

L'importanza di utilizzare strumentazione per l'acquisizione di parametri oceanografici in continuo in ambiente marino e lagunare.

Giovedì 23 ottobre 2025 ore 10:00

Antonio Codarin, Federico Pittaluga – ARPA FVG



REALIZZATO DA:





agenzia regionale per la
PROTEZIONE DELL'AMBIENTE
DEL FRIULI VENEZIA GIULIA



L'importanza di utilizzare strumentazione per l'acquisizione di parametri oceanografici in continuo in ambiente marino e lagunare

Antonio Codarin
Federico Pittaluga

SOC Stato dell'Ambiente
SOS Qualità delle Acque Marine e di Transizione

Monitoraggio in continuo del clima acustico subacqueo

Suoni e rumori subacquei? Chi, cosa e come

Perché lo facciamo? Evidenze scientifiche e normativa

Come lo facciamo? Il PAM, la strumentazione utilizzata ed i progetti Interreg IT-HR
«Soundscape» ed «Undersea»

THE GREATEST THRILLS THAT EVER CAME FROM BENEATH THE SEA!



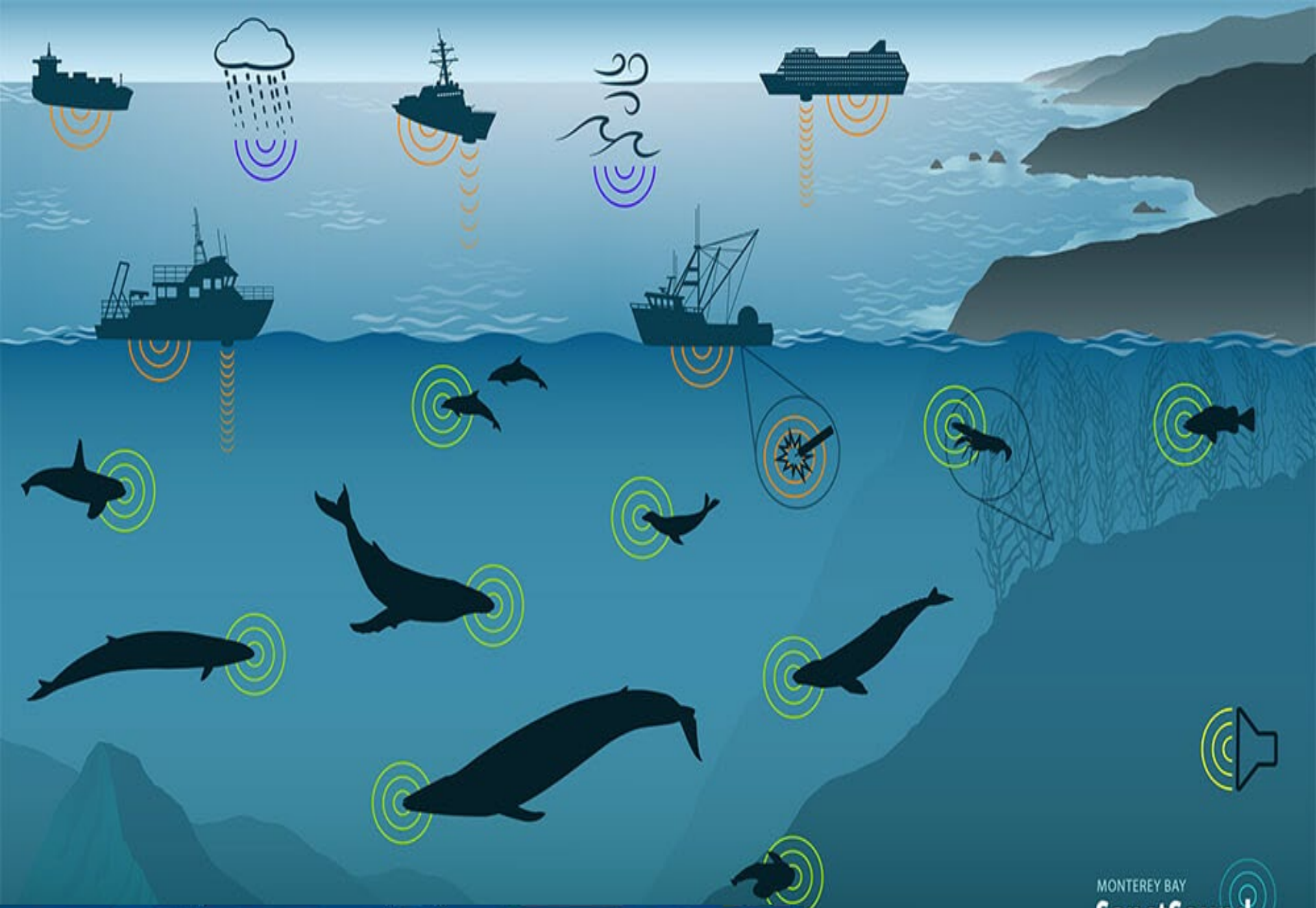
THIS YEAR'S WINNER OF THE WORLD'S TOP
INTERNATIONAL MOVIE PRIZE...
The Cannes Film Festival Golden Palm Award!

THE SILENT WORLD



A Film by Jacques-Yves Cousteau and Louis Malle with Frederic Dumas, Albert Falco, the divers and the crew of the Calypso • A Columbia Picture

TECHNICOLOR[®]



UNDERWATER NOISE EMISSIONS

MONTEREY BAY

SanctSound





Discovery of *Sound in the Sea*

Home

Search



Home

Science of Sound >

Animals and Sound >

People and Sound >

For Decision Makers >

Galleries >

Resources >

Tutorials >

DOSITS FAQ

Facts and Myths

Free Interactive eBooks

Effects of Noise on Aquatic Life
2019 Meeting

Submarine volcanic eruptions

Scientists use underwater acoustics to map, monitor, and evaluate the eruptions of submarine volcanoes.



What's New

Hot Topics

Discovery of *Sound in the Sea*

Search 

Home

Science of Sound >

Animals and Sound >

People and Sound >

For Decision Makers >

Galleries >

Resources >

Tutorials >

DOSITS FAQ

Facts and Myths

Free Interactive eBooks

Effects of Noise on Aquatic Life
2019 Meeting

Submarine volcanic eruptions

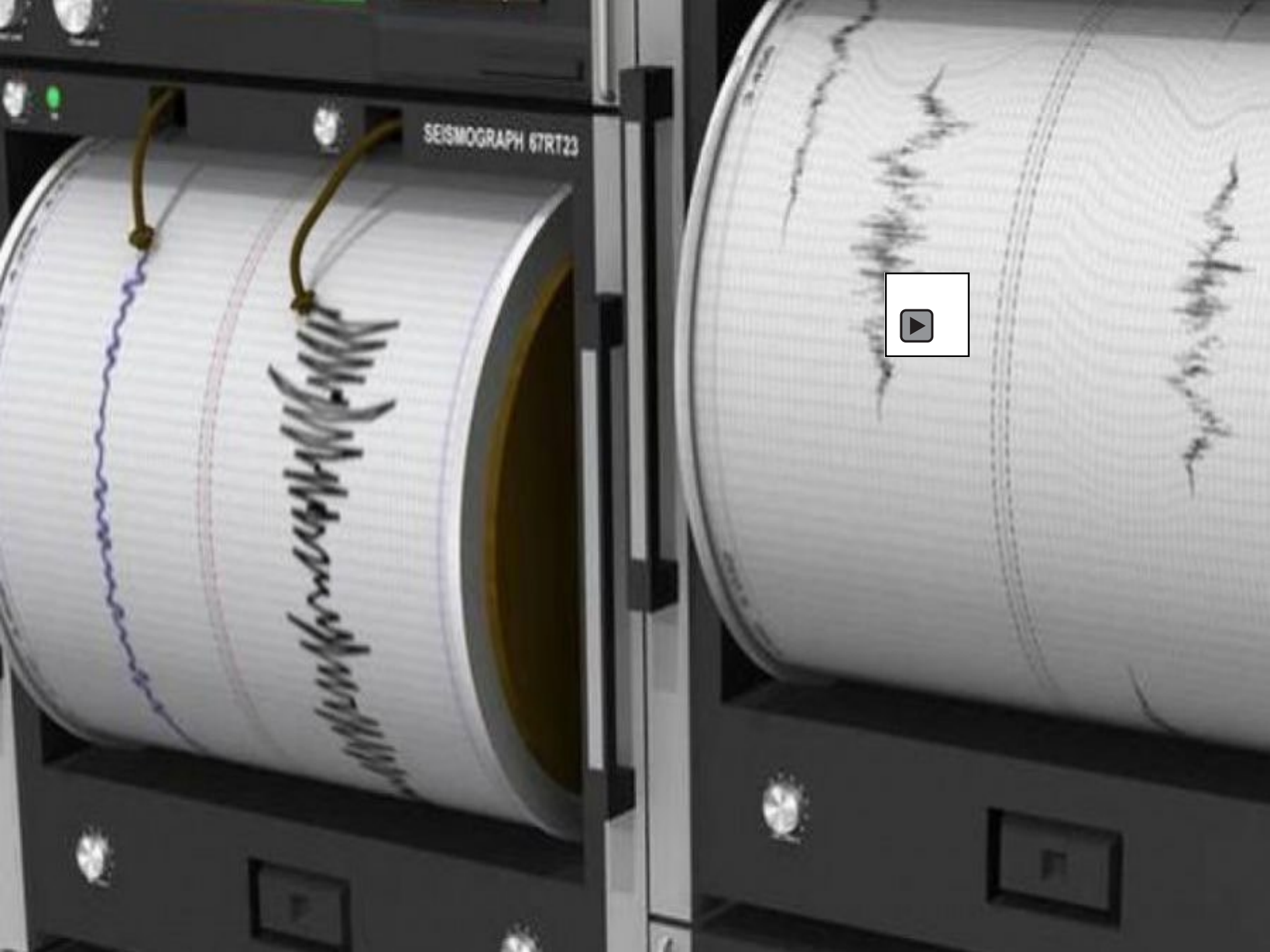
Scientists use underwater acoustics to map, monitor, and evaluate the eruptions of submarine volcanoes.

What's New

Hot Topics







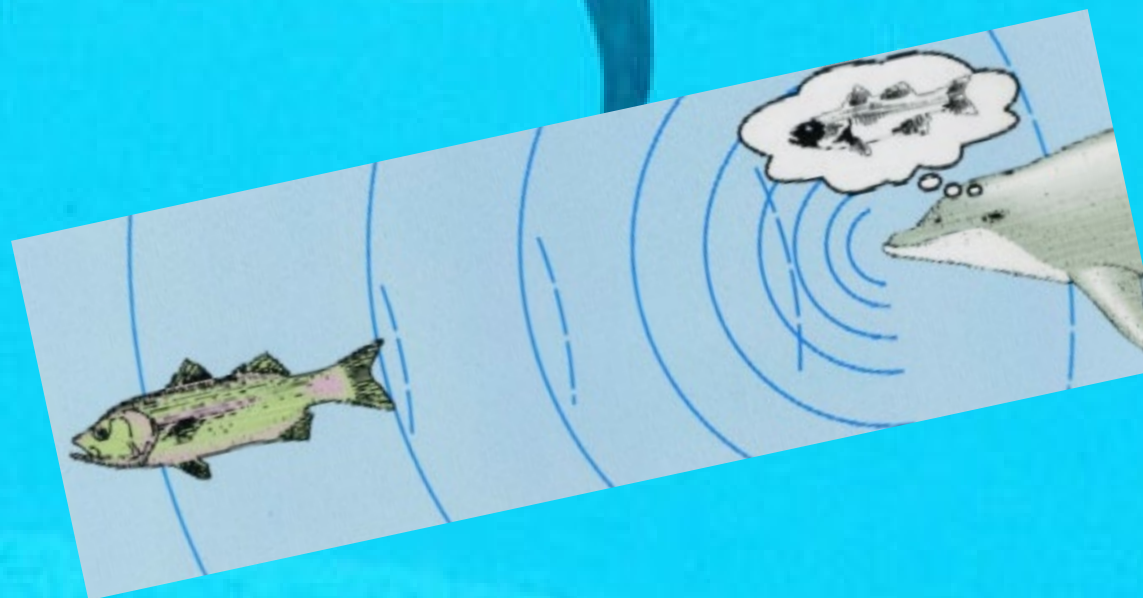
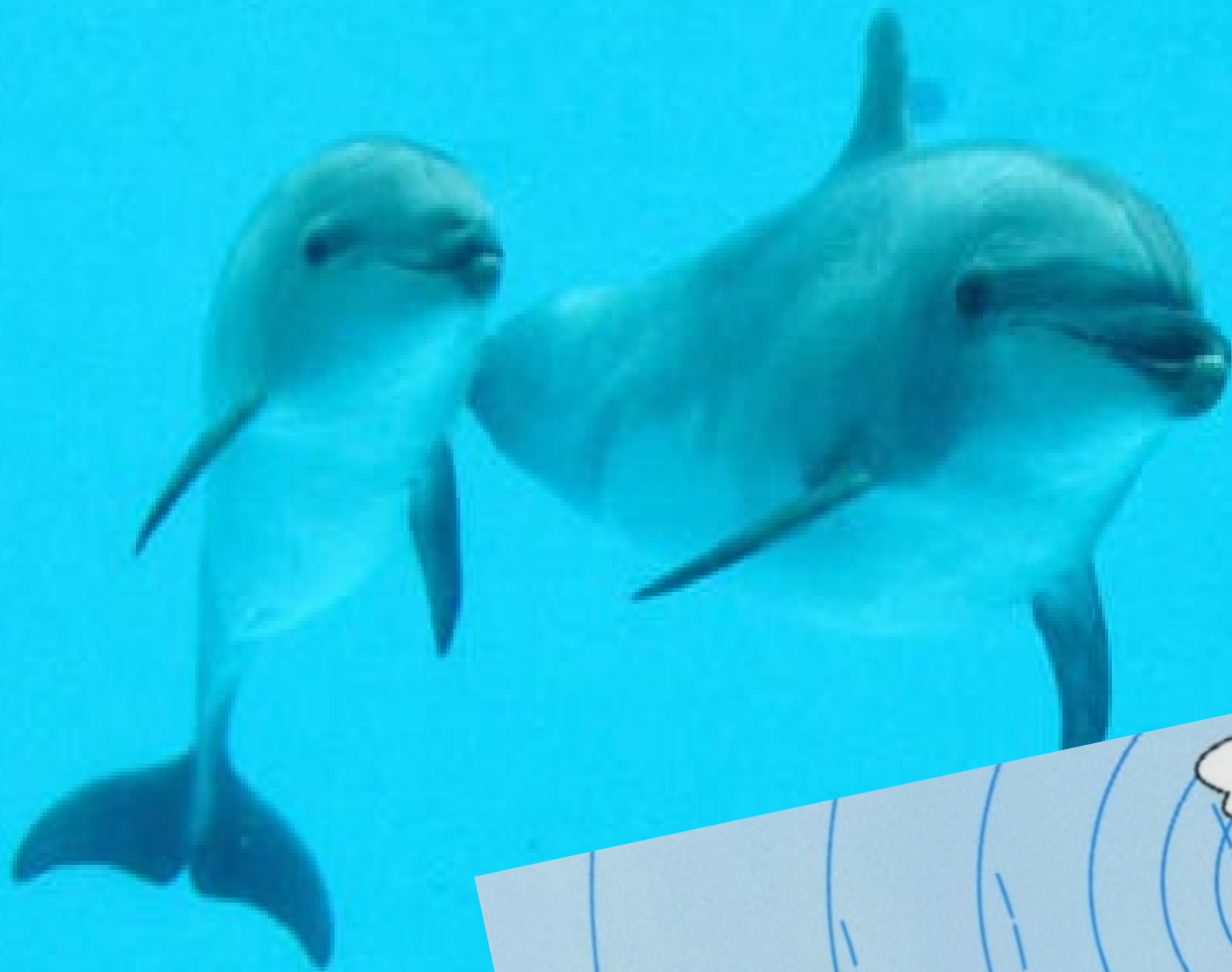






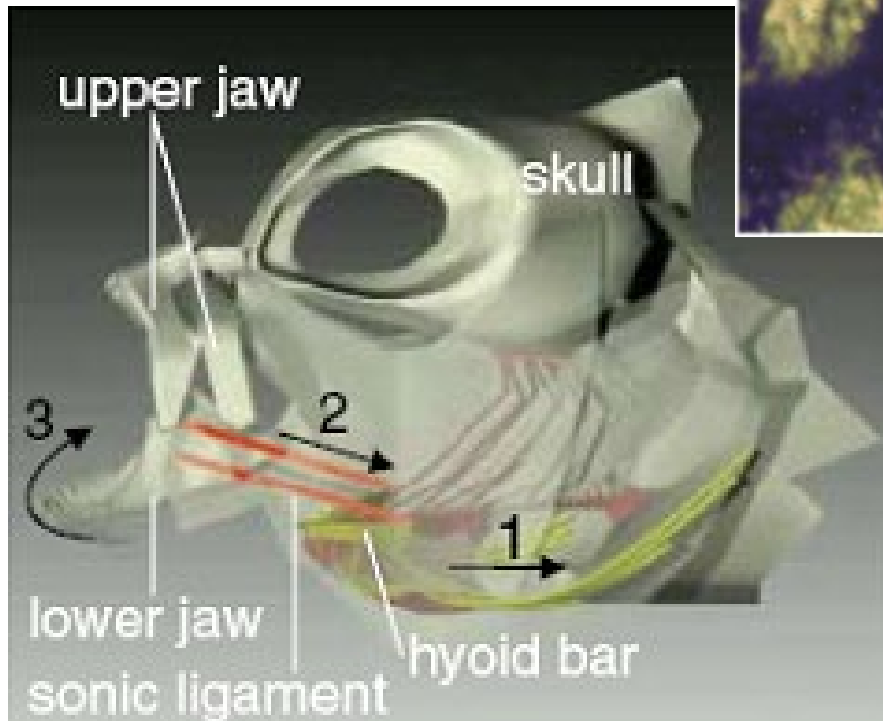


wikipedia.org

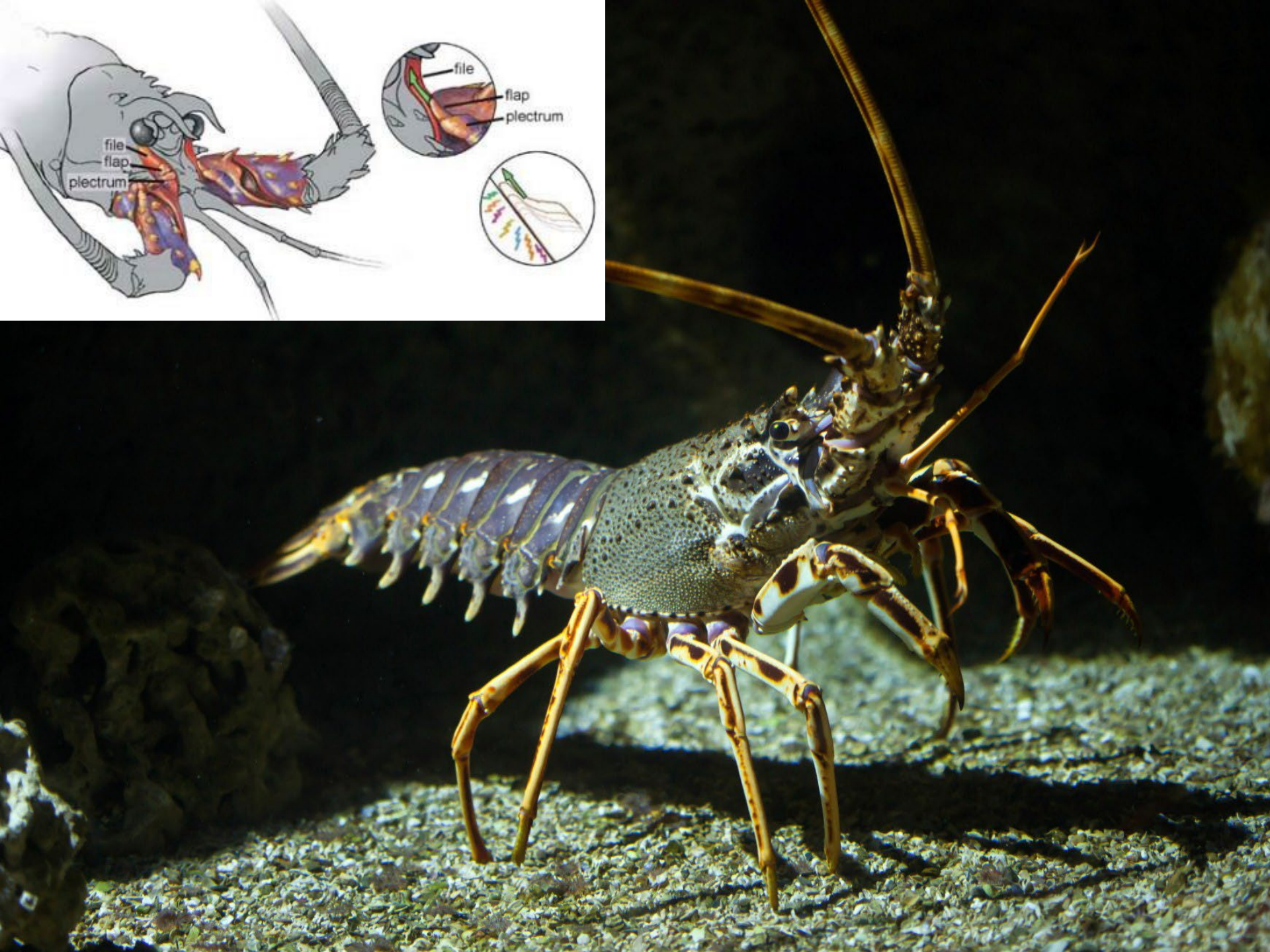
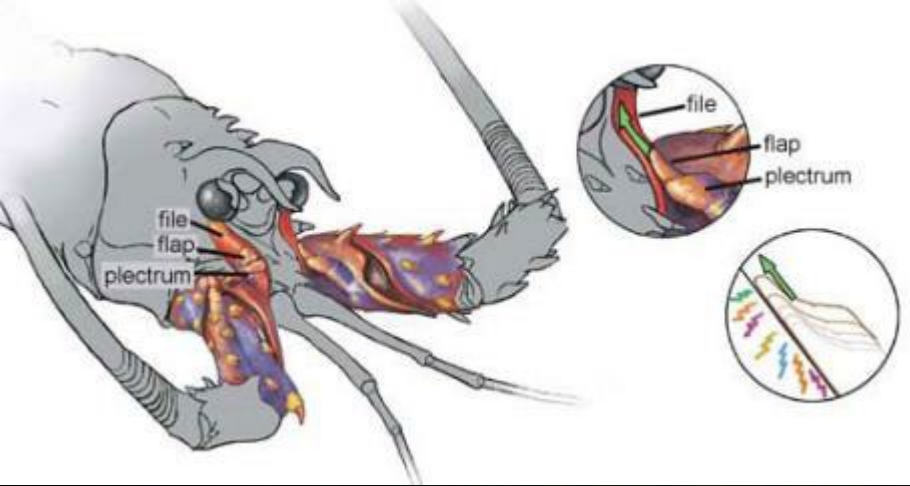


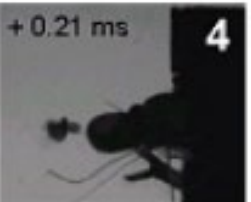
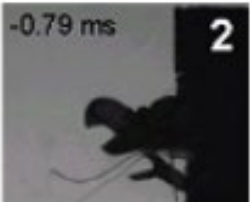




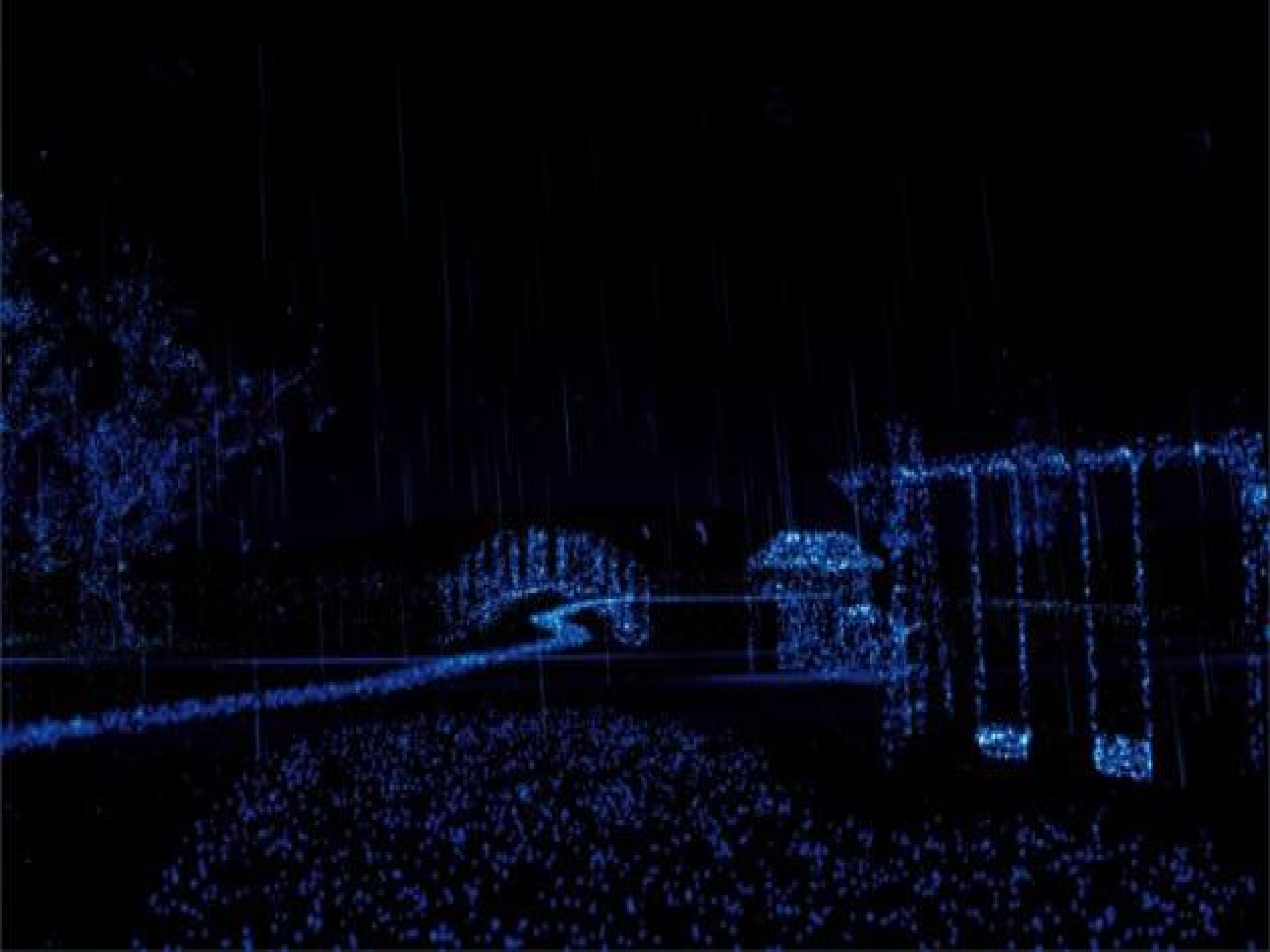




















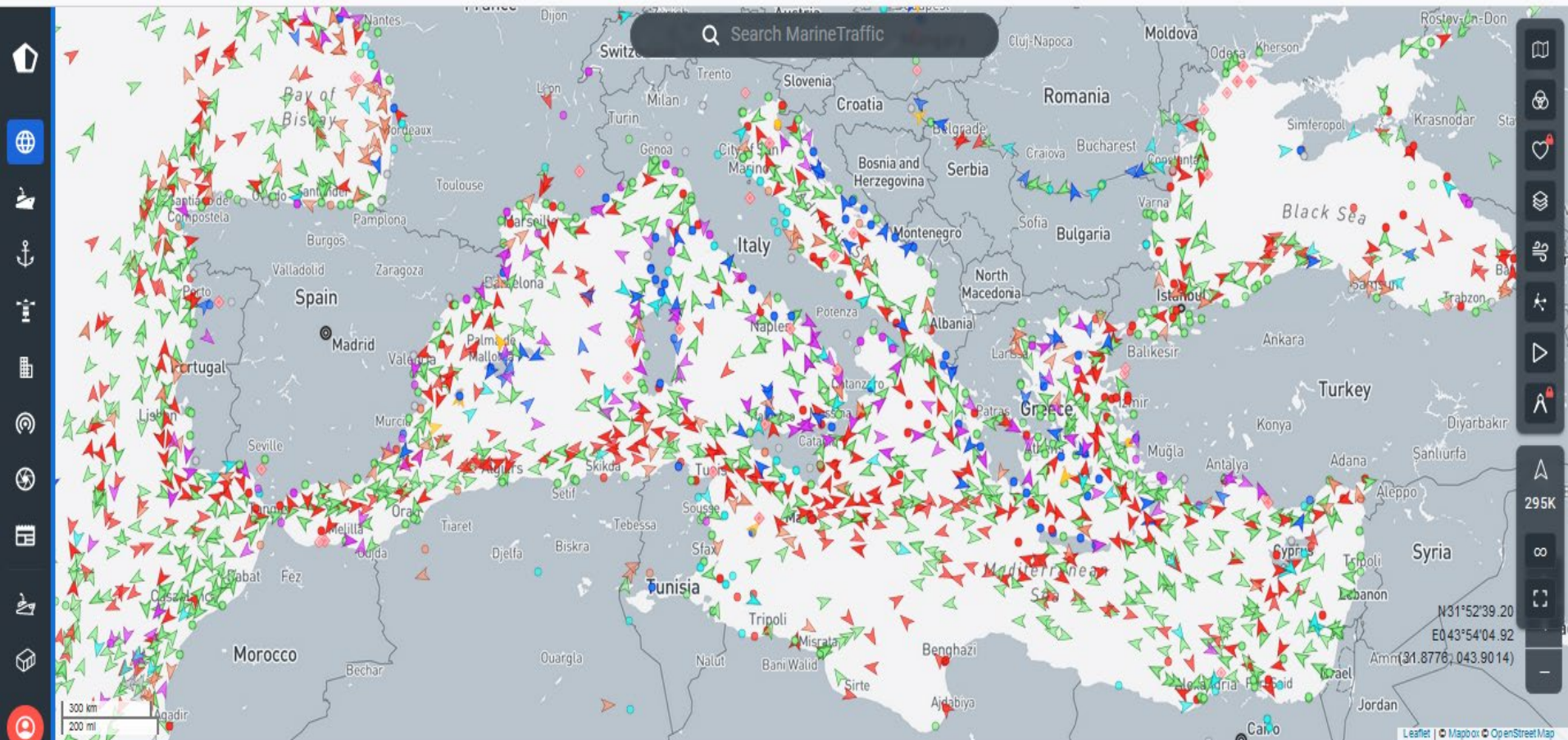








Salva i tuoi segnalibri qui, nella barra dei segnalibri, per accedervi più rapidamente. [Gestisci i segnalibri...](#)











Pristine



Anthropocene



Mascheramento della comunicazione acustica e di altri importanti suoni

Impatto sulla riproduzione, influenzando la comunicazione durante l'accoppiamento o con la prole.
Aumento mortalità causato da minore capacità di individuare i predatori (fuga) e prede (assunzione cibo).

