

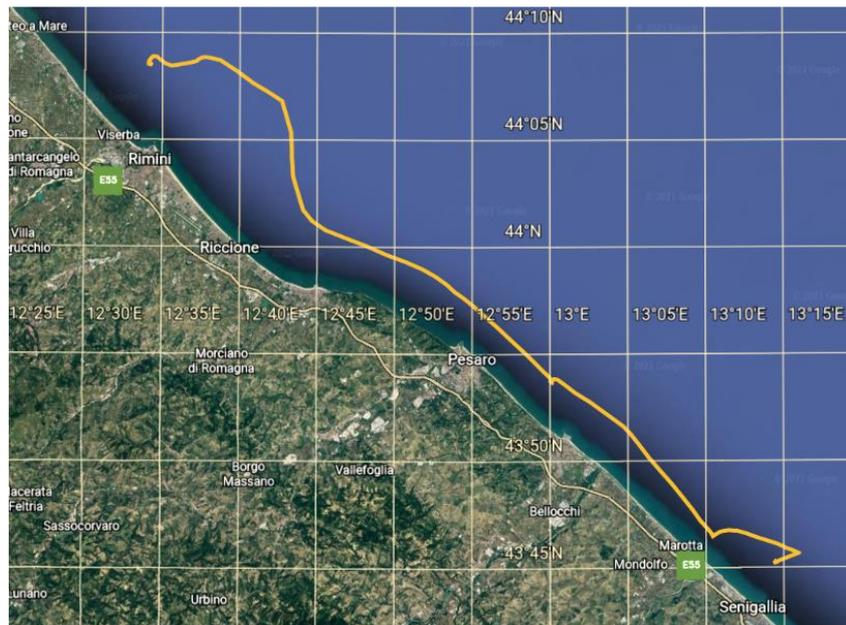


**CNR
ISMAR**
ISTITUTO
DI SCIENZE
MARINE

RAPPORTO TECNICO SULLE ATTIVITÀ DI RECUPERO, RIPRISTINO E RIPOSIZIONAMENTO DEL SISTEMA METEO-OCEANOGRAFICO BOA E1 DOPO ROTTURA DELL'ORMEGGIO DEL 13 MARZO 2021



PROGETTO INTERREG ITALY-CROATIA ECOS E RETE LTER ITALIA



*Francesco Riminucci, Mariangela Ravaioli, Giuseppe Stanghellini, Lucilla Capotondi,
Caterina Bergami, Andrea Gallerani, Annamaria Correggiari*

TECHNICAL REPORT CNR-ISMAR N° 7, Giugno 2021

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 sulle attività di recupero, ripristino e riposizionamento del sistema meteo-oceanografico Boa E1 dopo rottura dell'ormeggio del 13 marzo 2021

Riminucci F. ^{1,2}, Ravaioli M. ¹, Stanghellini G. ¹, Capotondi L. ¹, Bergami C. ¹, Gallerani A. ¹, Correggiari A. ¹

- 1) Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Istituto di Scienze Marine (ISMAR), Via Gobetti 101, 40129, Bologna, Italia
- 2) Consorzio PROAMBIENTE, Tecnopolo CNR Bologna, Via Gobetti 101, 40129, Bologna, Italia

Riassunto

Questo rapporto tecnico descrive le operazioni svolte tra il 18 marzo e il 7 giugno 2021 per il recupero, ripristino e riposizionamento del sistema boa E1. Le attività si sono rese necessarie a seguito dell'improvvisa rottura dell'ormeggio del sistema, avvenuta presumibilmente in data 13 marzo 2021. A seguito dell'evento, il sistema E1 (privo di ancoraggio), ha scarrociato in acque libere (prevalentemente in direzione sud-est) per 89 ore, percorrendo 42 miglia nautiche. Il sistema è stato rinvenuto in data 17 marzo 2021 nei pressi di un impianto di mitilicoltura vicino all'abitato di Senigallia.

Citare questo RAPPORTO TECNICO come: Riminucci F., Ravaioli M., Stanghellini G., Capotondi L., Bergami C., Gallerani A., Correggiari A. (2021). Rapporto tecnico sulle attività di recupero, ripristino e riposizionamento del sistema meteo-oceanografico Boa E1 dopo rottura dell'ormeggio del 13 marzo 2021. Technical Report CNR-ISMAR N° 7, Rapporto Tecnico CNR- ISMAR Bologna N°162, 2021, pp. 1-18.

