



**CNR
ISMAR**
ISTITUTO
DI SCIENZE
MARINE

RAPPORTO TECNICO SULL'INCIDENTE DELL' 8 DICEMBRE 2024
AL SISTEMA METEO-OCEANOGRAFICO MEDA ELASTICA S1-GB
DELTA DEL PO – ADRIATICO SETTENTRIONALE



Francesco Riminucci, Lucilla Capotondi, Annamaria Correggiari, Paola Focaccia, Andrea Gallerani, Mariangela Ravaioli, Giuseppe Stanghellini, Simone Toller, Caterina Bergami

TECHNICAL REPORT CNR-ISMAR N° 39, Marzo 2025

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

RAPPORTO TECNICO SULL'INCIDENTE DELL'8 DICEMBRE 2024 AL SISTEMA METEO-
OCEANOGRAFICO MEDA ELASTICA S1-GB (DELTA DEL PO – ADRIATICO
SETTENTRIONALE)

TECHNICAL REPORT ON THE INCIDENT OF DECEMBER 8, 2024, AT THE METEO-
OCEANOGRAPHIC SYSTEM ELASTIC BEACON S1-GB (PO DELTA – NORTHERN ADRIATIC)

Riminucci F.^{1,2}, **Capotondi C.**¹, **Correggiari A.**¹, **Focaccia P.**¹, **Gallerani A.**¹, **Ravaioli M.**¹, **Stanghellini G.**¹, **Toller S.**¹, **Bergami C.**³

- 1) Consiglio Nazionale delle Ricerche - Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente, Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via P. Gobetti 101, 40129 Bologna
- 2) Consorzio PROAMBIENTE S.c.r.l., Tecnopolo Bologna CNR, Via P. Gobetti 101, 40129 Bologna
- 3) Consiglio Nazionale delle Ricerche - Dipartimento di Scienze del Sistema Terra e Tecnologie per l'Ambiente, Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Roberto Cozzi 53 20126 Milan, Italy

Riassunto

Di seguito sono presentati i principali risultati emersi dall'analisi dei dati registrati dal sistema S1-GB e da sistemi osservativi/previsioni ARPAE ed ISAC-CNR, prima della perdita del segnale dal sistema, avvenuta l'8 dicembre 2024. Vengono inoltre descritte le condizioni meteorologiche registrate nell'area a sud del delta del Po di Goro e i risultati preliminari delle indagini geofisiche condotte nel sito di ancoraggio il 12 e il 19 dicembre 2024. Le operazioni hanno permesso di individuare due target sul fondale marino, che saranno oggetto di future indagini di dettaglio.

Parole chiave: Monitoraggio meteo-marino, Sistema osservativo, Adriatico Settentrionale, Meda S1-GB

Summary

Below are the main results from the analysis of data recorded by the S1-GB system, and other sources, before the system's signal loss on December 8, 2024. Additionally, the meteorological conditions recorded in the area south of the Po di Goro delta and the preliminary results of the geophysical survey conducted at the S1-GB site on December 12 and 19, 2024, are presented. The activities have identified two targets on the seabed, which will be the subject of future detailed investigations.

Keywords: Marine weather monitoring, Observational site, Northern Adriatic Sea, S1-GB elastic beacon.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Citare questo REPORT come:

Riminucci F., Capotondi C., Correggiari A., Focaccia P., Gallerani A., Ravaioli M., Stanghellini G., Toller S., Bergami C. (2025). Rapporto tecnico sull'incidente dell'8 dicembre 2024 al sistema meteo-oceanografico meda elastica S1-GB (Delta del Po – Adriatico Settentrionale). Technical Report N° 39, 2025, CNR-ISMAR, pp. 1-29, DOI: 10.26383/CNR-ISMAR.2025.04 (online <http://www.ismar.cnr.it/prodotti/rapporti-tecnici>).

Questo rapporto è rilasciato secondo i termini della licenza *Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported License*.



Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

INDICE

1. INTRODUZIONE	7
1.1 INQUADRAMENTO - IL SITO DI STUDIO S1-GB	7
1.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA METEO-OCEANOGRAFICO MEDA S1-GB.....	10
2. PERDITA DI COMUNICAZIONI DAL SISTEMA– 08 DICEMBRE 2024	13
2.1 SINTESI DELLE EVIDENZE	13
2.2 VERIFICA DATI ACQUISITI NEL PERIODO	13
3. SOPRALLUOGHI DEL 12 E 19 DICEMBRE 2024	16
3.1 INTERVENTO DI VERIFICA NEL SITO S1-GB – 12 DICEMBRE 2024	16
3.2 SECONDO INTERVENTO NEL SITO S1-GB – 12 DICEMBRE 2024	18
4. CONDIZIONI METEO-MARINE NELL’AREA A SUD DEL DELTA DEL PO – 8-10 DICEMBRE 2024	23
5. CONCLUSIONE	27
6. RINGRAZIAMENTI	27
7. BIBLIOGRAFIA	28

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Elenco delle figure

1 Mare Nord Adriatico e sito S1-GB.	7
2. Sito S1-GB e area di ormeggio in concessione demaniale	8
3 Schema del sistema meteo-oceanografico Meda S1-GB	9
4 Schema del sistema meteo-oceanografico Meda S1-GB e sua configurazione strumentale a dicembre 2024	11
5 Dati GPS acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024	13
6 Dati orari di direzione del vento, intensità del vento e raffica, acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024	14
7 Dati orari di direzione del vento e rollio, acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024	14
8 M/N Alessandro 2, presso approdo porto di Gorino, ramo Po di Goro , 12 Dicembre 2024	16
9 Sito S1-GB al suo raggiungimento nella mattina del 12 dicembre 2024	16
10 Particolari dell’installazione a polo dello strumento Side-scan sonar - StarFish Systems, installato sulla murata della M/N Alessandro 2, 19 dicembre 2024	18
11 Sinistra - Particolari del target 1 identificato con strumento Ecoscandaglio nell’area di lavoro 1. Destra - Particolari del target 2 identificato con strumento Ecoscandaglio nell’area di lavoro 2. 19 dicembre 2024	19
12 Particolari di alcuni target identificati con strumento Side-scan Sonar nell’area di lavoro 1, 19 dicembre 2024	20
13 Mappa dell’area di indagine 1 con relativi target	21
14 Mappa delle aree di indagine 1 e 2	21
15 Previsioni dell’intensità del vento a 10 metri di altezza con step di 6 ore, per la giornata dell’8 dicembre 2024 (run del 7 dicembre 2024)	25
16 Raffiche di vento massime in km/h per la giornata dell’08 dicembre 2420. Misurazioni della rete di stazioni amatoriali meteonetwork	26

Elenco delle tabelle

1 Target identificati con strumentazione Ecoscandaglio, 19 dicembre 2024	18
2 Allerte costiere emesse dalle Regione Emilia-Romagna nel 2024, comprensive di dati previsti e osservati	22
3 Velocità massime orarie misurate dalla rete di stazioni anemometrica della regione Emilia-Romagna	23

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

1. INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento – il sito di studio S1-GB

Nell'ambito di un programma di ricerca multidisciplinare che impiega sistemi di misura automatici per lo studio dell'ambiente marino, nel 2003 l'Istituto di Scienze Marine del Consiglio Nazionale delle Ricerche (ISMAR-CNR), Unità Operativa di Bologna, ha installato per la prima volta una stazione di monitoraggio meteo-marino denominata Boa S1 nella stazione omonima, situata a sud del delta del Po (Bortoluzzi et al., 2006; Ravaioli et al. 2016; Figura 1). Il sito S1 si trova alle coordinate 44° 44.31' N, 12° 27.16' E, a circa 4 miglia nautiche dalla foce del Po di Goro, su un fondale di 21,3 metri rispetto al livello medio del mare (l.m.m.; Figura 2). Le attività di ricerca presso il sito S1 sono iniziate sin dalla metà degli anni '80 (Frasconi et al., 1984; Frignani e Langone, 1991; Matteucci e Frascari, 1997).

La Boa S1 è stata installata in una posizione strategica per studiare le interazioni tra il fiume Po e il bacino Adriatico, nell'ambito dei progetti "ADRICOSM" e "Stazione multiparametrica S1 – Delta del Po" (Bortoluzzi et al., 2006; Russo et al., 2009). Nel corso degli anni, le attività di ricerca nel sito S1 si sono progressivamente ampliate grazie alla partecipazione a progetti nazionali ed europei focalizzati su:

- i) le interazioni tra il fiume Po e il bacino Nord Adriatico (Frasconi et al., 2006; Alvisi et al., 2009; Guarnieri et al., 2013; Braga et al., 2017);
- ii) le evoluzioni biologiche, ecologico e geochimiche dell'area in relazione alle pressioni antropiche e ai cambiamenti climatici (Capotondi et al., 2019; Barra et al., 2020; Grilli et al., 2020; Riminucci et al., 2022, D'Onofrio et al., 2024);
- iii) i fenomeni meteo-oceanografici estremi (Davolio et al., 2015; Riminucci et al., 2025);

Grazie a un'intensa attività di ricerca e sviluppo tecnologico, il sistema Boa S1 è stato mantenuto operativo nel tempo e progressivamente potenziato sia nella strumentazione che nell'elettronica (Bortoluzzi et al., 2007; 2008; 2010). Nell'ambito del Progetto Bandiera RITMARE, finanziato dal Ministero dell'Università e della Ricerca (2012-2016), il sistema di monitoraggio a boa galleggiante con catena strumentata è stato sostituito nel 2015 con un sistema a meda elastica strumentata, rinominato "Meda S1-GB", così come il sito di studio (Figure 3 e 4, Ravaioli et al., 2017).

La struttura della Meda S1-GB è stata progettata e dimensionata per adattarsi alle condizioni specifiche del sito, caratterizzato da un fondale marino composto da sedimenti argilloso-limosi poco consolidati (Capotondi et al., 2019; Barra et al., 2020; Riminucci et al., 2022), da un elevato tasso di produzione primaria e biofouling, nonché da una forte variabilità delle condizioni idrologiche (Riminucci et al., 2025).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Dal 2015, il sistema Meda S1-GB è stato costantemente mantenuto operativo e aggiornato nella strumentazione sensoristica, diventando parte integrante delle attività di tre delle principali infrastrutture di ricerca europee per l'osservazione del mare:

- eLTER-RI – l'infrastruttura di ricerca in situ pan-europea dedicata agli studi ecologici a lungo termine (<https://elter-ri.eu> e <https://deims.org/6869436a-80f4-4c6d-954b-a730b348d7ce>);
- DANUBIUS-RI – l'infrastruttura di ricerca distribuita paneuropea per gli studi avanzati sui sistemi fiume-mare (<https://danubius-ri.eu>);
- JERICO-RI – l'infrastruttura di ricerca multidisciplinare e multiplatforma integrata per una valutazione olistica dei cambiamenti del sistema marino costiero (<https://www.jerico-ri.eu>).