Disturbo del comportamento

Potenziale dispendio energetico supplementare.

Riduzione del tempo per il foraggiamento e la cura della prole, che possono portare ad una riduzione della sopravvivenza e del successo riproduttivo.

Effetti fisiologici

Aumento dei livelli di ormoni dello stress ed effetti cardiovascolari.

Danni all'udito

TTS o PPT.

In casi estremi (es. esplosioni) morte, danni ai tessuti corporei.

Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy)

Antonio Codarin^a, Lidia E. Wysocki^b, Friedrich Ladich^b, Marta Picciulin^{a,c,*}

^aUniversity of Trieste, Department of Biology, v. Giorgieri 7, 34127 Trieste, Italy

^bUniversity of Vienna, Department of Behavioural Biology, Althanstrasse 14, A-1090 Vienna, Austria

^cEtho-ecology Marine Laboratory, Natural Marine Reserve of Miramare – WWF, Viale Miramare 349, 34014 Trieste, Italy

Marine Pollution Bulletin 199 (2024) 115937



Contents lists available at ScienceDirect

Marine Pollution Bulletin

journal homepage: www.elsevier.com/locate/marpolbul



Journal of Experimental Marine Biology and Ecology

Volume 386, Issues 1–2, 30 April 2010, Pages 125–132



Electric boat underwater radiated noise and its potential impact on species of conservation interest

Tomaso Gaggero^{a,*}, Enrico Armelloni^b, Antonio Codarin^c, Carola Chicco^c, Maurizio Spoto^d, Carlo Franzosini^d, Saul Ciriaco^d, Marta Picciulin^{d,e}

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

Brown meagre vocalization rate increases during repetitive boat noise exposures: A possible case of vocal compensation

Marta Picciulin^{a)}

CSEE - Department of Life Sciences, University of Trieste, via Giorgieri 7, 34127 Trieste, Italy

Linda Sebastianutto

Valle Ca' Zuliani srl, Via Timavo 76, 34074 Monfalcone (Gorizia), Italy

Antonio Codarin

ARPA FVG - Regional Agency for the Environmental Protection of Friuli Venezia Giulia, via Cairoli 14, 33057 Palmanova (Udine), Italy

Giuliana Calcagno and Enrico A. Ferrero

CSEE - Department of Life Sciences, University of Trieste, via Giorgieri 7, 34127 Trieste, Italy

Misure di analisi e mitigazione del rumore subacqueo

United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS, 1982) lo riconosce come una forma di inquinamento, per quanto si tratti di introduzione di energia e non di una sostanza inquinante.

In quanto non circoscrivibile, assume anche le caratteristiche di inquinamento transfrontaliero.

Arctic Council (Protection of the Arctic Marine Environment (PAME), 2019)

International Maritime Organization (IMO): nel 2014 pubblica una nota consultiva volta a ridurre le emissioni sonore delle navi commerciali. Prosegue i propri sforzi rivedendo le proprie linee guida nel 2023, incorporando i più recenti progressi scientifici e tecnici.

Misure di analisi e mitigazione del rumore subacqueo

Il 17 giugno 2008 il Parlamento Europeo ed il Consiglio dell'Unione Europea hanno emanato la **Direttiva quadro 2008/56/CE sulla strategia per l'ambiente marino** (*Marine Strategy Framework Directive, MSFD*), la quale mira

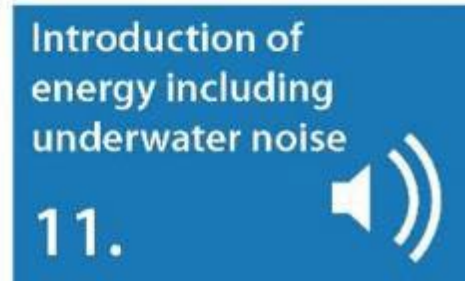
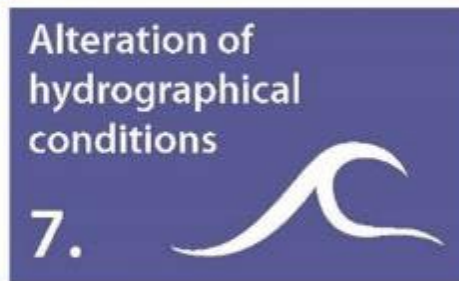
“a proteggere, salvaguardare e, ove possibile, ripristinare l'ambiente marino, al fine ultimo di mantenerne la biodiversità e preservare la diversità e la vitalità di mari ed oceani, affinché siano puliti, sani e produttivi”.

La Decisione 477/2010/EU del 1 settembre 2010 (aggiornata con la Decisione 2017/848/EU del 17 maggio 2017) ha definito **undici descrittori** che dovrebbero permettere agli stati membri di raggiungere il buono stato ambientale (*Good Environmental Status*, GES) per le proprie acque marine.



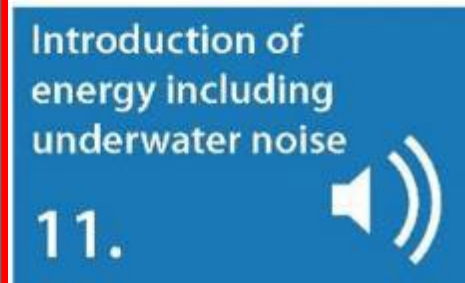
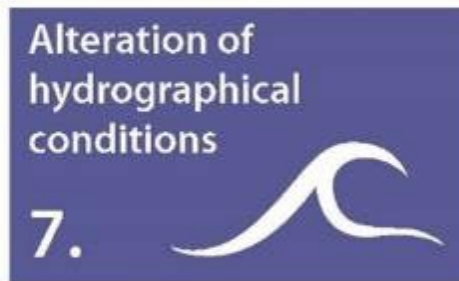
Direttiva 2008/56/CE

Strategia Marina - MSFD



Direttiva 2008/56/CE

Strategia Marina - MSFD





JRC SCIENTIFIC AND POLICY REPORTS

Monitoring Guidance for Underwater Noise in European Seas

Part II: Monitoring Guidance Specifications

*A guidance document within the
Common Implementation
Strategy for the Marine
Strategy Framework Directive*

MSFD Technical Subgroup on
Underwater Noise

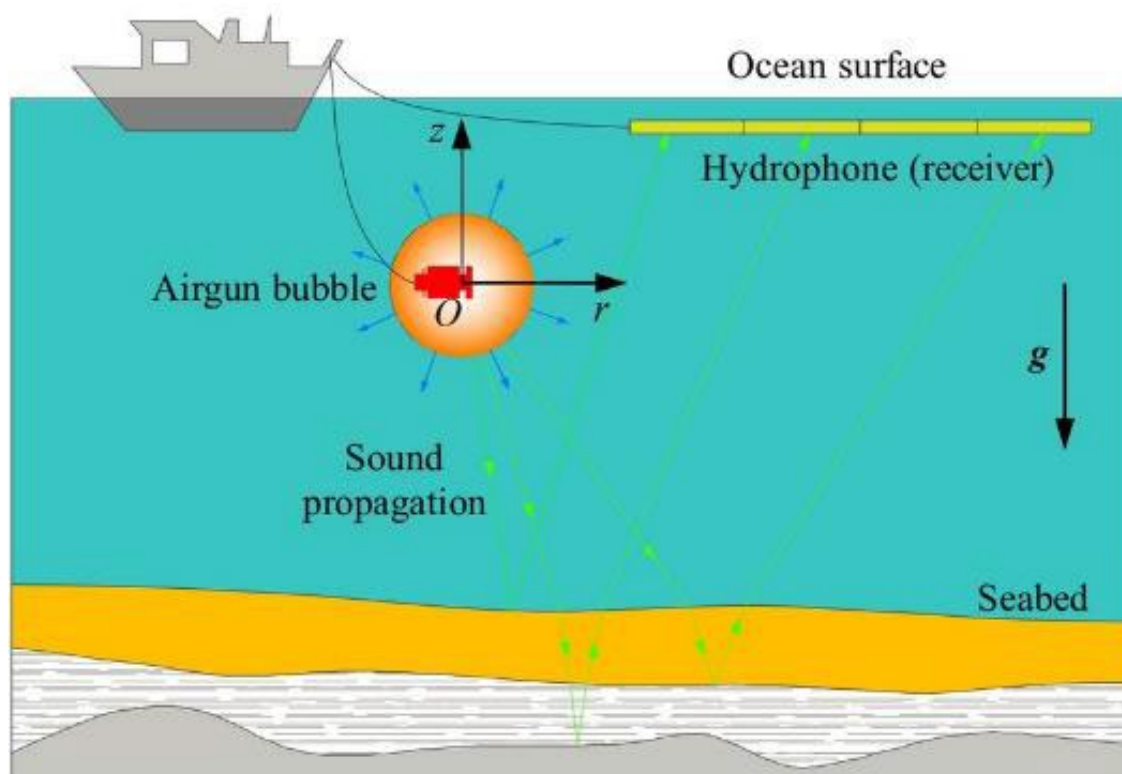
2014



Report EUR 26555 EN

Criterio D11C1

La distribuzione territoriale, l'estensione temporale e i livelli dei **suoni intermittenti** di origine antropica non superano livelli che hanno effetti negativi sulle popolazioni degli animali marini.

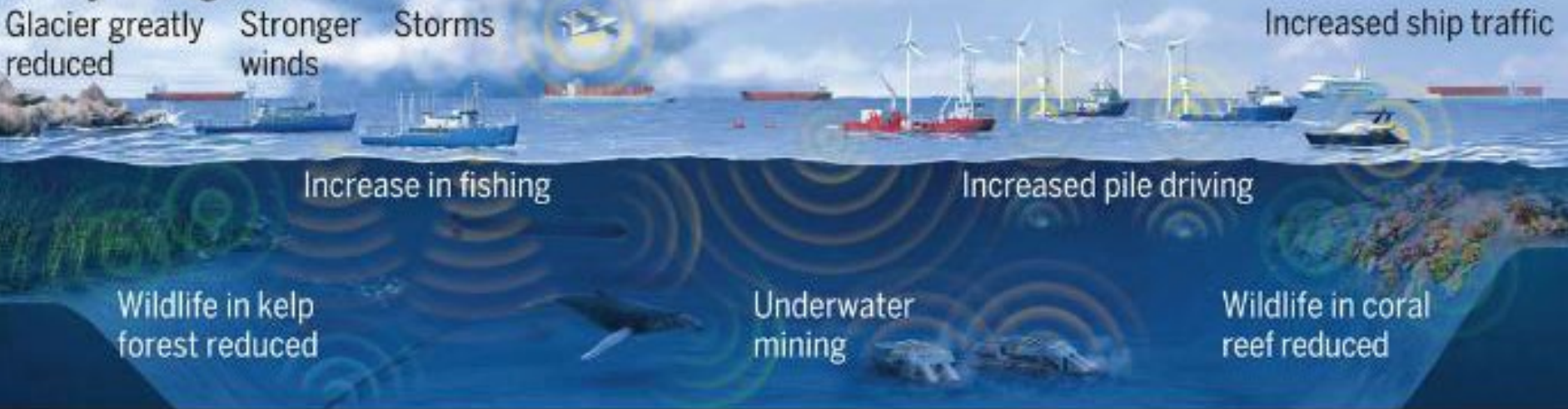


La distribuzione territoriale, l'estensione temporale e i livelli dei **suoni continui a bassa frequenza** di origine antropica non superano livelli che hanno effetti negativi sulle popolazioni degli animali marini.

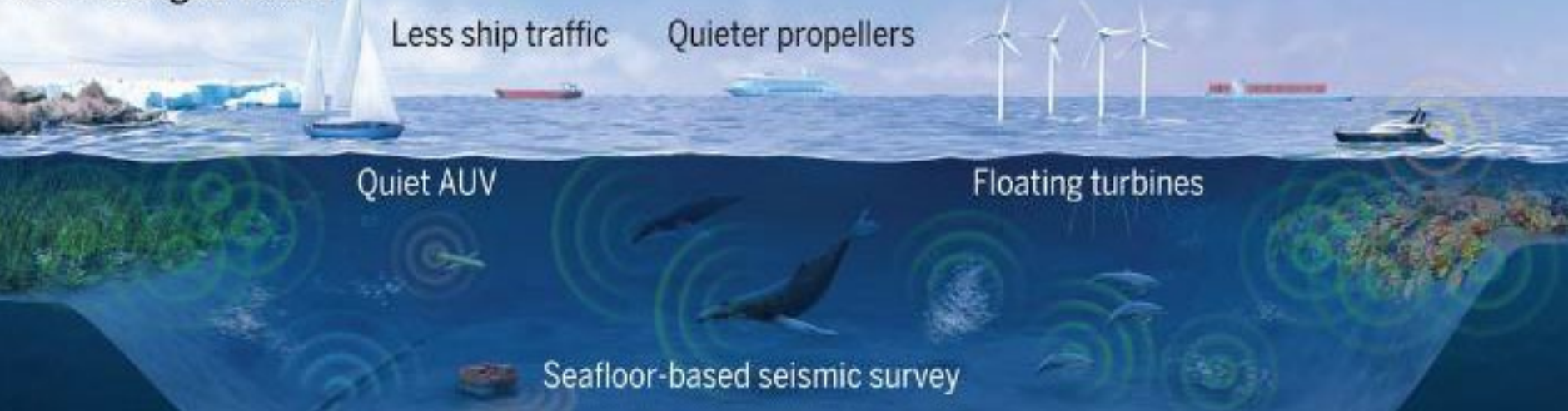


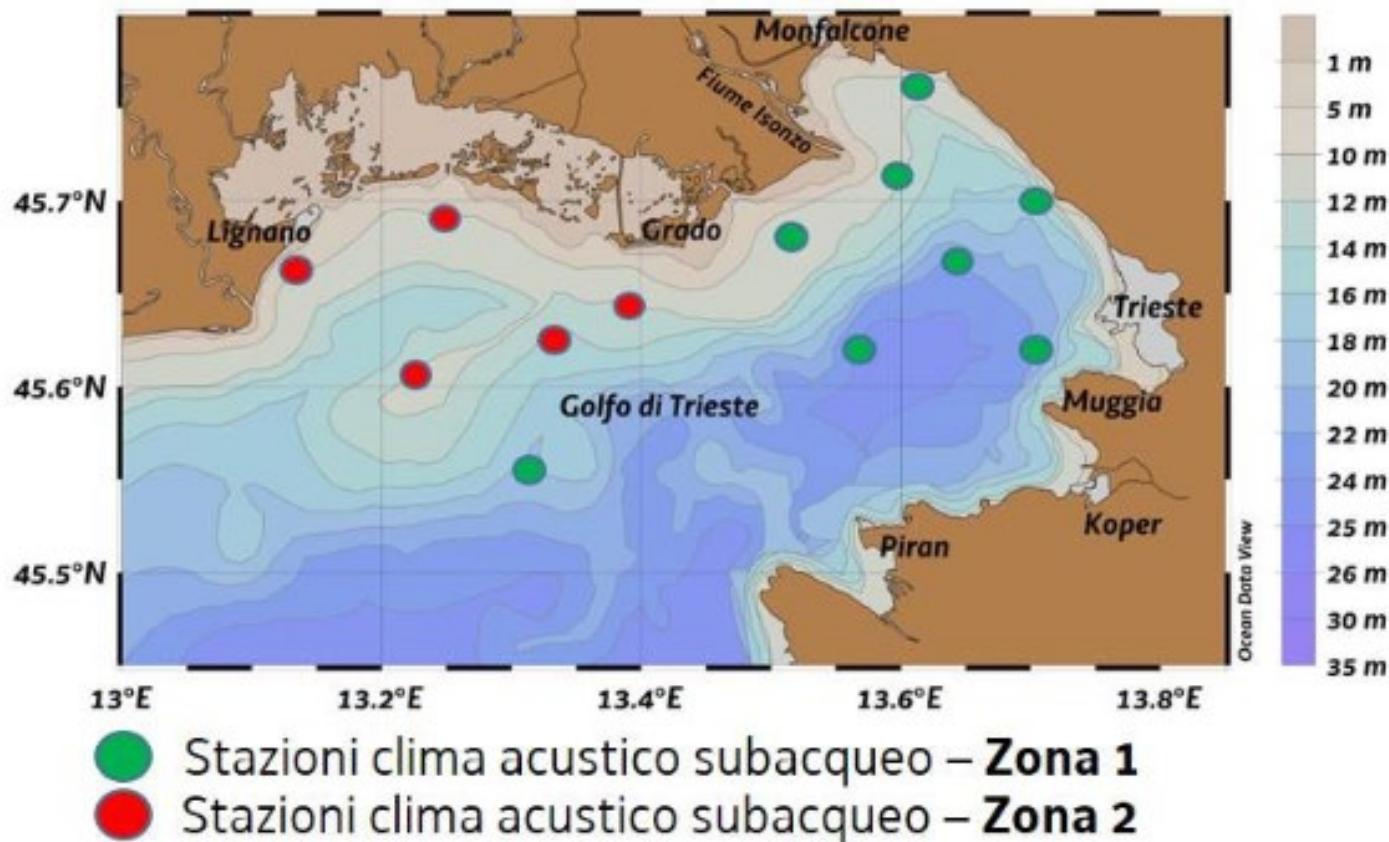
Media annuale (o altra misurazione idonea) della pressione sonora al quadrato in due **bande di terzi di ottava, una a 63 Hz, l'altra a 125 Hz**, espressa come livello di decibel in unità di dB re 1 μ Pa, ad un'adeguata risoluzione spaziale in relazione alla pressione. Questa media può essere misurata **direttamente** o dedotta da un **modello** usato per interpolazione tra le misurazioni o estrapolato da esse. Gli Stati membri possono anche decidere di monitorare bande di frequenza supplementari.

Poorly managed future



Well-managed future

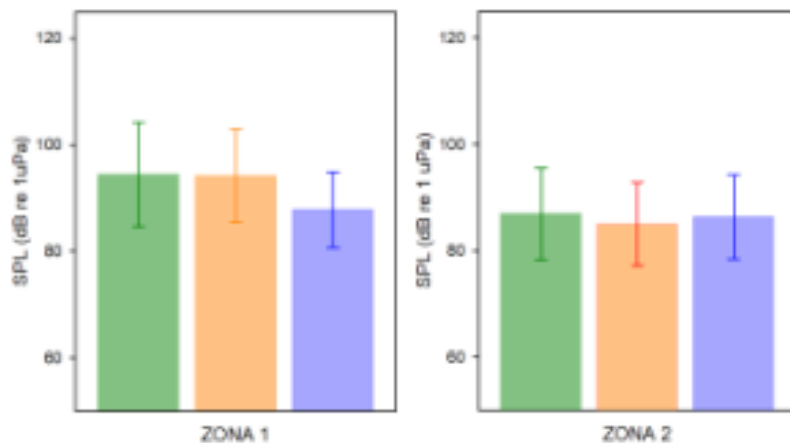




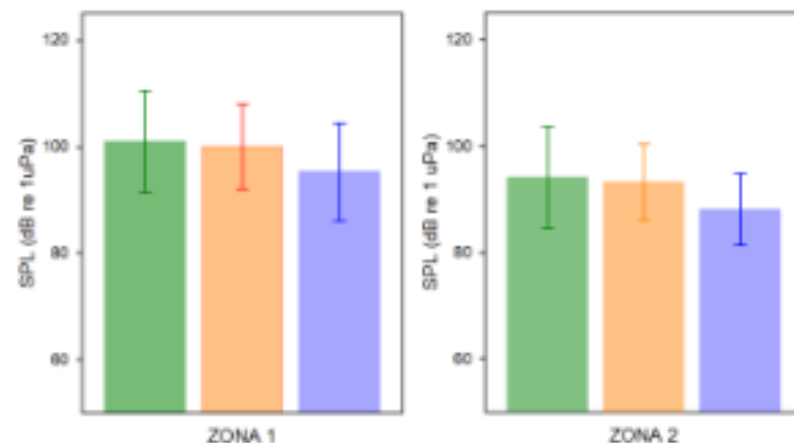
Dal 2012 in 13 stazioni, 10' a stazione.
 Totale di circa 1600 tracce registrate, più di 260 ore in totale.

Misure «spot»

Intensità banda 63Hz



Intensità banda 125Hz



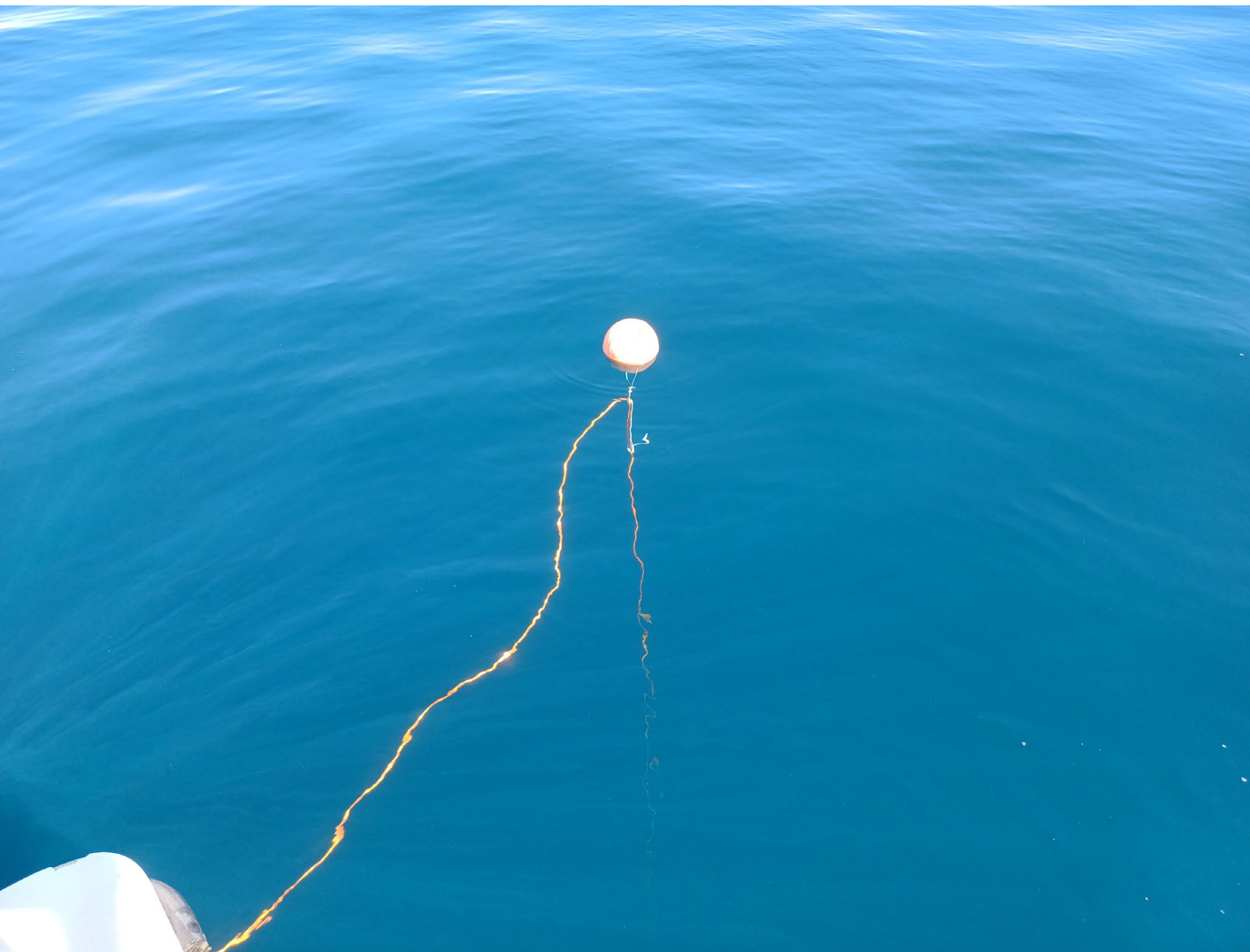
In **verde** il valore medio registrato per tutti i mesi dal 2012 fino a luglio 2025 per i 63 Hz e 125Hz.

In **arancione** il valore medio di AGOSTO registrato dal 2012 al 2024 per i 63 Hz e 125 Hz.

In **viola** il valore medio di AGOSTO 2025 per i 63 Hz e 125 Hz.

<https://www.arpa.fvg.it/temi/temi/acqua/sezioni-principali/acque-marino-costiere-e-di-transizione/bollettino-oceanografico/>









Interreg
Italy - Croatia
SOUNDSCAPE



EUROPEAN UNION



/ ENVIRONMENTAL AND CULTURAL HERITAGE

/ SO 3.2

SOUNDSCAPE

SOUNDSCAPES IN THE NORTH ADRIATIC SEA AND
THEIR IMPACT ON MARINE BIOLOGICAL RESOURCES

START DATE

01.01.2019

END DATE

30.11.2021

TOTAL BUDGET

€ 2.146.040,50

Interreg



Co-funded by
the European Union



Information



Start date
End date

01/02/2024
31/07/2026



Total
budget

2.219.960



Partnership

IT - 4
HR - 4



Project
typology:

Standard
project

Italy – Croatia



2 - Green and resilient shared environment
SO 2.2 - Protection of nature and biodiversity

UNDERSEA

UNDerwatER Soundscape bEyond Ais



Interreg
Italy - Croatia
SOUNDSCAPE



EUROPEAN UNION



/ ENVIRONMENTAL AND CULTURAL HERITAGE

/ SO 3.2

SOUNDSCAPE

SOUNDSCAPES IN THE NORTH ADRIATIC SEA AND
THEIR IMPACT ON MARINE BIOLOGICAL RESOURCES

START DATE

01.01.2019

END DATE

30.11.2021

TOTAL BUDGET

€ 2.146.040,50



Interreg
Italy - Croatia
SOUNDSCAPE



EUROPEAN UNION

Misurare e monitorare in continuo, tramite **boe** dotate di **idrofondi**, il **rumore subacqueo** nelle acque italiane e croate, mappando il rumore generato dalle attività umane per valutarne il **potenziale impatto** sulle specie marine.

MONITORARE

Più di un anno di misure di rumore in continuo in 9 stazioni del Nord Adriatico, da marzo 2020 a luglio 2021, colmando il *gap* di conoscenze a livello di sottobacino.

MODELLARE

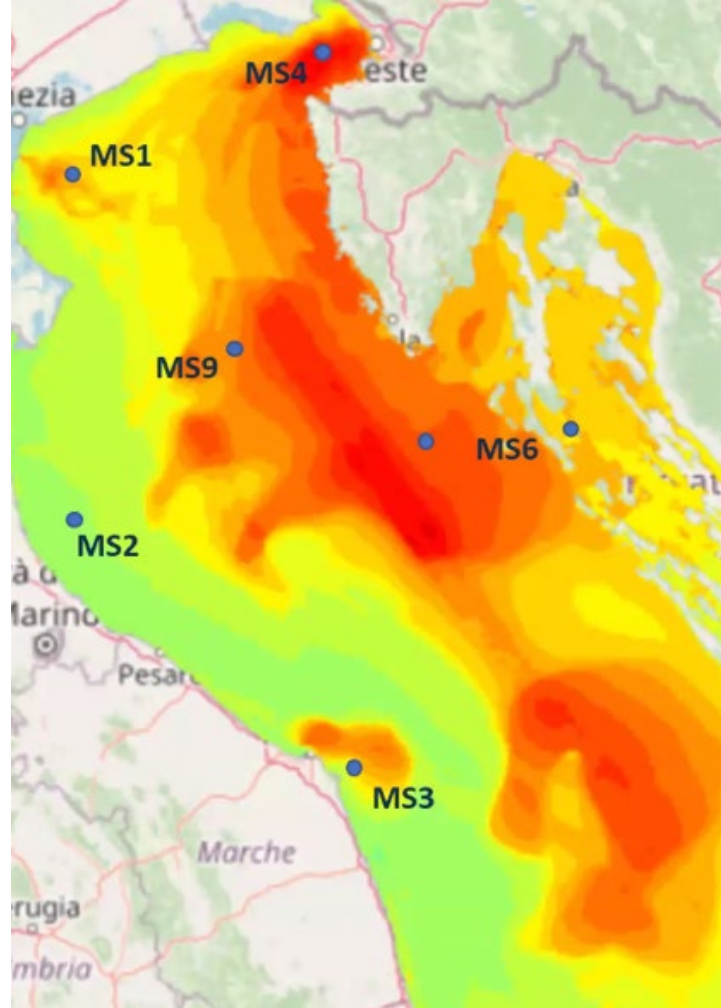
Catalogo di mappe mensili, stagionali ed annuali a diverse frequenze e profondità, grazie anche a dati AIS.