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	4
1.1	INQUADRAMENTO - IL SITO DI STUDIO E1.	4
1.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA METEO-OCEANOGRAFICO BOA E1.	5
1.3	GRUPPO DI LAVORO.	7
2	RITROVAMENTO DEL SISTEMA – 18 MARZO 2021	7
2.1	RICOSTRUZIONE DEGLI EVENTI.	7
2.2	VERIFICA DATI ACQUISITI NEL PERIODO 13-18 MARZO 2021	7
3	RECUPERO DEL SISTEMA – 25 MARZO 2021	10
4	VERIFICA E RIPRISTINO DEL SISTEMA	11
4.1	VERIFICA: 26-31 MARZO 2021.	11
4.2	ATTIVITA' DI RIPRISTINO DEL SISTEMA: 01 APRILE –31 MAGGIO 2021	12
5	RIPOSIZIONAMENTO DEL SISTEMA	14
6	CONCLUSIONI	15
7	RINGRAZIAMENTI	15
8	ACRONIMI	16
9	BIBLIOGRAFIA	17

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 E1

Il sito di ricerca E1 è situato nell'Adriatico Settentrionale, a circa 4 miglia nautiche a Nord della città di Rimini (3 miglia nautiche ad Est della località Torre Pedrera, Figura 1). Il sito è stato oggetto di studi, realizzati dall'Istituto di Scienze Marine - Sede secondaria di Bologna (ISMAR-CNR di Bologna), sin dall'inizio degli anni 90 del XX secolo (Frasconi et al. 1988).

