

Capitolo 18

Bioacustica e ecologia acustica

(Gianni Pavan)

Lo studio del paesaggio acustico di ambienti naturali

Mentre con la bioacustica si studiano e descrivono le vocalizzazioni delle singole specie, e solo talvolta si prendono in considerazione i possibili rapporti fra specie diverse, con l'ecologia acustica si studia come le specie si sono adattate alle caratteristiche dei diversi ambienti e dei diversi insiemi di specie con le quali competere per un canale di comunicazione. L'ecologia acustica studia i paesaggi sonori dal punto di vista scientifico con finalità di conservazione, di tutela e di valorizzazione, anche considerando l'impatto del rumore di origine antropica.

L'ecologia acustica studia i paesaggi sonori per valutarne in modo oggettivo alcuni parametri che possono fornire indicazioni utili all'ecologo, anche a prescindere dal riconoscimento delle singole specie presenti. Si stanno per questo studiando *indici* che possano dare una misura della ricchezza biologica e della biodiversità di un ambiente attraverso l'analisi del paesaggio sonoro (Sueur et al., 2008; Pieretti et al., 2011; Depraetere et al., 2012). Questo per confrontare ambienti diversi, o per studiare l'evoluzione di un ambiente nel tempo o per valutarne l'evoluzione quando sottoposto a fattori esterni (cambiamenti climatici, antropizzazione, introduzione di specie aliene, inquinamento acustico ecc.). Gli strumenti di analisi a nostra disposizione non consentono ancora un completo approccio analitico per identificare ogni singolo componente sonoro, ma è tuttavia possibile usare indici e modelli per descrivere e comparare i paesaggi sonori.

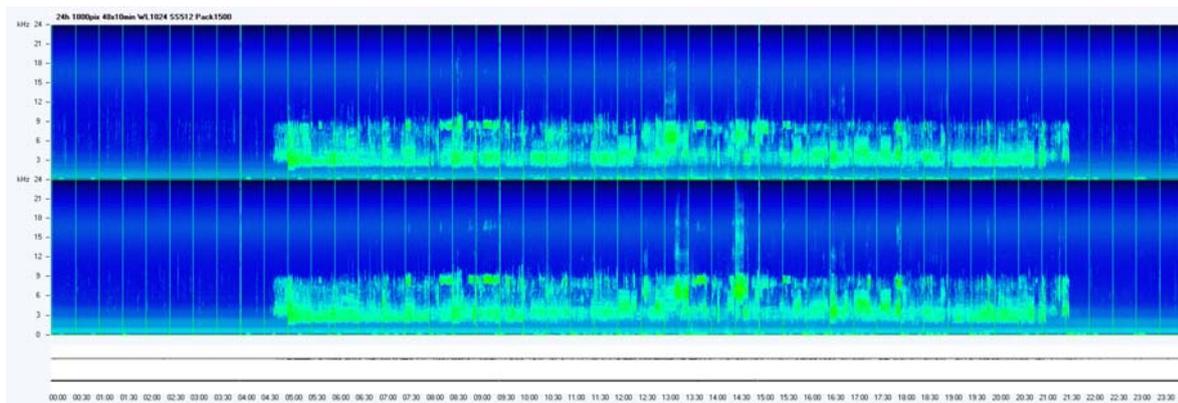
Il progetto SABIOD (Scaled Acoustic BIODiversity), finanziato dal CNRS francese nell'ambito del progetto MASTODONS e sviluppato in collaborazione con l'Università di Tolone, intende affrontare queste tematiche attraverso l'effettuazione di registrazioni ambientali di alta qualità e l'applicazione di algoritmi che scompongono e descrivono il paesaggio sonoro a diversi livelli spaziali e temporali. Il progetto nasce dalla convergenza degli interessi propri della bioacustica e dell'ecologia acustica con la necessità di sviluppare e testare strumenti e algoritmi di analisi capaci di estrarre informazioni da grandi moli di dati acustici.

Il progetto prevede l'installazione di una serie di registratori acustici autonomi in ambienti naturali caratteristici con l'obiettivo di raccogliere registrazioni acustiche ambientali di lunga durata e di elevata qualità. Gli obiettivi del progetto sono molteplici: documentare e descrivere i paesaggi sonori di specifici habitat, anche con finalità di divulgazione e valorizzazione, sviluppare metodi e strumenti, e verificare i risultati degli algoritmi di analisi e classificazione automatica anche prodotti da altri studiosi; confrontare gli *indici* acustici con altri indicatori ambientali e con le caratteristiche degli habitat indagati.

