

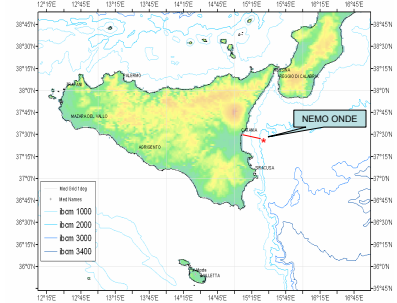
Spettri di rumore e suoni biologici dal NEMO-Test Site



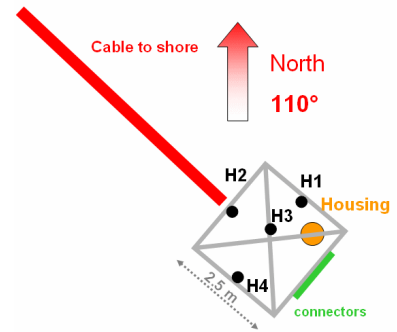
All'interno del vasto Progetto NEMO (Neutrino Mediterranean Observatory), rivolto allo studio e alla rivelazione sottomarina di neutrini di altissima energia, è stata realizzata una stazione acustica sperimentale a grande profondità, chiamata ONDE (Ocean Noise Detection Experiment), per misurare il rumore acustico sottomarino. Tale stazione è stata installata a 2000 m di profondità 21 km al largo di Catania (Sicily, Italy). Essa è stata connessa al laboratorio di terra tramite cavi elettro-ottici per poter effettuare un monitoraggio real-time ed è operativa dalla fine di gennaio del 2005.

Lo scopo principale della stazione è quello di effettuare uno studio dell'ambiente acustico sottomarino al fine di sviluppare una nuova tecnica di rivelazione basata sulla identificazione di impulsi acustici generati dai neutrini di elevata energia che interagiscono con l'acqua. L'esperimento ha un carattere altamente interdisciplinare e, oltre a determinare ulteriori dati a lungo termine sul rumore acustico sottomarino, rappresenta anche un'unica opportunità per studiare le emissioni acustiche dei mammiferi marini che vivono in tale area o che vi passano attraverso durante i loro movimenti stagionali all'interno del bacino del Mediterraneo. I quattro idrofoni calibrati a larga banda, campionati a 96 kHz, inviano i dati digitali al laboratorio di terra 24/24h; poiché non è possibile registrare continuamente i dati a causa del ristretto spazio delle memorie (una registrazione completa richiederebbe 124GB al giorno), i dati vengono registrati ad intervalli (5 o 10 minuti ogni ora). Nonostante ciò la quantità di dati acquisiti è enorme e fornisce nuove importanti informazioni.

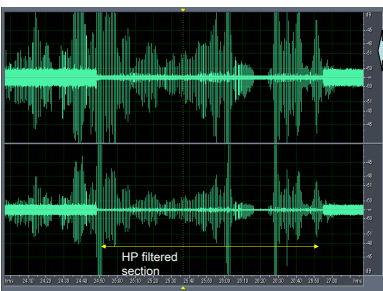
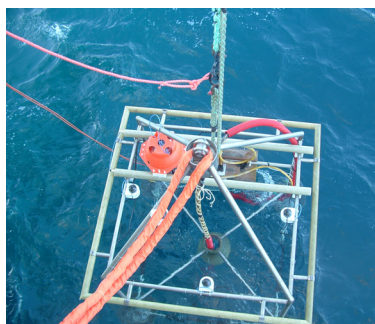
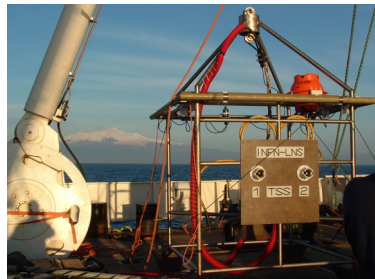
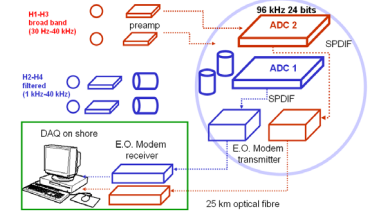
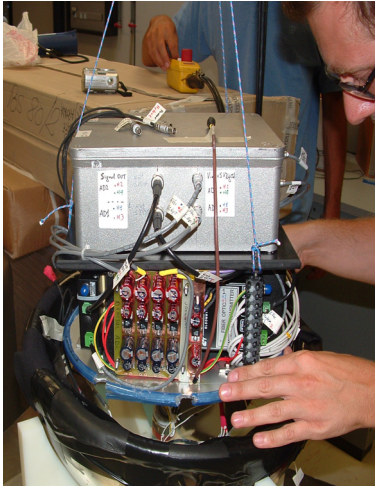
I suoni dei delfini che vivono in questa zona sono stati registrati quasi ogni giorno, mentre quelli dei capodogli e delle balene sono stati registrate con meno regolarità. Inoltre sono stati sviluppati nuovi algoritmi di analisi e nuove tecniche di registrazione allo scopo di massimizzare la capacità di registrazione ed effettuare un tracciamento dei movimenti delle sorgenti acustiche per rivelare i movimenti dei capodogli all'interno del range di rivelazione.