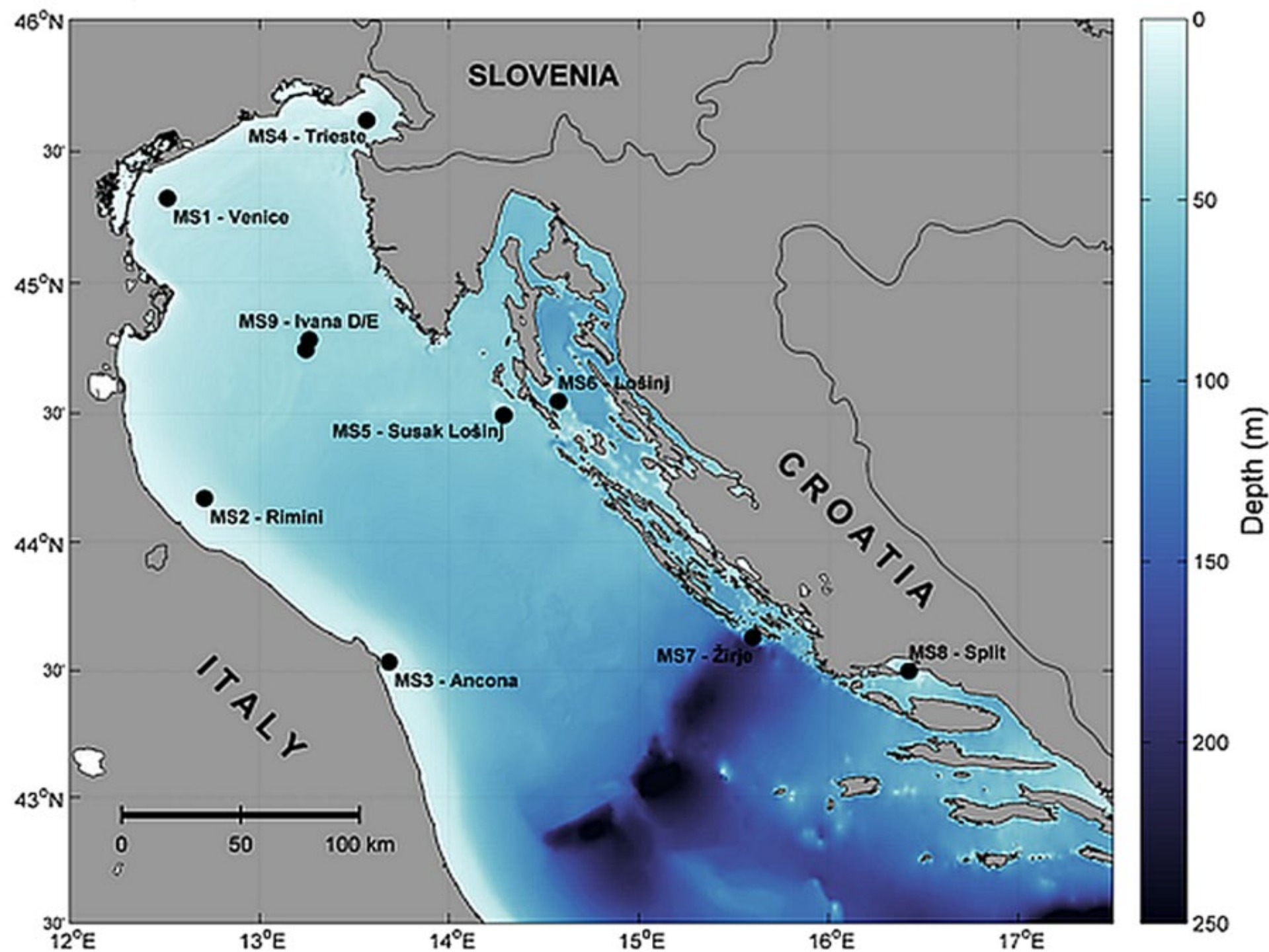
Il periodo di monitoraggio di Soundscape ha compreso anche l'**evento pandemico** del COVID-19.

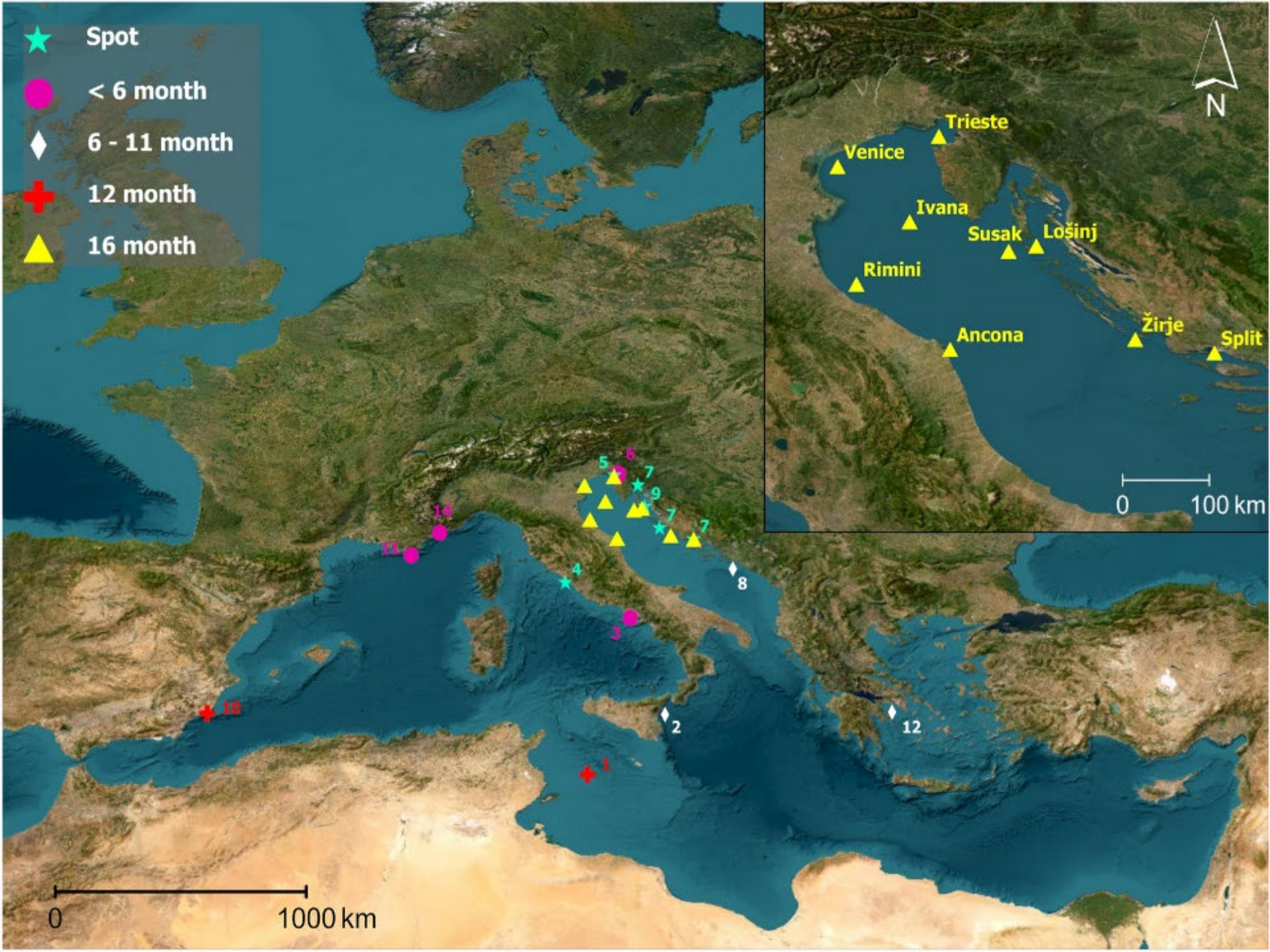
Molti terminal navali europei fermi o ridotti

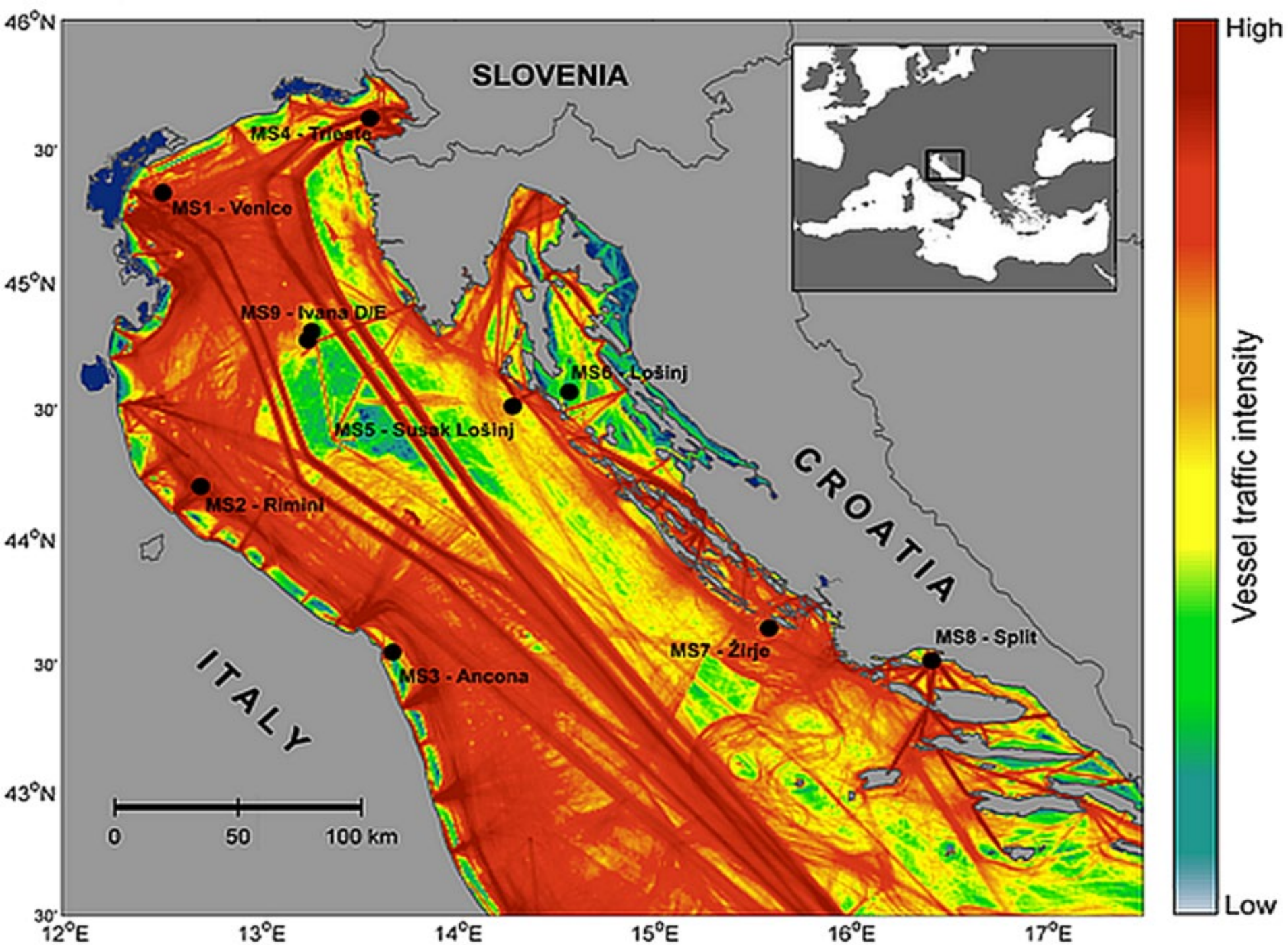
Riduzione o fermo attività di pesca

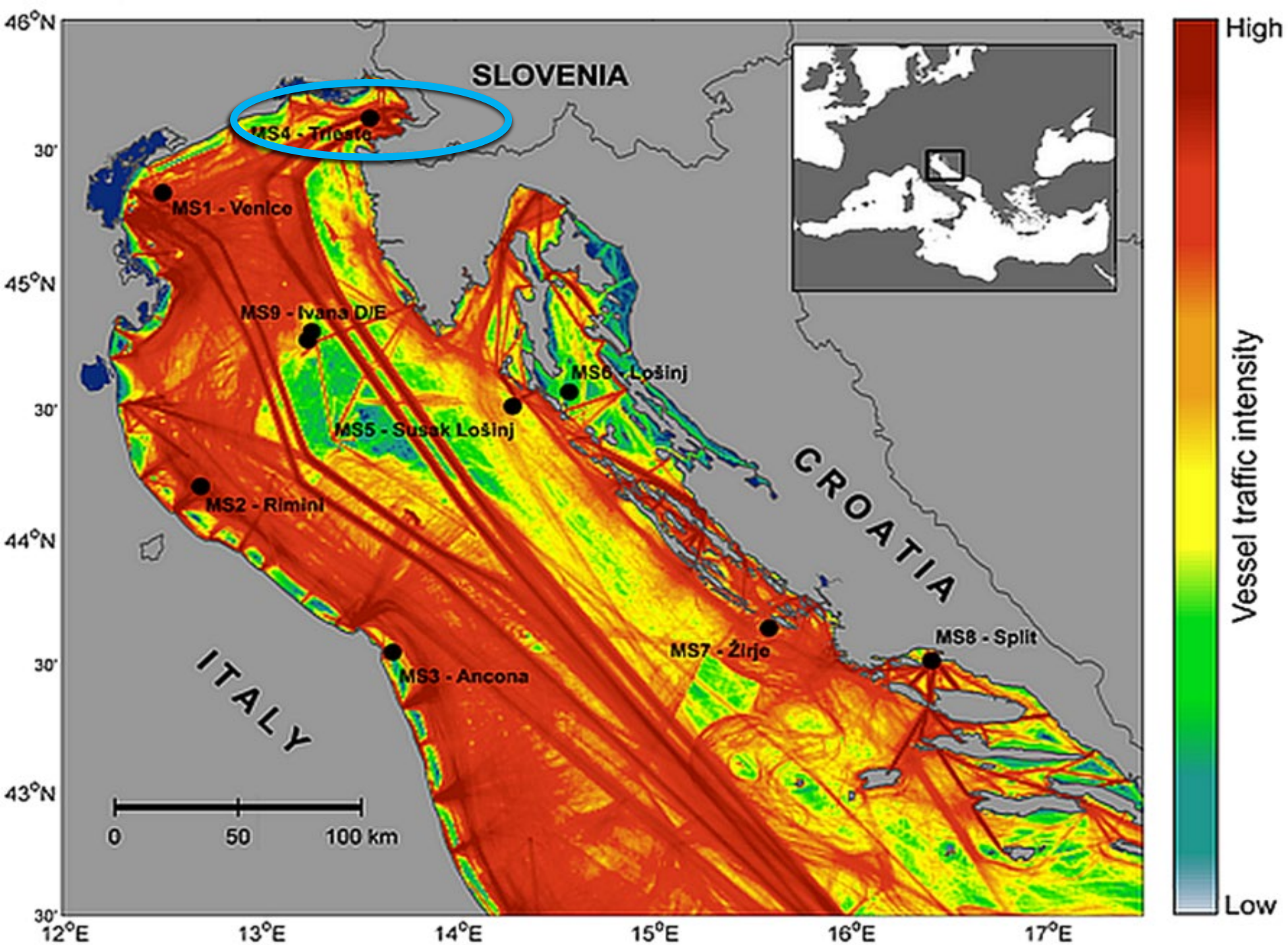
Riduzione generale del traffico «bulk»

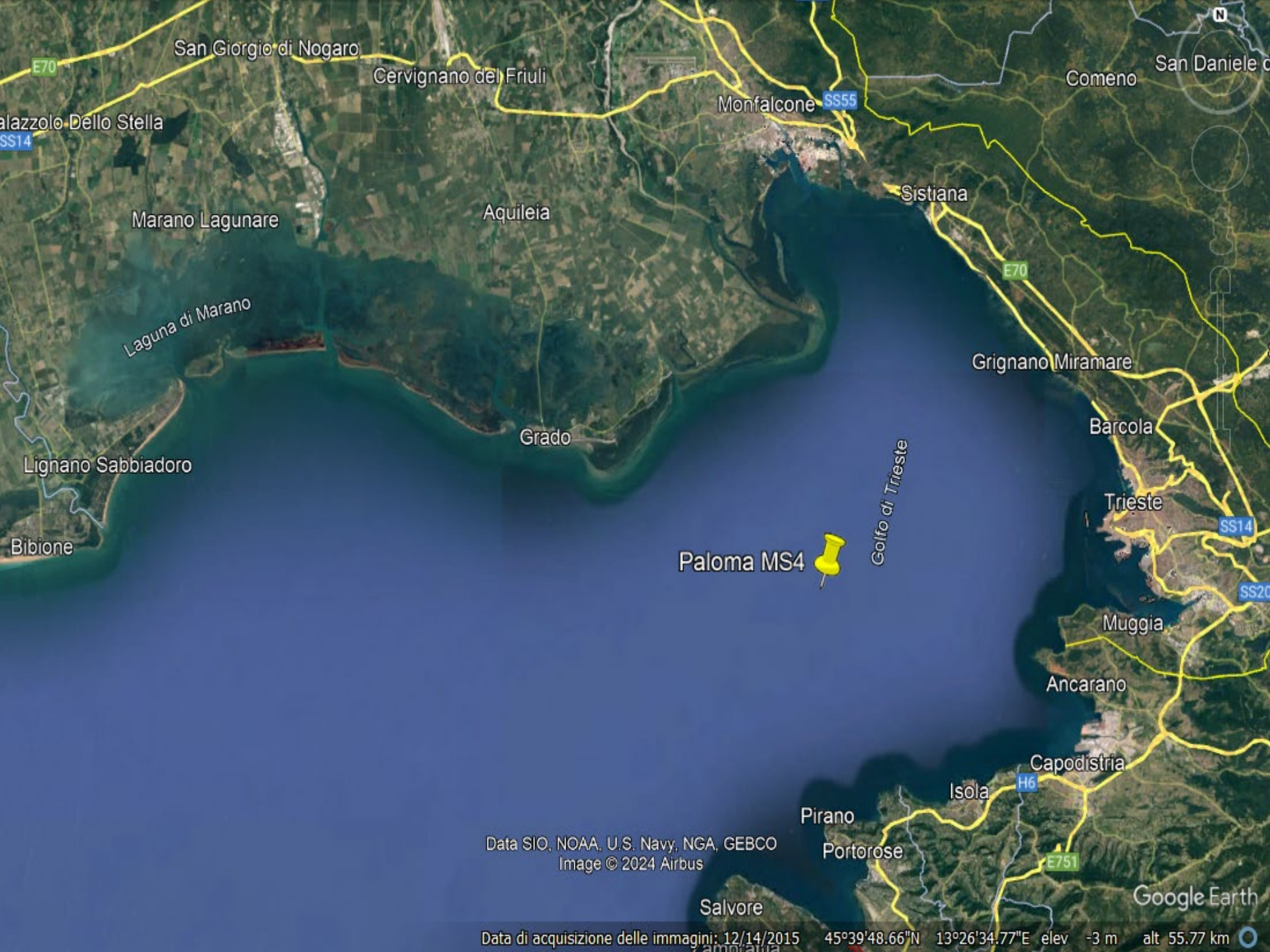










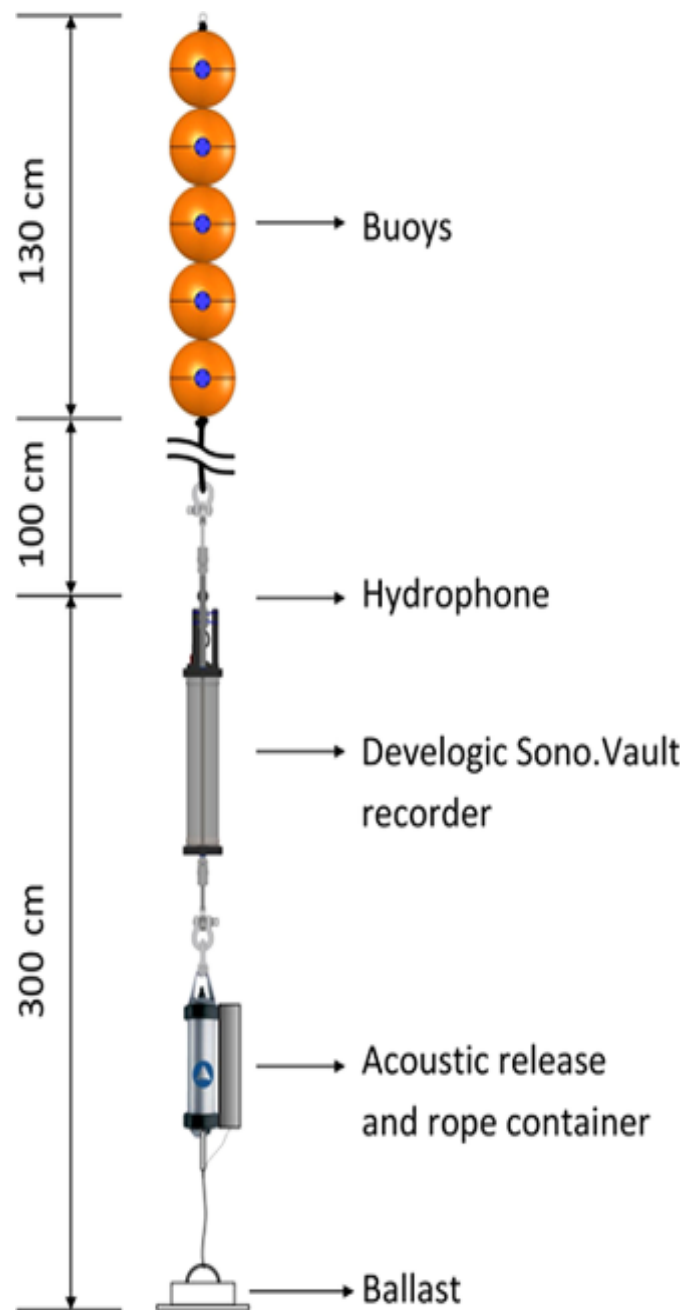


Paloma MS4

Golfo di Trieste

Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2024 Airbus









VIDEO_2

[nature](#) > [scientific data](#) > [data descriptors](#) > [article](#)

Data Descriptor | [Open access](#) | [Published: 15 March 2023](#)

First assessment of underwater sound levels in the Northern Adriatic Sea at the basin scale

[Antonio Petrizzo](#) , [Andrea Barbanti](#), [Giulia Barfucci](#), [Mauro Bastianini](#), [Ilaria Biagiotti](#), [Sofia Bosi](#), [Michele Centurelli](#), [Robert Chavanne](#), [Antonio Codarin](#), [Ilaria Costantini](#), [Marinela Cukrov Car](#), [Vlado Dadić](#), [Francesco M. Falcieri](#), [Raffaella Falkner](#), [Giulio Farella](#), [Mario Felli](#), [Christian Ferrarin](#), [Thomas Folegot](#), [Roger Gallou](#), [Daphnie Galvez](#), [Michol Ghezze](#), [Aleksandra Kruss](#), [Iole Leonori](#), [Stefano Menegon](#), ... [Fantina Madricardo](#) [+ Show authors](#)

Scientific Data **10**, Article number: 137 (2023) | [Cite this article](#)

1746 Accesses | **2** Citations | **2** Altmetric | [Metrics](#)

[nature](#) > [scientific reports](#) > [articles](#) > article

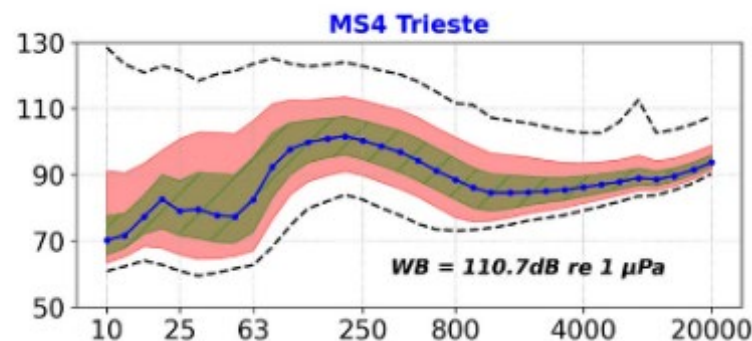
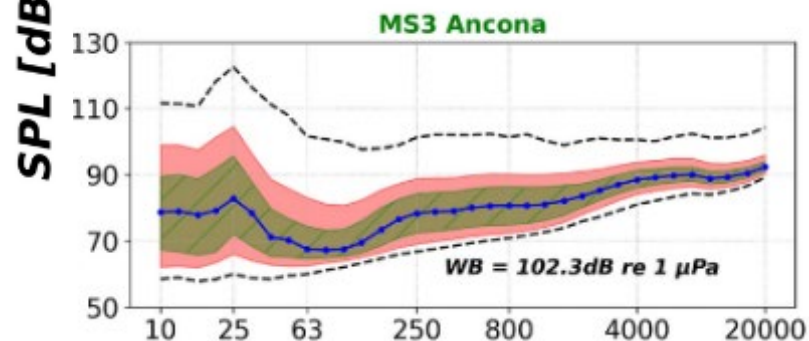
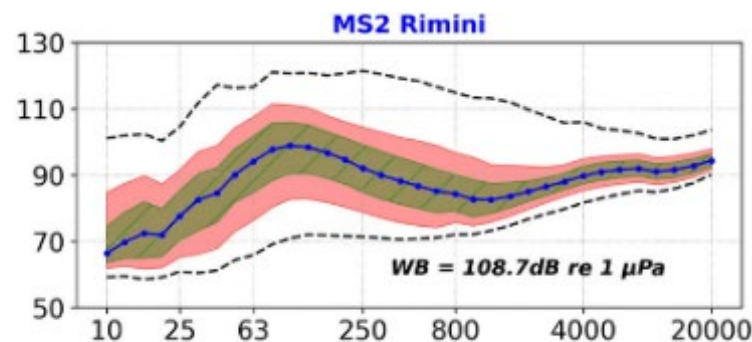
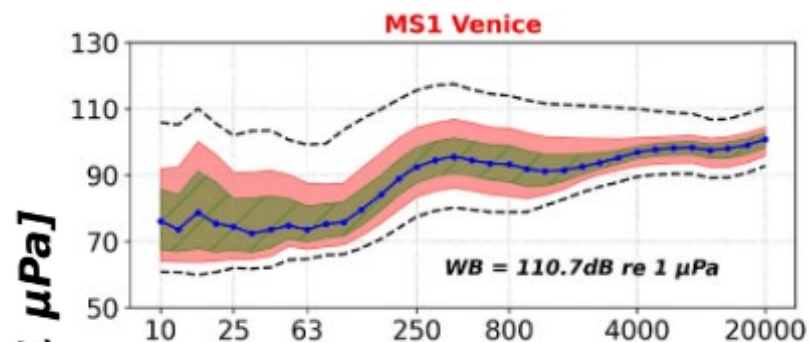
Article | [Open access](#) | Published: 20 December 2023

First basin scale spatial–temporal characterization of underwater sound in the Mediterranean Sea

[Marta Picciulin](#) , [Antonio Petrizzo](#), [Fantina Madricardo](#), [Andrea Barbanti](#), [Mauro Bastianini](#), [Ilaria Biagiotti](#), [Sofia Bosi](#), [Michele Centurelli](#), [Antonio Codarin](#), [Ilaria Costantini](#), [Vlado Dadić](#), [Raffaella Falkner](#), [Thomas Folegot](#), [Daphnie Galvez](#), [Iole Leonori](#), [Stefano Menegon](#), [Hrvoje Mihanović](#), [Stipe Muslim](#), [Alice Pari](#), [Sauro Pari](#), [Grgur Pleslić](#), [Marko Radulović](#), [Nikolina Rako-Gospić](#), [Davide Sabbatini](#), ... [Michol Ghezze](#)  Show authors

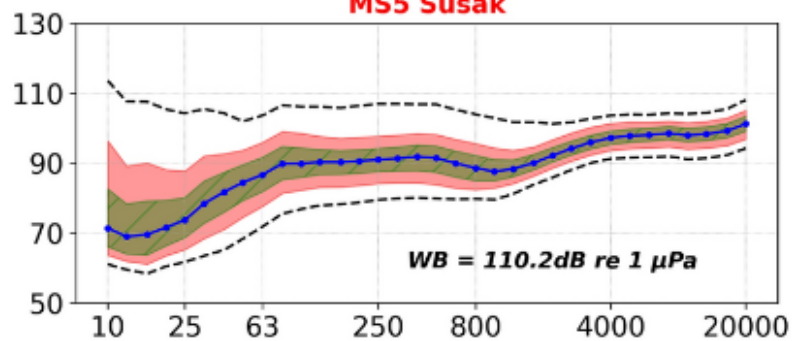
Scientific Reports **13**, Article number: 22799 (2023) | [Cite this article](#)