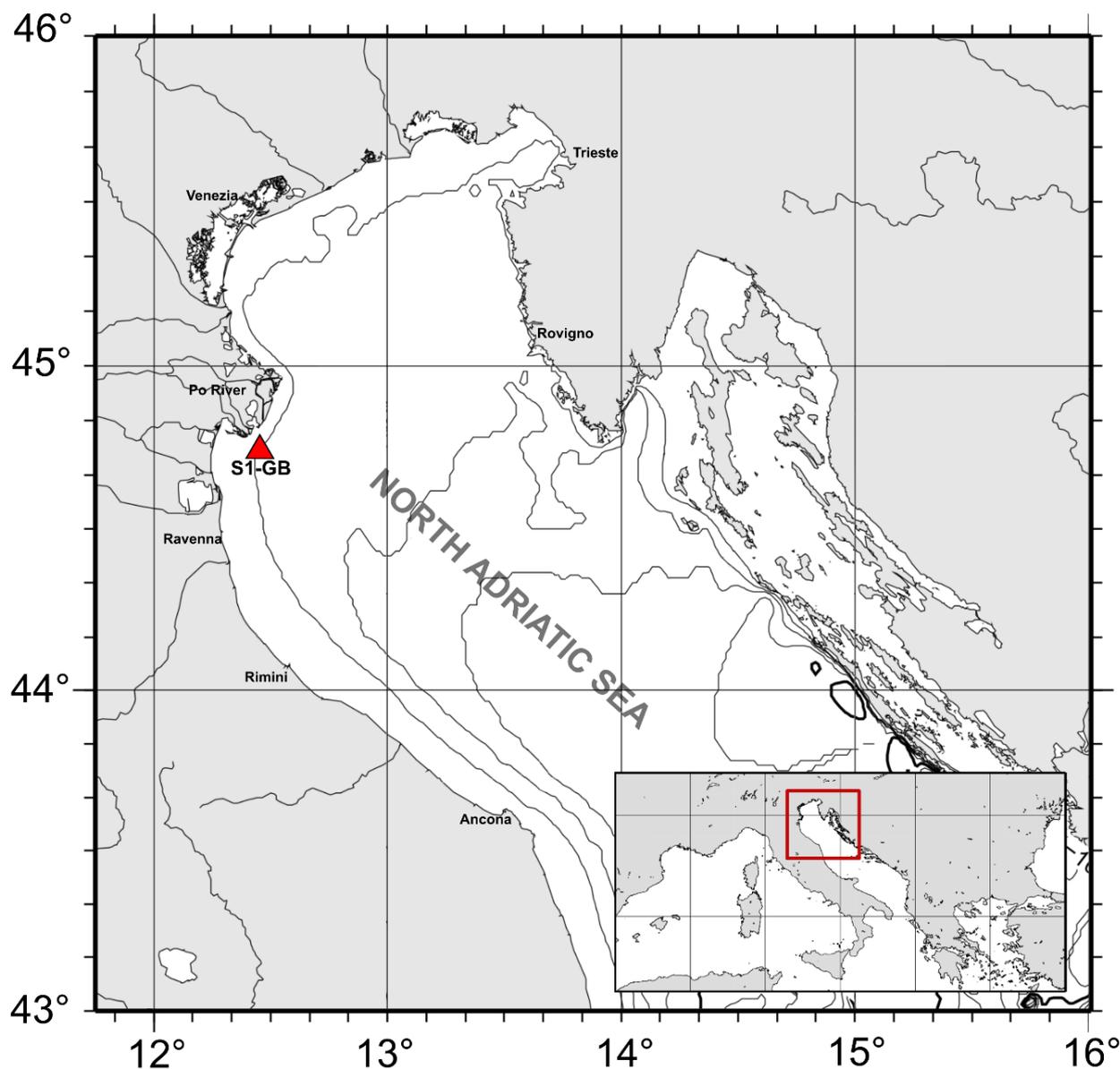


Figura 1 – Mare Nord Adriatico e ubicazione del sito S1-GB (Triangolo rosso)

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

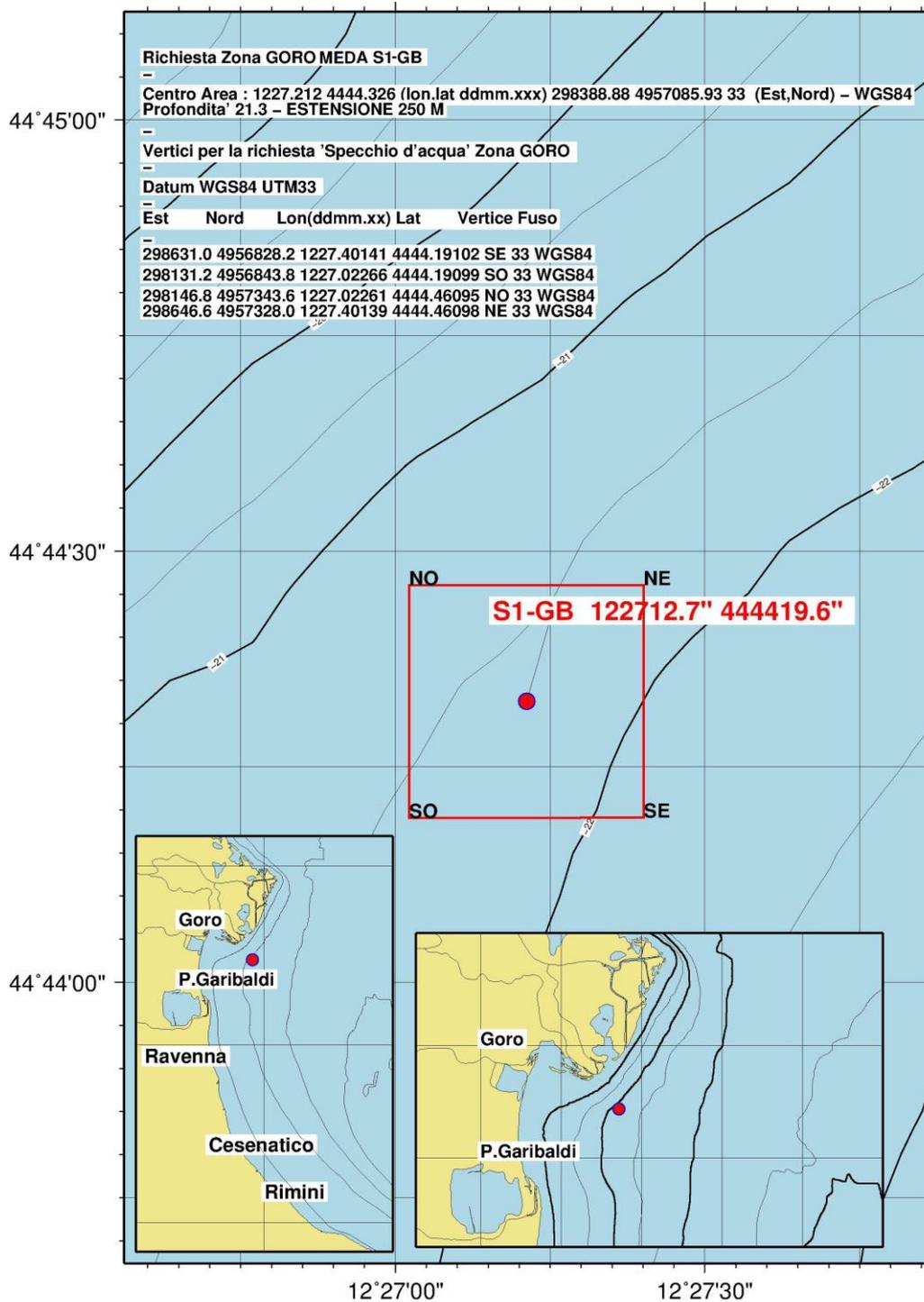


Figura 2. Sito S1-GB e area di ormeggio in concessione demaniale

Venezia
 Tesa 104 - Arsenale,
 Castello 2737/F
 30122 - Venezia, IT
 +39 041 2407911
 protocollo.ismar@pec.cnr.it
 www.ismar.cnr.it

Bologna
 Area della Ricerca
 di Bologna -
 Via P. Gobetti 101
 40129 - Bologna, IT
 +39 051 639 8891

Lerici
 Forte Santa Teresa,
 Pozzuolo di Lerici
 19032 - La Spezia, IT
 +39 0187 1788900

Napoli
 Calata Porta Di Massa
 Porto Di Napoli 80
 80133 - Napoli, IT
 +39 081 5423802

Roma
 Area della Ricerca
 di Roma 2 - Tor Vergata
 Via del Fosso del Cavaliere 100
 00133 - Roma, IT
 +39 06 45488634

Trieste
 Area Science Park
 Basovizza - Edificio Q2
 Strada Statale 14, km 163.5
 34149 - Trieste, IT
 +39 040 3756872

1.2 Descrizione del sistema meteo-oceanografico Meda S1

Il sistema a meda elastica S1-GB (Figure 3 e 4) è una struttura semi fissa, costituita da un palo di sostegno di lunghezza di circa 30 metri, con i) una porzione sommersa di circa 21 metri che arriva fino al fondo mare, dove è incardinata al suo copro morto, e ii) una parte emersa che si erge per circa 8 metri sul l.m.m e che termina in una struttura a piazzola, che funge da stazione rilevamento dati meteorologici. Una meda elastica è caratterizzata dalla presenza di un giunto terminale (catena e/o corpo plastico) che collega il palo di sostegno al corpo morto di ancoraggio (Figura 3).

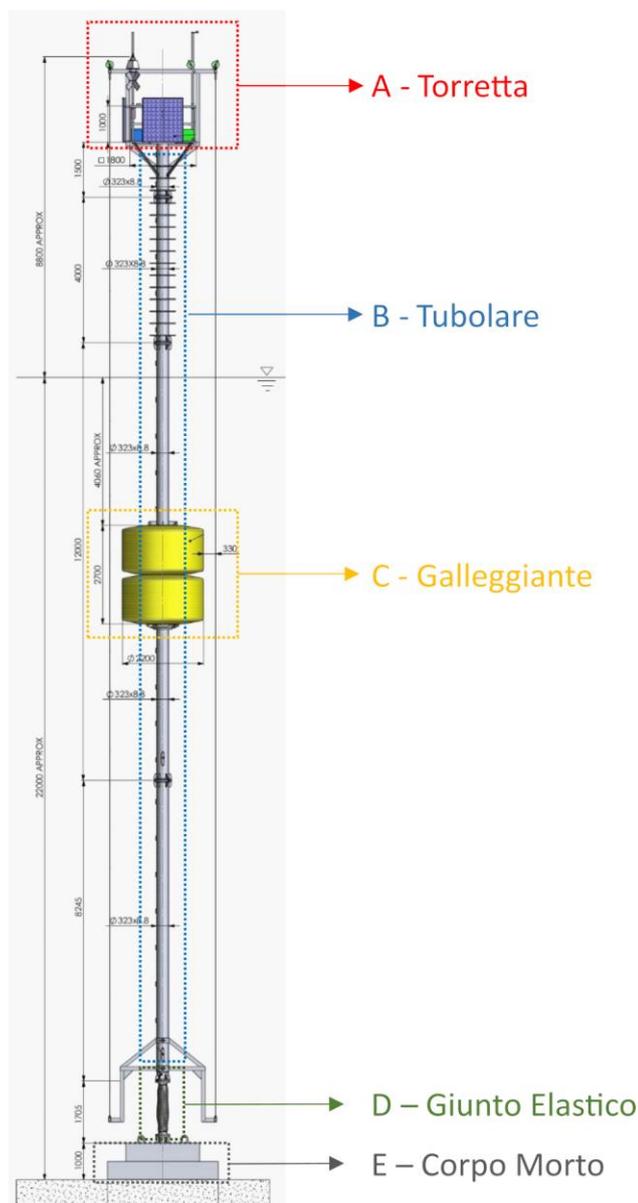


Figura 3. Schema del sistema meteo-oceanografico Meda S1-GB

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

La struttura della meda elastica S1-GB è costituita essenzialmente da cinque elementi (Figura 3):

- A - La torretta superiore per la segnalazione e l'alloggiamento elettronica;
- B - La struttura portante di tubolare in acciaio sabbiato e zincato;
- C - L' elemento di spinta sottomarino in polietilene riempito con poliuretano espanso;
- D - Il giunto elastico;
- E - Il corpo morto di ormeggio.

