

# Monitoraggio del rumore subacqueo per la protezione dei cetacei

*Gaetano Licitra - ARPAT*

*Gianni Pavan - Univ. Pavia*

# Mediterraneo

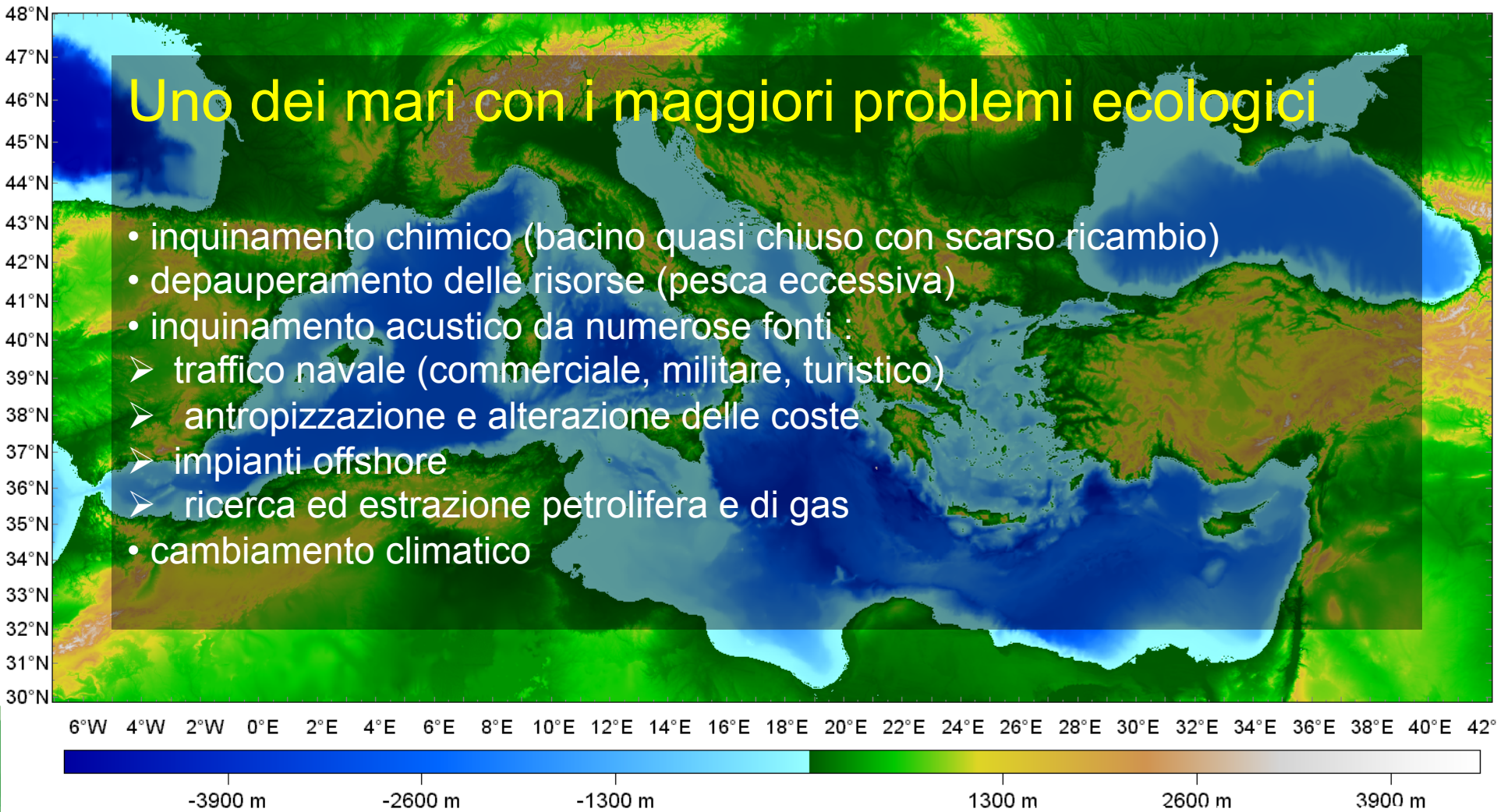
2,512,000 km<sup>2</sup>  
+ 461,000 km<sup>2</sup> Mar Nero  
prof. max 5150 m

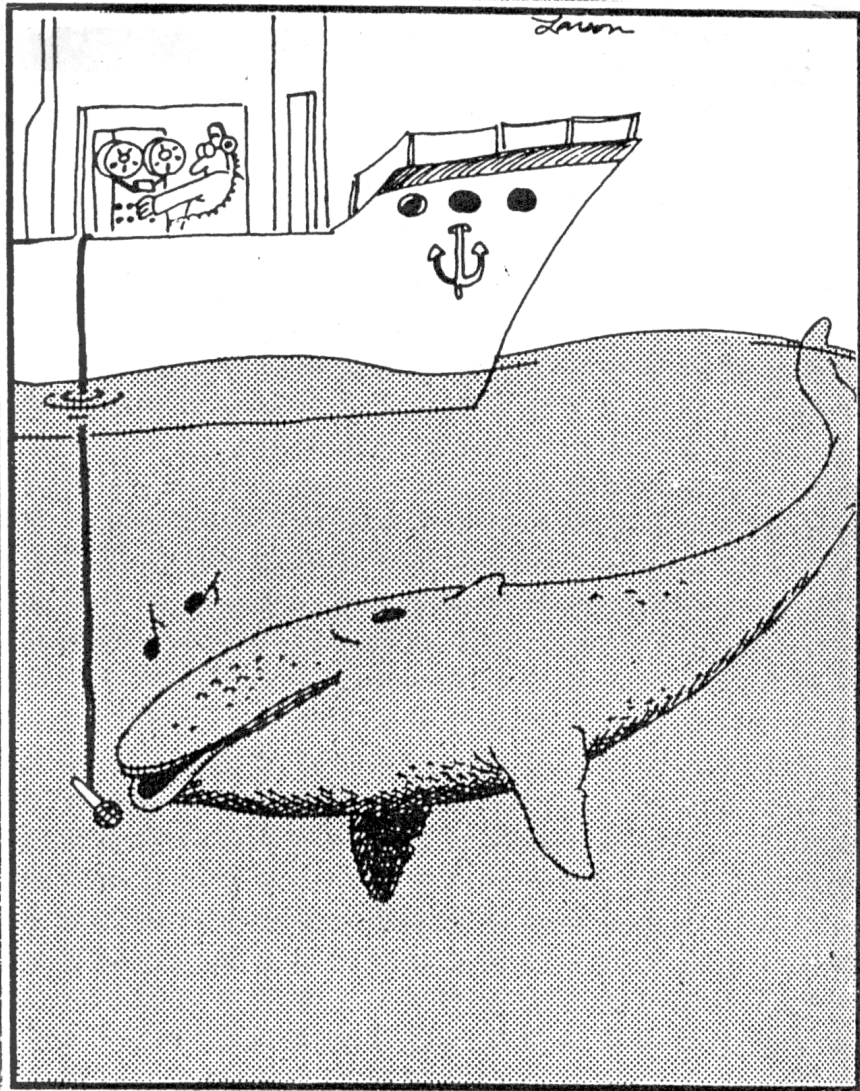
8 specie di cetacei residenti

Diverse specie visitatrici occasionali

## Uno dei mari con i maggiori problemi ecologici

- inquinamento chimico (bacino quasi chiuso con scarso ricambio)
- depauperamento delle risorse (pesca eccessiva)
- inquinamento acustico da numerose fonti :
  - traffico navale (commerciale, militare, turistico)
  - antropizzazione e alterazione delle coste
  - impianti offshore
  - ricerca ed estrazione petrolifera e di gas
- cambiamento climatico