Variabilità spaziale clima acustico subacqueo

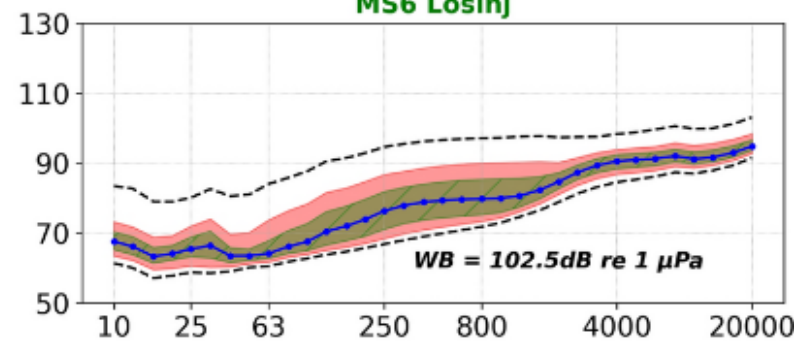


SPL [dB re 1 μ Pa]

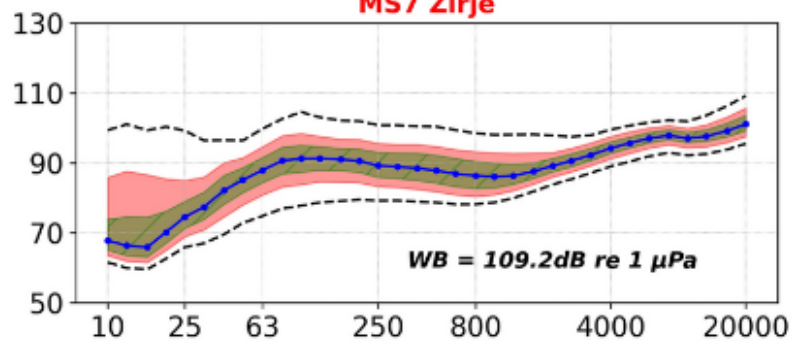
MS5 Susak



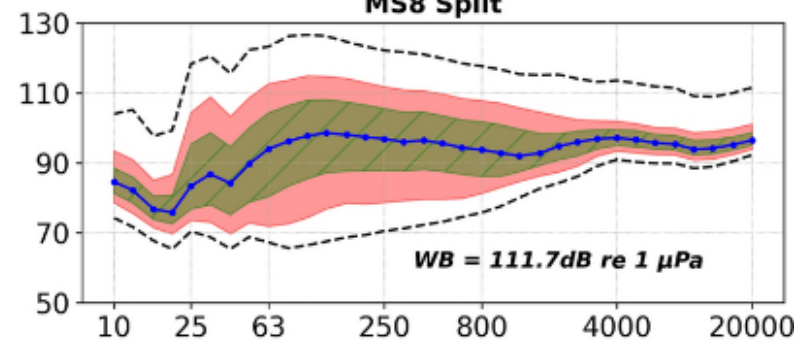
MS6 Losinj



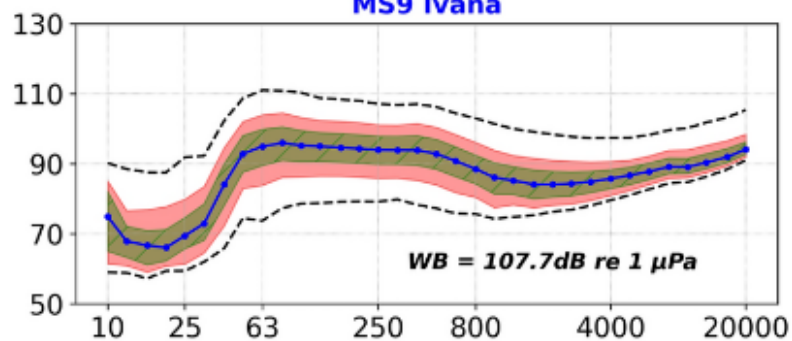
MS7 Zirje



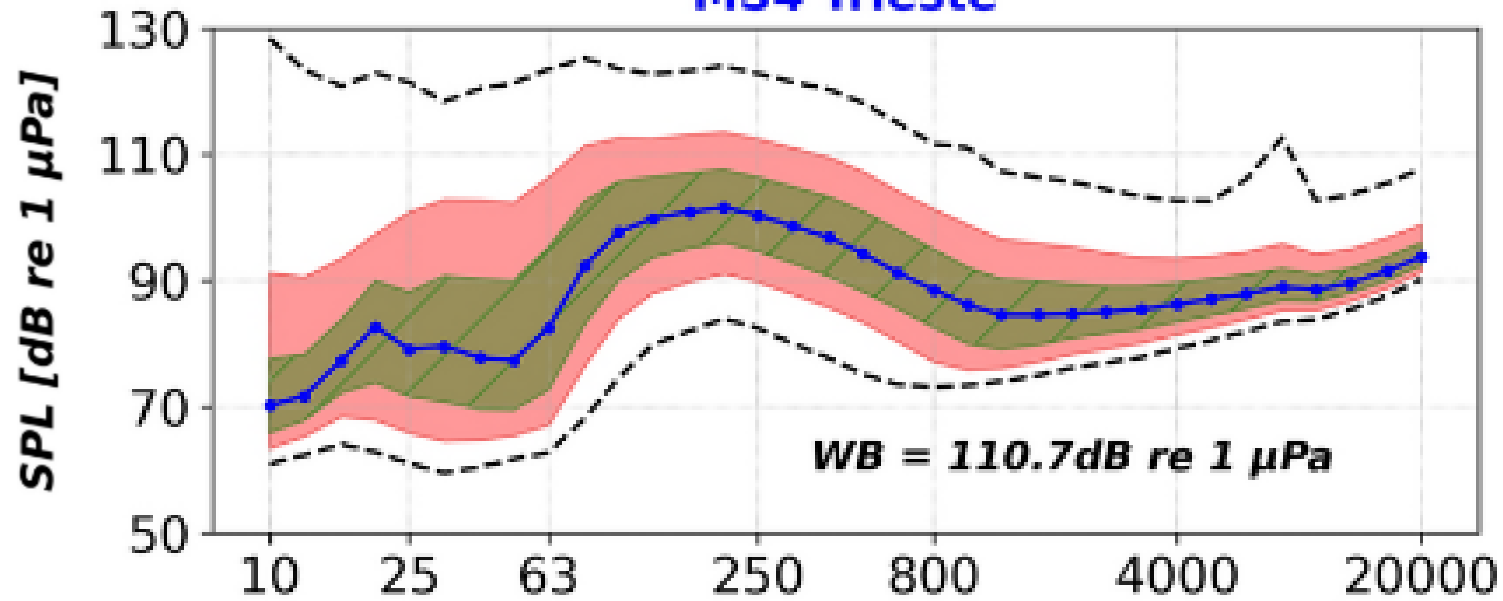
MS8 Split



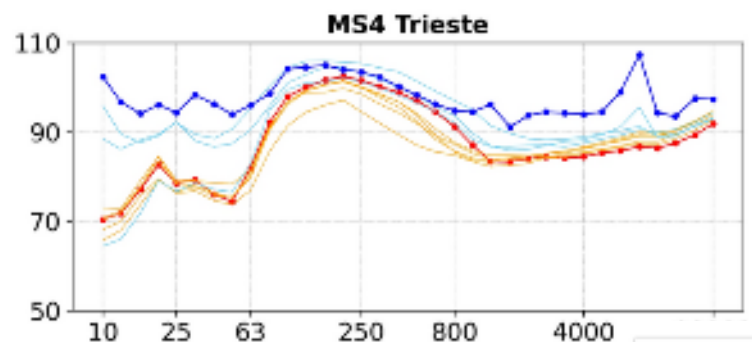
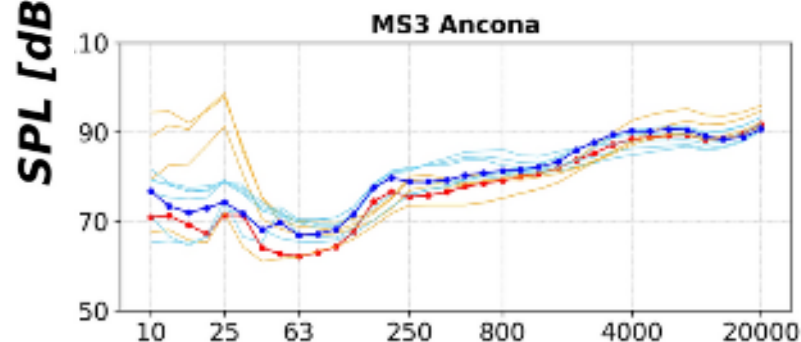
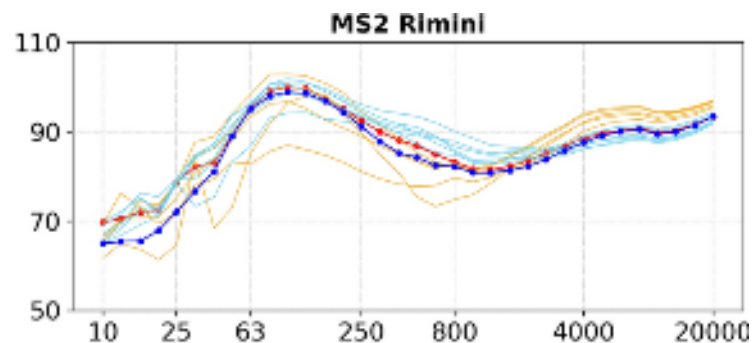
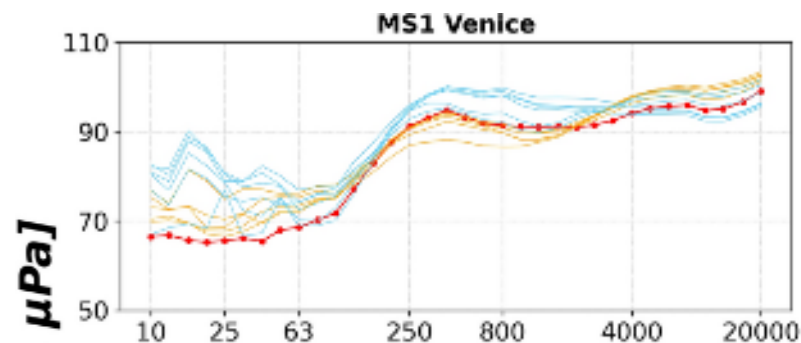
MS9 Ivana



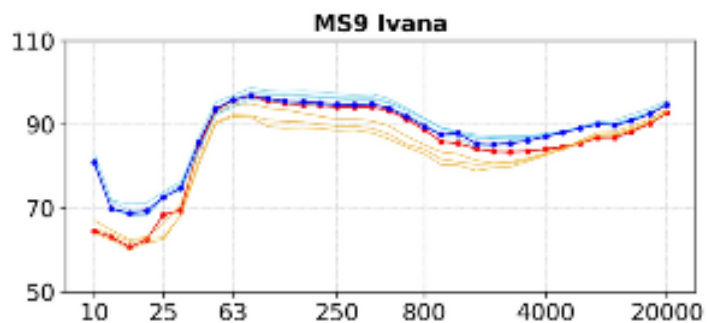
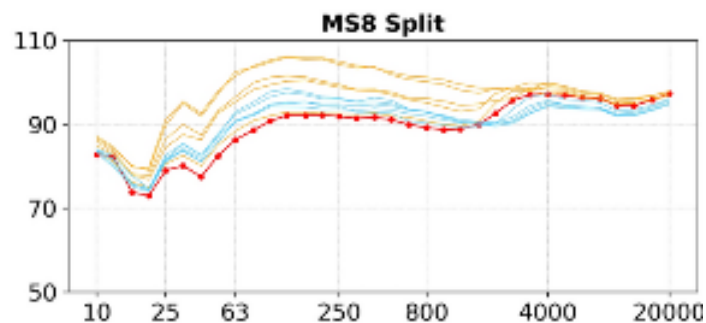
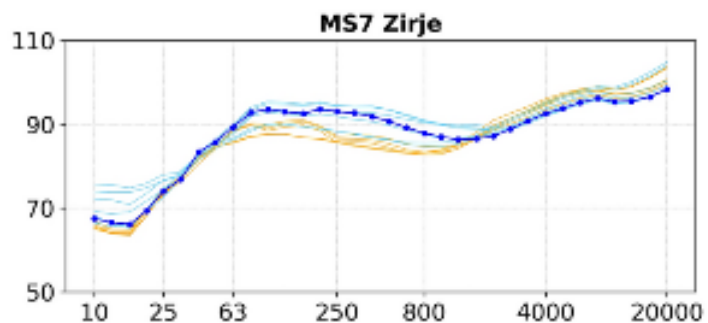
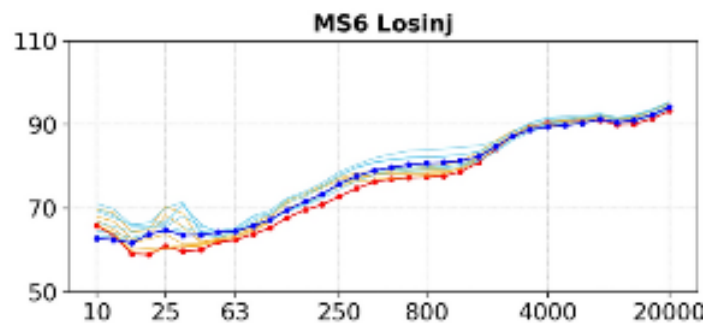
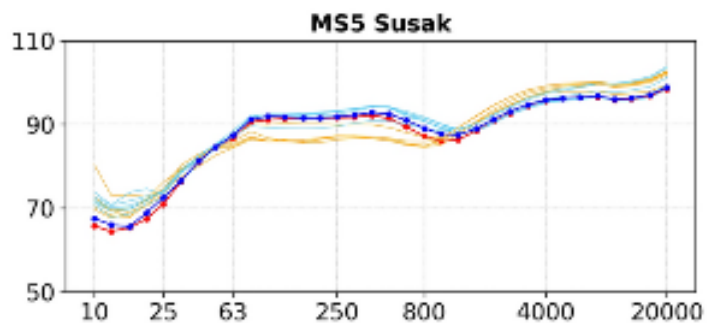
MS4 Trieste

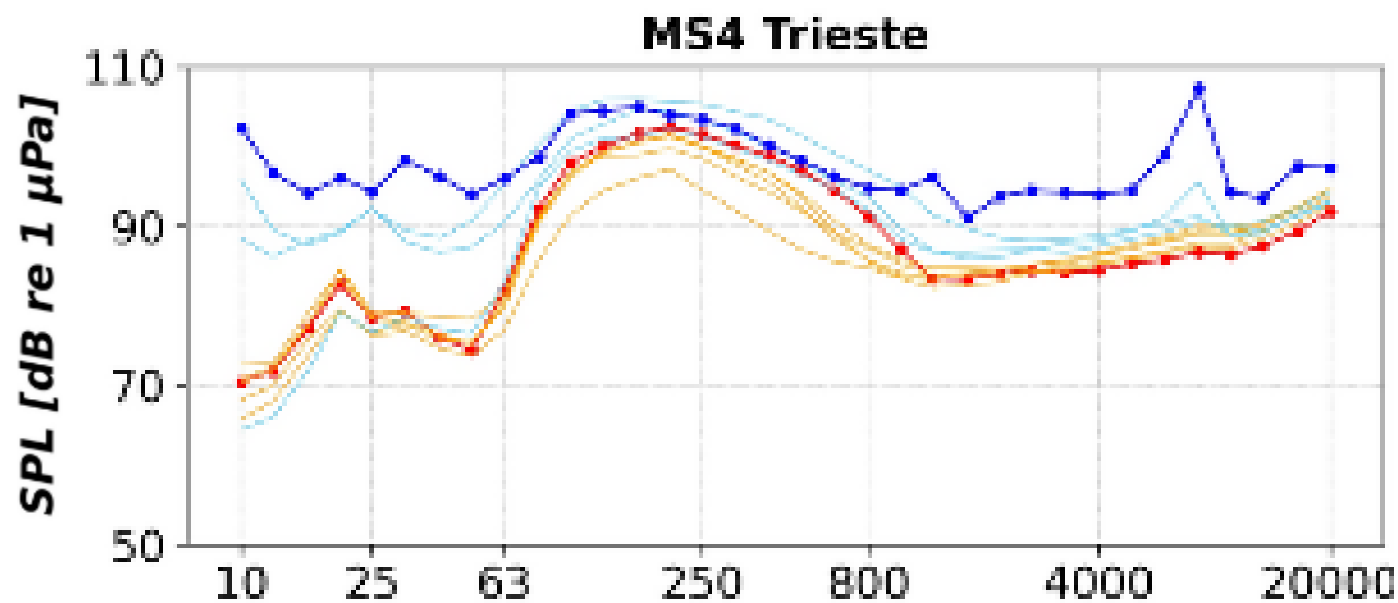


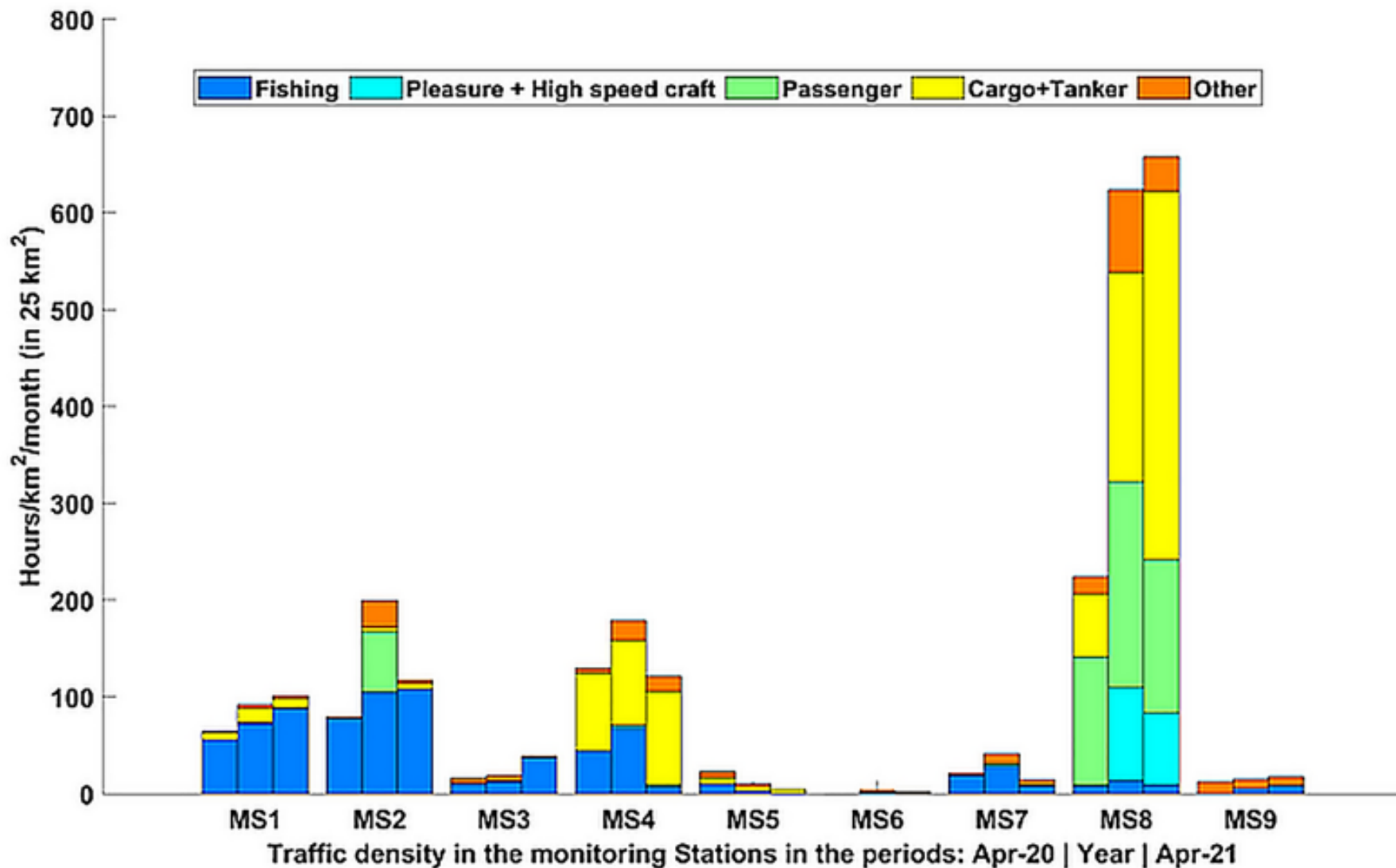
Variabilità temporale clima acustico subacqueo

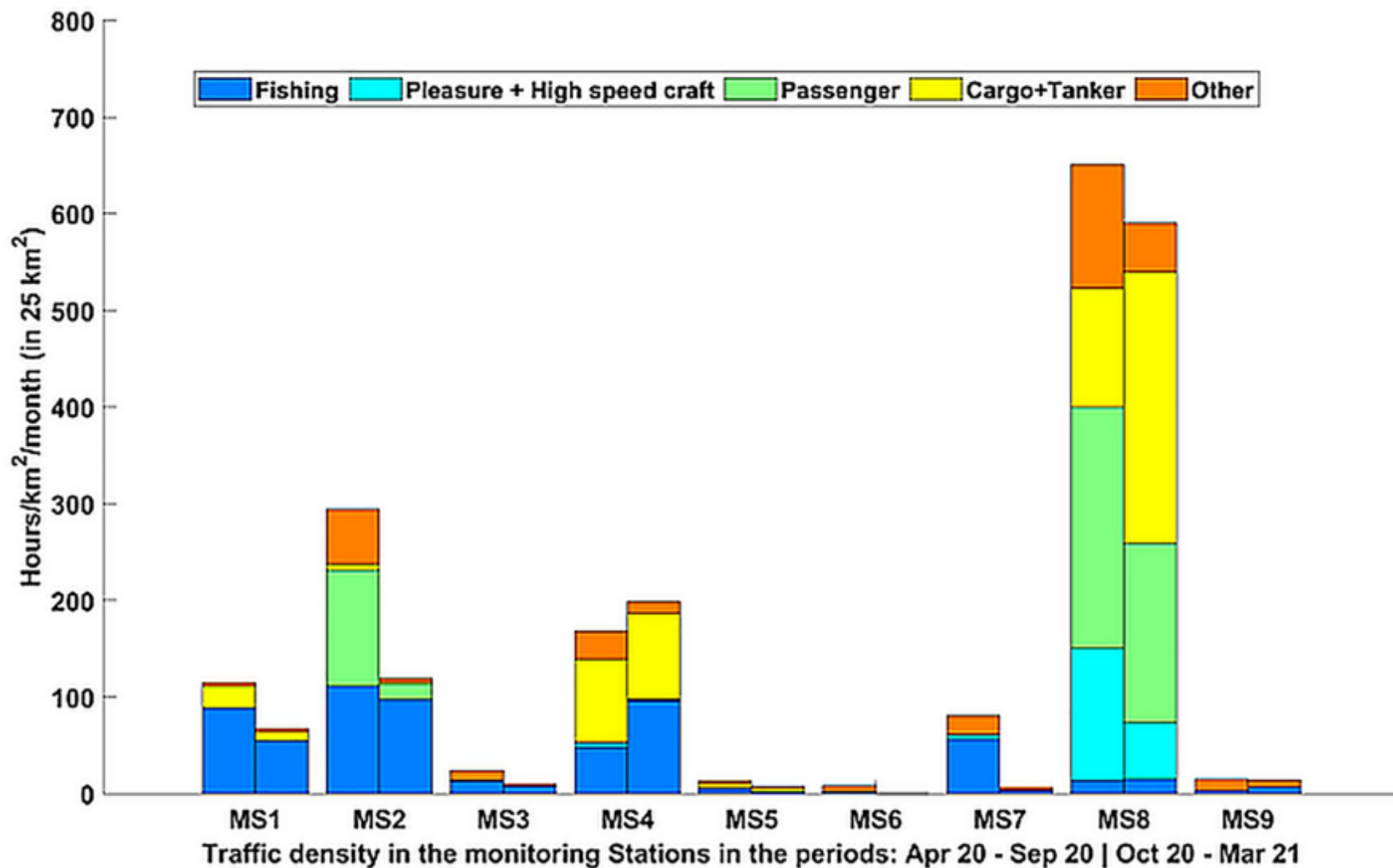


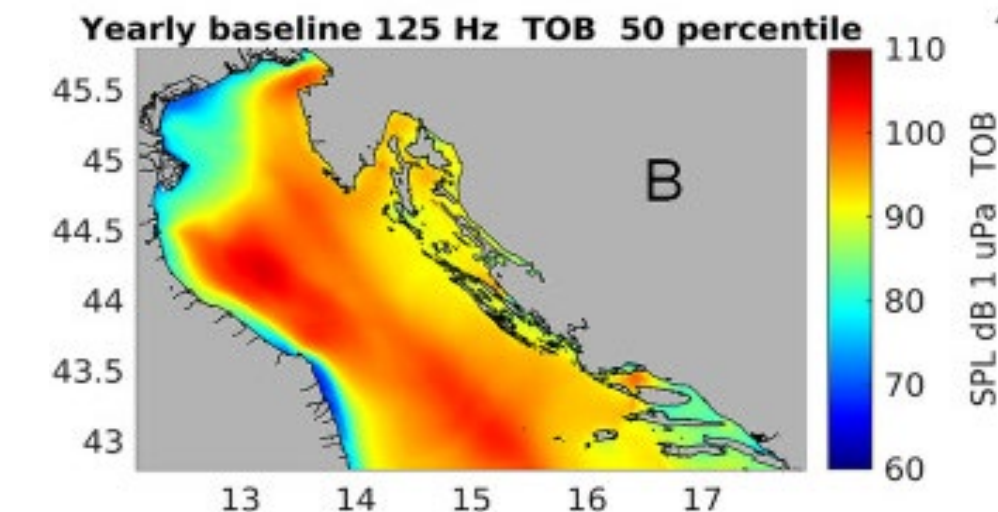
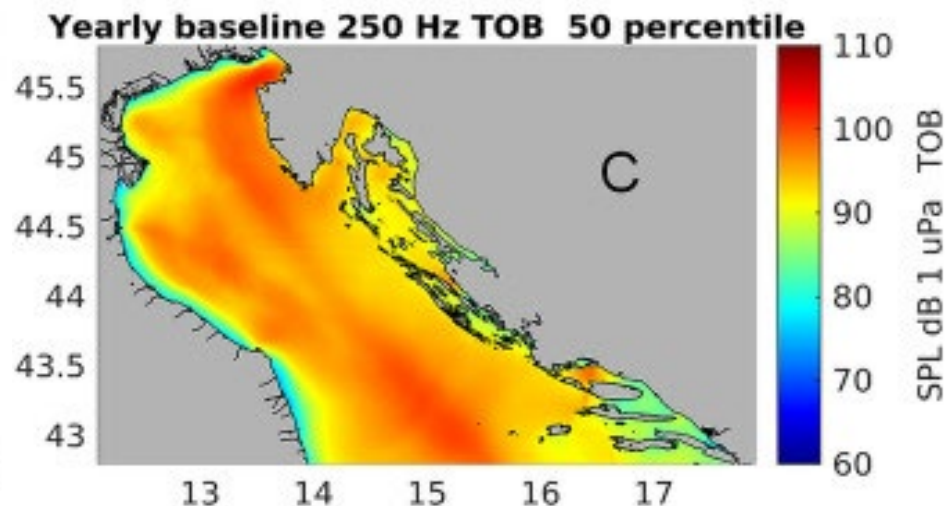
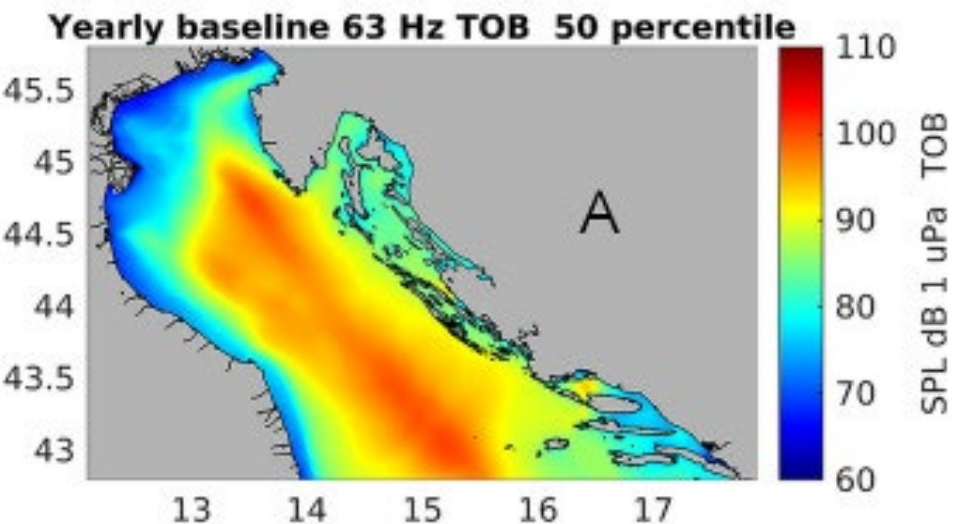
SPL [dB re 1 μ Pa]