La meda elastica è limitata nei suoi movimenti, rispetto al fondo mare, dal corpo morto in cemento armato che ancora il sistema al fondo e ne impedisce i movimenti. Il peso del corpo morto e della meda in acqua contrastano la spinta del corpo galleggiante (per alcune tonnellate) mantenendo il sistema ancorato al fondo. Con tale configurazione il sistema mantiene inalterata nel tempo la sua posizione geografica.

La torretta della Meda S1-GB (Figura 3) è stata progettata per ospitare:

- Il sistema elettronico di controllo e gestione del sistema e di comunicazione dati.
- L'impianto di alimentazione composto da sei pannelli fotovoltaici 12V-90W, tre regolatori di carica e quattro batterie di accumulo 12V-100Ah, oltre alle apposite casse batterie in vetroresina.
- Il segnalamento lampeggiante marino - Fanale Marino Floatex LED155BL a luce lampeggiante gialla con una portata nominale di circa 5 miglia nautiche.
- Il miraglio radarabile / Riflettore radar passivo – costituito da una Croce S. Andrea di colore giallo (in accordo con le normative IALA reg. A).
- La stazione meteorologica e le antenne GPS e 4G.
- Il sistema di video sorveglianza.
- Il sistema a carrucole, bracci e verricelli per la movimentazione sonde oceanografiche.

La stazione S1-GB è dotata di strumentazione oceanografica (Figura 3) per la registrazione di:

- Parametri meteorologici, misurati a 8.5 m sul l.m.m.: temperatura dell'aria, umidità, pressione, direzione e velocità del vento e radiazione solare.
- Parametri marini fisici, chimici e ottici: misurati su due livelli alla profondità di 2.5 m (livello superficiale) e di 18.5 m (livello profondo). Entrambi i livelli comprendono una sonda CTD (SBE 37) che misura salinità e temperatura del mare ed un sensore di ossigeno disciolto ottico (SBE 63). Inoltre nel livello superficiale sono presenti un correntometro Doppler e sensori ottici di fluorescenza (Chl), CDOM e torbidità.

I due livelli strumentali sono montati su cestelli, fissati alla meda tramite bracci portanti e due cavi guida, e movimentati mediante verricelli. Durante le operazioni di manutenzione, i livelli oceanografici (superficiale e profondo) vengono riportati in superficie con i rispettivi verricelli, sottoposti a manutenzione e successivamente ricollocati alla profondità di lavoro.

Il sistema registra dati ogni 60 minuti, questi sono inviati a terra ogni ora tramite collegamento Internet e archiviati nel database S1 MySQL presso il centro di calcolo di ISMAR-CNR di Bologna (Esempi di data-set

Venezia	Bologna	Lerici	Napoli	Roma	Trieste
Tesa 104 - Arsenale, Castello 2737/F 30122 - Venezia, IT +39 041 2407911 protocollo.ismar@pec.cnr.it www.ismar.cnr.it	Area della Ricerca di Bologna – Via P. Gobetti 101 40129 - Bologna, IT +39 051 639 8891	Forte Santa Teresa, Pozzuolo di Lerici 19032 - La Spezia, IT +39 0187 1788900	Calata Porta Di Massa Porto Di Napoli 80 80133 - Napoli, IT +39 081 5423802	Area della Ricerca di Roma 2 - Tor Vergata Via del Fosso del Cavaliere 100 00133 - Roma, IT +39 06 45488634	Area Science Park Basovizza - Edificio Q2 Strada Statale 14, km 163.5 34149 - Trieste, IT +39 040 3756872

acquisiti: Riminucci et al., 2024a; 2024b; 2025). I dati acquisiti sono pubblicati in NRT alla pagina web: http://s1.bo.ismar.cnr.it/perl/s1_home.pl

La comunicazione dati del sistema è basata su router industriale con antenne direzionali che utilizzano le reti 3/4G (in base alla copertura presente) per l’invio dei dati. La copertura 3/4G nel sito S1-GB può essere occasionalmente debole o assente, in particolare nel corso di eventi meteorologici intensi o in periodi stagionali di traffico dati intenso. La copertura del segnale può mancare fino a 48/72 ore. Il sistema elettronico è in grado di gestire code di dati, se la copertura di rete all’invio non è presente. In casi di blocchi prolungati del flusso dati l’operatore può attivare connessioni dirette con il sistema per verificarne l’operatività, attraverso chiamate specifiche e/o con verifiche della repository FTP di ricezione primaria dei file dati.

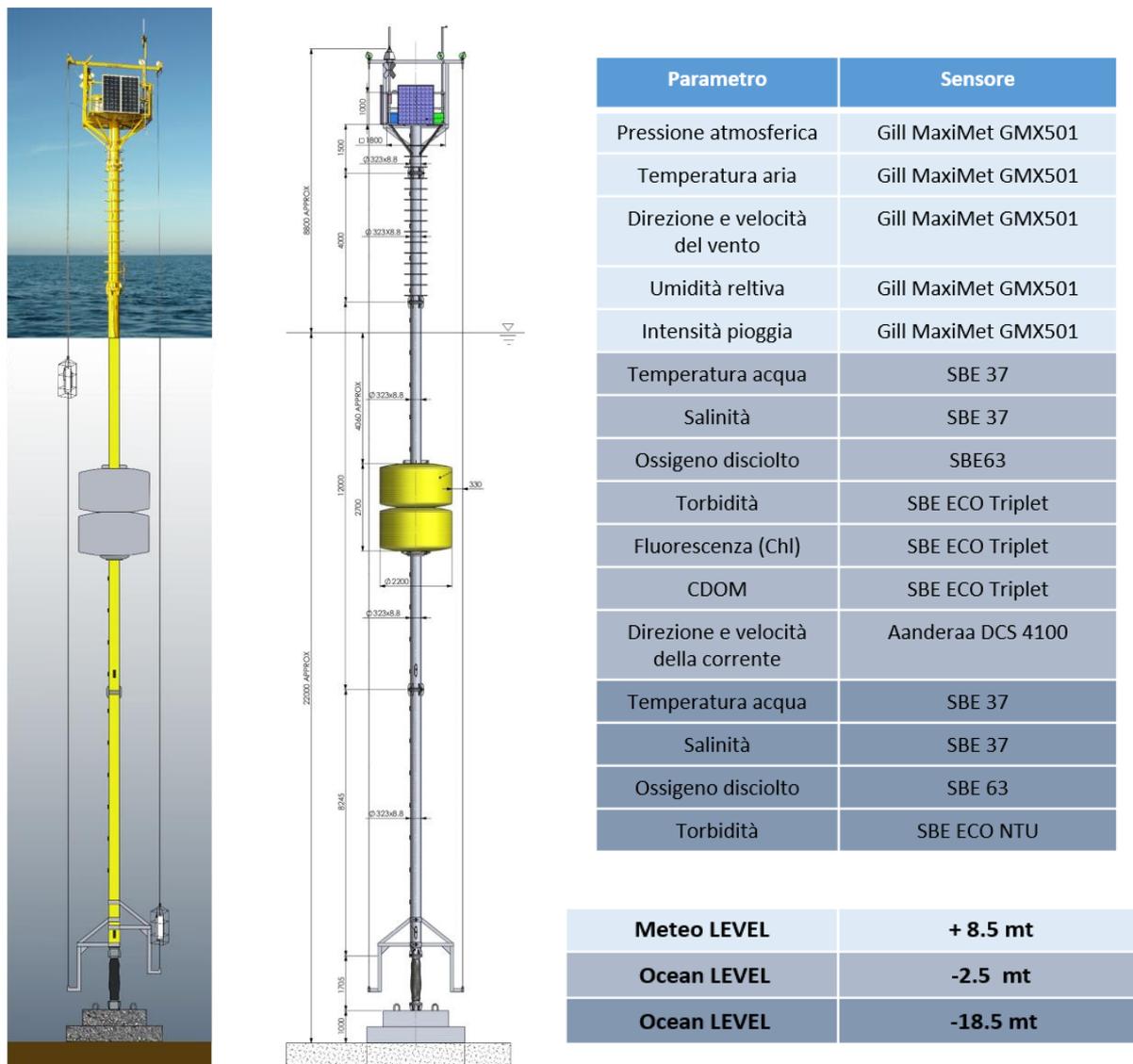


Figura 4. Schema del sistema meteo-oceanografico Meda S1-GB e sua configurazione strumentale a dicembre 2024

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

2. PERDITA DI COMUNICAZIONI DAL SISTEMA– 08 DICEMBRE 2024

2.1 Sintesi delle evidenze

L'8 dicembre 2024, alle ore 16:00 UTC, si è interrotto il regolare flusso dati dalla stazione Meda S1-GB. La mattina dell'11 dicembre 2024, i referenti ISMAR-CNR del sistema "Meda S1-GB" sono stati avvisati da pescatori locali dell'assenza del segnalamento luminoso del sistema, che in condizioni di buona visibilità risulta visibile fino a una distanza di 5 miglia nautiche. Di conseguenza, sono state avviate le procedure di verifica della connessione al sistema tramite chiamate dirette, ma il sistema è risultato non raggiungibile.

Il gruppo di gestione ISMAR-CNR di Bologna si è pertanto attivato, nel più breve tempo possibile, segnalando alle autorità competenti – Capitanerie di Porto Garibaldi e di Goro – l'accaduto, richiedendo di emettere un avviso ai naviganti (Protocollo ISMAR-CNR n. 0492124 del 11/12/2024). La verifica giornaliera del flusso dati, aveva fatto emergere la mancanza di copertura dati a partire dal pomeriggio dell'8 dicembre 2024.