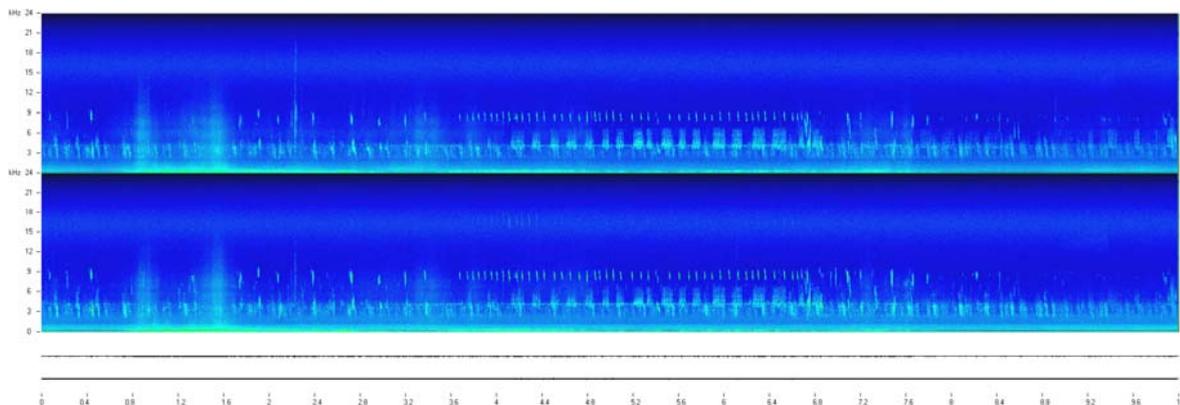
Con il progetto SABIOD-Italy si registrano i paesaggi sonori di alcuni siti interessanti dal punto di vista naturalistico, caratterizzati da diversi livelli di tutela e di contaminazione da rumore antropico. Tra questi la Riserva Naturale Integrale di Sassofratino, nel cuore del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, creata nel 1959 per proteggere un'area forestale che non veniva utilizzata dall'uomo da oltre trecento anni; non vi sono né strade né sentieri e non si può accedere alla riserva se non per motivi di studio o controllo. Con il supporto del Corpo Forestale dello Stato si sono collocati diversi strumenti autonomi per registrare il paesaggio sonoro di un'area di grande biodiversità e ricchezza, che ha avuto il Diploma Europeo di Conservazione della Natura e che sarà candidata al programma UNESCO sulle foreste millenarie. Il programma di registrazione è iniziato a maggio 2014 e proseguirà fino al 2016, anche d'inverno, per avere un'immagine acustica di un ambiente che è completamente isolato da ogni attività umana, salvo il passaggio degli aerei che lascia una inconfondibile traccia nelle registrazioni.

Il progetto è reso possibile dal supporto tecnico e logistico del Corpo Forestale dello Stato, Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pratovecchio (AR), e dal supporto di tutto il personale CFS di Pratovecchio e della Stazione Forestale di Badia Prataglia.

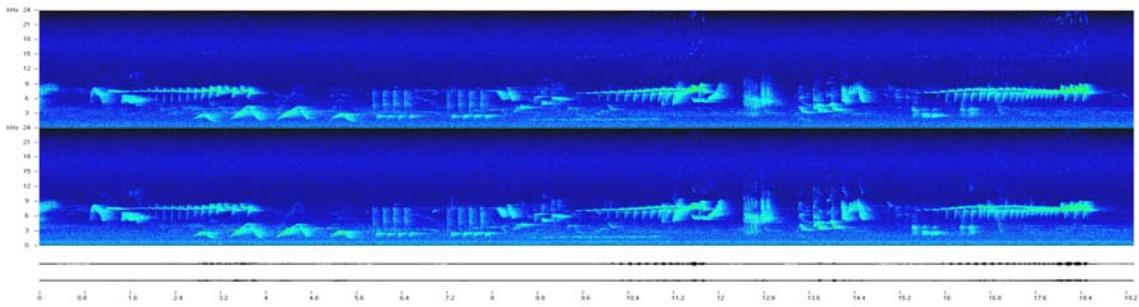
Fra gli obiettivi del progetto vi è anche lo sviluppo e la sperimentazione di nuovi strumenti di registrazione e di analisi per generare *indici* che consentano di quantificare le strutture dei paesaggi sonori al fine di effettuare stime di ricchezza e biodiversità acustica anche a prescindere dal riconoscimento delle singole componenti specifiche, che comunque rimane l'obiettivo di nuovi software capaci di riconoscere, categorizzare e poi riconoscere *oggetti acustici* sia di origine biologica che antropica. Considerando la mole di dati acustici che vengono acquisiti il progetto rientra nelle più attuali tematiche big data che riguardano l'acquisizione, distribuzione, archiviazione e analisi di grandi quantità di dati.