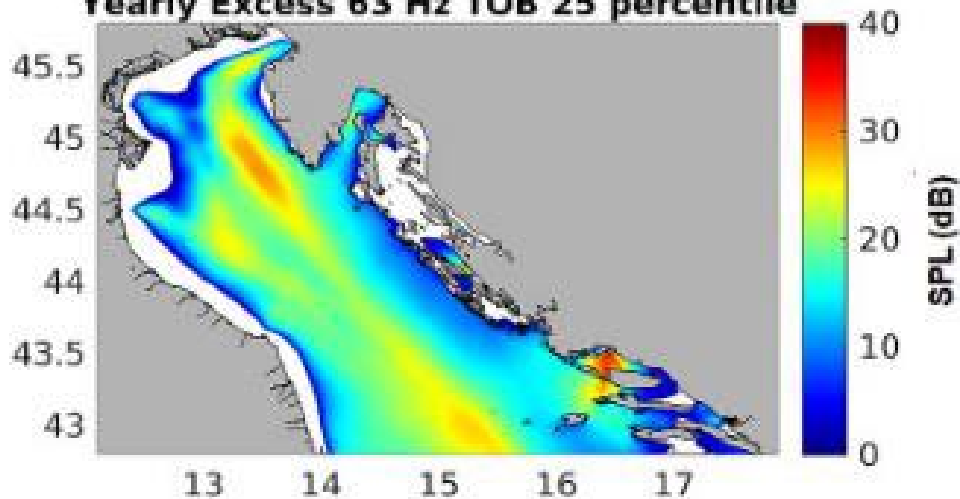




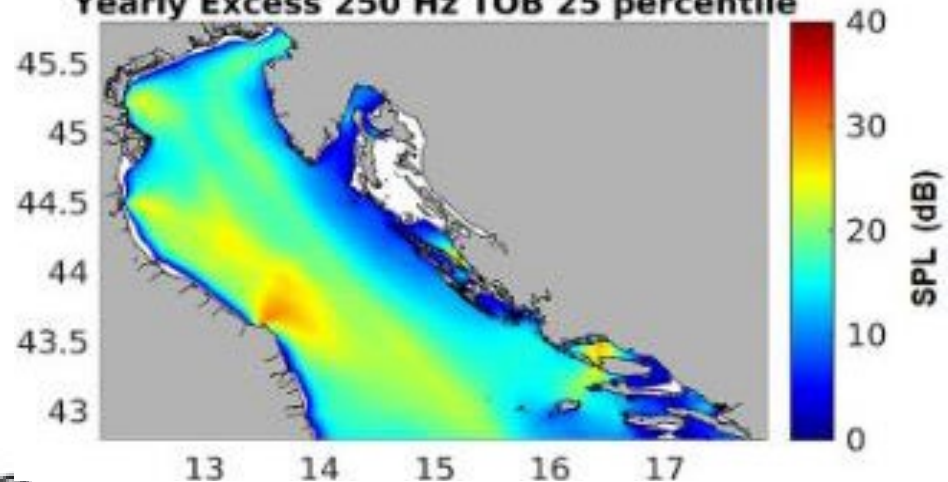




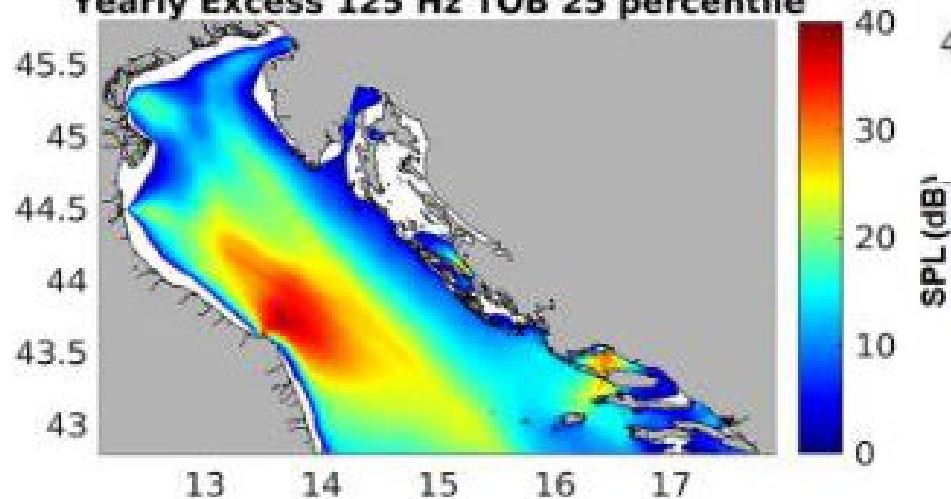
Yearly Excess 63 Hz TOB 25 percentile



Yearly Excess 250 Hz TOB 25 percentile



Yearly Excess 125 Hz TOB 25 percentile



Acoustic presence of bottlenose dolphins in the Gulf of Trieste

Carola Chicco^{1,2}, Antonio Codarin², Marta Picciulin³, Andrea Trucco⁴, Tomaso Gaggero⁴

¹ Politecnico di Torino, Torino, Italy

² ARPA FVG — Regional Environmental Protection Agency of Friuli Venezia Giulia, Italy

³ CNR-National Research Council, ISMAR, Venice, Italy

⁴ University of Genoa, Genoa, Italy



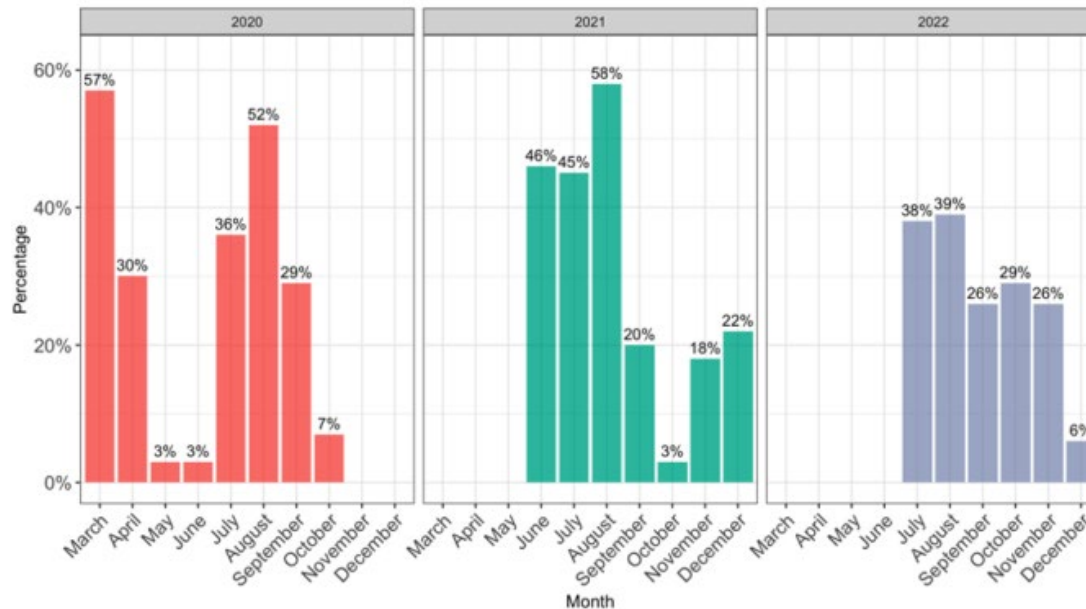
Università
di Genova

ARPA FVG

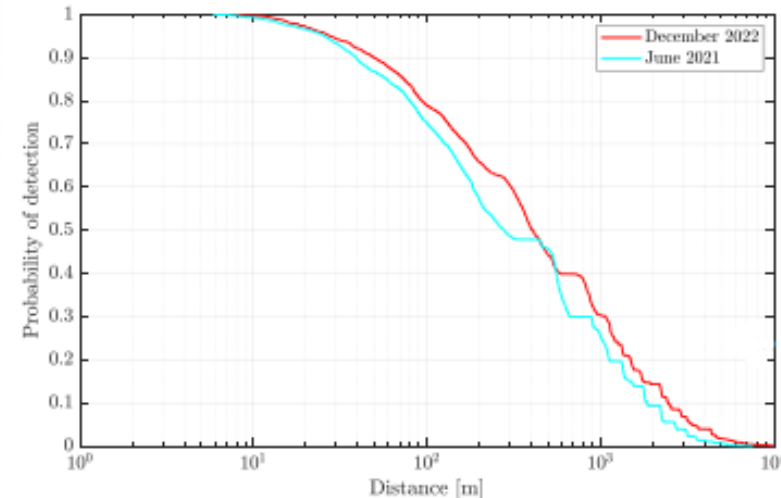
This publication is part of the project PHRR-NGEU which has received funding from the MUR-DM 118/2023

Monitoraggio sul lungo termine: 507 giorni di registrazioni suddivisi in tre anni

Day Presence of Whistles over the three years



Stima del range di detezione in reali condizioni ambientali



Interreg



Co-funded by
the European Union

Italy – Croatia



Information



Start date
End date

01/02/2024
31/07/2026



Total
budget

2.219.960



Partnership

IT - 4
HR - 4



Project
typology:

Standard
project



2 - Green and resilient shared environment
SO 2.2 - Protection of nature and biodiversity

UNDERSEA

UNDerwatER Soundscape bEyond Ais

Implementazione della rete di monitoraggio

Nuove stazioni di registrazione

Laguna di Venezia

AMP di Miramare

Rijeka dubrovačka

Sito Natura 2000 di Elafiti

Sud Adriatico

Nuovi partners

ARPA Puglia

*Public Institution for the Management of
Protected Natural Areas of Dubrovnik-Neretva
(Croazia)*

Museo di Storia Naturale croato



Implementazione della rete di monitoraggio

Nuove stazioni di registrazione

Laguna di Venezia

AMP di Miramare

Rijeka dubrovačka

Sito Natura 2000 di Elafiti

Sud Adriatico

Nuovi partners

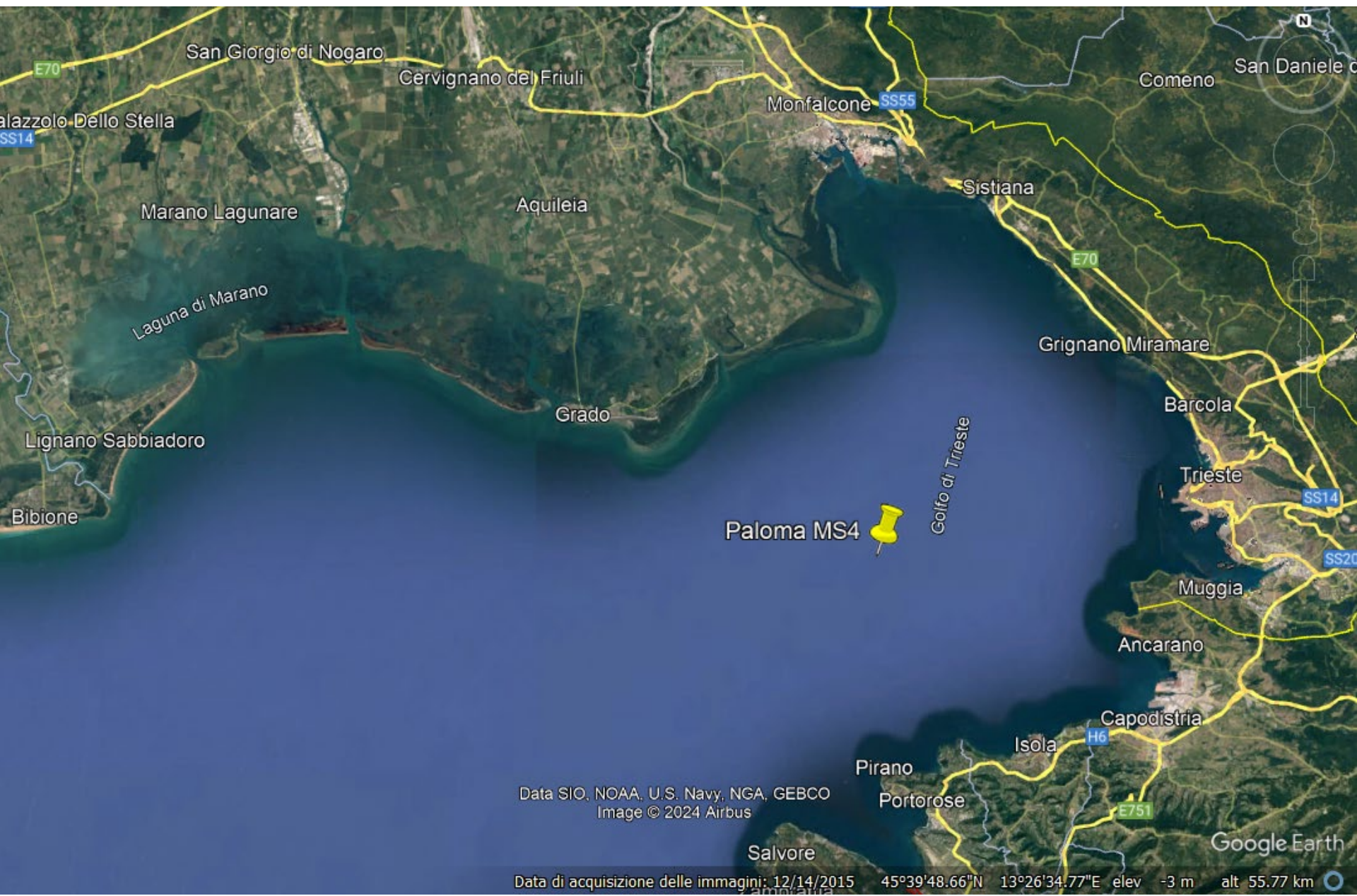
ARPA Puglia

*Public Institution for the Management of
Protected Natural Areas of Dubrovnik-Neretva
(Croazia)*

Museo di Storia Naturale croato

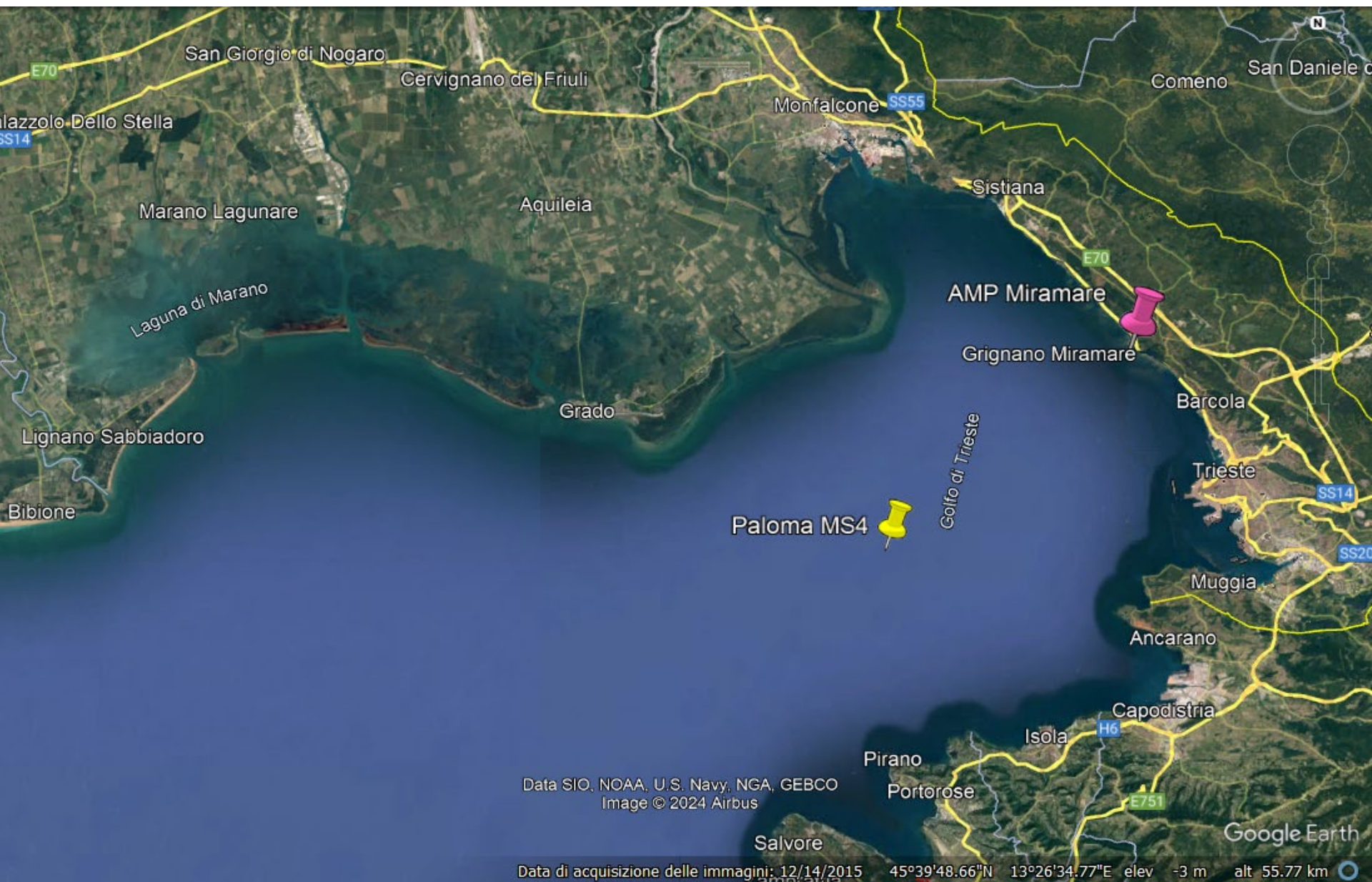


Monitoraggio del rumore subacqueo per un anno in un periodo *business as usual*



Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2024 Airbus

Data di acquisizione delle immagini: 12/14/2015 45°39'48.66"N 13°26'34.77"E elev -3 m alt 55.77 km

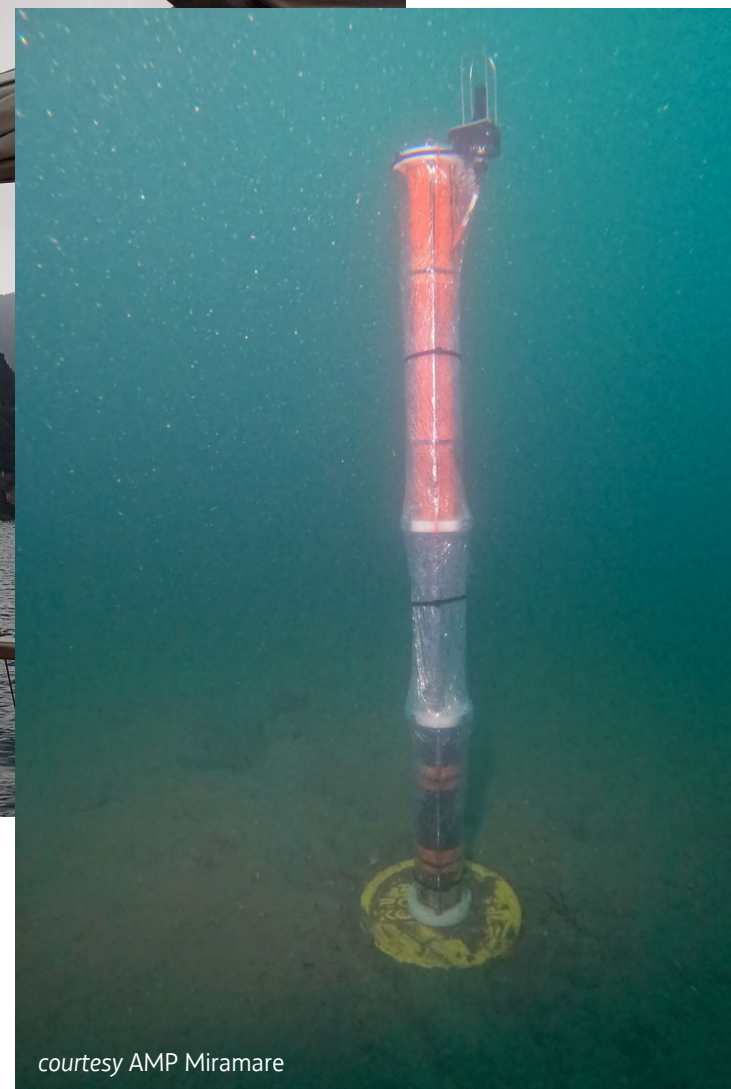


Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO
Image © 2024 Airbus

Data di acquisizione delle immagini: 12/14/2015 45°39'48.66"N 13°26'34.77"E elev -3 m alt 55.77 km







courtesy AMP Miramare

Analisi satellitare per il rilevamento di barche senza AIS

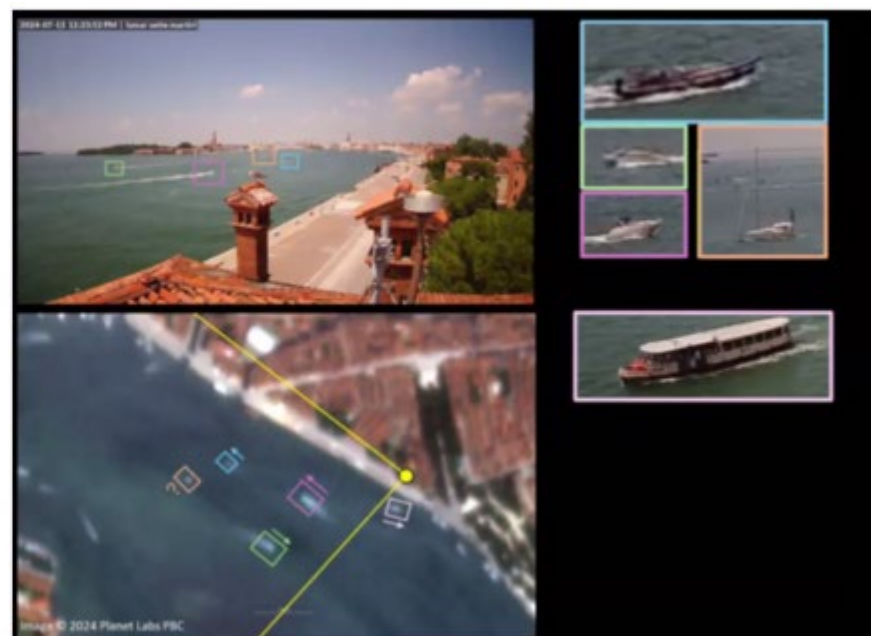


Analisi satellitare per il rilevamento di barche senza AIS

Analisi di immagini satellitare con strumenti AI



Validazione





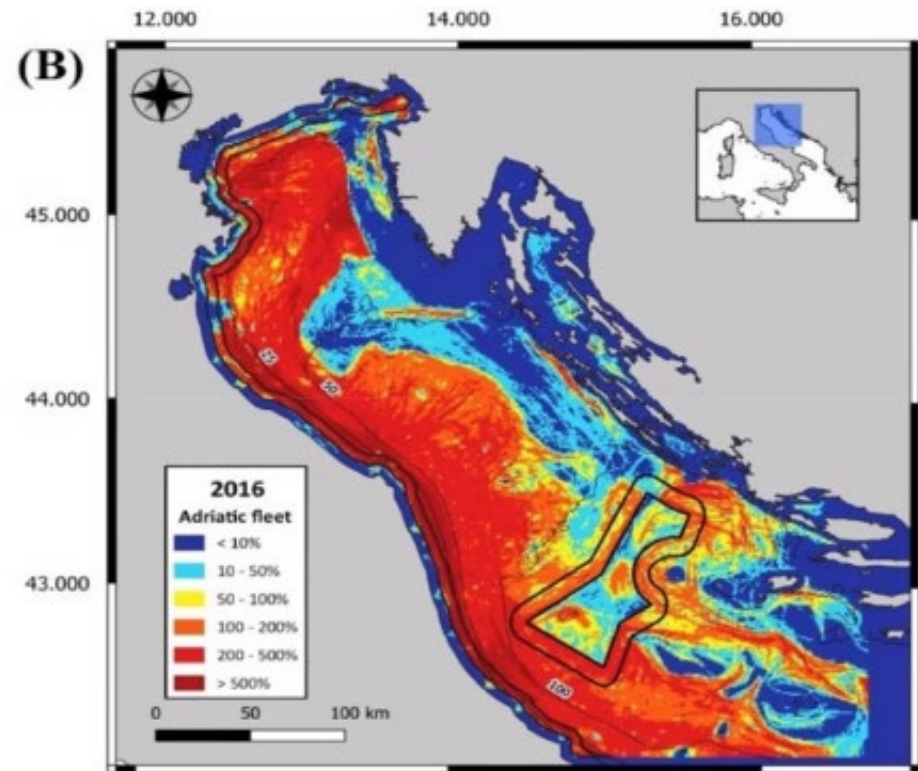
Stima intensità alla sorgente di barche da pesca

Incluse NUOVE sorgenti di rumore

UNDERSEA prenderà in considerazione il contributo delle attività da pesca in uno dei più bacini più trafficati del Mediterraneo.

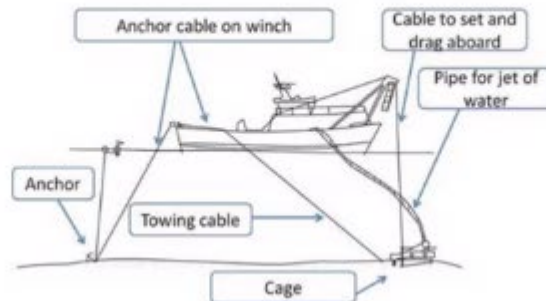
Esperimenti per valutare le intensità sonore prodotte da pescherecci al lavoro.

Modellazione molto più realistica del rumore subacqueo.



Fishing effort distribution for trawling fleet in the Northern and Central Adriatic Sea (GSA 17) in 2016 – Russo et al. 2020



[illegible]

Monitoraggio acustico passivo di specie *target*

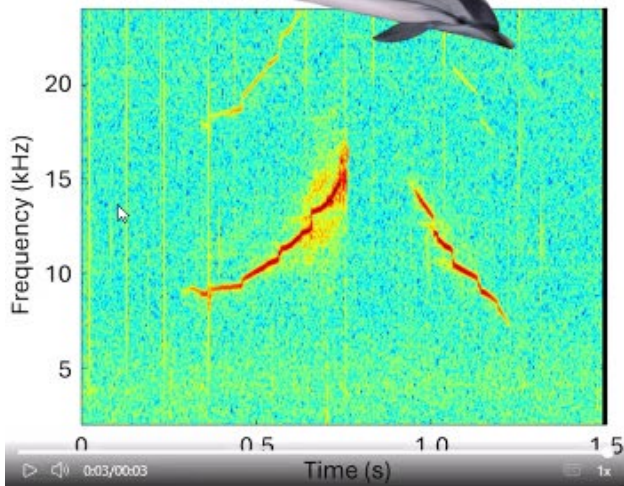
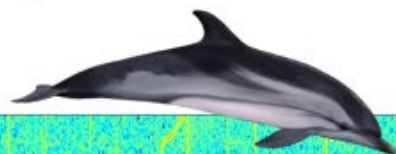
Rilevare la presenza di specie di interesse conservazionistico in Mar Adriatico usando le registrazioni in continuo



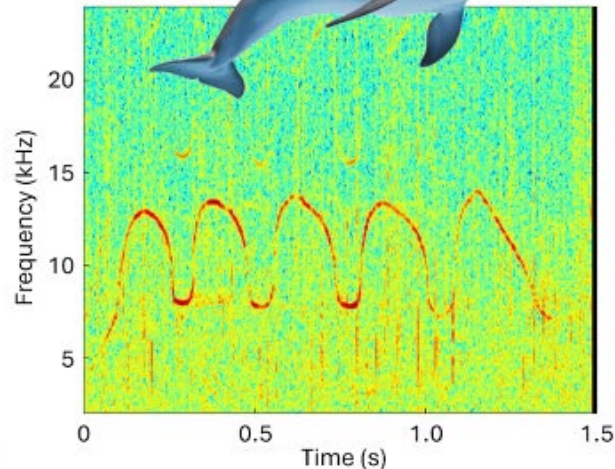
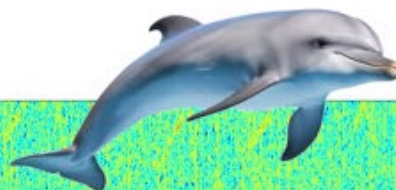
UNDERSEA sta creando una libreria acustica di ecolocalizzazioni attribuibili ad odontoceti normalmente presenti in Mar Adriatico

Monitoraggio acustico passivo di specie target

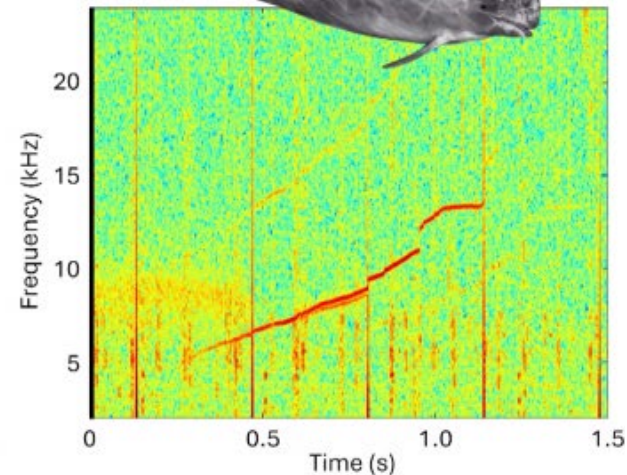
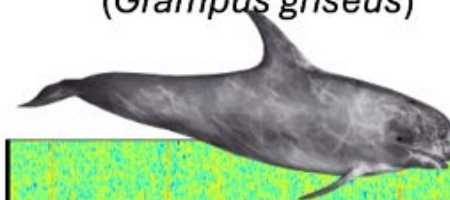
Striped dolphin
(*Stenella coeruleoalba*)



Bottlenose dolphin
(*Tursiops truncatus*)



Risso's dolphin
(*Grampus griseus*)



Misure in continuo: vantaggi e svantaggi

PRO

Possibilità di avere vasta conoscenza temporale

Necessità intervento operatore minima

Validazione di dettaglio dei modelli di propagazione (se conosco bene condizioni oceanografiche e morfobatimetriche a contorno)

Poco vincolate da condizioni meteo/stato flotta navale a supporto

CONTRO

Monitoro un solo punto, a differenza di misure «spot»

Grandi volumi di dati da gestire, salvare, trasferire, backupare,...