2.2. Verifica dati acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo

Da una verifica successiva dei dati (GPS e parametri diagnostici) registrati tra l'1 e l'8 dicembre 2024 dal sistema S1-GB è emerso che:

- i dati acquisiti dal GPS confermano che la stazione è rimasta ancorata nella sua area in concessione demaniale fino alle ore 16:00 (UTC) del 8 dicembre, data dell'ultimo dato disponibile (Figura 5);
- il sistema S1-GB ha registrato in modalità continuativa fino all'8 dicembre alle ore 16:00 (UTC), senza evidenze di anomalie (Figure 6 e 7);
- la stazione meteorologica ha acquisito in modo continuo i dati relativi all'intensità e alla direzione del vento durante il periodo. Dall'analisi dei dati è emerso un picco di intensità del vento di 18 m/s (64,5 km/h) nel primo pomeriggio dell'8 dicembre 2024 (Figura 6);
- la girobussola ha acquisito dati in maniera continuativa nel periodo. Dall'analisi dei dati dell'angolo di Roll (o rollio, rotazioni attorno all'asse longitudinale X) non emergono valori anomali nel periodo (Figura 7).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

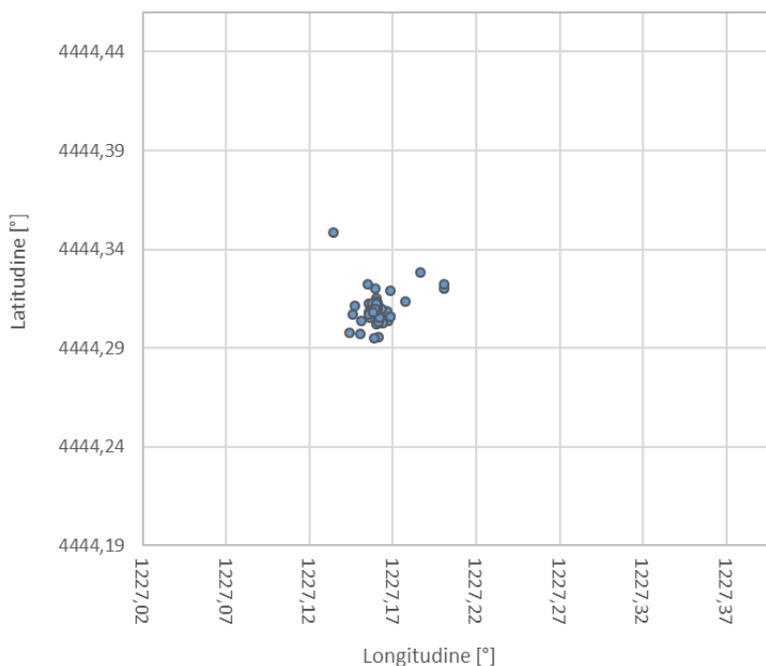


Figura 5. Dati GPS acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024. I margini dello schema sono i vertici dello specchio in concessione demaniale del sistema S1-GB (Vedi Figura 2)

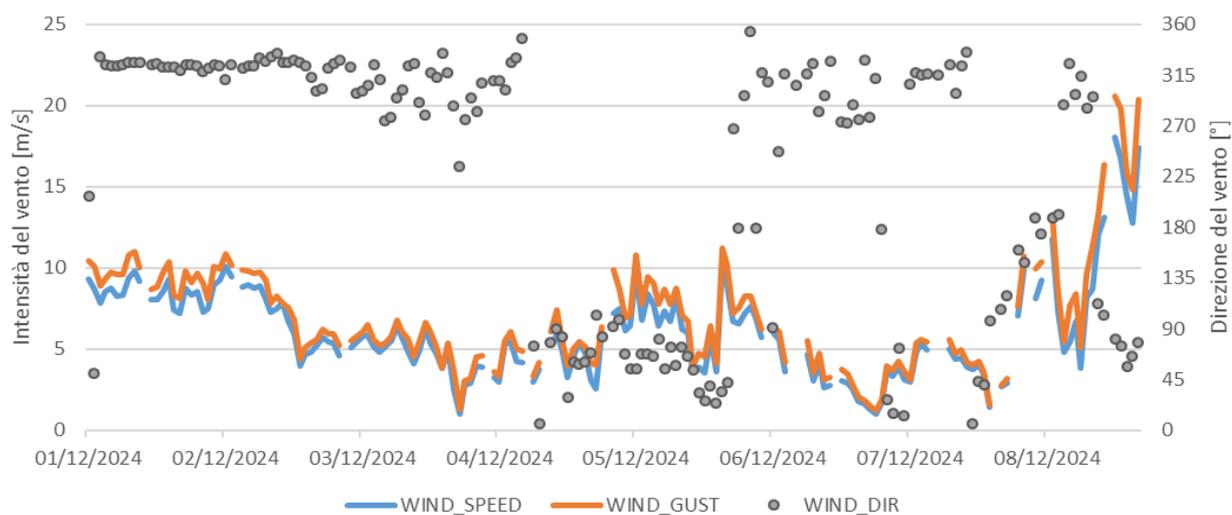


Figura 6. Dati orari di direzione del vento (WIND_DIR), intensità del vento (WIND_SPEED) e raffica (WIND_GUST), acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

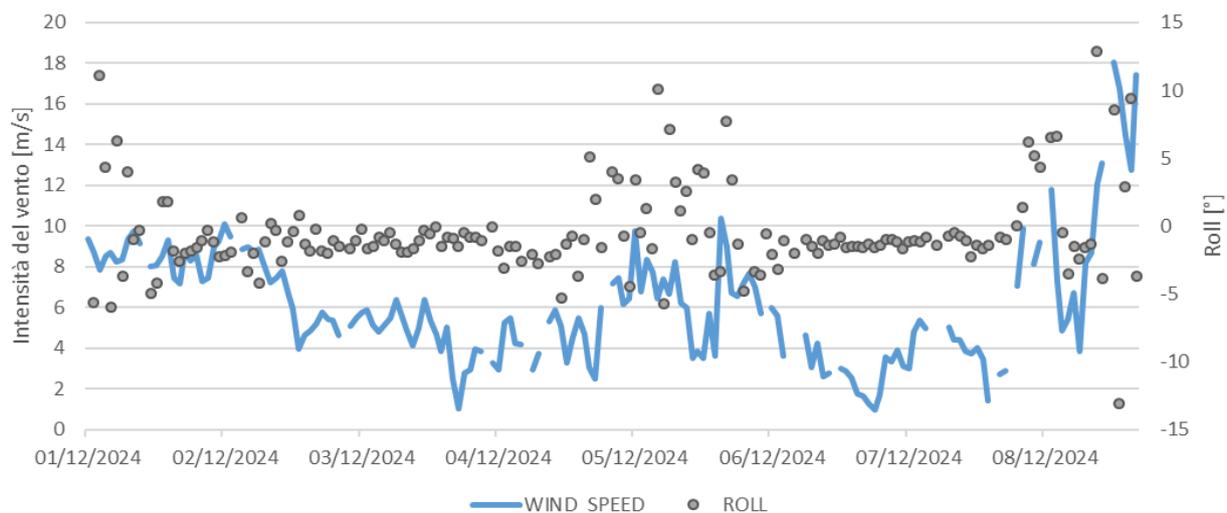


Figura 7. Dati orari di direzione del vento (WIND_DIR) e rollio (ROLL), acquisiti dal sistema S1-GB nel periodo 1-8 dicembre 2024.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

3. SOPRALLUOGHI DEL 12 E 19 DICEMBRE 2024

3.1 Intervento di verifica nel sito S1-GB – 12 dicembre 2024

In data 12 dicembre 2024, è stato effettuato il primo intervento nel sito S1-GB con i seguenti obiettivi:

- i) verificare le segnalazioni pervenute riguardanti la mancanza di segnalamento e l'assenza della porzione emersa della struttura S1-GB;
- ii) valutare eventuali pericolo per la navigazione nell'area;
- iii) analizzare lo stato attuale del sito al fine di pianificare interventi futuri.

A tale scopo, è stata noleggiata la M/N "Alessandro 2" (Figura 8), il cui comandante, Matteo Schivi, e il relativo equipaggio supportano da anni l'istituto ISMAR-CNR nelle attività di gestione e manutenzione ordinaria del sistema S1-GB.

I tecnici ISMAR si sono imbarcati presso il porto di Gorino e hanno raggiunto il sito S1-GB alle ore 09:30 (ora locale) del 12 dicembre. Come già riportato nelle segnalazioni precedenti, è stato constatato che la porzione emersa della stazione S1-GB non era più presente nell'area di ancoraggio (Figura 9). L'elevata torbidità dell'acqua superficiale ha impedito l'individuazione visiva di eventuali elementi sommersi della struttura.

Per verificare la presenza di eventuali parti relitte, lungo la colonna d'acqua e sul fondale, è stato eseguito un scandagliamento mediante rampinaggio. L'operazione è stata condotta eseguendo rotte circolari attorno al sito di ancoraggio, al fine di intercettare eventuali corpi galleggianti o semi-sommersi.

Il rampinaggio, ripetuto per circa due ore, non ha fornito risultati evidenti. L'assenza di riscontri ha portato a ipotizzare che la struttura sommersa non fosse più in posizione verticale lungo la colonna d'acqua.

Le condizioni meteo-marine non ottimali della giornata hanno limitato la possibilità di proseguire ulteriormente le operazioni, rendendo necessario il rientro in porto.

L'impossibilità di individuare target sommersi e l'elevata torbidità superficiale – dovuta alle precedenti mareggiate e agli apporti fluviali del Po – hanno escluso l'opzione di impiegare operatori subacquei per un'ispezione diretta del fondale. Si è pertanto ipotizzata la necessità di programmare un secondo intervento, con l'impiego di strumentazione geofisica per rilevare la presenza di corpi adagiati sul fondo. Tuttavia, le condizioni meteorologiche favorevoli si sono ripresentate solo in data 19 dicembre 2024.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figura 8. M/N Alessandro 2, presso approdo porto di Gorino, ramo Po di Goro , 12 Dicembre 2024



Figura 9. Sito S1-GB al suo raggiungimento nella mattina del 12 dicembre 2024

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

3.2 Secondo intervento nel sito S1-GB – 19 dicembre 2024

In data 19 dicembre 2024, è stato effettuato il secondo intervento nel sito S1-GB con i seguenti obiettivi:

1. Effettuare un rilievo di dettaglio mediante strumentazione Side-scan sonar ed ecoscandaglio nell'area di ancoraggio del sistema S1-GB;
2. Condurre un secondo rilievo di dettaglio con la stessa strumentazione in un'area limitrofa alla zona di ancoraggio (coordinate: 44° 45.16' N di latitudine; 12° 29.67' E di longitudine). Tale target è stato segnalato nei giorni successivi all'intervento del 12 dicembre da pescatori locali, che hanno riscontrato difficoltà nell'attività di recupero delle reti da pesca;
3. Individuare eventuali target utili per la pianificazione di successive indagini di dettaglio mediante operatori tecnici subacquei.

Per l'esecuzione del rilievo, è stata noleggiata l'imbarcazione M/N "Alessandro 2" (Figura 8), equipaggiata con strumentazione Side-scan sonar fornita dal Consorzio PROAMBIENTE Scrl – Tecnopolo Bologna CNR.