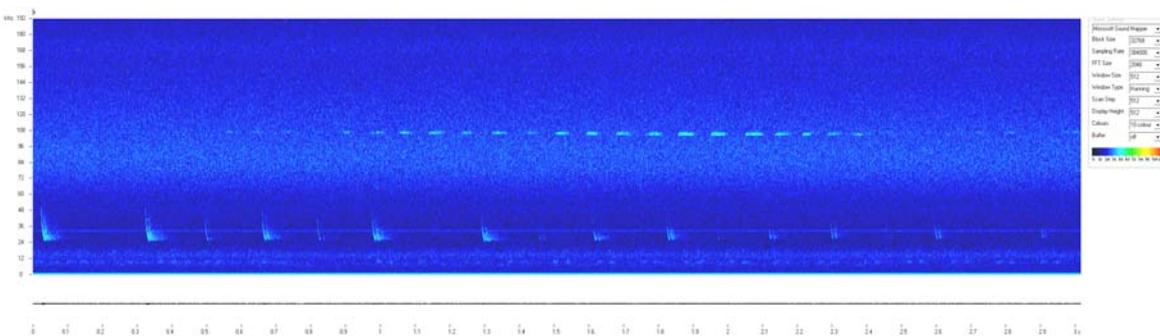
Spettrogramma compatto di un giorno di registrazione in Sassofratino (giorno 2014.06.09), 10 minuti ogni mezz'ora (48 sezioni), che mostra una netta transizione del panorama acustico all'alba e al tramonto, con una intensa biofonia nelle ore diurne. Le tracce a frequenze molto basse rappresentano il passaggio di aerei (asse x: 24 ore; asse y: 0-24 kHz; software SeaPro).



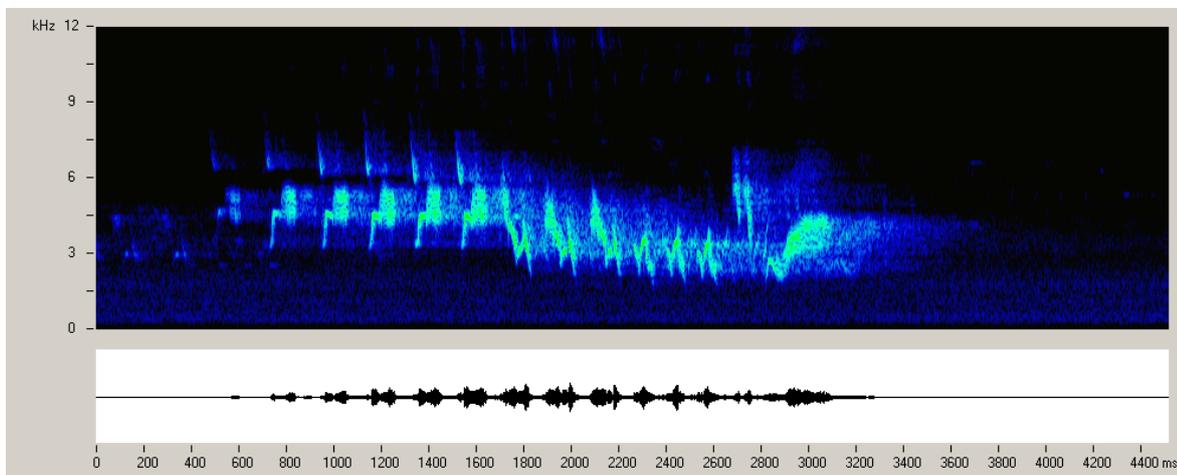
Spettrogramma compatto di 10 minuti di registrazione (giorno 2014.06.09 alle 13.30). A sinistra il vento produce rumore sia a bassa frequenza che a larga banda, quest'ultimo generato dalle foglie (asse x: 10 min; asse y: 0-24 kHz; software SeaPro).