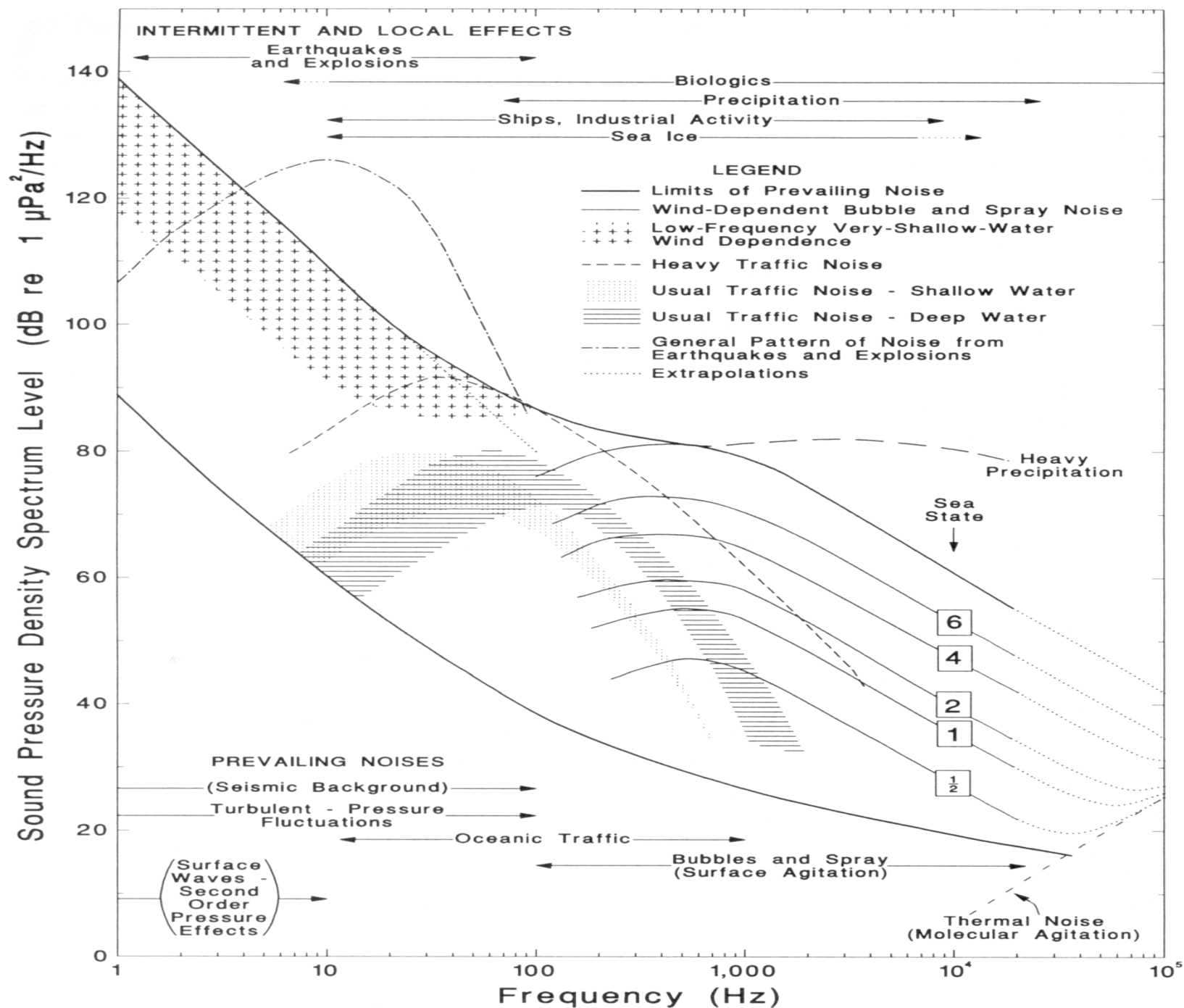
"A Louie, Louie . . . wowoooo . . . We gotta go now . . ."

In acqua il suono si propaga 5 volte più velocemente che in aria e con grande efficienza in quanto l'incomprimibilità del mezzo garantisce una scarsa attenuazione.

I cetacei hanno sviluppato specifici adattamenti all'ambiente acquatico per sfruttare il suono come strumento di comunicazione, di caccia, di orientamento e di indagine dell'ambiente.

Nell'oscurità delle acque profonde il suono è essenziale per la loro vita.







# Rumore diffuso vs puntiforme

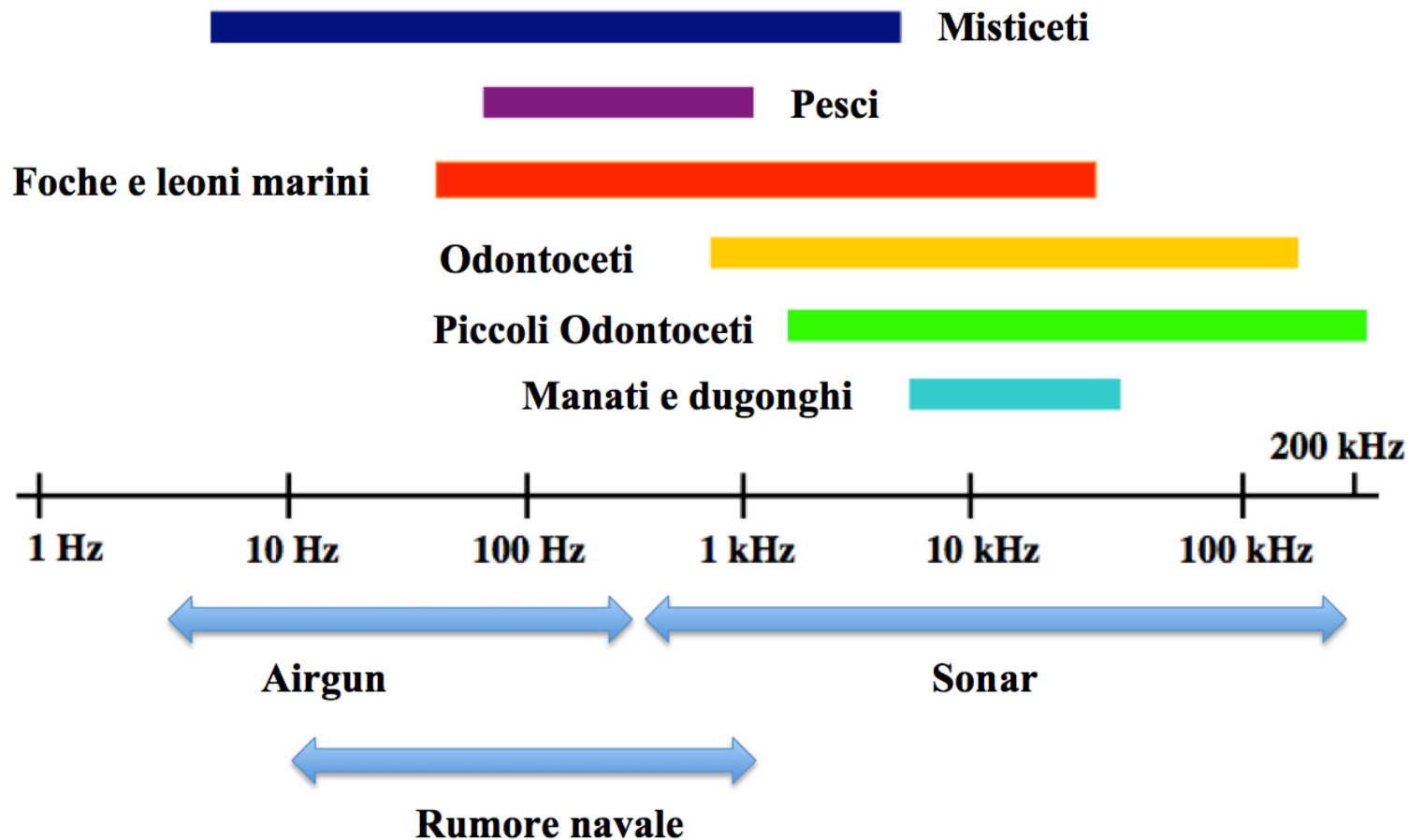
L'interesse per impatto del rumore nasce con gli eventi puntiformi legati a sorgenti di alta potenza, in primis sonar e airguns per le prospezioni sismiche. E' tuttavia da ricordare che fu il progetto ATOC degli anni '70 a suscitare le prime preoccupazioni.