Necessità di notevoli capacità di calcolo per analisi

Difficoltà gestione con numero elevato di stazioni (costo strumento elevato e manutenzione routinaria lunga)

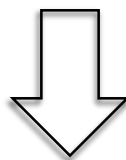
Rischio perdita strumento più elevato che misura «spot»

Utilizzo delle misure di clima acustico subacqueo: *work in progress* sul D11C2

Indicatore di pressione

Valutare il *trend* annuale dei rumori continui nelle acque marine.

...CD2017, espresso come “La distribuzione territoriale, l'estensione temporale e i livelli dei **suoni continui a bassa frequenza** di origine antropica non superano livelli che hanno effetti negativi sulle popolazioni degli animali marini»



Indicatore di impatto

Cercare di quantificare l'impatto del rumore su specie indicatrici e sull'ecosistema.

Utilizzo delle misure di clima acustico subacqueo: *work in progress* sul D11C2

LOBE (*Level of Onset of Biologically Adverse Effects*)

Livello soglia: è un livello sonoro specifico (misurato in decibel) definito per particolare specie indicatrici o habitat.

Indicatore di danno: qualsiasi suono che superi questo livello è considerato una potenziale minaccia per il benessere dell'animale e della sua *fitness* (disturbi comportamentali, stress, riduzione dello spazio di comunicazione e perdita temporanea o permanente dell'habitat).

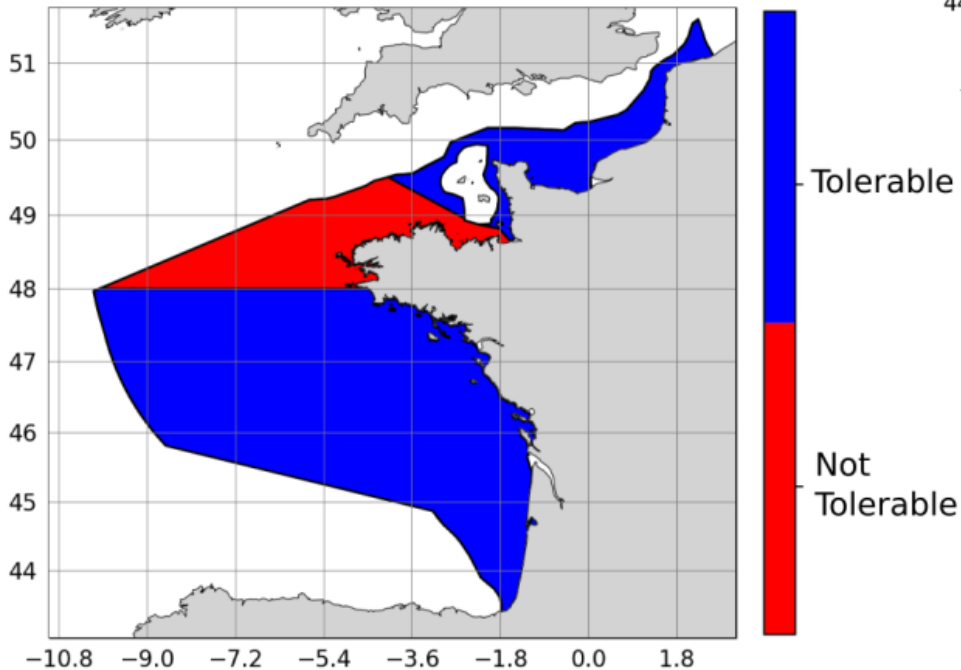
Basato su letteratura scientifica, dovrà essere valutato in future osservazioni, seguendo nuove evidenze scientifiche e guide metodologiche.



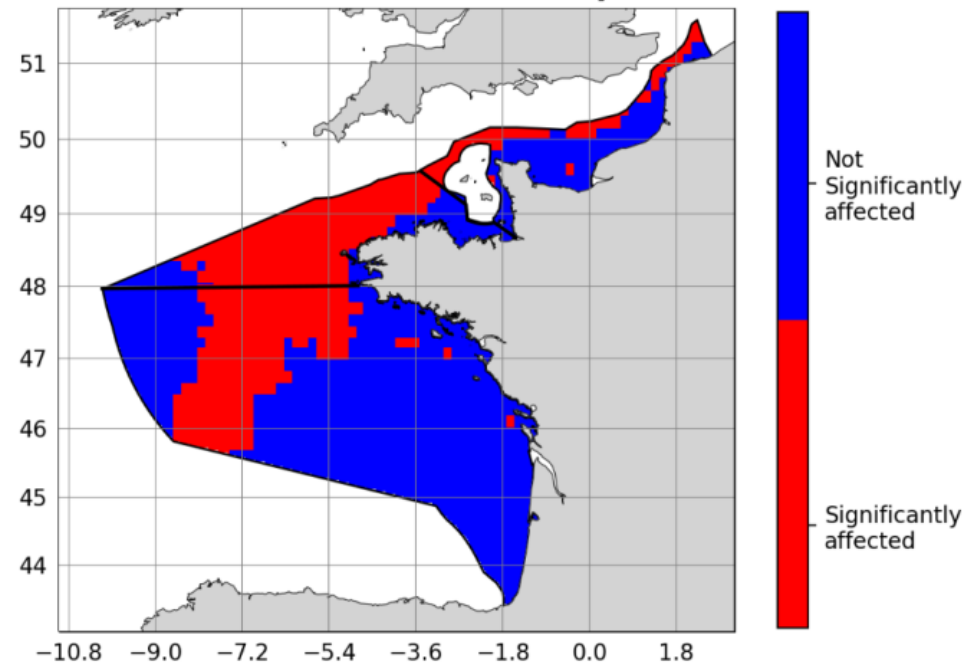
- Sensibilità uditiva: essere **in grado di percepire il suono**.
- Impatto del rumore: essere **sensibile all'impatto del rumore**. Una specie potrebbe essere in grado di rilevare e produrre suoni entro un intervallo di frequenze, ma potrebbe non essere molto sensibile ai disturbi causati dal rumore, oppure potrebbe reagire al rumore anche se lo spettro di frequenza è al di fuori della frequenza di miglior udito o di produzione del suono della specie.
- **Stato di conservazione**: le popolazioni già colpite da altre fonti potrebbero essere più suscettibili agli effetti dannosi del rumore.
- Valore commerciale: effetti del rumore sulle specie ad alto **valore commerciale** possono potenzialmente influenzare l'economia di un settore come la pesca o, su scala minore, un settore ricreativo che si basa sulla presenza di mammiferi marini.
- Disponibilità dei **dati conoscenze sufficienti** sulla sensibilità uditiva, sulla sensibilità all'impatto del rumore e sulla distribuzione spazio-temporale delle specie. Le specie escluse potranno essere incluse in valutazioni successive.

Si è stabilito che solo il **20% o meno** dell'habitat di una specie *target* al mese dell'anno di valutazione può essere **esposto a livelli di rumore superiori al LOBE** ($\leq 20\%$).

**Habitat status for
LOBE SPL = 100 dB re 1 μ Pa & TIA = 20%**



**Grid cell condition for
LOBE SPL = 100 dB re 1 μ Pa**

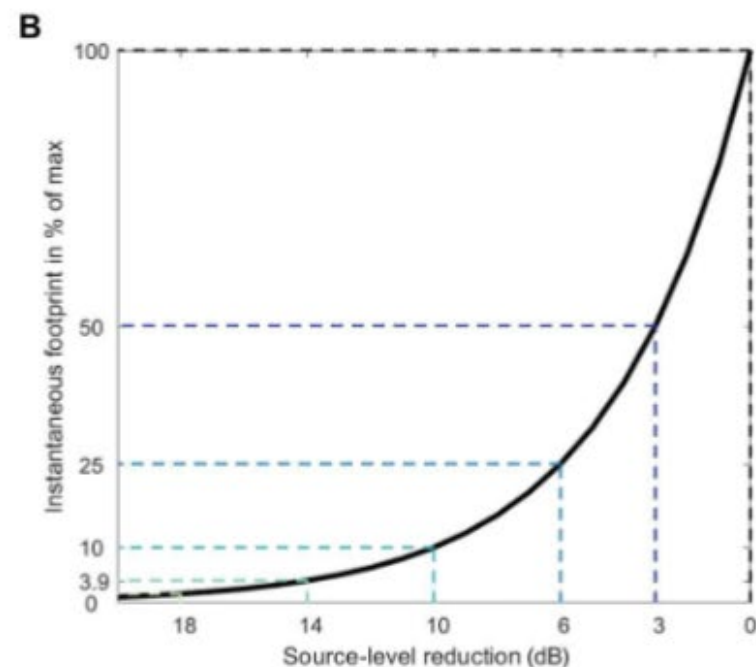
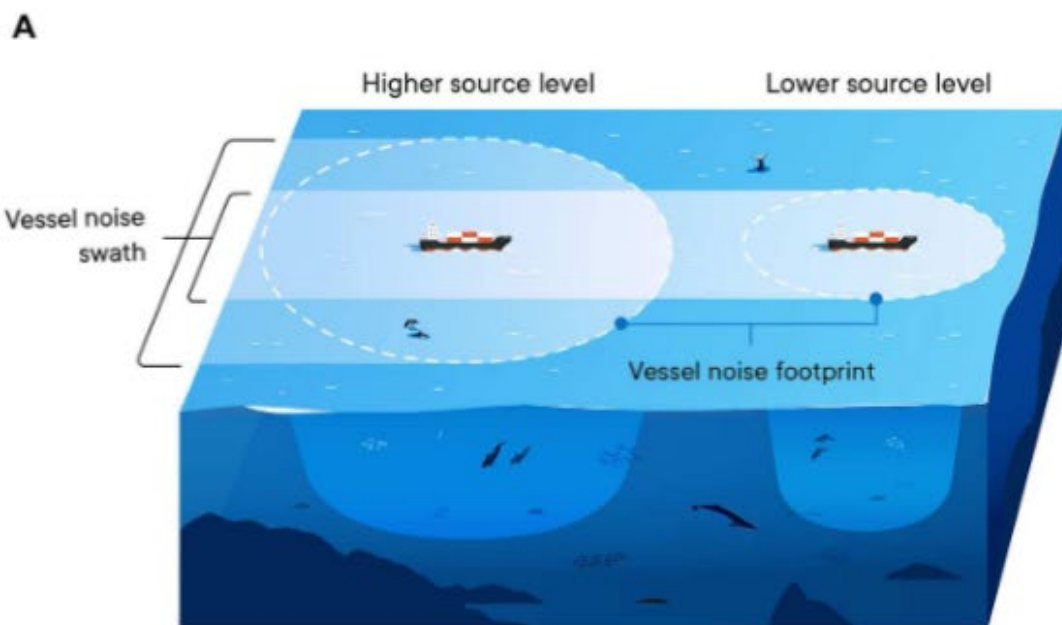


Degradazione di un habitat in termini temporali: percentuale del tempo dove la differenza tra il rumore totale (naturale più navale) ed il rumore naturale eccede il LOBE.

WORK IN PROGRESS

Future attività di mitigazione

- a) diminuzione velocità
- b) no transito in zone «hot spots»
- c) eliche più «silenziose»



Findlay et al., 2023. DOI: [10.1126/sciadv.adf2987](https://doi.org/10.1126/sciadv.adf2987)

Grazie per l'attenzione!





L'importanza di utilizzare
strumentazione per l'acquisizione di
parametri oceanografici in continuo
in ambiente marino e lagunare

Sistema di monitoraggio in
continuo della Laguna di
Marano e Grado

Federico Pittaluga

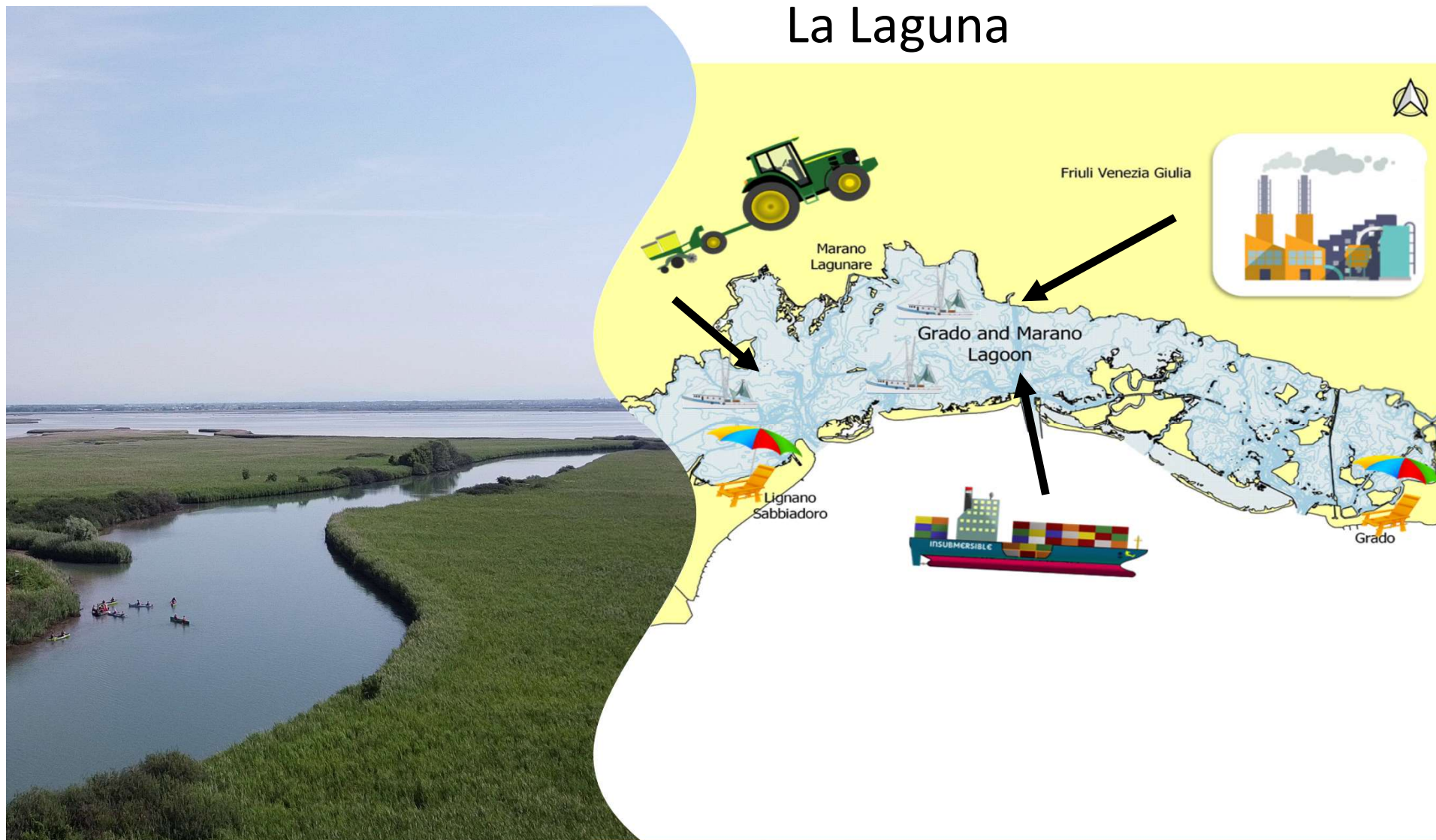




La Laguna

- Trappola per sedimento e regolazione dei cicli biogeochimici per la materia organica e i nutrienti;
- Bilanciamento degli scompensi chimico-fisici a protezione della zona marina costiera adiacente
- Protezione della costa dall'erosione e regolazione regimi di piena
- Zone riproduttive (nursery) e aree di sosta nelle rotte migratorie
- Aree di pesca, allevamento ittico e coltivazione/raccolta di molluschi
- Canali navigabili
- Porti naturali
- Aree per formazione e ricerca
- Aree ricreative

La Laguna



Parametri

Temperatura

Influenza tutti i processi biologici.
Variazioni anomale indicano possibili
alterazioni ecosistemiche.

pH

Indicatore di equilibrio chimico e
influenza la disponibilità di nutrienti
e la solubilità di numerose sostanze.

Clorofilla a

Indicatore dell'abbondanza
fitoplanctonica. Segnala fenomeni di
fioritura algale.



Salinità

Determina la distribuzione delle
specie. È influenzata da maree e
apporti fluviali.

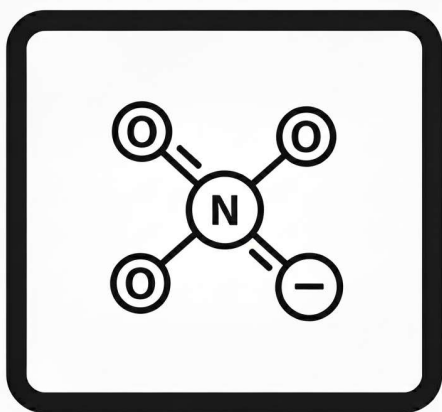
Ossigeno Disciolto

Essenziale per la vita acquatica.
Valori bassi o eccessivamente elevati
possono indicare distrofie.

Torbidità

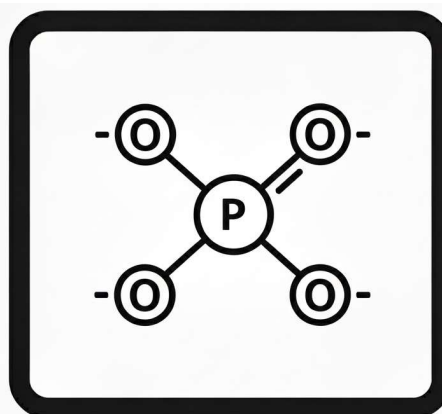
Riduce la penetrazione della luce.
Impatta sulla fotosintesi e sull'intero
ecosistema.

Nutrienti ed Eutrofizzazione



Nitrato

Indicatore del carico di nutrienti provenienti da scarichi agricoli e civili e, in eccesso, può favorire processi di eutrofizzazione, con fioriture algali e riduzione della qualità ecologica delle acque



Ortofosfato

monitorato negli ambienti di transizione perché rappresenta la forma di fosforo più direttamente disponibile per la crescita algale e, in concentrazioni elevate, contribuisce ai fenomeni di eutrofizzazione e degrado della qualità delle acque



Normativa	DQA 2000/60/CE – D.Lgs. 152/2006 – D.M. 260/2010
Parametri	Temperatura, salinità, pH, O ₂ disciolto, clorofilla a, torbidità
Frequenza	- Trimestrale → corpi idrici 'a rischio' (operativo) - Semestrale/annuale → corpi 'in buono stato' (sorveglianza)
Modalità	Campionamento puntuale + misure in situ (strumentazione portatile)

Normativa:

Nessun obbligo di monitoraggio continuo, ma prevede che possa essere effettuato e può portare al declassamento del corpo idrico se si rileva 1 o più giorni di anossia in un anno A.4.4.2 – All. 1 Parte terza del D.Lgs. 152/06

Vantaggi:

Dati più dettagliati + gestione criticità in tempo reale

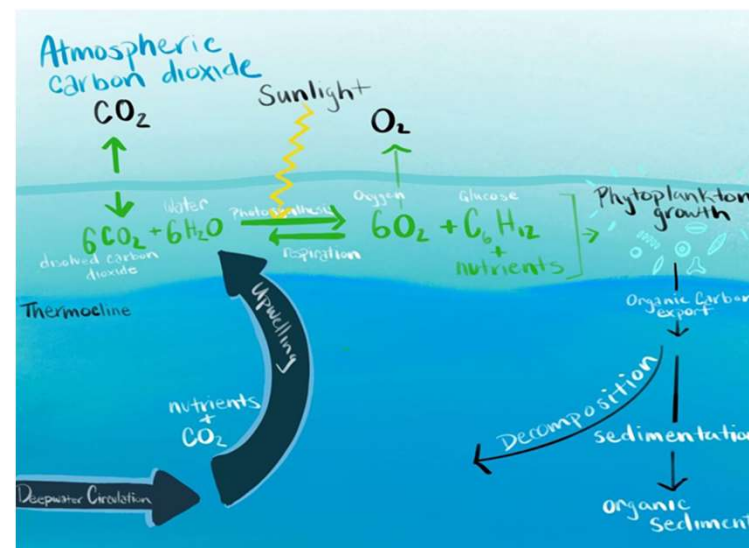


... Qualora gli elementi di qualità biologica, controllati nel monitoraggio di sorveglianza od operativo, consentano di classificare le acque di transizione in stato buono o elevato ma si verifichino condizioni di anossia/ipossia:

1. Condizioni di anossia¹ per 1 o più giorni all'interno di un anno Il corpo idrico viene automaticamente classificato in stato ecologico sufficiente.
2. Condizioni di anossia¹ di durata inferiore ad 1 giorno ma ripetute per più giorni consecutivi e/o condizioni di ipossia² per più di 1 giorno/anno ... Si effettua per i due anni successivi e consecutivi al campionamento la verifica dello stato dei macroinvertebrati bentonici.

... In assenza di impatti sulla comunità biologica per due anni consecutivi, il corpo idrico può essere classificato in buono stato ecologico, in caso contrario si classifica come sufficiente...

- 1**Anossia: valori di ossigeno disciolto tra 0-1.0 mg/l (campionamento effettuato in continuo)
2Ipossia: valori di ossigeno disciolto tra 1-2.0 mg/l (campionamento effettuato in continuo)





Variabilità
temporale e
migliore
comprension
e di processi



Rilevamento
eventi critici
in qualsiasi
condizione
meteo



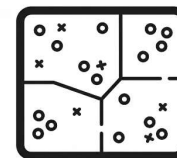
Riduzione dei
costi
operativi nel
lungo
termine



Creazione di
serie
storiche
robuste



Minore
accuratezza e
possibile deriva
dei sensori



Copertura
spaziale
limitata



Riparazioni e
manutenzioni
posso portare
alla perdita di
dati





Valutazione dello Stato delle Acque

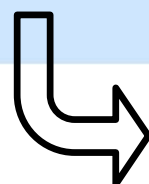
Raccolta di dati ad alta risoluzione temporale per identificare variazioni stagionali, giornaliere o legate a eventi meteorologici, a supporto della valutazione dello stato ecologico delle acque di transizione.

Validazione dei Modelli Numerici

I dati osservati servono per calibrare e validare i modelli previsionali, contribuendo a simulazioni più accurate dei processi idrodinamici e biogeochimici nella laguna.

Supporto Decisionale

Fornitura di informazioni in tempo quasi reale per supportare le decisioni gestionali relative all'ecosistema lagunare e alle attività economiche che vi si svolgono.



Addestramento
AI





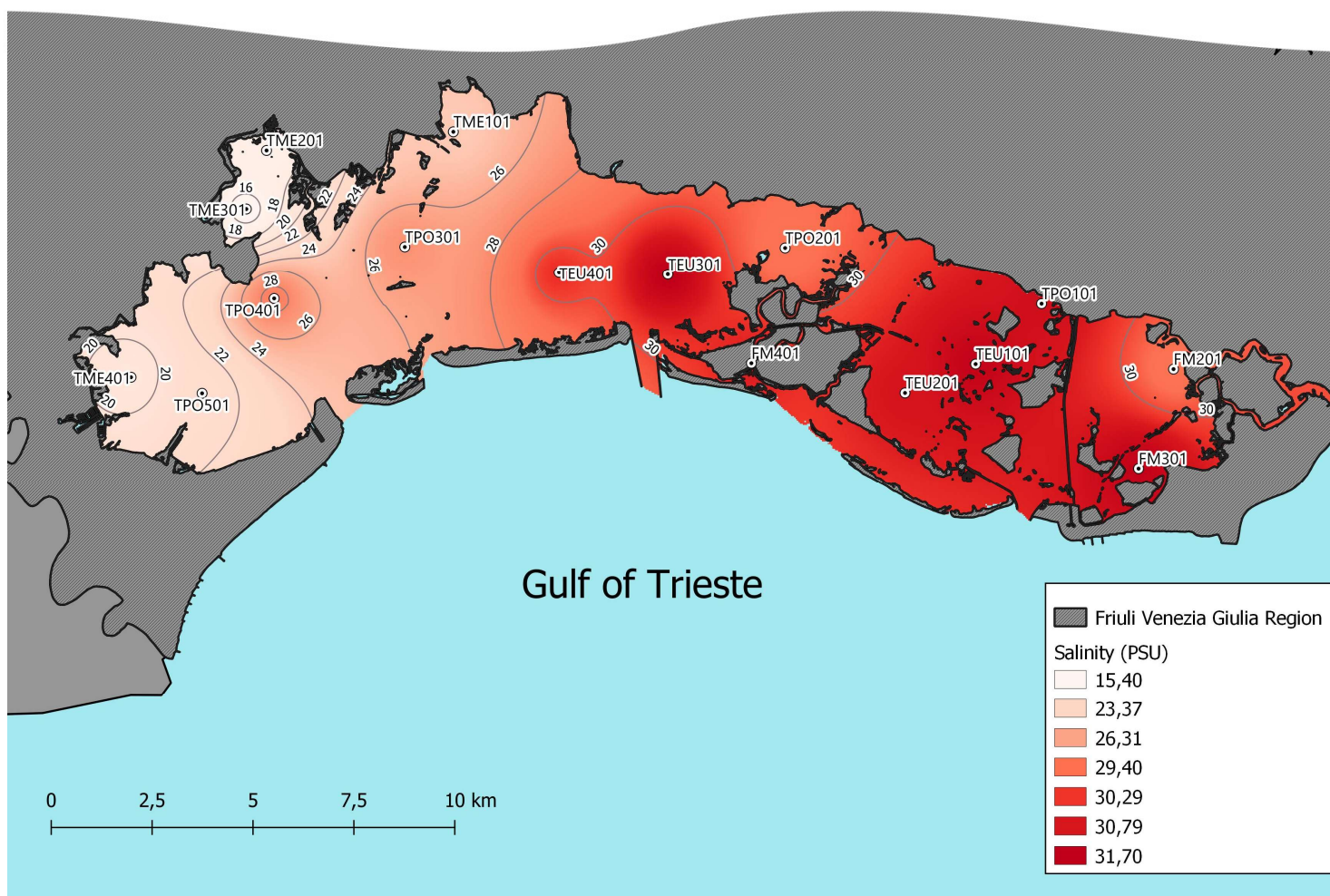
- **2013 – Progetto IPA Adriatic SHAPE**
- **2019 –** Installazione di sensori di torbidità per il monitoraggio dei dragaggi
- **2021 – Progetto Interreg CASCADE**
- **2025 – Progetto PNRR-MER con ISPRA** per il monitoraggio delle lagune dell'Adriatico Settentrionale

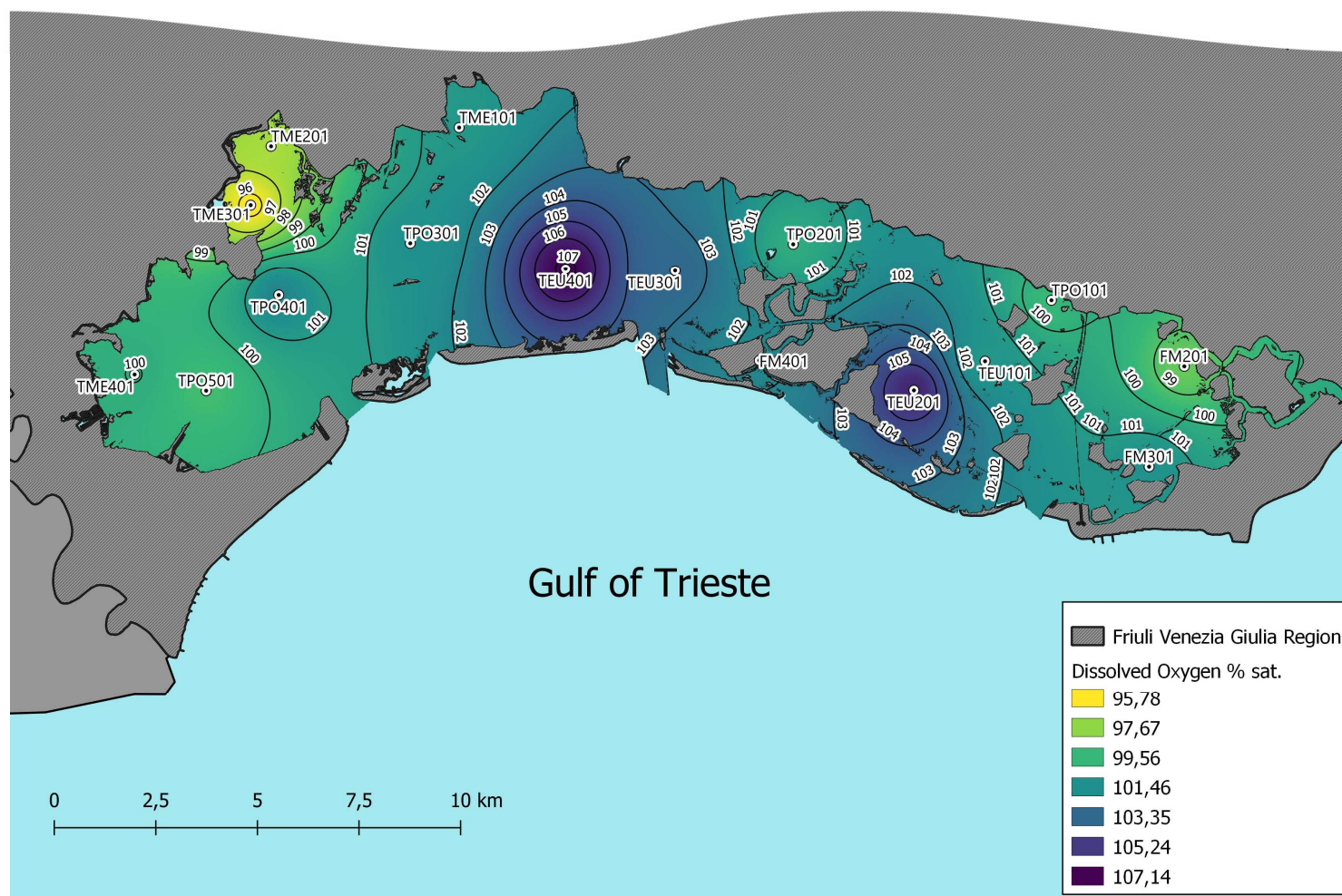
La rete di monitoraggio in continuo fino al 2021