Spettrogramma ad alta risoluzione temporale. La densità delle vocalizzazioni rende difficile l'estrazione di singoli canti (asse x: 19,2 s; asse y: 0-24 kHz; software SeaPro).



Spettrogramma di sequenze di ecolocalizzazione di due specie di pipistrelli a circa 25 kHz e 108 kHz; la più alta in frequenza è tipica del ferro di cavallo minore *Rhinolophus hipposideros* (asse x: 3 s; asse y: 0-192 kHz; software SeaPro).



Spettrogramma ad alta risoluzione temporale di un singolo canto di fringuello (asse x: 4,5 s; asse y: 0-24 kHz; software SeaPro).

Lo studio dei mammiferi marini

La bioacustica è uno strumento formidabile per rilevare la presenza dei mammiferi marini, dei cetacei in particolare (delfini, balene, capodogli), e studiarne i comportamenti. Questi animali vivono in un ambiente nel quale la luce si propaga solo per brevi distanze mentre i suoni possono propagarsi in modo efficiente su lunghe distanze. In particolare i suoni a bassa frequenza (< 500 Hz) possono diffondersi anche per migliaia di km. Questo aspetto ha portato i cetacei a sviluppare sofisticati sistemi acustici non solo per la comunicazione, come nel caso dei canti delle megattere che si corteggiano a centinaia di km di distanza, ma anche per l'ecolocalizzazione che sopperisce alle carenze della visione in acqua.

I cetacei regolarmente presenti nel Mar Mediterraneo producono suoni che possono essere raggruppati in poche semplici categorie. I suoni a bassissima frequenza (intorno a 20 Hz) delle balenottere; le sequenze di click dei capodogli (al ritmo di 1–4 al secondo); i fischi modulati ad alta frequenza (fin oltre 25 kHz) e i click di ecolocalizzazione dei delfini, e infine i fischi a bassa frequenza dei globicefali.

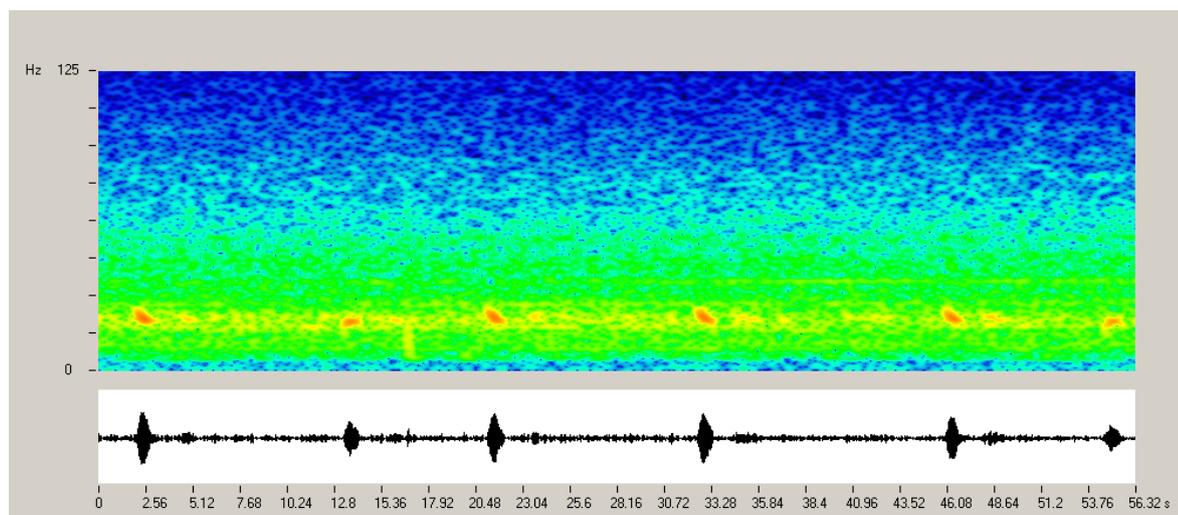
Come praticamente tutti i Cetacei, le specie presenti nel Mediterraneo producono anche una serie di segnali acustici con il proprio corpo o con parti di esso, oltre che con gli specifici organi di produzione del suono. Ci riferiamo a comportamenti come il *tail-slap*, il colpo di coda che ha anche un riconoscibile risultato acustico, alcuni tipi di salto in cui gli animali ricadono sulla superficie dell'acqua producendo un considerevole rumore, il *jaw-clap*, colpo generato serrando rapidamente la mandibola. Gli aspetti di possibile comunicazione di questi comportamenti sono ancora piuttosto difficile da valutare, ma certamente gli animali ricevono e interpretano questi suoni.