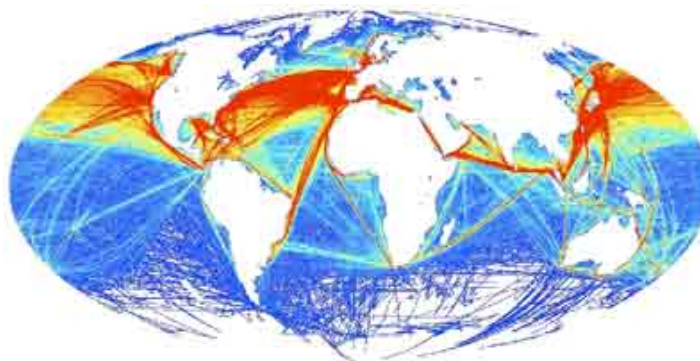
Ora si riconosce che gli impatti negativi, sia a livello individuale che di popolazione, nascono anche da altre attività finora sottovalutate.



L'interesse degli scienziati e dei legislatori è anche rivolto al rumore diffuso che nasce da una moltitudine di sorgenti puntiformi il cui rumore si diffonde:

- il rumore del traffico navale,
- le vibrazioni che si propagano dalla costa,
- il rumore diffuso anche a grande distanza dalle prospezioni sismiche,
- il rumore dei grandi impianti offshore quali piattaforme di perforazione/estrazione, e impianti eolici.



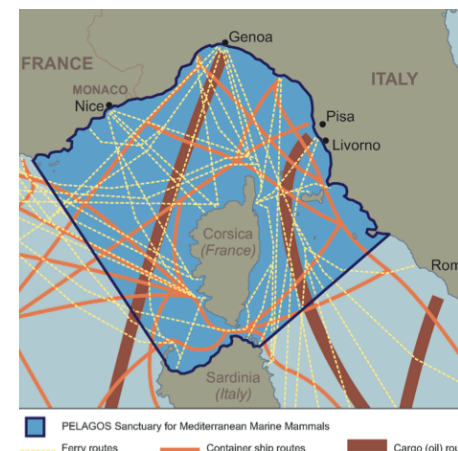


## EEC 2008/56 Directive “Marine Strategy”

Identifica 11 descrittori della qualità dell’ambiente marino e chiede ai governi di predisporre opportuni strumenti di monitoraggio e controllo.

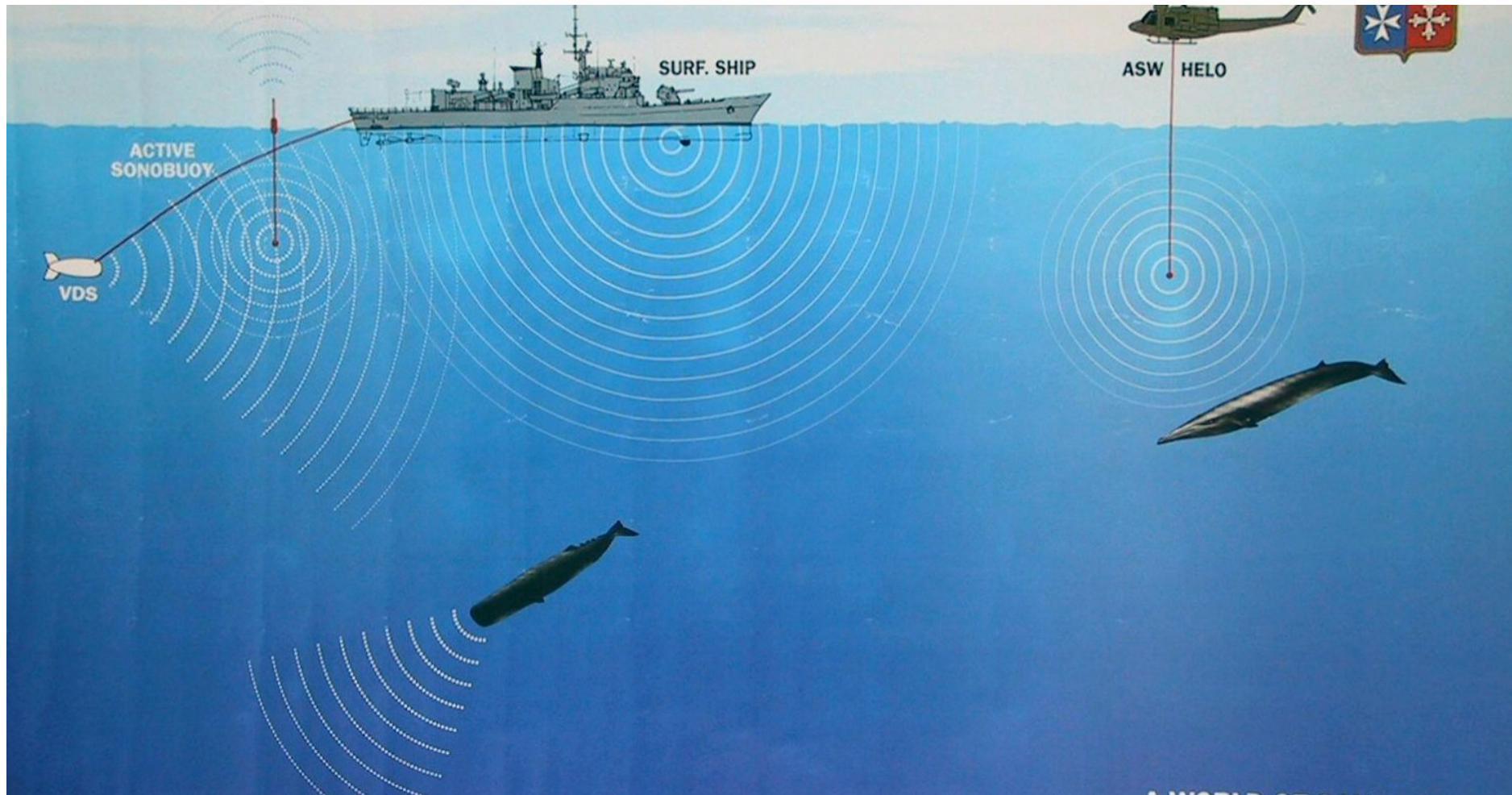
Fra questi il monitoraggio delle popolazioni di cetacei e del rumore subacqueo (descrittore 11) distinto in due categorie:

Rumore intermittente (sonar, airgun, pile drivers e rumore continuo a bassa frequenza (principalmente traffico navale).





E' dal 1998 che si ha dimostrazione che i sonar possono essere letali per certe specie di cetacei (Zifi, spiaggiamento di massa in Grecia nel 1996). Da qui nascono i principali programmi di ricerca e di mitigazione di NATO (NURC) e US Navy (ONR).