Nel dettaglio le strumentazioni impiegate sono state:

- Side-scan sonar – sonar a scansione laterale - StarFish Systems (450 kHz - 1 MHz), strumentazione ideale per rilievi in acque fino a 50 metri di profondità. Lo strumento è stato installato a palo nella mattina del 19 dicembre sulla murata sinistra dell'imbarcazione M/N Alessandro 2 (Figura 10). I dati di navigazione per questo strumento sono stati acquisiti mediante GPS, posizionato sul flybridge della M/N Alessandro 2, collegato mediante seriale al PC di acquisizione dati del Side-scan sonar.
- Ecoscandaglio Raymarine C120 Fishfinder (200/50 kHz), in dotazione alla M/N Alessandro 2, installato sulla chiglia delle M/N in posizione centrale. I dati di navigazione per questo strumento sono stati acquisiti mediante GPS in dotazione alla M/N Alessandro 2.

I tecnici ISMAR-CNR si sono imbarcati sull'Alessandro 2 presso il porto di Gorino e hanno raggiunto il sito S1-GB alle ore 10:00 (ora locale) del 19 dicembre.

Le operazioni di rilievo si sono articolate nelle seguenti fasi:

1. Survey preliminare dell'area per individuare eventuali target di interesse.
2. Passaggi ripetuti a velocità costante di 2 nodi, al fine di acquisire dati Side-scan Sonar e di Ecoscandaglio ad alta risoluzione, e caratterizzare eventuali strutture individuate sul fondo.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872



Figura 10. Particolari dell’installazione a palo dello strumento Side-scan sonar - StarFish Systems, installato sulla murata della M/N Alessandro 2, 19 dicembre 2024.

In Tabella 1 sono riportate le coordinate e le caratteristiche dei target identificati con strumentazione Ecoscandaglio:

- Area di studio 1: corrispondente all’area di ancoraggio della stazione S1-GB (Figura 13).
- Area di studio 2: relativa al target segnalato dai pescatori locali (Figura 14).

	Data rilievo	Orario di identificazione target sul fondo, ora locale [hh:mm]	Identificativo Target	Latitudine [GGMM.XXXX]	Longitudine [GGMM.XXXX]	Note da rilievo con ecoscandaglio
I Area di lavoro	19/12/2024	10:15	Target 1	44° 44'.3072	12° 27'.1603	Fondo mare 20.2 m - Target rilevato 2.1 m (18.1 m)
I Area di lavoro	19/12/2024	10:23	Target 1	44° 44'.3096	12° 27'.1549	Fonda mare 20.2 m - Target rilevato 1.1 m (19.1 m), probabile rilievo laterale
I Area di lavoro	19/12/2024	10:33	Target 1	44° 44'.3126	12° 27'.1565	Fondo mare 20.1 m - Target 1.3 m (18.9 m)
I Area di lavoro	19/12/2024	11:57	Target 1	44° 44'.3119	12° 27'.1614	Fondo mare 20.3 m - Target 1.5 m (18.7 m)
II Area di lavoro	19/12/2024	11:03	Target 2	44° 44'.0958	12° 26'.7005	Fondo mare 20.0 m - Target 3.3 m (16.7 m)
II Area di lavoro	19/12/2024	11:27	Target 2	44° 44'.1042	12° 26'.7133	Fondo mare 20.0 m - Target 3 m (17.0 m)

Tabella 1: Target identificati con strumentazione Ecoscandaglio, 19 dicembre 2024

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

In figura 11 sono riportate alcune immagini relative al target 1 individuato nell'area di lavoro 1 e al target 2 individuato nell'area di lavoro 2.

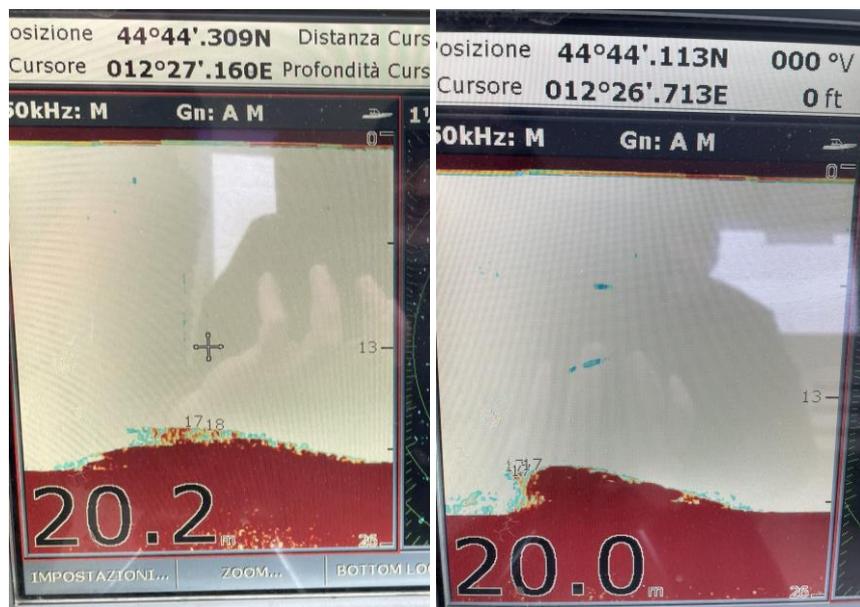


Figura 11. Sinistra - Particolari del target 1 identificato con strumento Ecoscandaglio nell'area di lavoro 1. Destra - Particolari del target 2 identificato con strumento Ecoscandaglio nell'area di lavoro 2. 19 dicembre 2024.

Entrambi i target si presentano come rilievi di circa 2-3 metri di altezza rispetto al fondale marino. La loro natura e forma non risultano chiaramente definibili, ma la loro posizione rispetto all'area di indagine suggerisce che possano essere parti della struttura S1-GB. In particolare, per il target individuato nell'area di lavoro 1, sito di ancoraggio del sistema S1-GB, si ipotizza che possa trattarsi del corpo morto della meda S1-GB e di un suo troncone riconducibile al giunto elastico.

In Figura 12 sono riportati alcuni dei target identificati con strumentazione Side-scan Sonar, relative alla sola area di lavoro 1. Non è chiaro se anche questi target sono riconducibili al corpo morto e se alcuni di essi possono essere rappresentativi della struttura metallica (Palo e/o torretta) della meda S1-GB.

Nella mappa in figura 13 si riporta l'area di indagine 1, con i relativi target individuati con la strumentazione Side-scan Sonar (SSL) e Ecoscandaglio (ECO), oltre alla posizione del sito di ancoraggio della stazione S1-GB.

Non sono emersi target dall'acquisizione con Side-scan Sonar nell'area di lavoro 2.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

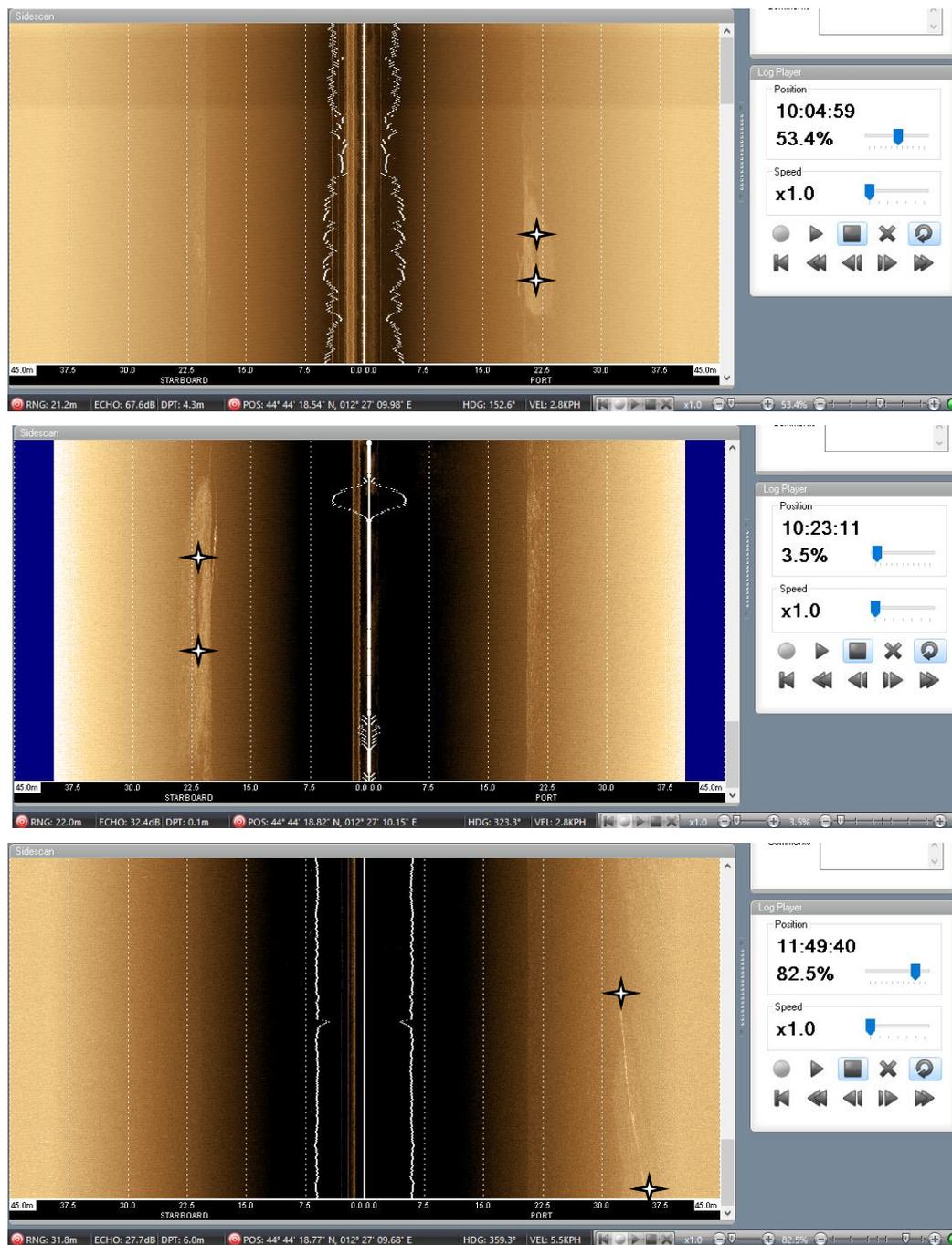


Figura 12. Particolari di alcuni target identificati con strumento Side-scan Sonar nell'area di lavoro 1, 19 dicembre 2024.

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

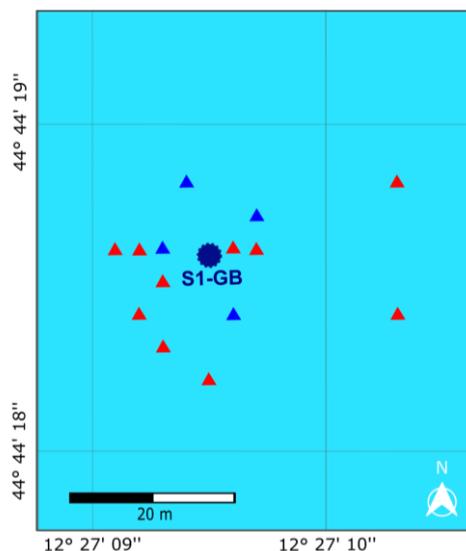


Figura 13. Mappa area di indagine 1. Triangoli rossi indicano i target SSL, triangoli blu indicano i target ECO. Cerchio blu indica l’ancoraggio S1-GB.