Balaenoptera physalus

La balenottera comune produce suoni a bassa frequenza non udibili dall'uomo. Come nella maggior parte dei *Balaenopteridae* il suo repertorio acustico è limitato e strutturalmente semplice. In questa specie i suoni tipici sono fra 15 e 30 Hz ma sono riportati nella letteratura scientifica anche suoni occasionali a frequenze più alte.

Le emissioni tipiche sono costituite da sequenze di due tipi di suoni: *downsweep* (un tono a frequenza discendente) da 21–23 Hz a 17–18 Hz lunghi circa un secondo (tipo “A”) e suoni con frequenza quasi costante a circa 18–20 Hz lunghi circa 0,8 s (tipo “B”). Questi due suoni si ripetono in lunghe sequenze ritmiche (anche molte ore con intervalli di molti minuti) e la proporzione fra i due è diversa in differenti popolazioni. L'intervallo di ripetizione è tipicamente di 10–15 s.

Con una intensità di emissione stimata di 186 dB (ref. 1 μ Pa), grazie alla bassa frequenza questi suoni possono propagarsi per grandi distanze valutate intorno alle centinaia di km in condizioni ottimali, ma il rumore a bassa frequenza prodotto dalle attività umane, in primis il rumore del traffico navale, può severamente limitarne la portata. Al fine di rendere udibili i suoni di balenottera comune è necessario accelerare la registrazione. Accelerati otto volte i suoni di balenottera sembrano brevi muggiti.



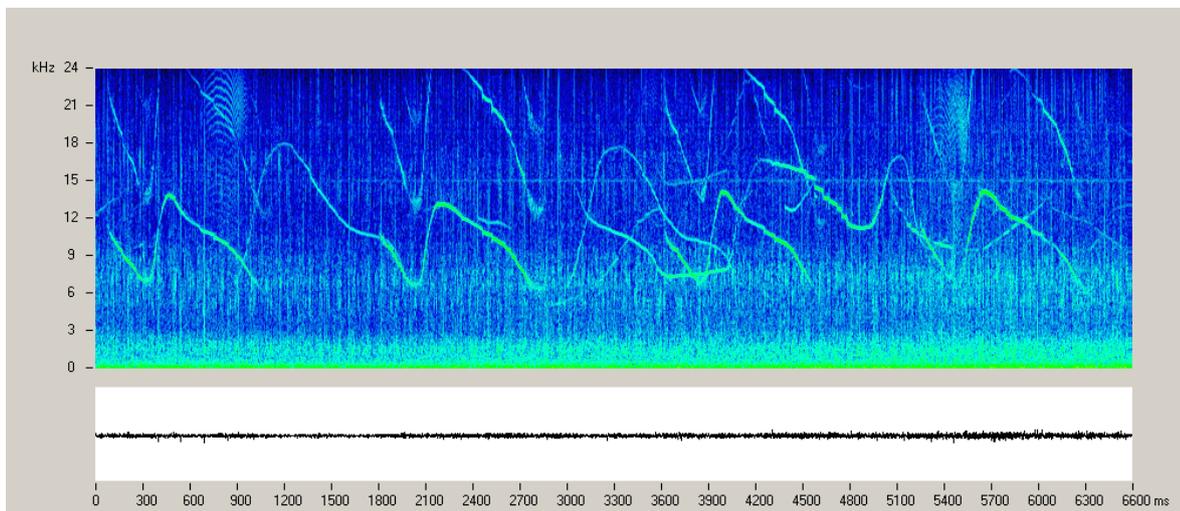
Spettrogramma di balenottera in cui si alternano suoni di tipo “A” e di tipo “B” (il secondo da sinistra e l'ultimo a destra). Registrazione effettuata con una sono-boa durante le campagne di studio SIRENA organizzate dal NATO Undersea Research Center) (asse x: 56,32s; asse y: 0-125 Hz).