Survey geosismici con airguns e costruzioni offshore (pile drivers)

ACCOBAMS e altre organizzazioni hanno prodotto specifiche linee guida per ridurre gli impatti

# L'implementazione della Marine Strategy in Italia – il lavoro di Ispra

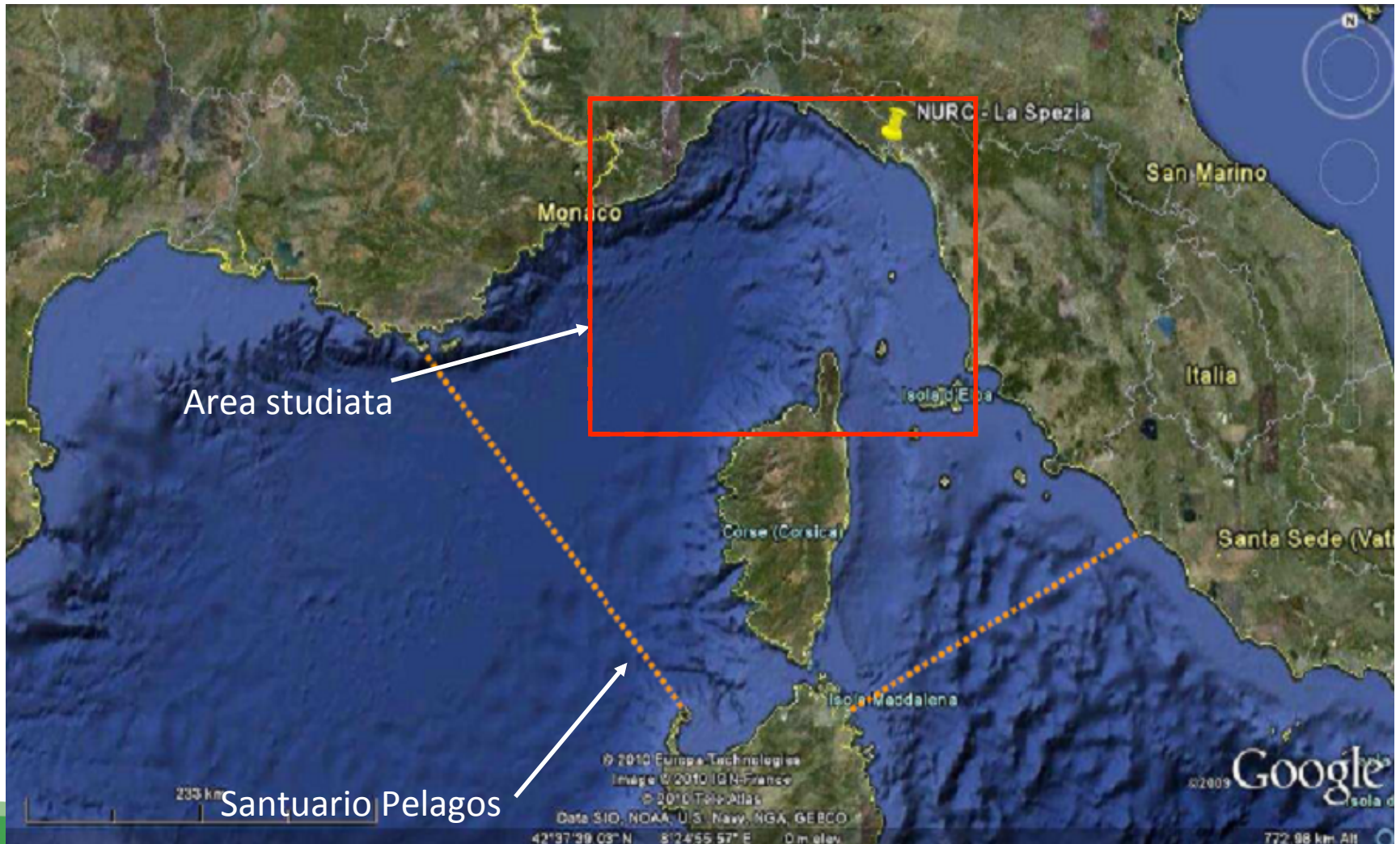
- ❑ A partire dal 2010 il Servizio Agenti Fisici (AGF) di Ispra ha partecipato attivamente alle attività del TG Noise, istituito dalla Comunità Europea per definire problemi e relative soluzioni inerenti il rumore subacqueo.
- ❑ Nel 2011 ha redatto e pubblicato le linee guida nazionali per lo studio e la regolamentazione del rumore di origine antropica introdotto in mare.
- ❑ Nel 2012 ha prodotto il "Rapporto tecnico: Valutazione e mitigazione dell'impatto acustico dovuto alle prospezioni geofisiche nei mari italiani", per conto del MATTM.



# L'implementazione della Marine Strategy in Italia – il lavoro di Ispra

- ❑ AGF ha raccolto le informazioni sui dati acustici presenti in Italia, sui soggetti detentori e sulla qualità dei dati reperibili, definendo quali fossero le criticità esistenti e le aree (sottoregioni) di intervento opportune.
- ❑ Nel corso del 2013-14 ha inoltre elaborato un piano di monitoraggio nazionale presentandolo al MATTM.
- ❑ ISPRA ha partecipato alla revisione del documento **Good Practice Guide n. 133 Underwater Noise Measurements** del National Physical Laboratory (UK) e lo ha adottato come guida di buona pratica di riferimento per le proprie attività di studio e di indirizzo inerenti il rumore subacqueo.