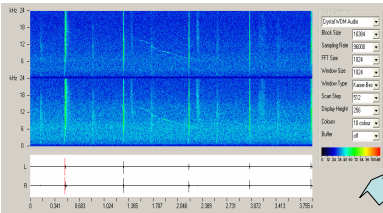
Lat: 37° 32.681' N Depth: 2050 m
Long: 15° 23.773' E



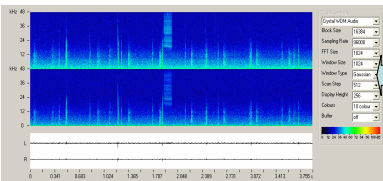
Height from seabed :
H1, H2, H4: ~ 2.6 m H3: ~ 3.2 m



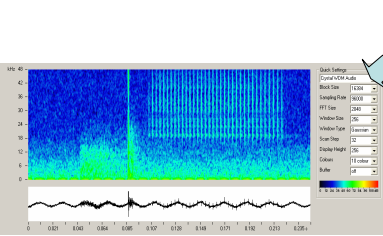
I click di capodogli sono spesso registrati con un alto SNR; usando un filtro passa-alto è possibile incrementare ulteriormente il click. Questi suoni hanno evidenziato una presenza di capodogli più consistente e frequente di quella aspettata. Estendendo l'osservazione per un lungo periodo di tempo ed effettuando un tracciamento dei movimenti degli animali sarà possibile stabilire se la loro presenza ed il loro transito è solamente stagionale o no. Analizzando i click in dettaglio è anche possibile valutare la dimensione ed il sesso dei mammiferi. In questa registrazione è possibile calcolare una dimensione di 9.94-10.27 metri, corrispondente a un maschio giovane o ad una femmina (le femmine raggiungono dimensioni di 12m, i maschi raggiungono i 18m).



I click emessi dai capodogli sono spesso intensi, poiché questi animali possono stare a grande profondità, vicino agli idrofoni ricevitori; di contro, i fischi e i click emessi dai delfini, che si suppone stiano all'interno di poche centinaia di metri dalla superficie, sono stati registrati con un'ampiezza molto più bassa.



Serie di click di capodogli insieme ai loro echi; al centro sono presenti una serie di impulsi ad alta frequenza di origine sconosciuta (un dettaglio è mostrato nel secondo spettrogramma).



Misurando le differenze tra i tempi di arrivo (TDA) sui quattro idrofoni è stato possibile determinare che gli impulsi venivano emessi da tre differenti sorgenti: due relative a capodogli e una sconosciuta.

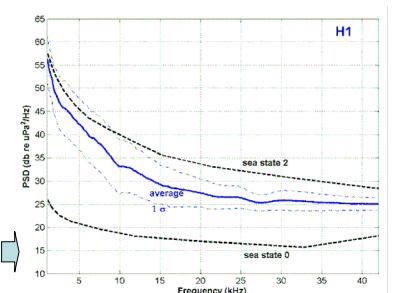
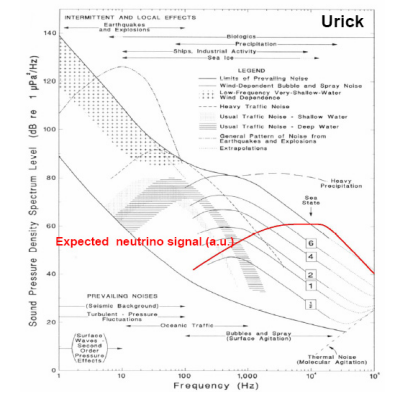
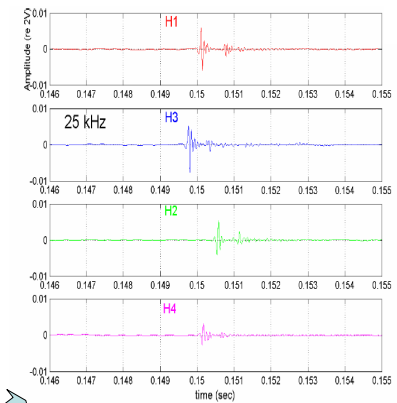
Dal TDA è possibile separare i differenti sorgenti ed effettuare un tracciamento dei movimenti.

Oltre a suoni di carattere biologico e di natura sconosciuta, sono stati registrati suoni generati da umani come rumore di imbarcazioni, sonars, esplosioni, etc.

La registrazione dei dati è stata effettuata tramite un software di acquisizione, sviluppato opportunamente, capace di registrare contemporaneamente i segnali dei 4 idrofoni, che arrivano dalla stazione sottomarina, in maniera sincrona. La registrazione può essere programmata dall'utente a intervalli definiti.

I dati digitali arrivano con una risoluzione di 24 bits e possono essere salvati in formato integer (16 o 32 bits/campione) o in formato float (32 bits/campione); il formato float è utile per importare i dati in Matlab al fine di analizzare il rumore acquisito. Il programma di analisi del suono SeaPro, sviluppato al CIBRA, è stato implementato per leggere i dati nel formato 32 bits (integer e float) e per leggere i 4 canali dei wav files.

Esempio di livelli di rumore (PSD) misurato fino ad ora (le misure sono state prese alle 4:00 AM)



Pavan G.¹
NEMO Collaboration²
G. Cosentino³
F. Speziale³

(1) IUAV University, Venezia and CIBRA, Pavia University, Via Taramelli 24, 27100 Pavia, Italy
e-mail gpavan@cibra.univp.it
<http://www.univp.it/cibra>

(2) NEMO Collaboration <http://nemoweb.lns.infn.it/>

(3) INFN-LNS, Via Santa Sofia 44, 95123 Catania, Italy

Dopo averlo posto sul fondo del mare, il frame è stato connesso al cavo ottico tramite un ROV (Remotely Operated Vehicle)