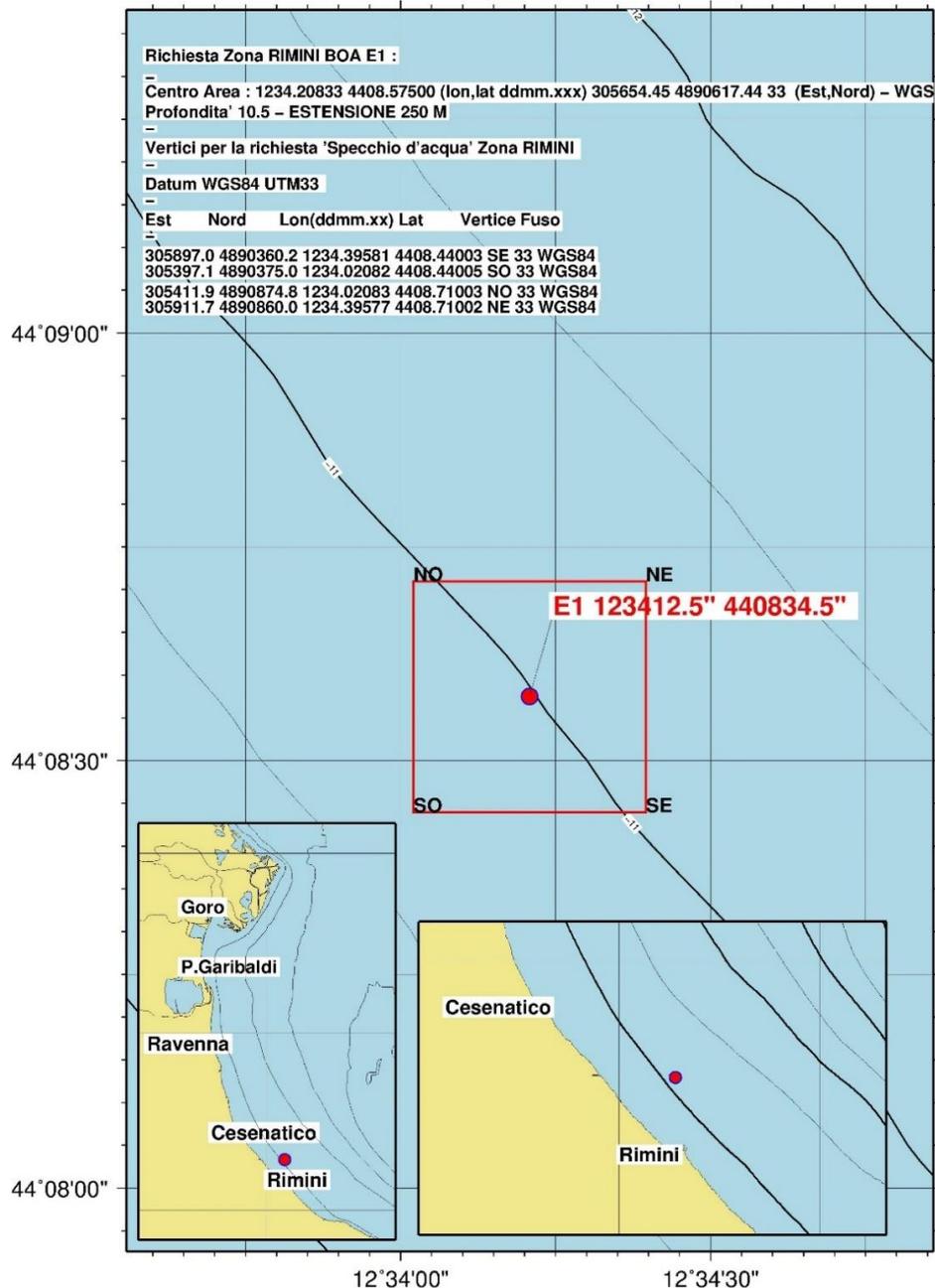


Figura 1. Sito E1 e area di ormeggio in concessione demaniale

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

Le ricerche nell'area sono state avviate per indagare e monitorare l'insorgenza di eventi anossici ed ipossici lungo la costa dell'Emilia-Romagna. Il monitoraggio e lo studio pluridecennale di questi fenomeni hanno fatto emergere la necessità di installare una stazione fissa multiparametrica automatica. Nel 2006 l'Istituto ISMAR-CNR di Bologna ha installato, nell'ambito del progetto LIFE+ Environment EMMA, tale stazione posizionandola nel sito E1 (Lat. 44° 08.5' N, Lon. 12° 34.2' E, vedi Figura 1) su un fondale di 10.5 metri s.l.m.m. Il sistema denominato "Boa E1", inizialmente progettato e installato per studiare i processi di anossia, è stato progressivamente implementato allo scopo di: i) validare modelli di *forecast* oceanografico e meteorologico (Russo et al. 2009, Davolio et al. 2015, Coluccelli et al. 2018); ii) validare dati satellitari di ocean colour (Böhm et al. 2016); iii) comprenderne le evoluzioni biologiche e geochimiche dell'area in relazione alle pressioni antropiche e ai cambiamenti climatici (Capotondi et al. 2019, Barra et al. 2020); iv) contribuire e consolidare il Sistema Osservativo dell'Adriatico Centro-Settentrionale e dei Mari Italiani (Ravaoli et al. 2016, 2017).

1.2 Descrizione del sistema meteo-oceanografico Boa E1

Dal 2006 la boa E1 fornisce dati meteorologici e oceanografici in Near Real Time (NRT) del sito. Il sistema registra dati ogni 30 minuti e li invia a terra ogni ora tramite collegamento Internet; questi sono poi archiviati nel database E1 MySQL presso il centro di calcolo di ISMAR-CNR di Bologna. I dati acquisiti sono pubblicati in NRT alla pagina web: http://e1.bo.ismar.cnr.it/perl/e1_home.pl.