# Progetto GIONHA: stima dei livelli di rumore antropico nel Santuario dei Cetacei

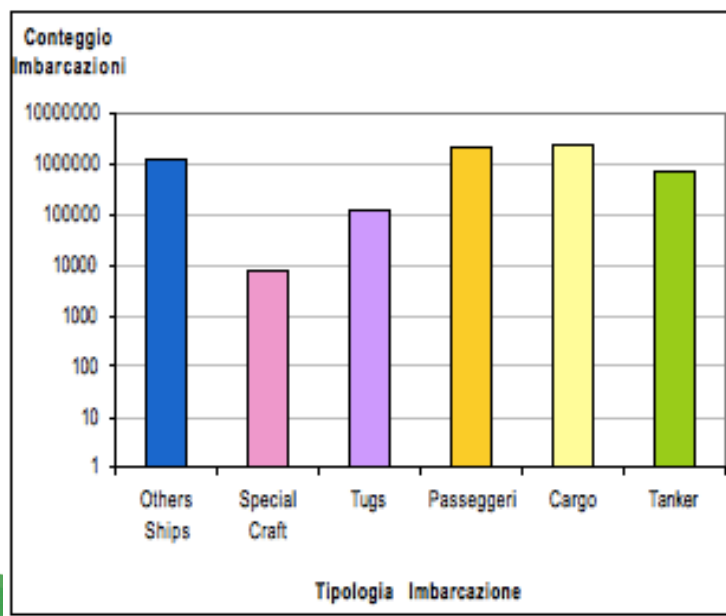
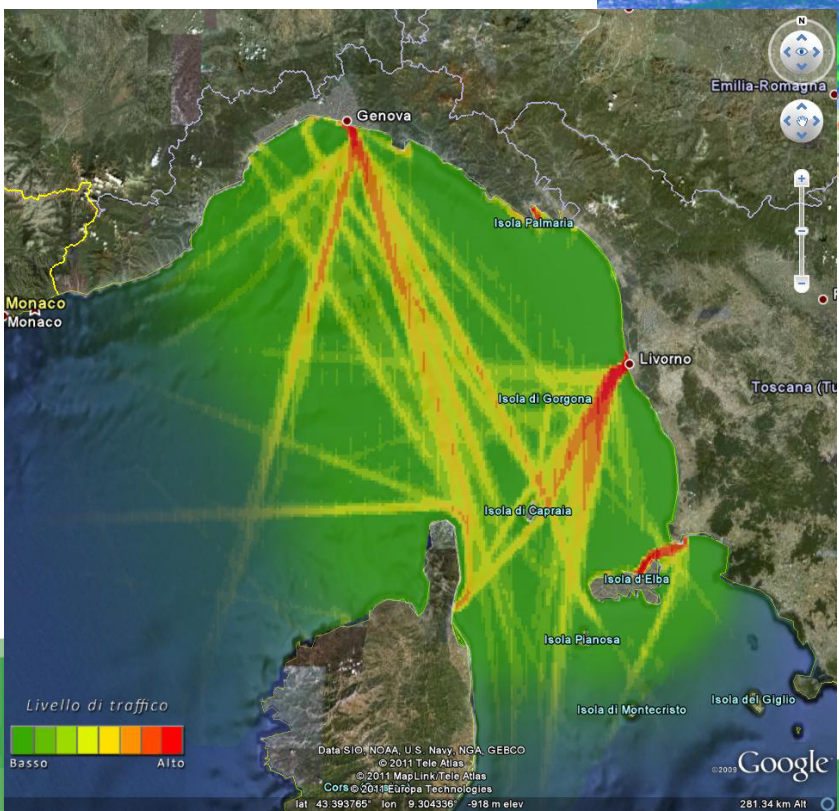
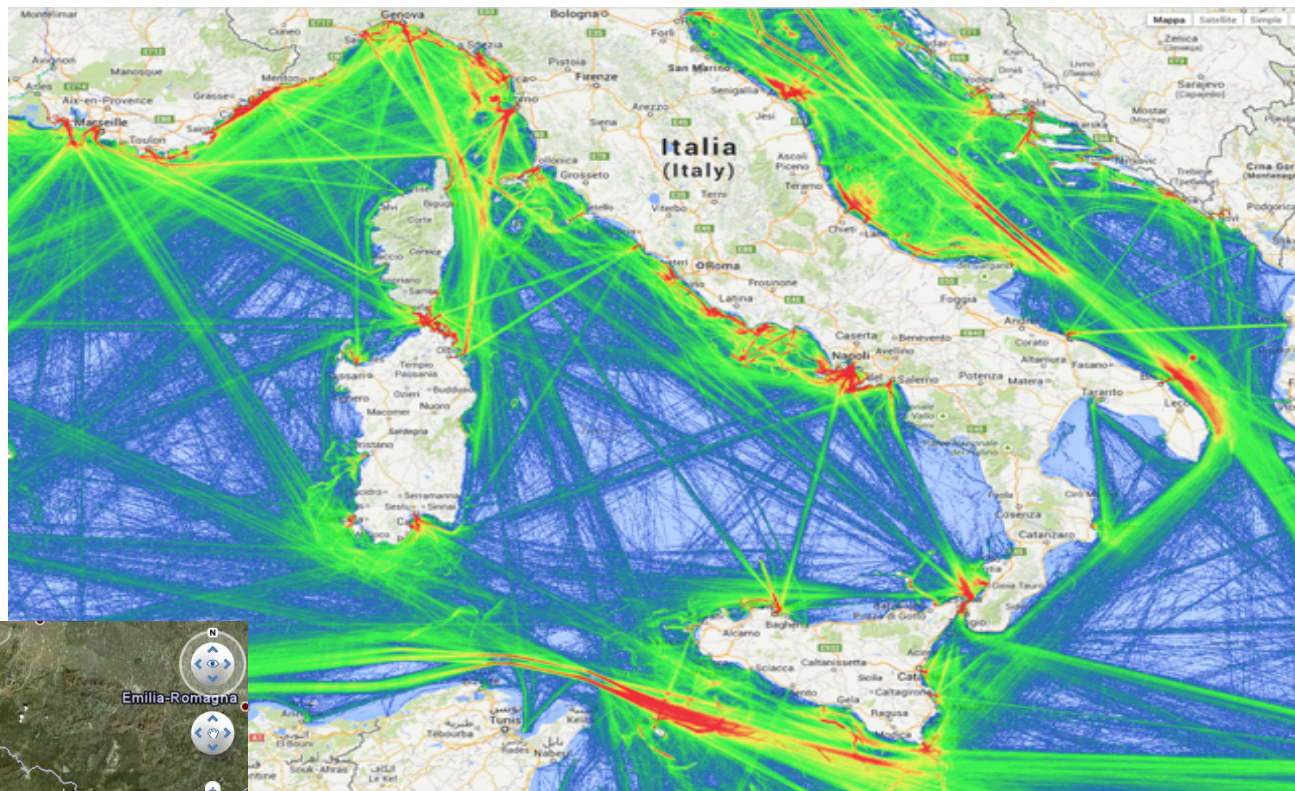


# Il progetto GIONHA

sul rumore prodotto dal traffico navale nell'Alto Tirreno

- Adempiendo a quanto richiesto dalla *Marine Strategy* è stata fornita una valutazione del livello di inquinamento acustico marino su base annuale.
- Approccio modellistico, limitato alla sola componente di rumore prodotto dal traffico navale e basandosi sui sistemi AIS (*Automatic Identification System*) presenti sulle imbarcazioni.
- Il lavoro svolto sui dati AIS ha consentito di descrivere in maniera esauriente la sorgente di rumore nel Santuario dei Cetacei fornendo:
  - L'individuazione delle rotte principali;
  - la conoscenza delle tipologie di imbarcazioni;
  - la distribuzione temporale dei natanti.





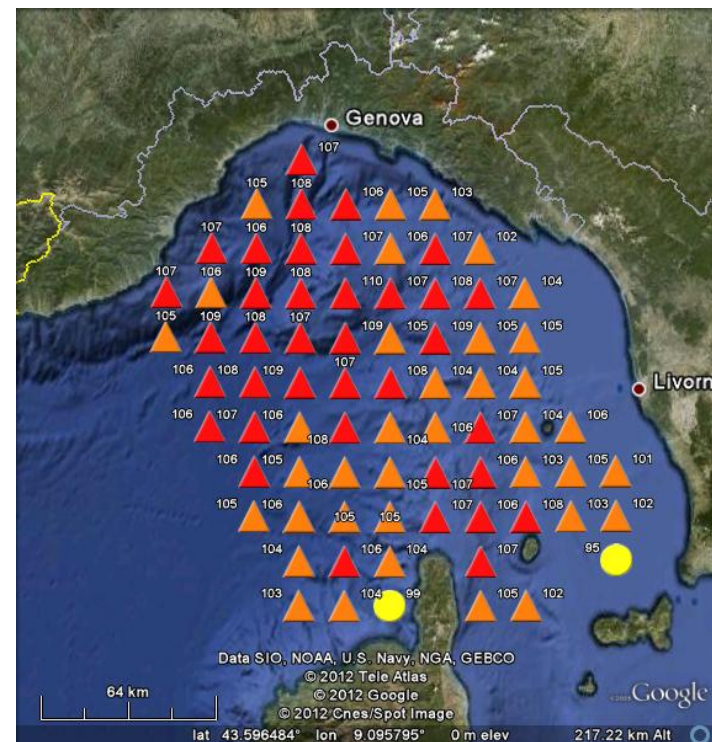
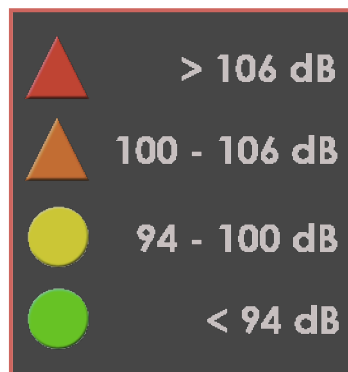


**Mappe di rumore per il Santuario Pelagos.** Le mappe sono state calcolate alle frequenze di 63 Hz (a sinistra) e 125 Hz (a destra), a 100 metri di profondità e sono rappresentative del rumore immesso durante l'anno 2009.