Per verificare la presenza di eventuali resti della struttura lungo la colonna d’acqua e/o sul fondale, è stato eseguito un scandagliamento mediante rampinaggio nelle due aree di indagine individuate. L’operazione è stata condotta seguendo rotte circolari attorno ai principali target individuati con ecoscandaglio, nel caso dell’area di lavoro 1 e nell’area di lavoro 2. Obiettivo dell’operazione era di intercettare eventuali corpi galleggianti o semi-sommersi. Il rampinaggio, ripetuto per circa 30 minuti in entrambe le aree di indagine, non ha fornito risultati evidenti. L’assenza di riscontri ha portato a ipotizzare che eventuali strutture, se presenti, siano state semi-sepolte. In entrambe le aree di indagine sono state effettuate riprese mediante telecamere subacquee, calate dalla superficie fino al fondo. Tuttavia, l’elevata torbidità della colonna d’acqua ha impedito l’individuazione di elementi utili a caratterizzare o identificare i target.

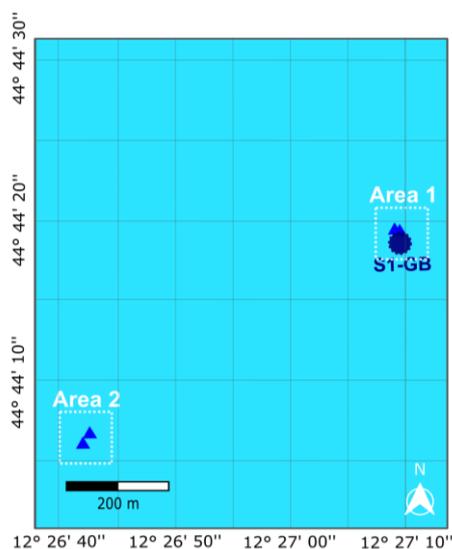


Figura 14. Mappa aree di indagine 1 e 2. Triangoli blu indicano i target ECO. Cerchio blu indica l’ancoraggio S1-GB.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

4. CONDIZIONI METEO-MARINE NELL'AREA A SUD DEL DELTA DEL PO – 8-11 DICEMBRE 2024

Tra l'8 e l'11 dicembre 2024, l'intera costa emiliano-romagnola è stata interessata da una serie di eventi meteorologici che hanno avuto un impatto significativo sulla riviera. In particolare, durante questo periodo si sono verificati tre eventi distinti (Tabella 2).

L'evento dell'8 dicembre è stato il più intenso, registrando i valori massimi di altezza d'onda previsti (3,57 metri) e osservati (2,54 metri, misurati dalla boa oceanografica Nausicaa di Cesenatico). Durante lo stesso evento, il vento soffiava da Ovest, mentre la direzione dell'onda era orientata verso Nord-Est (Tabella 2).

N° Doc.	Data Inizio alle 0	Data Fine alle 0	PREVISIONI					MAREGGIATE CON IMPATTI	RILEVAZIONI							
			Allerte		SOGGIE		INDICATORI PREVISTI IN FASE		Marea max (m)	Giorno/Mese - Ora	Mareografo	Altezza onda significativa (m)	Giorno/Mese - Ora	Ondametro	Direzione vento	Direzione onda
			Stato del Mare	Criticità Costiera	Altezza d'onda a largo (m)	Livello del mare (m)										
012/2024	19/01/2023	20/01/2023	ARANCIONE	GIALLO	2.89	0.4	no	No	0.681	19-01 - ore 02:30	PG	2.81	19/01 - ore 16:30	Nausicaa 2	WSW	NE
054/2024	18/04/2024	19/04/2024	GIALLO	GIALLO	2.46	0.34	no	No	0.44	18/04 - ore 19:30	PC	1.66	18/04 - ore 23:30	Nausicaa 2	NE-ENE	NE
055/2024	22/04/2024	23/04/2024	GIALLO	GIALLO	2.54	0.52	no	No	0.778	22/04 - ore 20:40	PG	1.59	22/04 - ore 11:30	Nausicaa 2	SE	ENE
118/2024	17/09/2024	18/09/2024	GIALLO	GIALLO	2.85	0.72	no	Si	0.732	17/09 - ore 10:00	PG	2.56	17/09 - ore 20:00	Nausicaa 2	ESE	NE
119/2024	18/09/2024	19/09/2024	GIALLO	GIALLO	2.2	0.58	no	Si	0.83	18/09 - ore 10:00	PC	2.44	18/09 - ore 10:30	Nausicaa 2	ENE	NE
120/2024	19/09/2024	20/09/2024	VERDE	GIALLO	2.09	0.49	no	No	0.73	19/09 - ore 10:00	PC	0.93	19/09 - ore 00:30	Nausicaa 2	W	NE
131/2024	03/10/2024	04/10/2024	VERDE	GIALLO	1.45	0.57	no	Si	0.914	03/10 - ore 21:40	PG	1.58	03/10 - ore 23:00	Nausicaa 2	SE	N-NE
132/2024	03/10/2024	05/10/2024	GIALLO	GIALLO	2.33	0.47	no	No	0.691	04/10 - ore 06:00	PG	1.55	04/10 - ore 01:00	Nausicaa 2	NW	N-NE
142/2024	19/10/2024	20/10/2024	VERDE	GIALLO	1.1	0.68	no	Si	0.87	19/10 - ore 10:20	PC	2.21	19/10 - ore 22:00	Nausicaa 2	SSW	E
143/2024	20/10/2024	21/10/2024	VERDE	GIALLO	2.32	0.52	no		0.79	20/10 - ore 11:10	PC	2.12	20/10 - ore 00:30	Nausicaa 2	E	E
162/2024	08/12/2024	09/12/2024	ARANCIONE	ARANCIONE	3.57	0.99	no	Si	0.925	08/12 - ore 12:00	PG	2.54	08/12 - ore 22:30	Nausicaa 2	W	NE
163/2024	09/12/2024	10/12/2024	GIALLO	GIALLO	2.55	0.97	no		0.878	09/12 - ore 06:50	PG	2.56	09/12 - ore 10:00	Nausicaa 2	SW	ENE
164/2024	10/12/2024	11/12/2024	VERDE	GIALLO	1.93	0.84	no		0.854	10/12 - ore 06:40	PG	1.43	10/12 - ore 14:00	Nausicaa 2	SW	ENE
167/2024	20/12/2024	21/12/2024	ARANCIONE	GIALLO	2.83	0.51	Si	No	0.544	20/12 - ore 10:20	PG	3.51	20/12 - ore 11:30	Nausicaa 2	WNNW	NE

Tabella 2: Allerte costiere emesse dalle Regione Emilia-Romagna nel 2024, comprensive di dati previsti e osservati (Perini et al. 2025). In evidenza i tre eventi compresi tra l'8 e 11 dicembre 2024.

Nello specifico, nella giornata dell'8 dicembre 2024, la costa della regione Emilia-Romagna e il nord Adriatico sono stati interessati da un intenso evento di Bora, iniziato alle ore 12:00, come evidenziato dai dati osservati (Tabella 2 e Figura 6) e dai dati previsionali del modello ISAC-CNR MOLOCH (Figura 15, Davolio et al., 2015).

La stazione S1-GB nella giornata ha registrato un valore massimo di intensità del vento pari a 18 m/s (Figura 6). Per descrivere l'evento, in Tabella 3 sono riportate le velocità massime orarie misurate dalla rete anemometrica terrestre della regione Emilia-Romagna. In particolare, la stazione di Porto Garibaldi ha

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

registrato valori superiori ai 20 m/s, tra le ore 11:00 dell’8 dicembre e le ore 00:00 del 9 dicembre, con un picco massimo di 23,3 m/s (83,88 km/h). La stazione ARPAE di Porto Garibaldi è situata a soli 17 km di distanza dalla stazione off-shore S1-GB.

In Figura 16 sono riportate le misurazioni delle raffiche di vento massime (in km/h) registrate l’8 dicembre dalla rete di stazioni amatoriali MeteoNetwork. I valori più intensi dell’intera regione sono stati rilevati a sud del delta del Po.

L’evento dell’8 dicembre 2024 ha portato ARPAE a diramare un’allerta arancione sia per le condizioni del mare sia per la criticità della costa (Tabella 2). A seguito dell’evento la regione ha registrato una serie di danni legati all’effetto erosivo del moto ondoso e delle correnti, ad esso associate, lungo tutto il litorale Emiliano-Romagnolo (Covi et al. 2025).

Data e ora	Rolo (20 mslm - RE)	Sasso Marconi Arpa (275 mslm - BO)	Cassa Dosolo (22 mslm - BO)	Finale Emilia (12 mslm - MO)	SETTEFONTI (321 mslm - BO)	Ferrara urbana (26 mslm - FE)	UMANA (-1 mslm - FE)	Guagnino (1 mslm - FE)	GIRALDA (-1 mslm - FE)	Porto Garibaldi (0 mslm - FE)	Pennabilli (629 mslm - RN)
08/12/2024 06:00	6.6	14.6	4.7	4.2	20.3	4.9	8	6.2	7.7	9.6	4.8
/											
08/12/2024 11:00	16	14	5.6	18.3	9.8	15.4	8.5	7.6	16.2	9.8	2.7
08/12/2024 12:00	17.8	15.3	11	14.8	11	13.8	7.7	20.3	16.9	20.9	3.9
08/12/2024 13:00	15.3	14.4	11.2	14.8	9.4	15.4	12.2	18.7	18.3	22.8	4.6
08/12/2024 14:00	10.2	15.4	11.2	17.3	10.6	18.3	17.3	22.6	15.1	22.9	3.4
08/12/2024 15:00	10.4	17.5	10	13	11.4	19.4	15.4	21.6	15.4	22.3	3.9
08/12/2024 16:00	8.1	15.5	10.9	12.9	14.5	15.5	13.7	17.1	14.2	20	3.5
08/12/2024 17:00	5.8	15.5	11.9	12.2	14.5	15.8	13.5	18.5	14.2	21.1	2.8
08/12/2024 18:00	7.1	18	14	13.2		17.3	13.8	18.7	13.8	21.7	4.3
08/12/2024 19:00	10	15.4	15.2	15.9		18	15	19.8	13.8	21.3	5.8
08/12/2024 20:00	10.7	19.6	15.4	13.7		19.5	18.8	20.3	15.6	23.3	6.8
08/12/2024 21:00	11.4	19.1	17.4	15.6		17.1	20.1	20.1	15	21.3	5.5
08/12/2024 22:00	14.4	21.1	15.7	19.1		16	13.5	17.1	14.7	18.9	2.5
08/12/2024 23:00	11.6	14.7	13.3	16.4		11.9	12.2	13.4	10.2	18	3
09/12/2024 00:00	8.3	9.1	12.1	12.8	9.3	12.2	13.1	15.1	11	18.7	2

Tabella 3. Velocità massime orarie misurate dalla rete di stazioni anemometrica della regione Emilia-Romagna. I colori evidenziano i diversi intervalli, secondo la codifica della scala Beaufort (Covi et al. 2025).