La rete di monitoraggio in continuo nel 2025

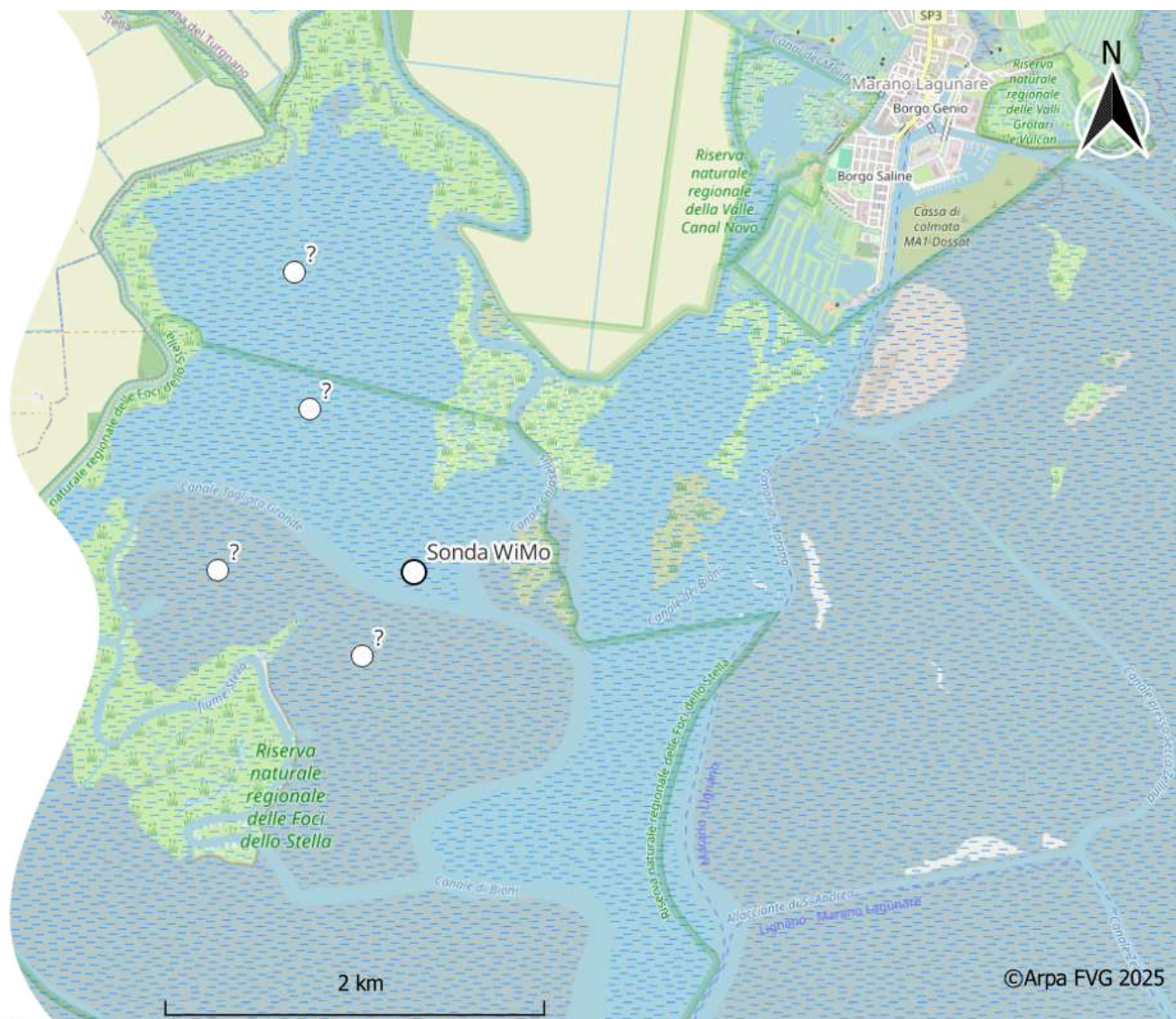






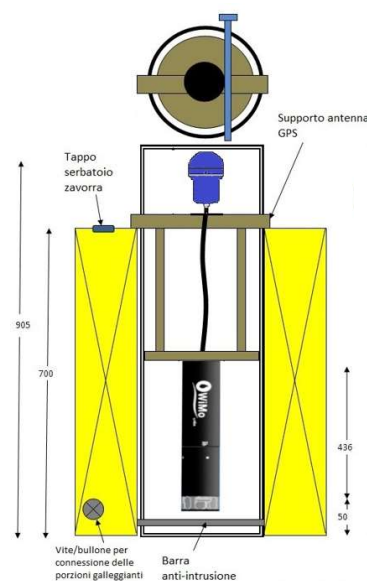


Futuri potenziali siti





NKE WiMo Plus



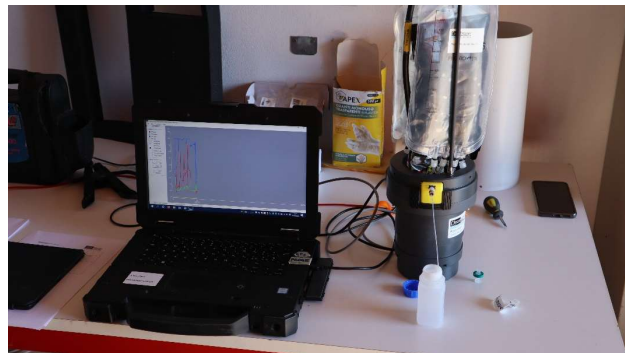
Video_1 & Video_2



Hydrolab HL4



Video_3



CWS Nitrati
CWS Fosfati



Video_4



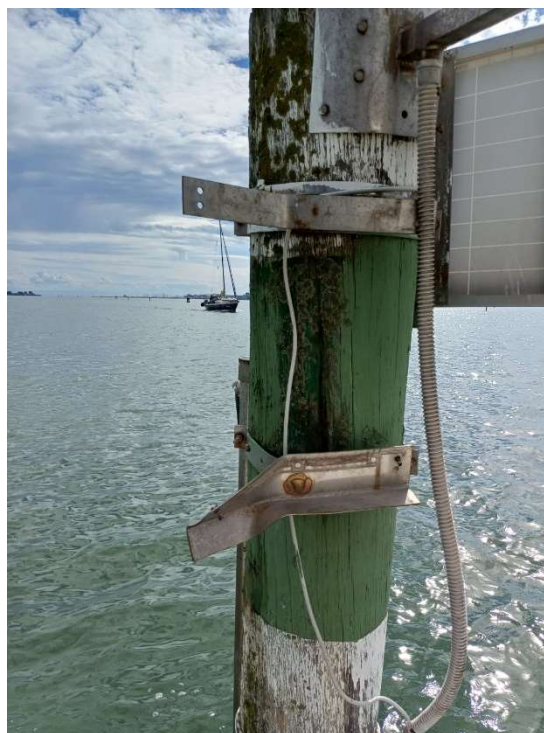


Manutenzione delle sonde

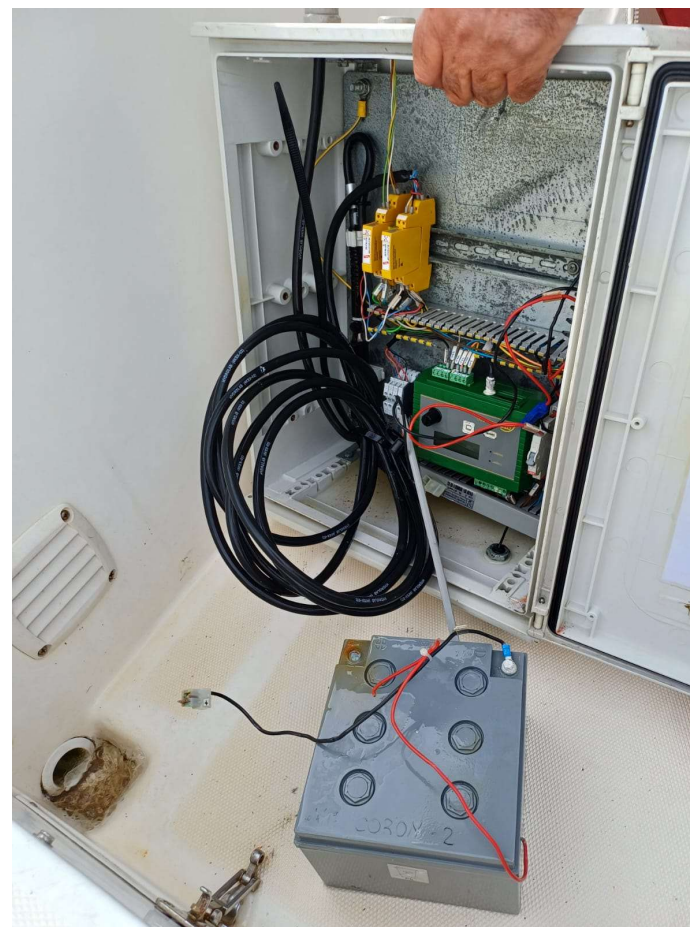
- Controllo dell'integrità fisica: verifica dello stato delle guarnizioni, connettori e delle batterie.
- Pulizia dei sensori: almeno ogni 2–4 settimane, a seconda del biofouling presente.
- Verifica e calibrazione: periodica (tipicamente annuale presso la casa madre) per assicurare la qualità dei dati, soprattutto per parametri sensibili come pH, ossigeno e clorofilla.

Video_5

Possibili inconvenienti...



Possibili inconvenienti...



lista stazioni				
Boe Laguna FVG				
stato	nome	sigla	codice	altezza(m.)
●	Barbana Boa	AFVGBARBAN	AFVGBARBAN	
●	Coron Boa	RFVGCORON	RFVGCORON	
●	Laguna_Est	WIMO522f_LagunaEst	WIMO522f	
●	Laguna_Centro	WIMO5228_LagunaCentro	WIMO5228	
●	Laguna_Ovest	WIMO5220_LagunaOvest	WIMO5220	
●	M1	M1_SMATCH	SMATCH20137	
●	M2	M2_SMATCH	SMATCH20137	
●	M3	M3_SMATCH	SMATCH20140	

controlli temporali

inizio: 2024-01-01 00:00 UTC fine: 2024-12-31 23:59 UTC

scelte rapide

24h < oggi ieri >

ultimi 1 giorno 2 giorni 3 giorni 7 giorni

mese/anno gen feb mar apr mag giu lug ago set ott nov dic anno

stagione primavera estate autunno inverno Arreva A1

lista misure		
Laguna_Est - WIMO522f		
15 min		
stato	Temperatura acqua	descrizione
●	Profondità	Profondità
●	Salinità	Salinità
●	Conduttività	Conduttanza specifica a 25C
●	pH	pH
●	Concentrazione ossigeno	Concentrazione ossigeno
●	Saturazione ossigeno	Saturazione ossigeno
●	Turbidity	Torbidità
●	Chlorophyll_a	Clorofilla

misure selezionate		
#	stazione	misure
1	Laguna_Est	Temperatura acqua [15 min] Salinità [15 min]
visualizza/aggiorna anteprima apri in una nuova scheda estrai dati		

strumenti grafico

area grafico: Laguna_Est [WIMO522f_LagunaEst] Temperatura acqua (15 minuti) Laguna_Est [WIMO522f_LagunaEst] Salinità (15 minuti)

serie

asse X: Laguna_Est [WIMO522f_LagunaEst] Salinità (15 minuti)

asse Y:

nome della serie

colore

tipo: linea

larghezza: 2,0

tipo: continua

opacità: 1,0

mostra marker: ☐

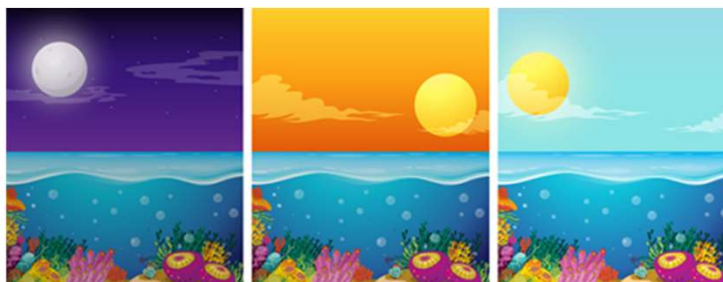
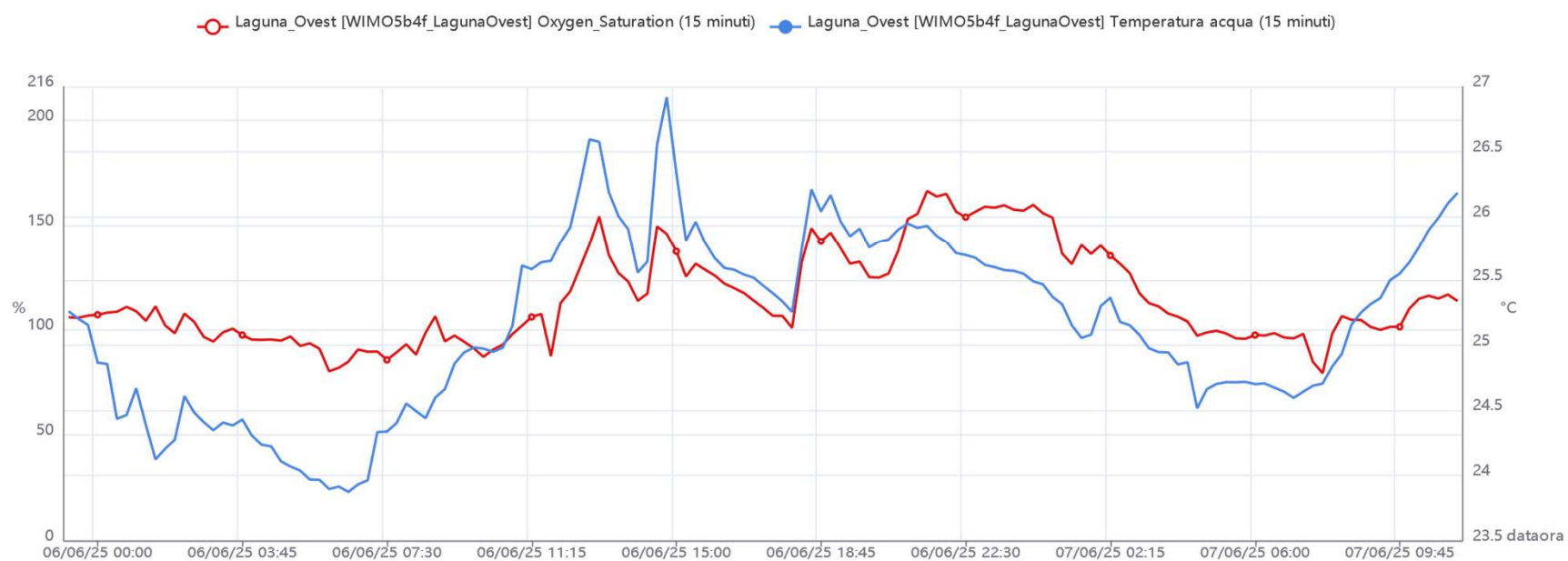
marker:

dim. marker: - +

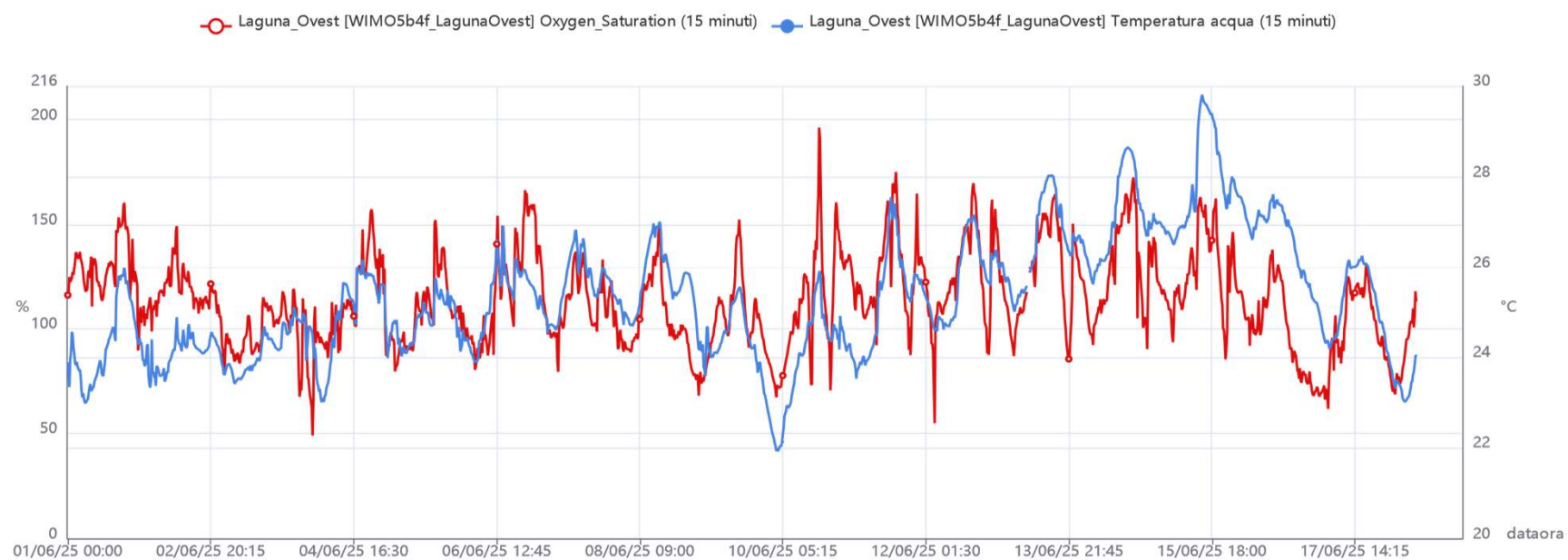
mostra tutti i marker: ☒

grafico

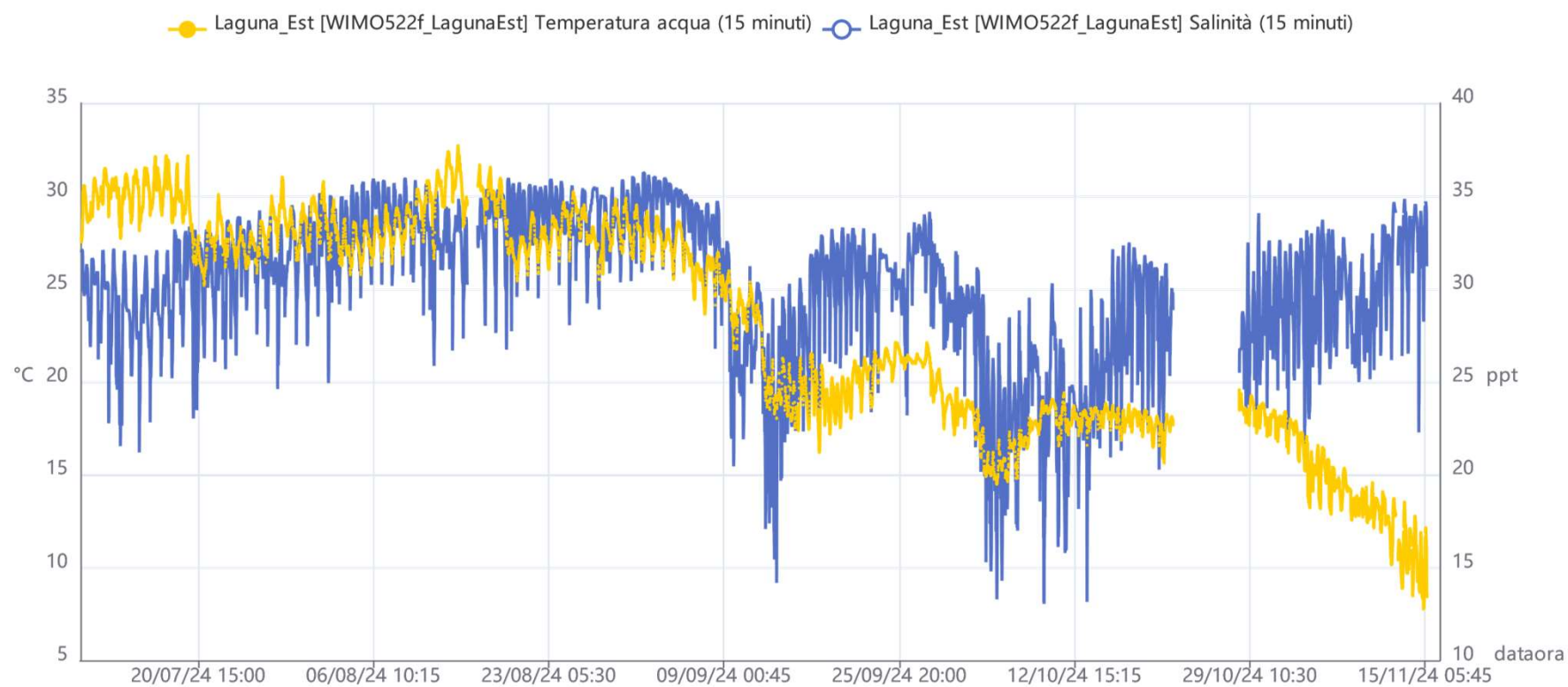
Laguna_Ovest - WIMO5b4f_LagunaOvest alt. 0m. slm. lat. 45.697813 lon. 13.13436



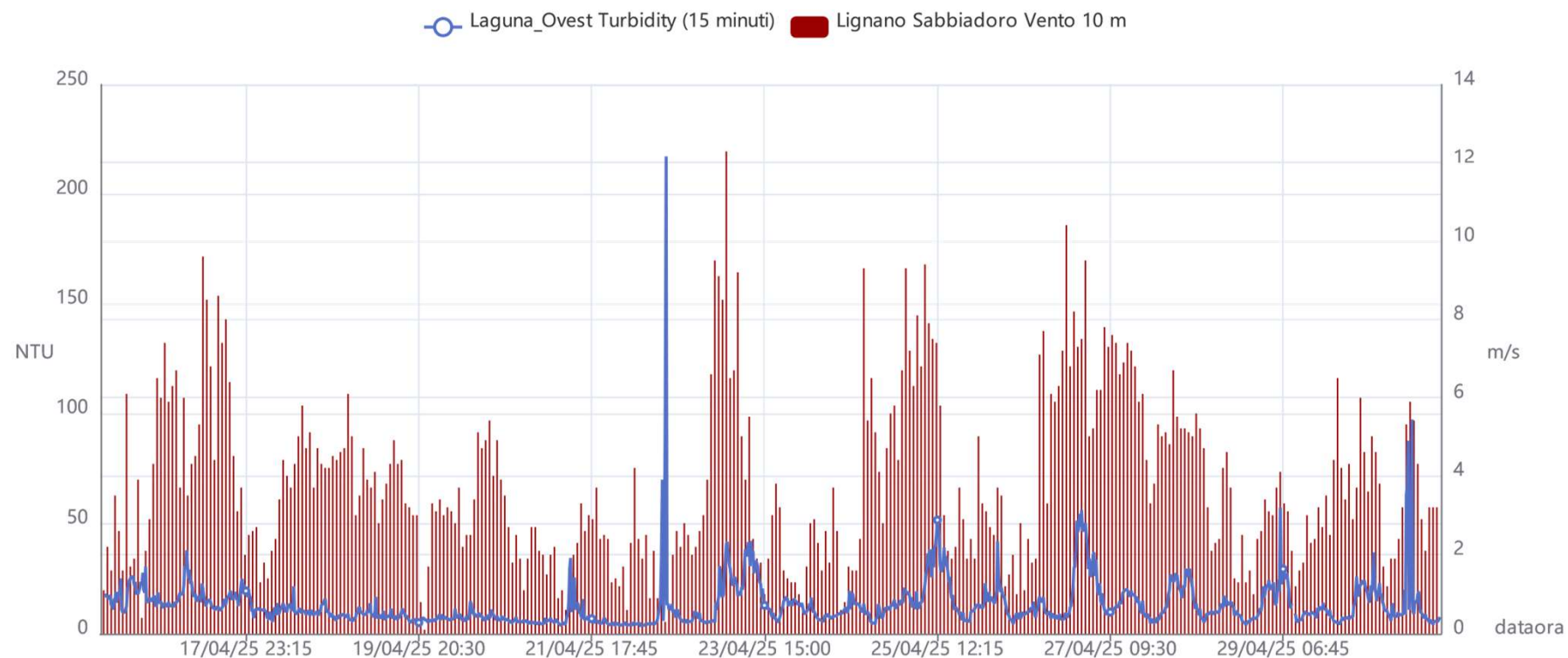
Laguna_Ovest - WIMO5b4f_LagunaOvest alt. 0m. slm. lat. 45.697813 lon. 13.13436



Laguna_Est - WIMO522f_LagunaEst alt. 0m. slm. lat. 45.717867 lon. 13.343004



Laguna Ovest - WIMO5b4f LagunaOvest alt. 0m. slm. lat. 45.697813 lon. 13.13436
Lignano Sabbiadoro - LIG alt. 7m. slm. lat. 45.701909 lon. 13.147078



PREVISIONI ▾ DATI ▾ RADAR ▾ SATELLITE ▾ WEBCAM ▾ CLIMA PUBBLICAZIONI CONTATTI E INFO ▾ METEO PER ... ▾

IO SONO
FRIULI
VENEZIA
GIULIA

regioni

ITA ENG DEU SLO FUR
MYMETEO.FVG

strumenti mappa

dati

parametri
località e misure ▾

tipo
ultimo ▾

periodo di ricerca
24 ore ▾

Pagina sperimentale elaborata da ARPA FVG - OSMER componendo i dati delle stazioni di misura dei parametri meteorologici e/o idrologici delle acque di transizione della Regione FVG, nonché di regioni vicine;
Dati in tempo reale non validati, la cui interpretazione e conseguenti responsabilità sono a carico dell'utente. In particolare i dati di torbidità possono presentare peculiari anomalie che richiedono un approfondimento nella loro elaborazione.

NOTA BENE: l'utilizzo dei dati e delle informazioni disponibili in questa pagina web e relative sottopagine è soggetto alle condizioni e limitazioni descritte nelle [note legali](#), che l'utente implicitamente

nome	Laguna_Est
sigla	WIMO522f_LagunaEst
codice	WIMO522f
coordinate	lat: 45.717867 lon: 13.343004
VISUALIZZA DATI	

[Arpa FVG - Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia](#)

arpa FVG

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

PREVISIONI
DATI
RADAR
SATELLITE
WEBCAM
CLIMA
PUBBLICAZIONI
CONTATTI E INFO
METEO PER ...

IO SONO
FRIULI
VENEZIA
GIULIA

METEOregioni
ITA ENG DEU SLO FUR
MYMETEO.FVG

strumenti mappa

dati

parametri
località e misure

tipo
ultimo

periodo di ricerca
24 ore

Pagina sperimentale elaborata da OSMER componendo i dati delle stazioni meteorologiche e/o idrografiche della Regione FVG e delle stazioni vicine;
Dati in tempo reale non validati, la responsabilità è dell'utente. In particolare i dati di transizione della Regione FVG e delle stazioni vicine;
presentare peculiari anomalie che non sono state approfondite nella loro elaborazione.