Mappe della rumorosità dell'area sono state create combinando tra loro le informazioni su:

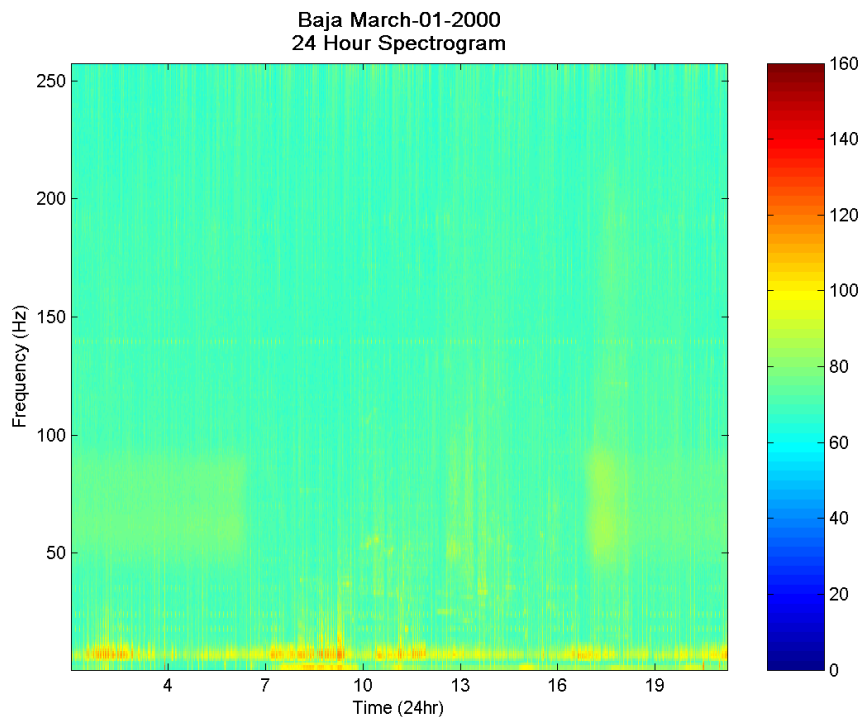
- volumi di traffico;
- emissioni sonore delle sorgenti;
- propagazione delle onde (raytracing).

I risultati sono stati interpretati secondo la *Marine Strategy* per i suoni continui a bassa frequenza: livello di rumore ambientale, mediato all'interno di un anno nelle bande di terzi di ottava dei 63 e 125 Hz, non deve eccedere il valore limite di 100 re 1  $\mu$ Pa.

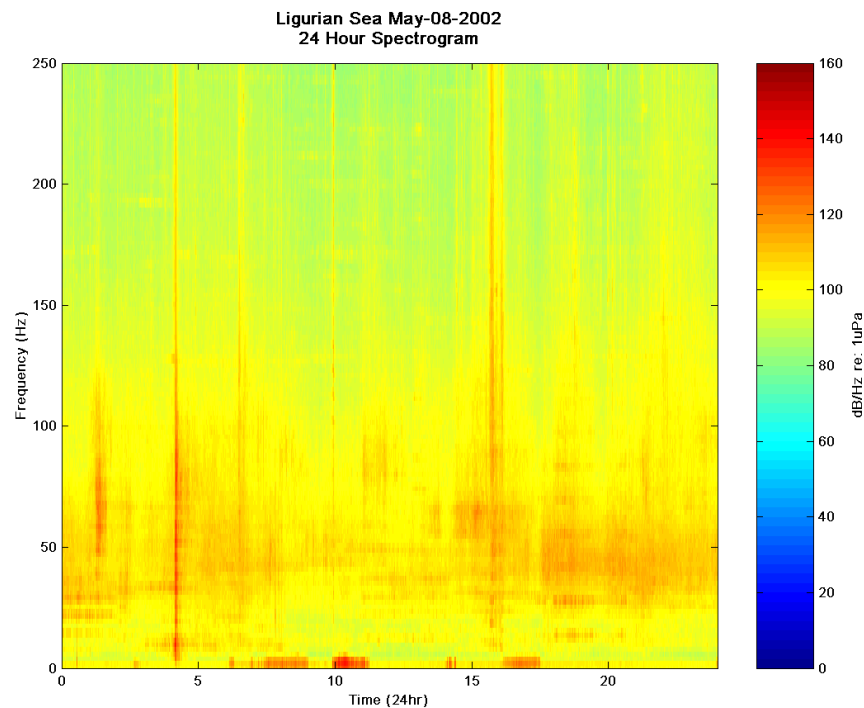


# Ambienti diversi ...

## Mare di Cortez, Messico



## Mar Ligure, Mediterraneo



Il rumore ambientale ha un significativo impatto sulle distanze alle quali i cetacei possono comunicare. Un aumento di soli 6 dB dimezza la distanza di comunicazione!



- Dalla collaborazione decennale tra l'INFN di Catania, il CIBRA dell'Università di Pavia, l'INGV e numerosi altri enti, sono nati numerosi progetti interdisciplinari (KM3NeT, EMSO e SMO-Firb2008) per il monitoraggio a lungo termine degli ambienti marini profondi.
- Fra le altre numerose finalità di ricerca, è possibile studiare in tempo reale il rumore ambientale sottomarino e registrare le emissioni acustiche dei cetacei presenti a largo della Sicilia orientale.

**Il Test Site di Catania** dei Laboratori Nazionali del Sud – INFN utilizzato per le fasi di test del progetto KM3NeT-Italia e per l'installazione di osservatori sottomarini multidisciplinari in collaborazione con l'INGV.

L'infrastruttura al largo di Catania, consiste in una stazione di terra all'interno del porto di Catania.

Essa è equipaggiata con sistemi di alimentazione, di acquisizione dati e di calcolo, connessa in fibra ottica ai Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN.

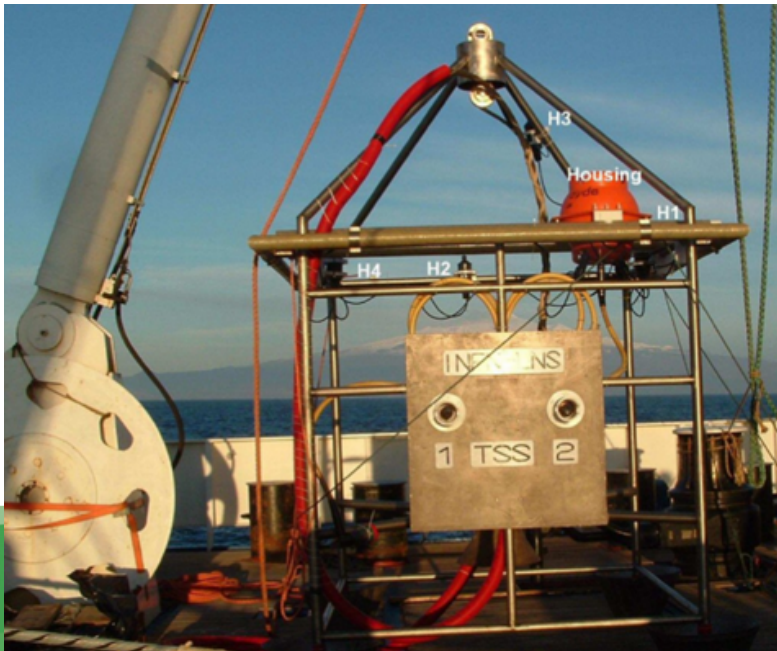


## Il Test Site di Catania

Fin dal 2005 sul sito TSS sono state connesse le antenne acustiche OnDE e OnDE-2, sul sito TSN l'osservatorio multidisciplinare NEMO-SN1, equipaggiato con sensori sismici, oceanografici ed acustici che consentono di monitorare il rumore a larga banda e di identificare la presenza di cetacei