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

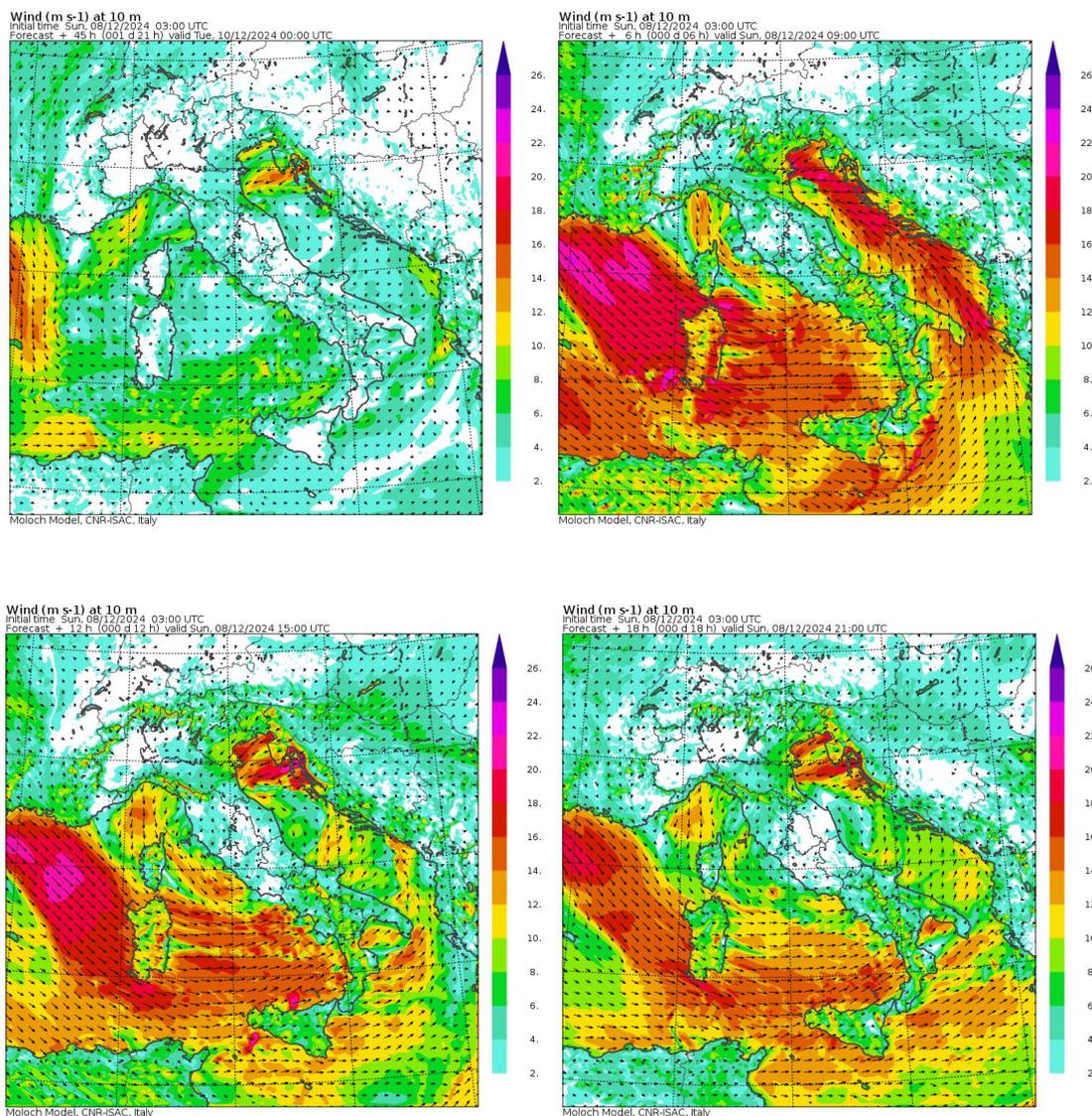


Figura 15: Previsioni dell'intensità del vento a 10 metri di altezza con step di 6 ore, per la giornata dell'8 dicembre 2024 (run del 7 dicembre 2024, modello ISAC-CNR MOLOCH).

Venezia
 Tesa 104 - Arsenale,
 Castello 2737/F
 30122 - Venezia, IT
 +39 041 2407911
 protocollo.ismar@pec.cnr.it
 www.ismar.cnr.it

Bologna
 Area della Ricerca
 di Bologna –
 Via P. Gobetti 101
 40129 - Bologna, IT
 +39 051 639 8891

Lerici
 Forte Santa Teresa,
 Pozzuolo di Lerici
 19032 - La Spezia, IT
 +39 0187 1788900

Napoli
 Calata Porta Di Massa
 Porto Di Napoli 80
 80133 - Napoli, IT
 +39 081 5423802

Roma
 Area della Ricerca
 di Roma 2 - Tor Vergata
 Via del Fosso del Cavaliere 100
 00133 - Roma, IT
 +39 06 45488634

Trieste
 Area Science Park
 Basovizza - Edificio Q2
 Strada Statale 14, km 163.5
 34149 - Trieste, IT
 +39 040 3756872

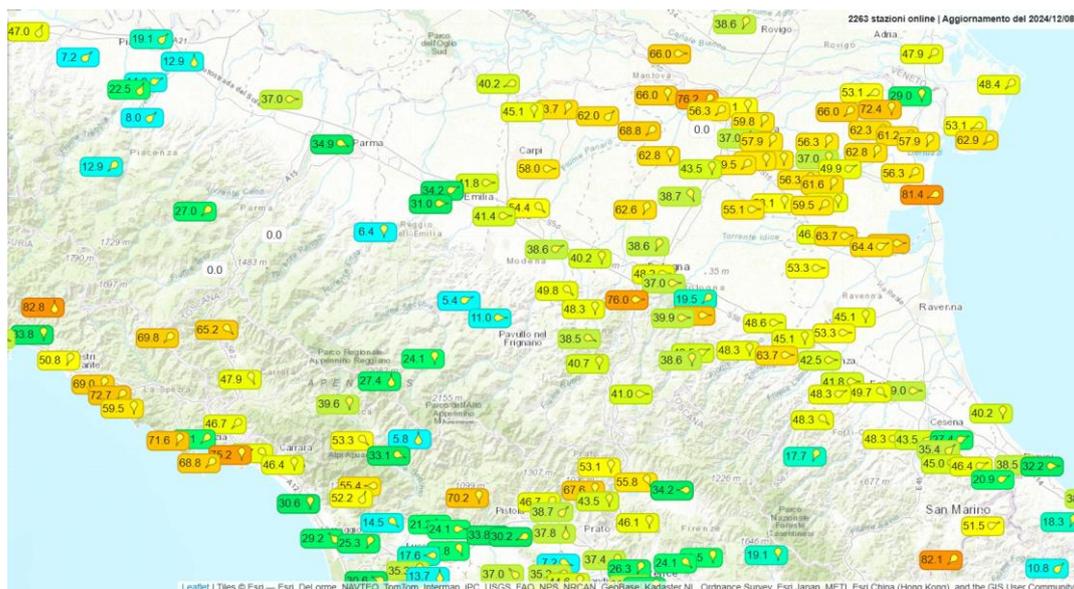


Figura 16: Raffiche di vento massime in km/h per la giornata dell’08 dicembre 2420. Misurazioni della rete di stazioni amatoriali MeteoNetwork (Covi et al. 2025).

Venezia
 Tesa 104 - Arsenale,
 Castello 2737/F
 30122 - Venezia, IT
 +39 041 2407911
 protocollo.ismar@pec.cnr.it
 www.ismar.cnr.it

Bologna
 Area della Ricerca
 di Bologna –
 Via P. Gobetti 101
 40129 - Bologna, IT
 +39 051 639 8891

Lerici
 Forte Santa Teresa,
 Pozzuolo di Lerici
 19032 - La Spezia, IT
 +39 0187 1788900

Napoli
 Calata Porta Di Massa
 Porto Di Napoli 80
 80133 - Napoli, IT
 +39 081 5423802

Roma
 Area della Ricerca
 di Roma 2 - Tor Vergata
 Via del Fosso del Cavaliere 100
 00133 - Roma, IT
 +39 06 45488634

Trieste
 Area Science Park
 Basovizza - Edificio Q2
 Strada Statale 14, km 163.5
 34149 - Trieste, IT
 +39 040 3756872

5. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei dati acquisiti dal sistema S1-GB e dai primi sopralluoghi nel sito di ancoraggio, si deduce che la rottura dell'ormeggio e/o l'affondamento del sistema S1-GB sia avvenuto tra le 16:00 dell'8 dicembre e il 10 dicembre 2024, data in cui i pescatori hanno segnalato la mancanza del segnale luminoso e della porzione emersa della struttura.

I sopralluoghi in situ del 12 e 19 dicembre hanno confermato l'assenza del sistema S1-GB nella sua abituale posizione di galleggiamento all'interno del sito in concessione demaniale. I rilievi geofisici hanno individuato due aree di interesse, ciascuna con un target sul fondale: uno nell'area di ormeggio della stazione e un altro a circa 700 metri di distanza. Questi target potrebbero corrispondere a parti del sistema Meda S1-GB affondate e adagiate sul fondale. In particolare, vi sono fondati motivi per ritenere che il target individuato nell'area di ancoraggio sia riferibile al corpo morto del sistema S1-GB.

A seguito dell'analisi dei dati acquisiti dal sistema S1-GB l'8 dicembre, delle reti di stazioni meteorologiche presenti nell'area, delle previsioni e osservazioni di ARPAE per la Regione Emilia-Romagna, e dei primi sopralluoghi nel sito di ancoraggio, si ritiene che la rottura dell'ormeggio e/o l'affondamento del sistema S1-GB sia attribuibile agli eventi di mareggiata e alle cause a essi associate, che hanno interessato l'area a sud del delta del Po tra l'8 e il 10 dicembre 2024.

Il gruppo osservativo marino di ISMAR-CNR di Bologna si occuperà di approfondire le cause dell'accaduto attraverso ulteriori indagini in situ, che prevederanno anche l'intervento di operatori tecnici subacquei per esplorazioni visive del fondale nei pressi dei target individuati.

6. RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia sentitamente il Comandante Matteo Schiavi e all'equipaggio della M/N Alessandro 2 per la professionalità e l'impegno dimostrati nell'esecuzione del lavoro, sia nelle fasi preparatorie che in mare.

Si ringraziano inoltre la Capitaneria di Porto Garibaldi e di Ravenna per il supporto tecnico e operativo, il Dott. Fabrizio Del Bianco di PROAMBIENTE - Tecnopolo Bologna CNR per il contributo tecnico nella pianificazione dei rilievi, la Dott.ssa Rosalia Santoleri, coordinatrice del WP5 Marine Domain del progetto PNRR infrastrutturale ITINERIS, e il Dott. Mario Sprovieri, direttore dell'Istituto ISMAR-CNR, per il supporto nella programmazione delle attività di rilievo.

