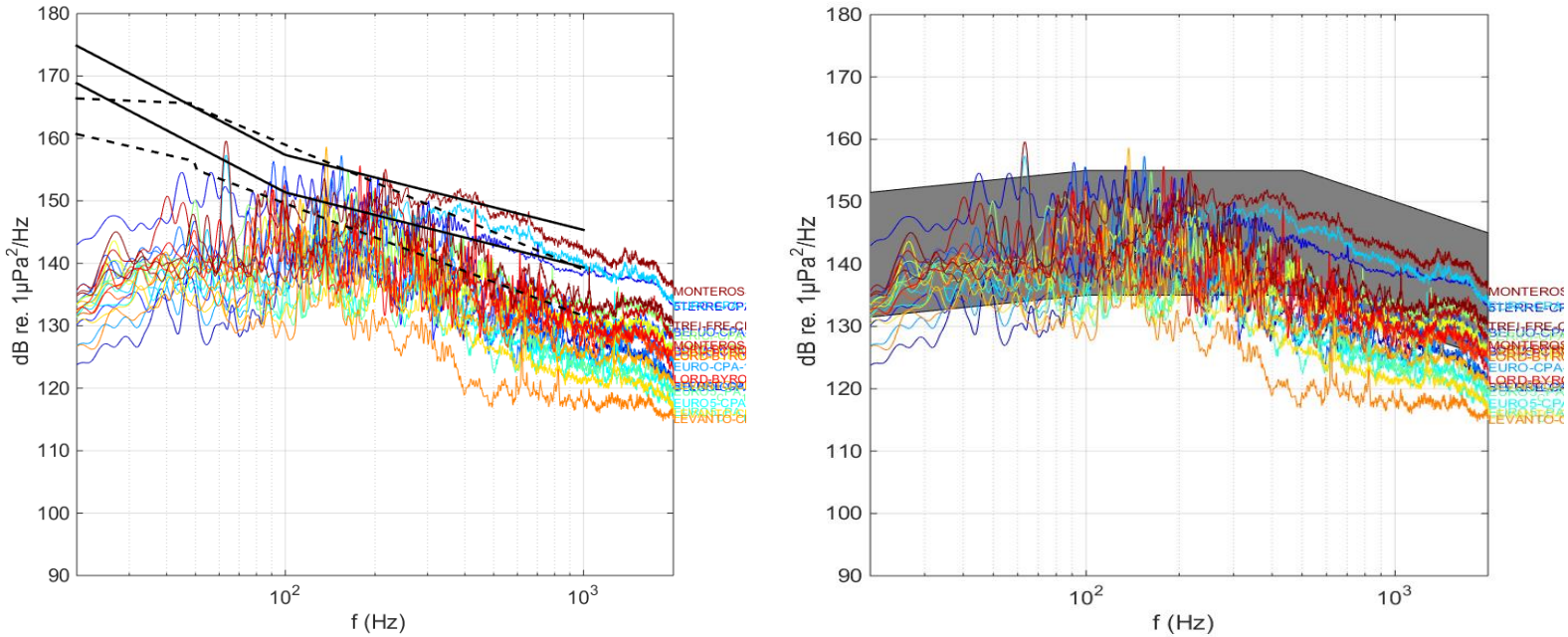


Figura 5.Totalità degli spettri sonori corrispondenti alle tracce AIS. Le righe nere (sinistra) indicano i limiti stabiliti da Lloyd's, mentre La zona grigia indica la dispersione del rumore della flotta di whale whatching (destra).

Il confronto con la flotta di whale watching del San Lorenzo (Fig X, destra), rivela che i traghetti delle 5 Terre emanano rumori equivalenti a imbarcazioni di simile taglia, e anzi, che sono spesso inferiori (Fig. 5, destra).

La dispersione dei livelli sonori di fonte è dovuta al tipo di traghetto ma anche alla velocità di crociera. Infatti, a velocità più elevate, il livello del rumore antropico aumenta linearmente (Fig. 6). A velocità intorno ai 13/14 kn si puo' ridurre il rumore di 4-10dB, che è notevole,

considerando il fatto che i decibel son in scala logaritmica! Infatti, una tale riduzione aumenta lo spazio di comunicazione della fauna di un fattore 2 a 4! Mantenere velocità inferiori a 15 nodi riduce quindi notevolmente il rumore irradiato anche perché limita il rumore di cavitazione che contribuisce all'aumento del rumore antropico fra i 100 e 1000 Hz.