### Osservatorio SN1

#### Stazione NEMO-OnDE



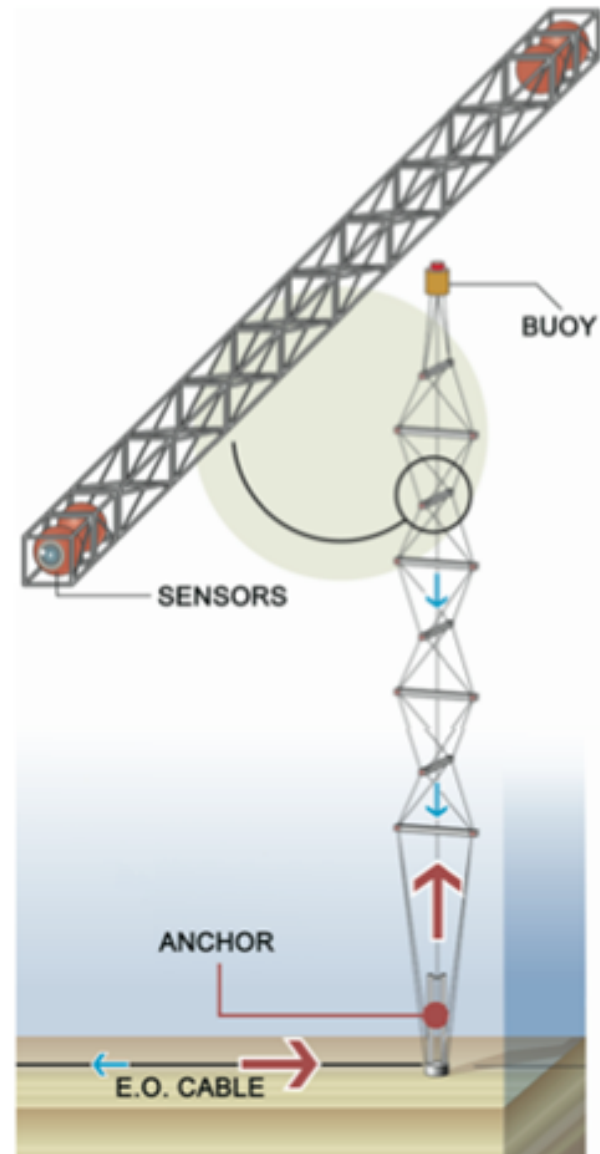


Prima torre KM3NeT-Italia installata  
nel sito INFN di **Capo Passero**  
a 3500 metri di profondità.

L'infrastruttura di Capo Passero è progettata per ospitare il telescopio sottomarino KM3NeT finalizzato all'osservazione di neutrini cosmici di altissima energia per studi di astrofisica particellare.

Anche le strutture del telescopio sono state equipaggiate con sensori acustici, connessi da mare a terra con un cavo elettro-ottico.

In questo caso i sensori acustici svolgono la funzione principale di ricevitori per il rivelatore sottomarino, ma grazie alla possibilità di trasmettere tutti i dati verso terra sono anche utilizzati per monitoraggio acustico ambientale e per la ricerca di cetacei.



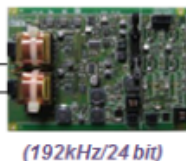
## Schema del sistema di acquisizione del prototipo SMO . KM3NeT

**MARE**

Idrofoni  
+  
preamplificatori



AcouBoard



(192kHz/24 bit)

Dati AES/EBU

FCMb



Moduli ottici (OM)

Dati OM

Trasmissione del clock del GPS

Optical link



eFCMb

Ricevitore GPS



Dati AES/EBU

Scheda audio professionale PCI+  
ADS  
(Acoustic Data Server)



TCP/IP

Scienze  
associate

Posizionamento  
acustico

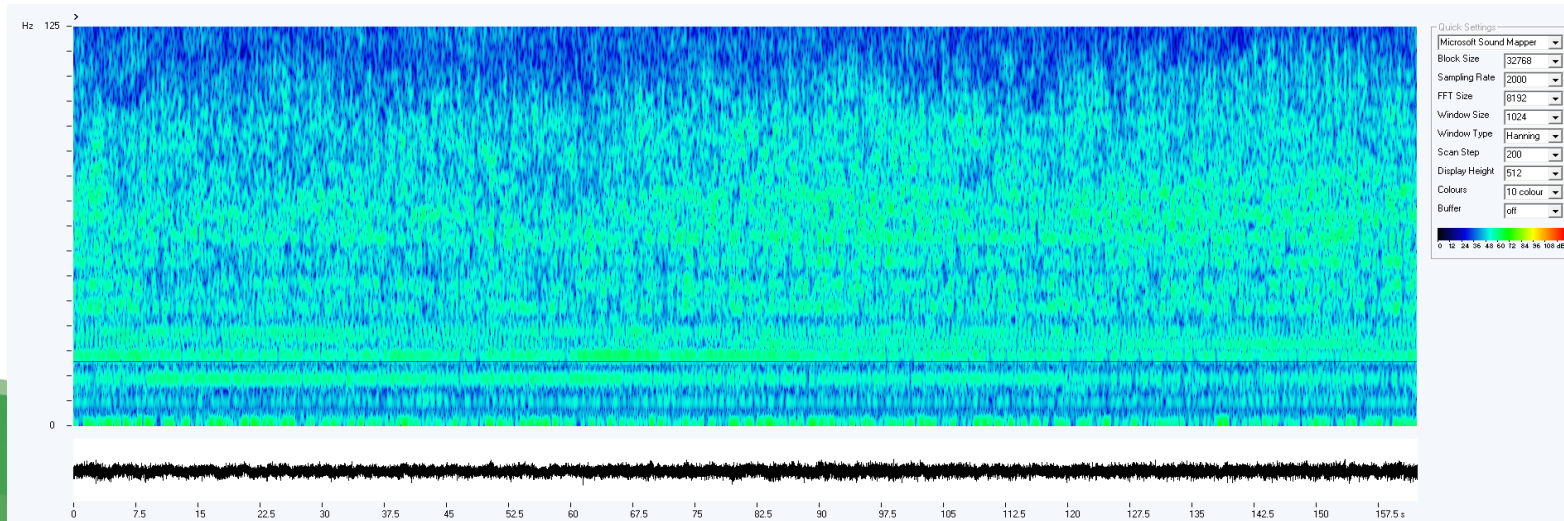
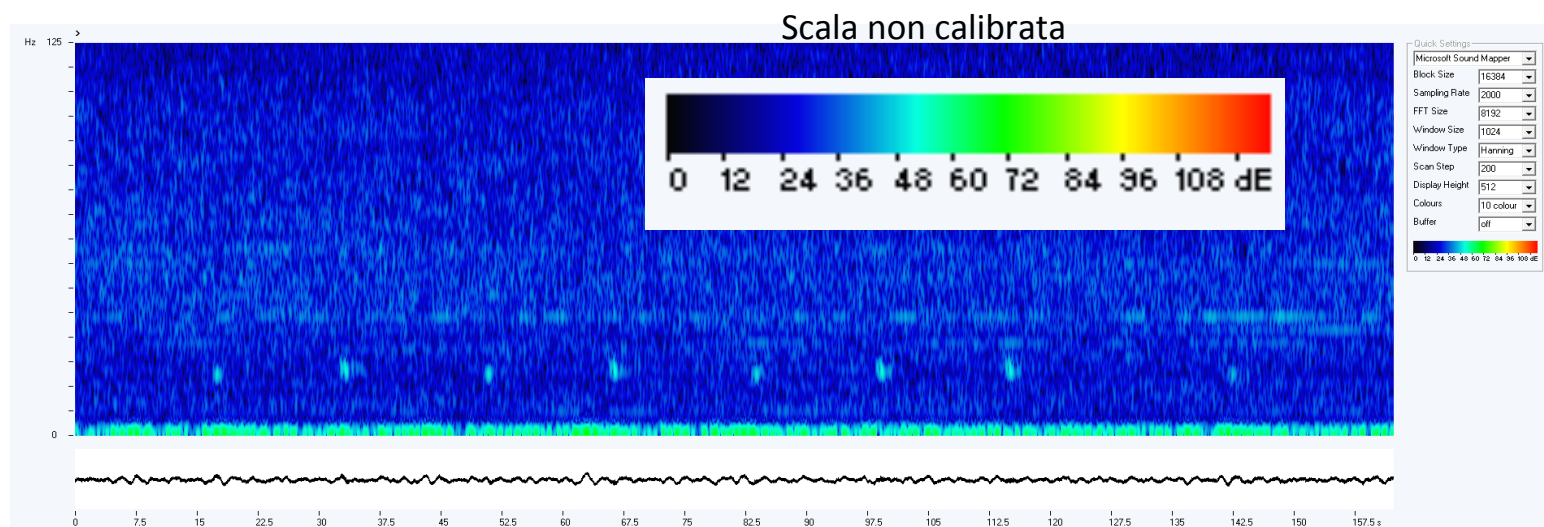
**TERRA**