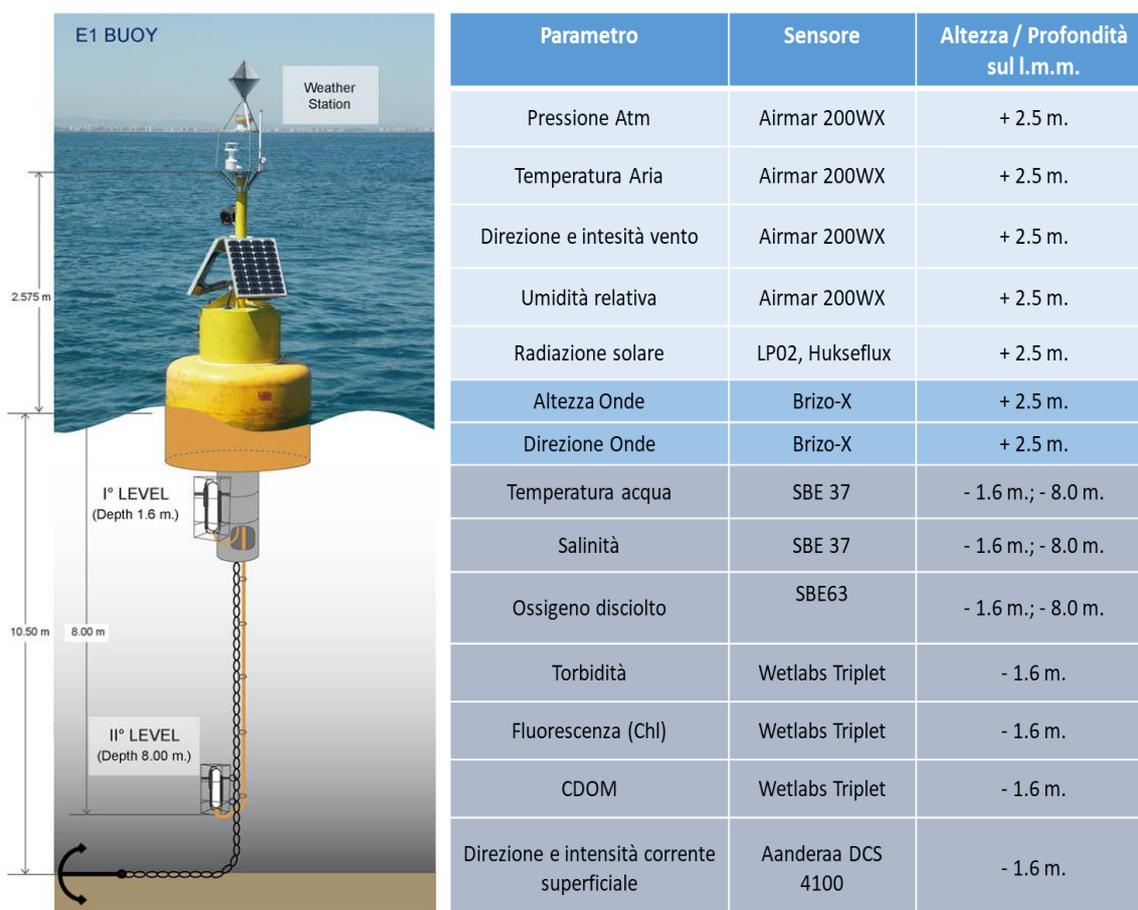


Figura 2. Il sistema meteo-oceanografico boa E1 e sua configurazione a settembre 2020

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

Il sistema Boa E1 è composto da:

- corpo galleggiante, in materiale plastico riempito di poliuretano espanso delle dimensioni di 1450 mm di diametro e 1150 mm di altezza;
- chiesuola in acciaio inox AISI 316, contenente l'elettronica del sistema;
- albero centrale in acciaio inox AISI 316;
- luce lampeggiante autoalimentata (caratteristica luminosa: codice "FI(5) e 20s");
- catena di ancoraggio (genovese zincata diametro 20 mm);
- ancora da 250 kg modello "Hall";
- miraglio radar in acciaio inox AISI 316;
- 4 pannelli solari e batterie ricaricabili a 12V;
- 2 gabbie per alloggiamento sensori, in acciaio inox AISI 316, posizionate nella parte sommersa della struttura galleggiante (livello superficiale), lungo la catena di ancoraggio a 8 metri di profondità (livello profondo).

La stazione E1 è dotata di strumentazione per la registrazione di:

- Parametri meteorologici, misurati a 2.5 m sul l.m.m.: temperatura dell'aria, umidità, pressione, direzione e velocità del vento e radiazione solare;
- Parametri ondametrici: altezza, periodo e direzione delle onde;
- Parametri marini fisici, chimici e ottici: misurati su due livelli alla profondità di 1.6 m (livello superficiale) e di 8 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.

La stazione E1 ha contribuito alla realizzazione delle attività portate avanti nell'ambito di numerosi progetti di ricerca scientifica regionali, nazionali ed europei: ANOCSIA FIRB-MIUR, EMMA LIFE+, Interreg REQUISITE, MyOcean 1 e 2, EMODNET Chemistry, EnvEUROPE LIFE, Vector-FISR MIUR; RITMARE I e II Progetto Bandiera CNR – SP5-WP3, JERICO-FP7, Marine Strategy Framework, POR-FESR INFORMARE, Interreg Italia-Croazia ECOSS. Il sito E1 è inoltre parte del macro-sito LTER "Alto Adriatico" (Bertoni, 2012) e della rete Italiana di osservazione del mare IFON (Ravaioli et al. 2016, 2017). Ogni anno il sistema E1 viene recuperato e riportato a terra per le attività di manutenzione ordinaria su sensori, struttura e ancoraggio. Trimestralmente si eseguono nel sito misure di comparazione per validare i dati acquisiti e verificare la sensoristica (Bastianini et al. 2017a, 2017b, 2019).