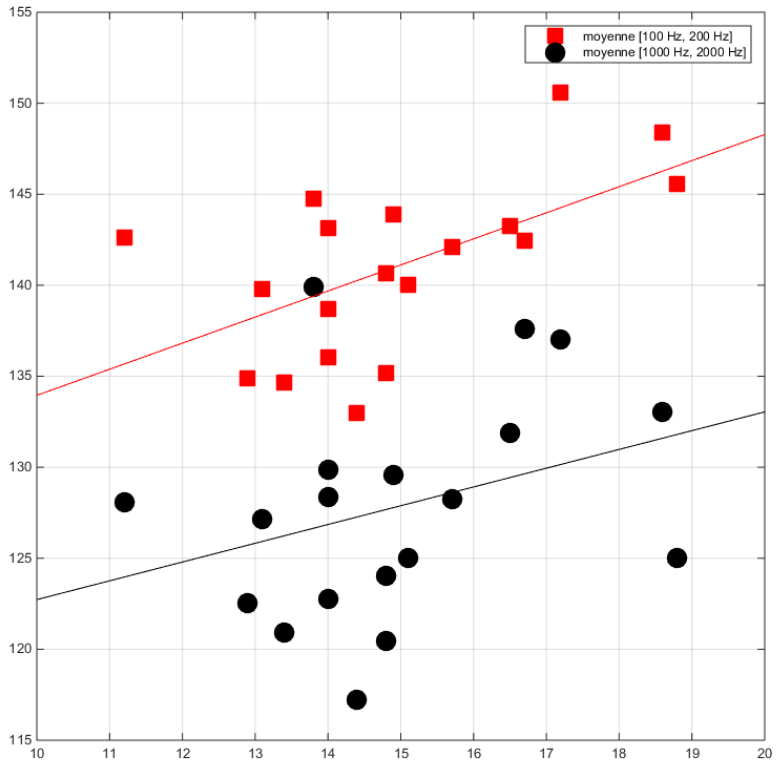


Figura 6. Correlazione tra velocità (in nodi) e livello sonoro (in dB re 1μPa²/Hz). In rosso le frequenze basse (100-200Hz), in nero le frequenze più alte (1000-2000Hz).

CONFRONTO 2020 E 2021

In media, tra 20 Hz e 2000 Hz, il rumore di fonte delle piccole imbarcazioni registrate nel 2020 era di 142 dB re. 1µPa@1m, contro i 167 dB re. 1µPa@1m dei traghetti misurati nel 2021. L'energia emessa dai traghetti è 300 volte superiore (scala logaritmica!) a quella delle piccole imbarcazioni misurate nel 2020 (Fig. 7). I traghetti però trasportano tra i 300 e 400 passeggeri, viaggiano su rotte definite e a velocità più costanti rispetto alle imbarcazioni da diporto.

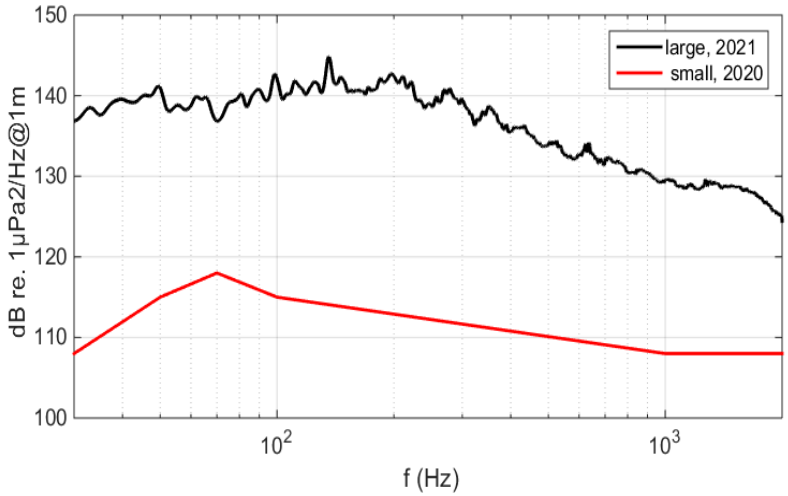


Figura 7. Spettri sonori dei livelli medi di fonte delle piccole imbarcazioni registrate nel 2020 (rosso) e dei traghetti registrati nel 2021.

Conclusioni

Il rumore antropico emesso da imbarcazioni può influenzare o addirittura impedire la comunicazione intra-specifica o la percezione di segnali biologici importanti, interferire con i processi vitali, influenzando la fisiologia (i.e., aumento dello stress), comportamenti (attenzione ai predatori o difesa dei nidi), lo sviluppo embrionale, la riproduzione, lo stato di salute, le dinamiche di gruppo, le interazioni intra- e interspecifiche (Di Franco et al. 2021). Per molte specie di pesce residenti nell'AMP delle 5 Terre, il picco del livello del rumore avviene nel periodo estivo, quando molte specie, anche emblematiche come la cernia, si riproducono e usano i suoni durante il corteggiamento. Benché non letali, gli effetti legati al rumore antropico possono avere conseguenze su specie e popolazioni.

Al livello internazionale, oltre alla sorveglianza nell'ambito della Marine Strategy (descrittore 11, EU TG-NOISE technical report), l'allarme è stato chiaramente lanciato per stimolare e mettere in atto misure di mitigazione (e.g., progetto Saturn (EU), MARS (Canada, PIAQUO (Mediterraneo), Duarte et al. 2021, Thomsen et al. 2021). Le misure di divieto della circolazione in zona A, della riduzione della velocità nell'AMP e dei punti di premialità ambientale concessi a barche a vela e gozzi (a carena tonda) rientrano chiaramente nelle misure di mitigazione proposte dall'EU e oltre oceano. Sono dunque fondate per tutelare gli habitat ricchi dell'AMP delle 5 Terre.