NOTA BENE: l'utilizzo dei dati e delle informazioni disponibili in questa pagina web e relative sottopagine è soggetto alle condizioni e limitazioni descritte nelle [note legali](#) che l'utente implicitamente

Laguna_Est

Pressione

2025-06-17 18:15 CEST

0.63 dbar

pH

2025-06-17 18:15 CEST

8.52 mol/kg

Concentrazione ossigeno

2025-06-17 18:15 CEST

9.82 mg/L

Saturazione ossigeno

2025-06-17 18:15 CEST

117.91 %

Conducibilità specifica a 25C

2025-06-17 18:15 CEST

49.46 mS/cm

Temperatura mare

2025-06-17 18:15 CEST

24.91 °C

Salinità

2025-06-17 18:15 CEST

32.40 ppt

Profondità

2025-06-17 18:15 CEST

0.60 m

Turbidità

2025-06-17 18:15 CEST

3.431 NTU

Clorofilla

2025-06-17 18:15 CEST

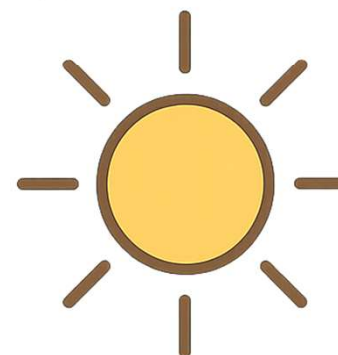
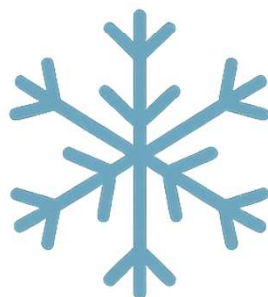
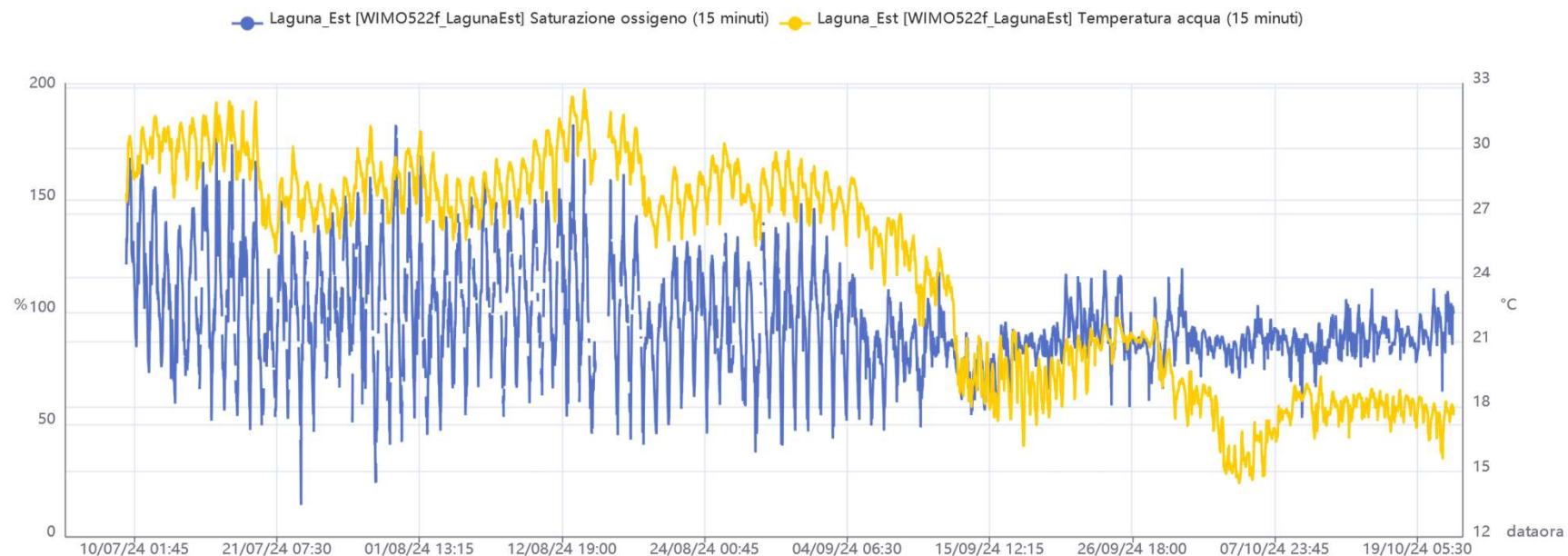
0.585 µg/L

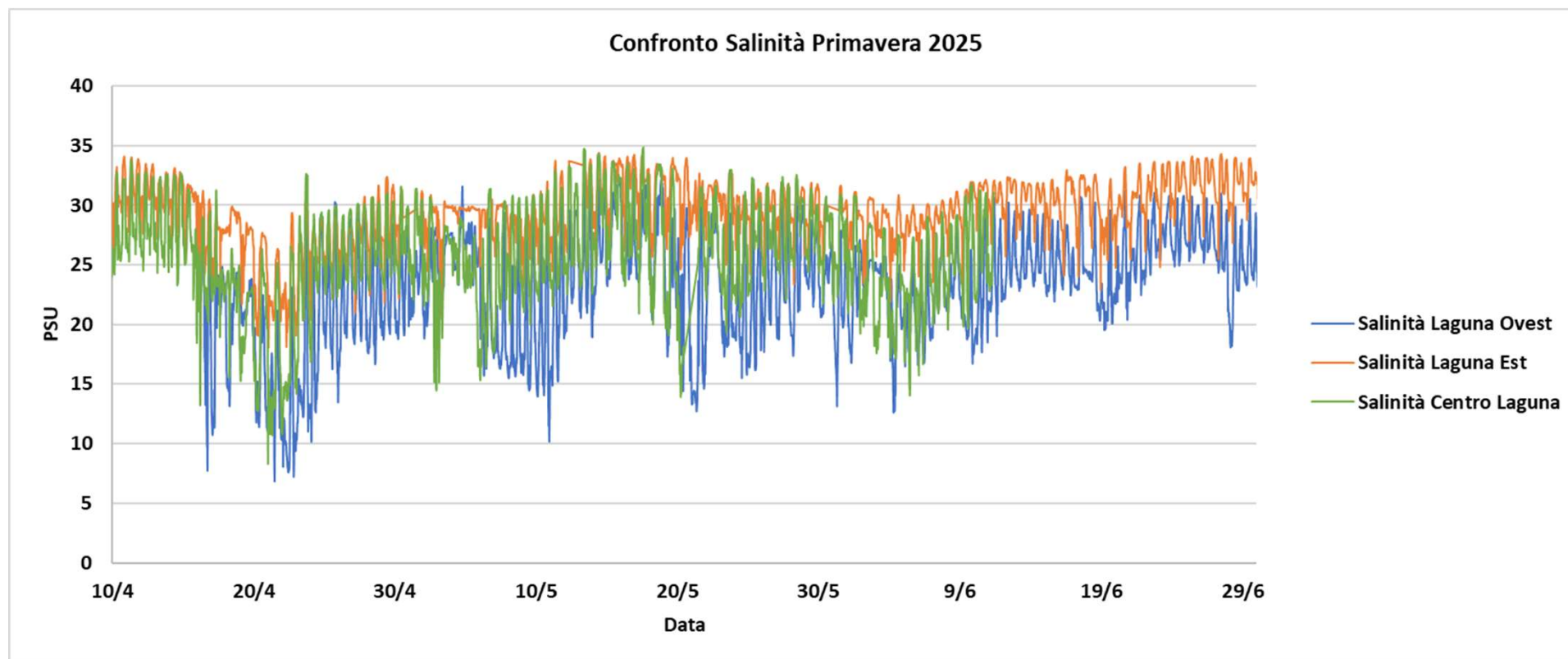
[Arpa FVG - Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia](#)

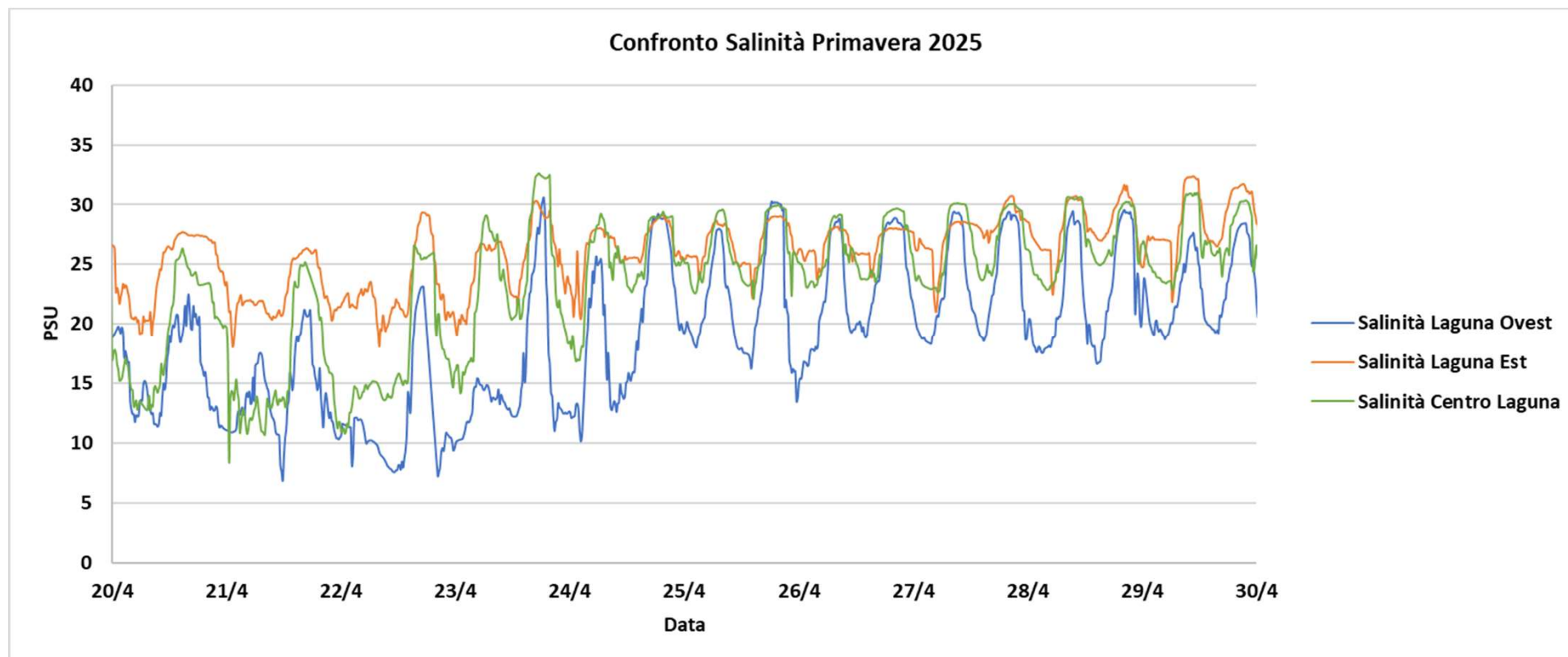


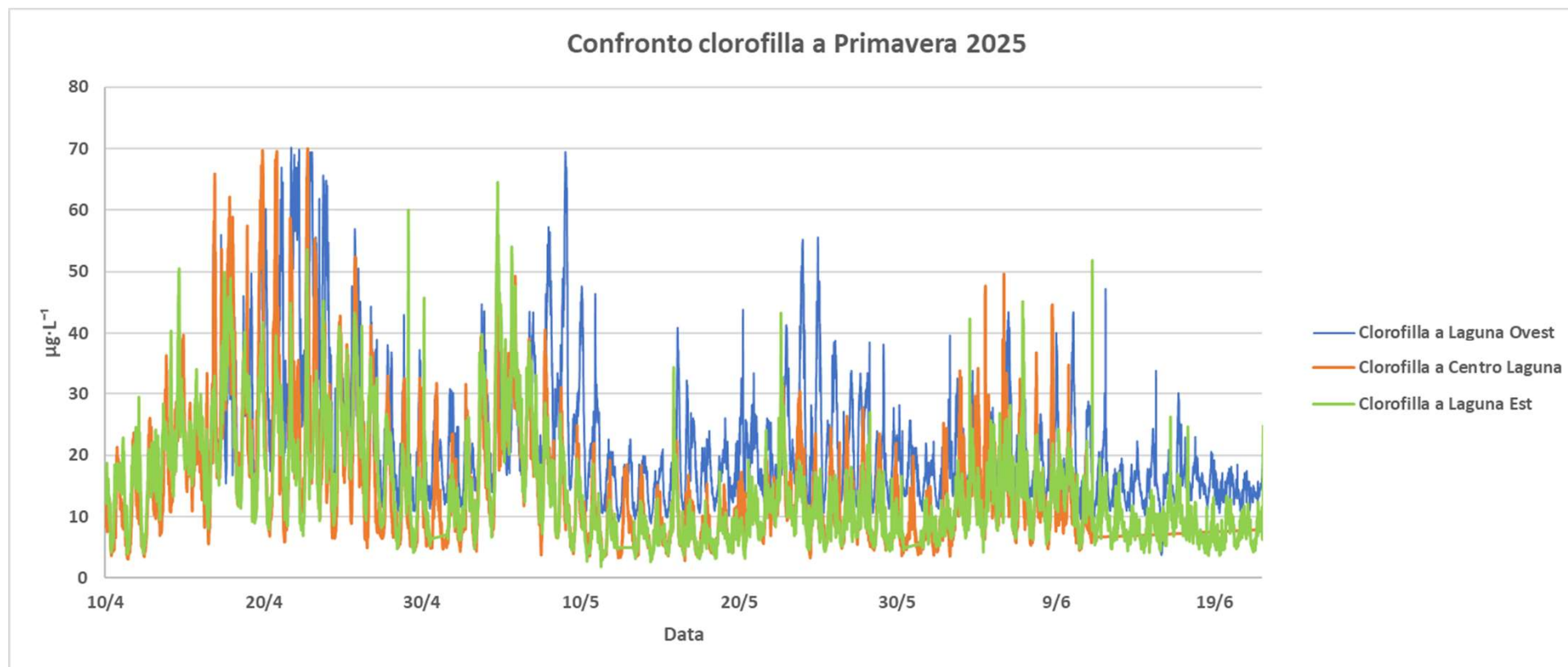
[Arpa FVG - Osservatorio meteorologico regionale del Friuli Venezia Giulia](#)

Laguna_Est - WIMO522f_LagunaEst alt. 0m. slm. lat. 45.717867 lon. 13.343004

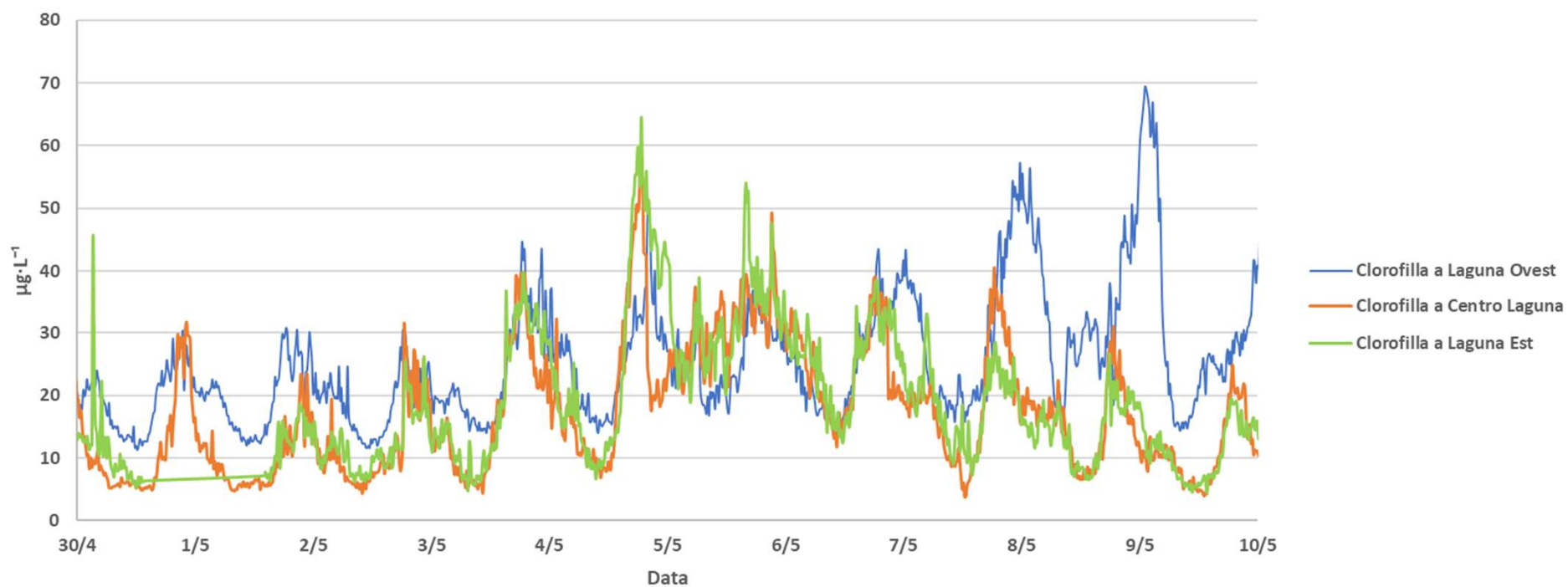


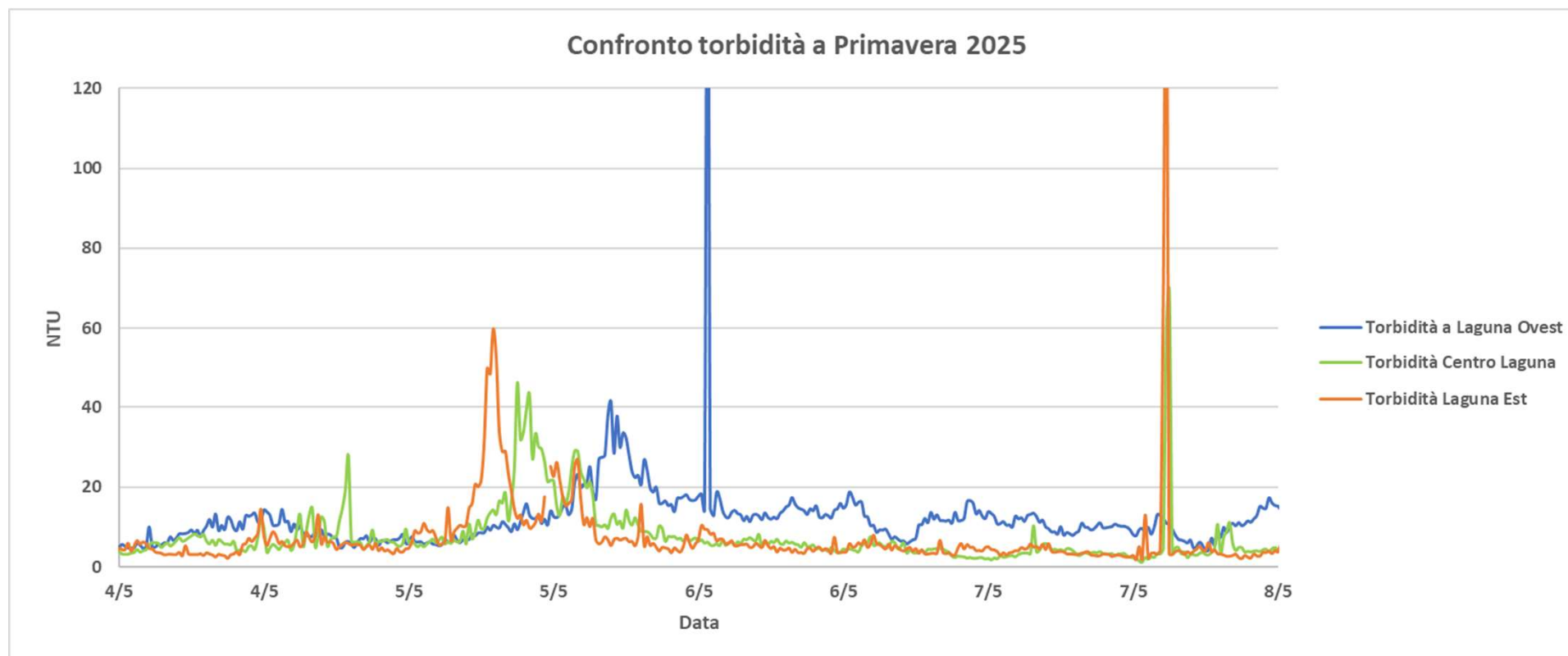






Confronto clorofilla a Primavera 2025





Microalga a Lignano Sabbiadoro, no contaminazioni fecali

1 agosto 2022

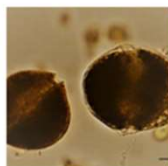
La colorazione bruno-scuro delle acque prospicienti il litorale di Lignano Sabbiadoro è dovuta alla presenza della **microalga** dinoflagellata **Alexandrium cfr. taylorii**.

Sono queste le conclusioni delle analisi effettuate dall'Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente sui campioni di acque con colorazione anomala prelevati venerdì 29 luglio in località Pineta e Riviera.

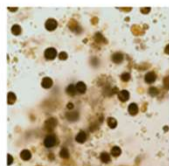
Sui campioni prelevati Arpa FVG ha effettuato le analisi microbiologiche che escludono la presenza di indicatori di contaminazione microbica di origine fecale.

Nei campioni di acqua è stata, invece, rilevata la presenza di **Alexandrium cfr. taylorii** in concentrazioni tali da causare l'evidente alterazione del colore dell'acqua marina. È un'alga microscopica unicellulare appartenenti alle dinoflagellate, una forma di fitoplancton molto abbondante in tutti gli oceani con oltre 2000 specie.

La microalga individuata è responsabile di **innocue fioriture**, il cui unico risultato è quello di colorare le acque marine.

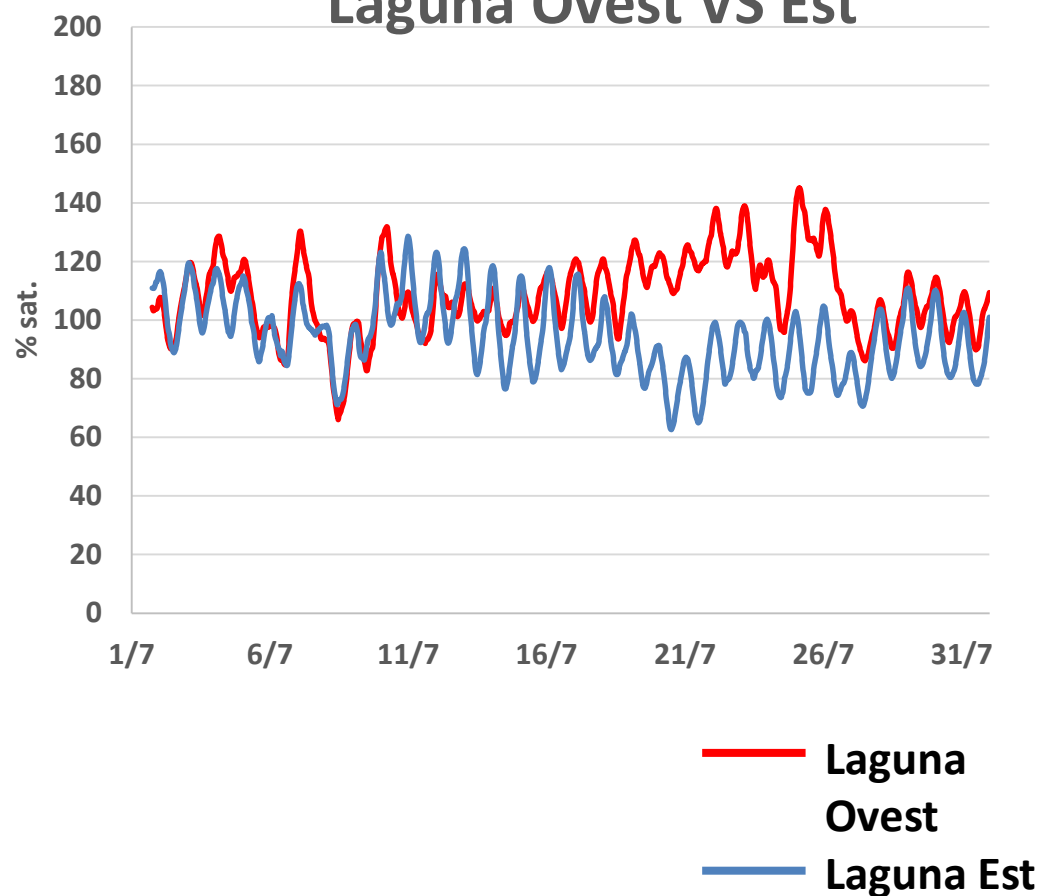


Alexandrium cfr. taylorii, ingrandimento



Fioritura di Alexandrium cfr. taylorii

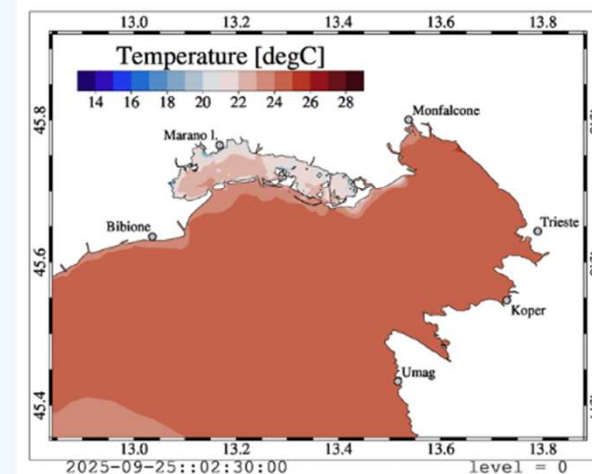
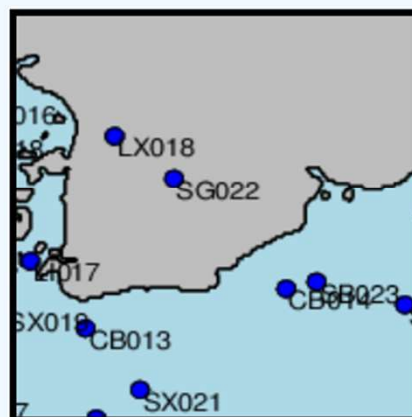
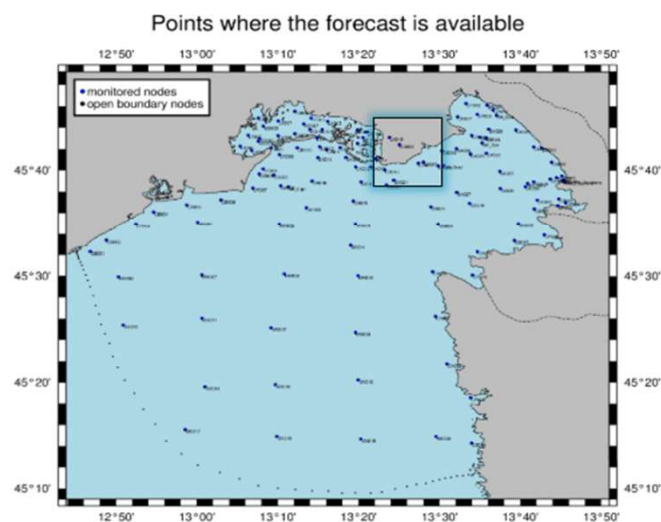
Laguna Ovest VS Est



Modello SHYFEM

Analyzed nodes map:

(info nodes)



Indicatori Cambiamenti Climatici

Potenziale impatto

ALTERAZIONE DEI PROCESSI CHIMICO-FISICI APPORTO DI ACQUE DOLCI, EVAPORAZIONE

Fattori climatici

Cambiamenti nel regime delle precipitazioni e del conseguente bilancio tra apporti fluviali e marini; aumento della frequenza di eventi estremi. Variazioni del livello del mare. Variazioni della temperatura atmosferica con fenomeni di evaporazione dovuti alle basse profondità tipiche degli ambienti di transizione (lagune, stagni costieri e foci fluviali).

Altri fattori

Azioni antropiche che hanno luogo sulle zone salmastre oppure sui fiumi che sfociano in esse o sui cordoni litoranei di separazione con il mare, che possono incidere indirettamente sugli ecosistemi di transizione.

Caratterizzazione impatto



Gli ecosistemi di transizione sono da ritenersi altamente a rischio a causa dei cambiamenti climatici, in particolare in riferimento ai cambiamenti nel regime delle precipitazioni e degli apporti fluviali e marini.



Nelle lagune dell'Alto Adriatico la salinità varia da 0 a 35 secondo un gradiente spaziale che va dagli input di acqua dolce a quelli marini e fluttuazioni temporali influenzate dagli eventi meteo climatici e stagionali. L'incremento degli



Foto: Federico Pittaluga (ARPA FVG)

Scenario futuro



Laguna	Tipo	Anni	Periodo	Dato	Salinità	
					Trend	Test
Grado e Marano	Mesoalino	2013-2023	Lug-Nov	Continuo	↗	ns
	Polialino	2013-2023	Lug-Nov	Continuo	↗	ns
	Eualino	2013-2023	Lug-Nov	Continuo	↗	ns
	Mesoalino	2013-2023	EST (Lug-Set)	Continuo	↗	ns
	Polialino	2013-2023	EST (Lug-Set)	Continuo	↗	ns
	Eualino	2013-2023	EST (Lug-Set)	Continuo	↗	*
	Mesoalino	2013-2023	AUT (Ott-Nov)	Continuo	↗	ns
	Polialino	2013-2023	AUT (Ott-Nov)	Continuo	↗	ns
	Eualino	2013-2023	AUT (Ott-Nov)	Continuo	↗	ns
Laguna di Venezia	Polialino	2011-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	**
	Eualino	2011-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	**
Delta del Po Veneto	Mesoalino	2008-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	*
	Polialino	2008-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	*
	Eualino	2008-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	*
	Mesoalino	2011-2021	Tutto l'anno	Continuo	↘	**
	Polialino	2011-2021	Tutto l'anno	Continuo	↗	ns
	Eualino	2011-2021	Tutto l'anno	Continuo	↗	ns
Sacca di Goro	Polialino	2002-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↘	*
	Mesoalino	2002-2023	Tutto l'anno	Continuo	↘	***
	Polialino	2002-2023	Tutto l'anno	Continuo	↘	*
Valli di Comacchio	Eualino	2002-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	***
	Eualino	2009-2023	Tutto l'anno	Continuo	↗	***
Pialassa Baiona	Eualino	2002-2023	Tutto l'anno	Trimestrale	↗	ns

Legenda: ns = non significativo, * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001

Grazie per l'attenzione!

federico.pittaluga@arpa.fvg.it