Stenella coeruleoalba

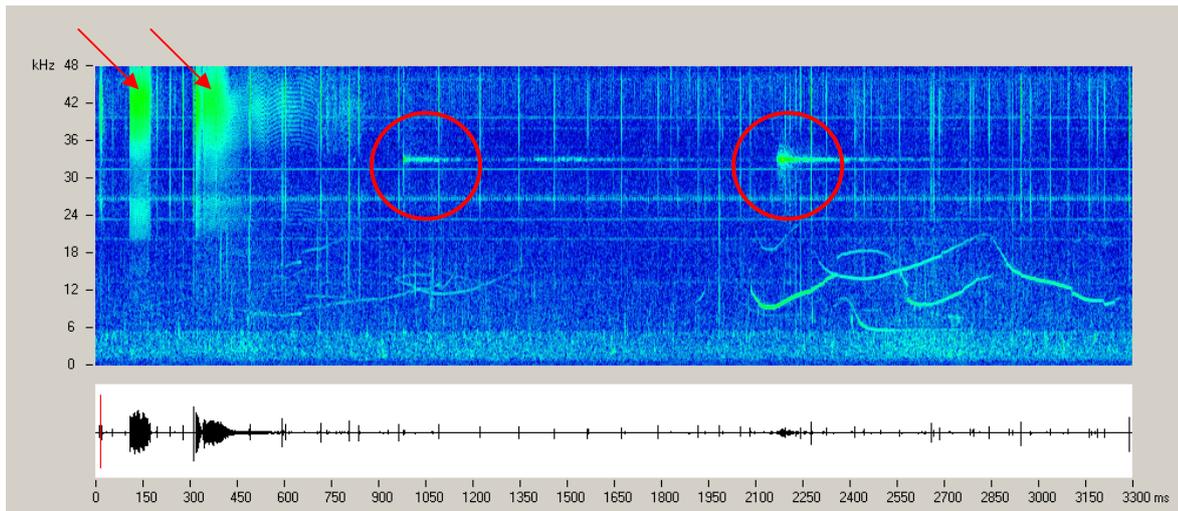
La *stenella*, un delfino molto diffuso e facilmente avvistabile, è poco studiata nel profilo acustico. Produce perlopiù fischi modulati fra pochi kHz e oltre 20 kHz, nonché clicks di ecolocalizzazione con poco di energia fra 40 e 150 kHz. Sembra sia in grado di produrre simultaneamente fischi e click. La *stenella* frequentemente emette rapide sequenze di click (chiamate *burst* o *buzz*) che talvolta diventano udibili al nostro orecchio e appaiono tonali. A questi suoni sono dati i più svariati nomi, mugolii, miagolii ecc.

I fischi modulati appaiono spesso in sequenze con forme identiche e si ritiene che ciascun individuo abbia un proprio fischio firma, con una forma di modulazione costante e riconoscibile, ma anche altre tipologie di fischi variabili in funzione del contesto.

Studi recenti rivelano che l'attività acustica è decisamente maggiore di notte, quando una categoria di suoni impulsivi, chiamati *nacchere* predomina sugli altri segnali. Le *nacchere* di giorno sono raramente presenti nel repertorio utilizzato. Si ritiene che questo comportamento acustico sia legato ad una precisa strategia di ricerca e cattura delle prede di cui la *stenella* si nutre.



Spettrogramma di suoni emessi da un gruppo di *stenelle* (*Stenella coeruleoalba*). I fischi di diversi animali si sovrappongono, ma si notano forme ricorrenti probabilmente emesse da uno stesso individuo (asse x: 6,6 s – asse y: 0-24 kHz).



Spettrogramma a banda larga di *stenelle*. Le sottili linee verticali presenti per tutta la durata sono i click. A sinistra si notano due *burst* (indicati dalle frecce), sequenze di *click* emessi a ritmo molto veloce; lo spettrogramma mostra chiaramente che i click e i burst non sono udibili dall'uomo in quanto la loro energia è concentrata oltre i 30 kHz. A destra i fischi di almeno due individui (a sinistra vi sono alcuni fischi molto deboli, di individui più lontani). Le linee orizzontali sono interferenze, mentre le tracce circolettate sono l'ecoscandaglio di una nave. (asse x: 3,3 s – asse y: 0-48 kHz)

Ulteriori esempi di suoni dei cetacei del Mediterraneo sono disponibili sul sito web del Centro Interdisciplinare di Bioacustica dell'Università di Pavia.

Progetto SABIOD : http://www.unipv.it/cibra/cibra_sabiiod.html

Guida sonora della Valsolda : <http://www.unipv.it/cibra/valsolda/>

Canti di uccelli : http://www.unipv.it/cibra/valsolda/Valsolda_tracce.html

I cetacei del Mediterraneo: http://www.unipv.it/cibra/edu_medsounds_uk.html