Dati audio digitali + etichettatura del tempo GPS  
Dati degli OM

## Il rumore del traffico navale 25 km dal porto di Catania

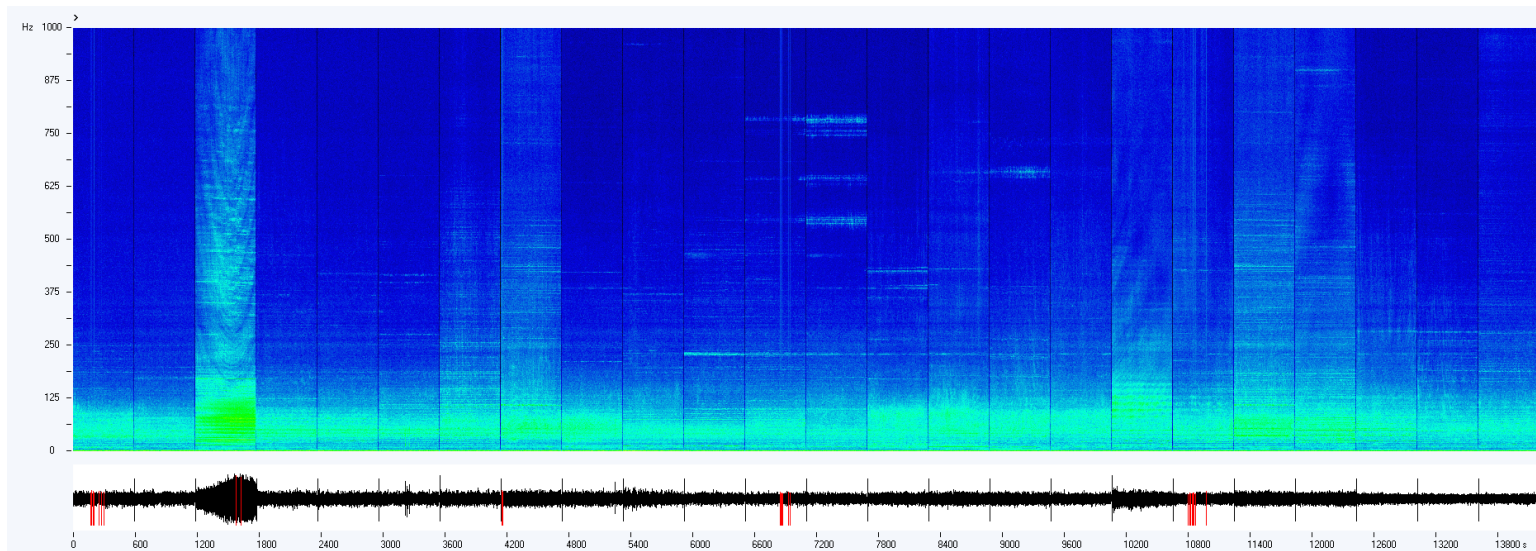
Le vocalizzazioni di balenottera (in alto) sono completamente mascherate dal passaggio di una nave (in basso)

Registrazione INFN-INGV dalla piattaforma SN1 con idrofono SMID LF  
1Hz-1kHz





## Un giorno di rumore ... (10 min/ora)



Il rumore navale può aumentare il rumore ambientale di 40-60 dB anche per lunghi periodi di tempo con picchi di oltre 80 dB sopra il rumore ambiente.

Il rumore a bassa frequenza (10 Hz – 1000 Hz) può interferire con la comunicazione dei mysticeti (masking), ma anche produrre stress e alterazione delle rotte di navigazione fino all'abbandono di determinate aree.

Ne derivano impatti significativi su individui e popolazioni (riduzione della capacità riproduttiva, abbandono di aree essenziali per alimentazione, riproduzione, allevamento dei piccoli).

# Di quali livelli dobbiamo preoccuparci?

Transmission loss from 210 dB Sound Source assuming spherical spreading

RANGE FROM SOURCE (M)	RECEIVED LEVEL (dB re 1 $\mu$ Pa) assuming $20 \log R$
1	210
10	190
32	180
100	170
316	160
1000	150



Considerando una singola sorgente, la frequenza di emissione e i modi di propagazione locali si possono determinare le distanze di sicurezza.... ma non è importante solo il livello ricevuto.

Anche la struttura del rumore e la durata complessiva dell'esposizione determinano il fattore di rischio.

# Il “continuum” dal benessere agli effetti fatali

dB, frequenza & durata + altri fattori ?

Allontanamento  
Deviazione rotte  
Mascheramento  
Cambiamento vocalizzazioni  
Impossibilità di comunicare  
Alterazione comportamento  
Stress

Comfort  
acustico ?

TTS Sordità temporanea  
Forte disturbo

**PTS**  
Sordità  
Barotraumi  
Emorragie  
Embolie  
Morte

benessere

Innocuo

**DISTURBO**

**DANNO**

Fatale

Effetti biologici del disturbo ? Effetti a lungo termine ? Effetti cumulativi ? Come misurare e valutare gli effetti a livello di individuo e di popolazione ?





Ma non dobbiamo preoccuparci solo dei cetacei: anche invertebrati, pesci e rettili subiscono l'impatto del rumore

L'effetto su pesci e invertebrati può avere conseguenze ecologiche importanti anche sui cetacei e per la pesca



- Il rumore subacqueo di origine antropica genera impatti negativi su una grande varietà di organismi marini. Gli effetti del rumore subacqueo a livello di popolazioni e di ecosistema sono ancora da indagare.
- Ci vogliono norme per la navigazione e per le attività potenzialmente dannose, sia all'ambiente marino in generale sia in particolare alle aree più significative per la sopravvivenza dei cetacei (rotte di migrazione, aree di riproduzione, aree di alimentazione).
- Bisogna operare non solo attraverso la riduzione delle sorgenti sonore di alta potenza, ma anche e soprattutto garantendo un ambiente acustico confortevole che ne garantisca il benessere e la sopravvivenza nell'interesse dell'intero ecosistema marino.

- Le attività di ricerca in corso in Italia hanno prodotto risultati importanti, interessando aree estese quali il nord Tirreno e lo Ionio meridionale;
- I livelli sonori presenti e la ricchezza di aree importanti per la conservazione della biodiversità dimostrano come sia necessario agire per la protezione della fauna marina;
- Tali attività possono trovare notevole impulso da collaborazioni internazionali da rafforzare per contribuire allo sviluppo delle conoscenze in un settore che richiede anche dal punto di vista normativo a livello comunitario uno sforzo ancora molto significativo.