Venezia
Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna
Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici
Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli
Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma
Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste
Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

7. BIBLIOGRAFIA

- Alvisi F. (2009). A simplified approach to evaluate sedimentary organic matter fluxes and accumulation on the NW adriatic shelf (Italy). *Chem. Ecol.* 25, 119–134. <https://doi.org/10.1080/02757540902762935>
- Barra E., Riminucci F., Dinelli E., Albertazzi S., Giordano P., Ravaioli M., Capotondi L. (2020). Natural Versus Anthropic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595
- Bortoluzzi G., Frascari F., Giordano P., Ravaioli M., Stanghellini G., Coluccelli A., Biasini G., Giordano A. (2006). The S1 buoy station, Po River delta: data handling and presentation. *Acta Adriat.* 47 (Suppl), 113–131
- Bortoluzzi G., Riminucci F., Partiscano E., Bigazzi D. (2007). Posizionamento boa S1 e sistema ondometrico di fondo, Pò di Goro ed esecuzione di transetti oceanografici con la R/V Dalla Porta. Campagna S1-DEP 2007-04-11. CNR – ISMAR Bologna Cruise Report, Bologna, Aprile 2007, http://projects.bo.ismar.cnr.it/CRUISE_REPORTS/2007/S1_DEP_2007-04-11_REP/
- Bortoluzzi G., Riminucci F., Falcieri F., Giordano A. (2008). Manutenzione alle boe E1 ed S1 ed esecuzione di transetti oceanografici con la R/V Dalla Porta. Campagna VECBOE08. CNR – ISMAR Bologna Cruise Report, Aprile 2008, http://projects.bo.ismar.cnr.it/CRUISE_REPORTS/2008/VECBOE08_REP/
- Bortoluzzi G., Chiarini F., Riminucci F., Falcieri F., Katia K. (2010). Rapporto sulle Attività' oceanografiche, manutenzione boe e campionamento fondo durante la Crociera LTES1-10 02 (R/V Mariagrazia: Nord Adriatico, 2010-11-22 - 2010-11-30). ISMAR Bologna Cruise Report, Novembre 2010, <http://www.ismar.cnr.it/prodotti/reports-campagne/2010-2019>
- Braga F., Zaggia L., Bellafiore D., Bresciani M., Giardino C., Lorenzetti G., Maicu F., Manzo C., Riminucci F., Ravaioli M., Brando V. E. (2016). Mapping turbidity patterns in the Po river prodelta using multi-temporal Landsat 8 imagery. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 198, pp. 555-567, DOI: 10.1016/j.ecss.2016.11.003
- Capotondi L., Mancin N., Cesari V., Dinelli E., Ravaioli M., Riminucci F. (2019). Recent agglutinated foraminifera from the North Adriatic Sea: What the agglutinated tests can tell. *Marine Micropaleontology*, 147, pp. 25-42, DOI: 10.1016/j.marmicro.2019.01.006.
- Covi E., Aguzzi M., Foraci R., Selvini A., Biolchi L.G. , Serra A., Unguendoli S., Valentini A., Perini L. (2025). Rapporto dell'evento meteo-idrologico dal 7 al 10 dicembre 2024. Arape Emilia-Romagna Struttura Idro-meteo clima, https://www.arpae.it/it/notizie/rapporto_meteo_idro_20241207-10
- Davolio S., Stocchi P., Benetazzo A., Böhm E., Riminucci F., Ravaioli M., Li X.-M., Carniel S. (2015). Exceptional Bora outbreak in winter 2012: Validation and analysis of high-resolution atmospheric model simulations in the northern Adriatic area, *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 71, pp. 1-20, DOI:10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002
- D'Onofrio R., Ferraro, L., Francescangeli, F., Riminucci, F., and Capotondi, L. (2024). Benthic foraminiferal response to climate related sediment depositional events: insight from the S1 and E1

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

- Northern Adriatic LTER Sites. The Micropalaeontological Society (TMS) and The Cushman Foundation for Foraminiferal Research Foraminifera Spring Meeting 2024 “Foraminifera & the Evolving Earth System”, May 21-24, 2024, Institute of Geology and Mineralogy, University of Cologne, Cologne, Germany, abstract book, pp. 20
- Frasconi F., Frignani M., Giordani P., Guerzoni S., Ravaioli M. (1984). Sedimentological and geochemical behavior of heavy metals in the area near the Po river delta. *Mem. Soc. Geol. Italy.* 27, 469–481.
- Frasconi F., Spagnoli F., Marcaccio M., Giordano P., 2006. Anomalous Po River flood event effects on sediments and the water column of the northwestern Adriatic Sea. *Clim. Res.* 31, 151–165.
- Frignani M., Langone L. (1991). Accumulation rates and ¹³⁷Cs distribution in sediments off the Po River delta and the Emilia-Romagna coast (northwestern Adriatic Sea, Italy). *Cont. Shelf Res.* 11 (6), 525–542. [https://doi.org/10.1016/0278-4343\(91\)90009-U](https://doi.org/10.1016/0278-4343(91)90009-U).
- Grilli F., Accoroni S., Acri F., Bernardi Aubry F., Bergami C., Cabrini M., Campanelli A., Giani M., Guicciardi S., Marini M., Neri F., Penna A., Penna P., Pugnetti A., Ravaioli M., Riminucci F., Ricci F., Totti C., Viaroli P., Cozzi S. (2020). Seasonal and interannual trends of oceanographic parameters over 40 years in the Northern Adriatic Sea in relation to nutrient loadings using the EMODnet Chemistry Data Portal. *Water*, 12(8), 2280, DOI: 10.3390/w12082280
- Guarnieri A., Pinardi N., Oddo P., Bortoluzzi G., Ravaioli M. (2013). Impact of tides in a baroclinic circulation model of the Adriatic Sea. *J. Geophys. Res. Oceans.* 118, 166–183. <https://doi.org/10.1029/2012JC007921>
- Matteucci G., Frascari F. (1997). Fluxes of suspended materials in the North Adriatic Sea (Po prodelta area). *Water Air Soil Pollut.* 99, 557–572
- Martellucci R., De Mendoza Paladini F., Menna M., Pirro A., Reale M., Gačić M., Poulain P.M., Riminucci F., Le Meur J., Patrizia G., Langone L., Cardin V., Cantoni C., Bergami C., Grilli F., Marini M., Gallo A., Notarstefano G., Toller S., Bastianini M., Kralj M., Diociaiuti T., Pacciaroni M., Bussani A., Mauri E., Miserochi S. (2025). A multi observation analysis of the 2017 dense water formation events: climate change, bottom density currents and Adriatic-Ionian Sea circulation (Mediterranean Sea). *ESS Open Archive*, January 11, 2025. DOI: 10.22541/essoar.173655531.11096851/v1
- Perini L., Calabrese L., Lelli J. (2025). Mareggiate e impatti sulla costa - aggiornamento dei dati al 2024, degli indicatori e analisi delle tendenze. Obiettivo Operativo n. 12 - Banche dati e quadri conoscitivi per la gestione dei Rischi Costieri-supporto al PGRA. Rapporto tecnico dell’area Geologia, suoli e Sismica, Regione Emilia-Romagna. Pp. 1-18. <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/geologia/costa-e-mare/mareggiate-analisi-dati>
- Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Langone L., Cardin V., Di Sarra A., Aracri S., Bastianini M., Bensi M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bortoluzzi G., Bozzano R., Cantoni C., Chiggiato J., Crisafi E., D’Adamo R., Durante S., Fanara C., Grilli F., Lipizer M., Marini M., Miserochi S., Paschini E., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., Schroeder K., Siena G., Specchiulli A., Stanghellini G., Vetrano A., Crise A. (2016). The RITMARE Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9:sup1, s202-s214, DOI: 10.1080/1755876X.2015.1114806

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872

Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F., Aracri S., Aliani S., Bastianini M., Bergamasco A., Bommarito C., Borghini M., Bozzano R., Cantoni C., Caterini E., Cardin V., Cesarini C., Colucci R.R., Crisafi E., Crise A., D'Adamo R., Fanara C., Giorgetti A., Grilli F., Langone L., Lipizer M., Marini M., Menegon S., Minuzzo T., Misericocchi S., Partescano E., Paschini E., Pavesi F., Penna P., Pensieri S., Pugnetti A., Raicich F., di Sarra A.G., Sarretta A., Schroeder K., Stanghellini G., Vetrano A. (2017). La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare – IFON. Stato dell'arte e upgrades durante il Progetto RITMARE (2012–2016). A cura di: Ravaioli M., Bergami C., Riminucci F. (2017). Roma, CNR Pubblicazioni 2017. pp. 50, ISBN 978-88-80802-44-0 (online).

Riminucci F., Funari V., Ravaioli M., Capotondi L. (2022). Trace metals accumulation on modern sediments from Po river prodelta, North Adriatic Sea, Marine Pollution Bulletin, 175, Doi:10.1016/j.marpolbul.2022.113399

Riminucci F., Bergami C., Bortoluzzi G., Capotondi L., Correggiari A., Focaccia P., Gallerani A., Ravaioli M., Stanghellini G., Toller S. (2024). Salinity, Turbidity, Wind from the S1-GB pylon at the LTER site Delta del Po and Costa Romagnola (2012-2021) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10980111>

Riminucci F., Bergami C., Bohm E., Bortoluzzi G., Capotondi L., Correggiari A., Focaccia P., Gallerani A., Ravaioli M., Santoleri R., Stanghellini G., Toller S. (2024a). Salinity, Turbidity, Wind from the E1 buoy at the LTER site Delta del Po and Costa Romagnola (2012-2021) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10980386>

Riminucci F., Bergami C., Bohm E., Bortoluzzi G., Capotondi L., Correggiari A., Focaccia P., Gallerani A., Ravaioli M., Santoleri R., Stanghellini G., Toller S. (2025b). Sea temperature, Dissolved oxygen, Chlorophyll-a from the E1 buoy at the LTER site Delta del Po and Costa Romagnola (2012-2022) [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14748898>

Riminucci F., Bonaldo D., Capotondi L., Ravaioli M., Bergami C. (2025). Variability and forcings of high turbidity events in the Northern Adriatic Sea from analysis of in-situ long-term data: a methodological approach. Progress in Oceanography (Accepted for publication)

Russo A., Coluccelli A., Iermano I., Falcieri F., Ravaioli M., Bortoluzzi G., Focaccia P., Stanghellini G., Ferrari C. R., Chiggiato J., Deserti M. (2009). An operational system for forecasting hypoxic events in the northern Adriatic Sea, Geofizika, 26(2), 191–212

Venezia

Tesa 104 - Arsenale,
Castello 2737/F
30122 - Venezia, IT
+39 041 2407911
protocollo.ismar@pec.cnr.it
www.ismar.cnr.it

Bologna

Area della Ricerca
di Bologna –
Via P. Gobetti 101
40129 - Bologna, IT
+39 051 639 8891

Lerici

Forte Santa Teresa,
Pozzuolo di Lerici
19032 - La Spezia, IT
+39 0187 1788900

Napoli

Calata Porta Di Massa
Porto Di Napoli 80
80133 - Napoli, IT
+39 081 5423802

Roma

Area della Ricerca
di Roma 2 - Tor Vergata
Via del Fosso del Cavaliere 100
00133 - Roma, IT
+39 06 45488634

Trieste

Area Science Park
Basovizza - Edificio Q2
Strada Statale 14, km 163.5
34149 - Trieste, IT
+39 040 3756872