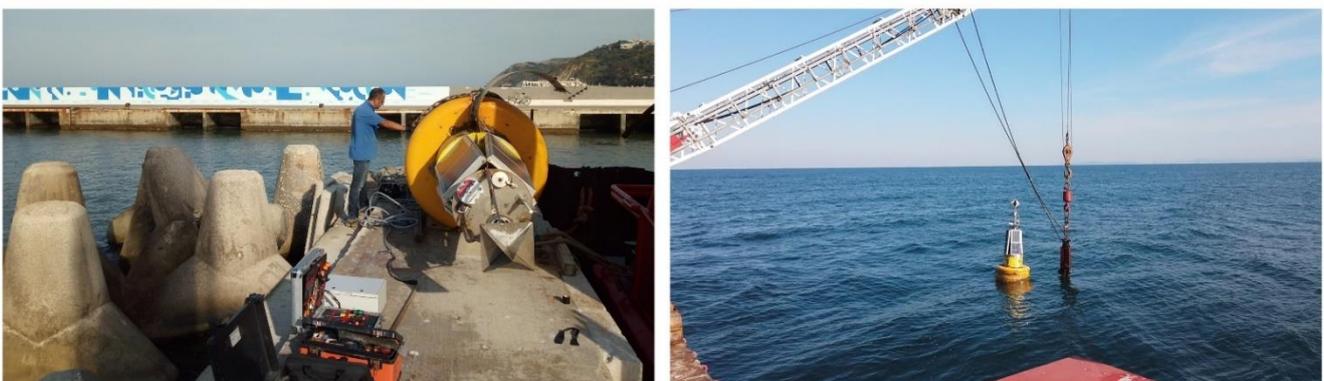


Figura 3. Operazioni di manutenzione ordinaria del sistema E1 di settembre 2020 e suo riposizionamento nel sito E1 dell'11 settembre 2020

Venezia

Tesa 104 - Arsenal, 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

L'ultima manutenzione del sistema è avvenuta, come da programma, nel settembre 2020, quando la boa è stata riposizionata nel sito E1 in data 11 settembre 2020 (Figura 3).

1.3 Gruppo di lavoro

PARTECIPANTE	RUOLO	MAIL
Francesco Riminucci	Responsabile tecnico del sistema osservativo Boa E1	francesco.riminucci@bo.ismar.cnr.it
Mariangela Ravaioli	Responsabile scientifico del sistema osservativo Boa E1	mariangela.ravaioli@bo.ismar.cnr.it
Giuseppe Stanghellini	Responsabile dati del sistema osservativo Boa E1	giuseppe.stanghellini@bo.ismar.cnr.it
Lucilla Capotondi	Ricercatore coinvolto nelle attività connesse al sistema osservativo Boa E1	lucilla.capotondi@bo.ismar.cnr.it
Caterina Bergami	Ricercatore coinvolto nelle attività connesse al sistema osservativo Boa E1	caterina.bergami@bo.ismar.cnr.it
Andrea Gallerani	Tecnico coinvolto nelle attività connesse al sistema osservativo Boa E1	andrea.gallerani@bo.ismar.cnr.it
Annamaria Correggiari	Responsabile della sede secondaria di Bologna	responsabile@bo.ismar.cnr.it

Tabella 1 – Personale tecnico e scientifico coinvolto nelle attività connesse al sistema osservativo Boa E1

2. Ritrovamento del sistema – 18 marzo 2021

2.1 Ricostruzione degli eventi

In data 18 marzo 2021, come referenti CNR-ISMAR del sistema “Boa E1”, siamo stati avvisati da alcuni pescatori locali del ritrovamento al largo di Senigallia (nei pressi di un allevamento di acquacoltura), di una boa strumentata priva di ormeggio. La verifica del dato GPS confermava che la boa rinvenuta era il sistema E1 che, per cause ignote, era giunto alle coordinate 43° 45,3' N 13° 14,4' E (Documentazione fotografica del ritrovamento Figura 4). La verifica giornaliera del flusso dati non aveva fatto emergere in precedenza l'anomalia: il sistema, infatti, ha continuato a trasmettere dati con regolarità fino alla mattina del 18 marzo.



Figura 4. Immagini fotografiche del 17 marzo 2021 relative al ritrovamento del sistema E1 presso impianto di acquacoltura vicino a Senigallia

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

2.2. Verifica dati acquisiti nel periodo 13-18 maggio 2021

Da un'analisi dei dati GPS registrati tra il 13 marzo ed il 18 marzo 2021 dal sistema E1 – il cui tracciato è riportato in figura 6 – è emerso che:

- il sistema ha presumibilmente perso l'ormeggio tra le ore 13:00:30 e le ore 16:00:30 del 13 marzo 2021; alle ore 16 è stato registrato il primo sostanziale scostamento del dato GPS (Tabella 2) dall'area di ormeggio demaniale di riferimento (Figura 1);
- tra il 13 marzo ed il 17 marzo il sistema aveva percorso complessivamente, in direzione sud-est, lungo costa, 42 miglia nautiche prima del suo ritrovamento;
- il ritrovamento del sistema è avvenuto presumibilmente tra le ore 06:00:30 e le ore 08:00:30 UTC del 17 marzo (figura 5); di seguito è stato trainato da un peschereccio fino all'impianto di acquacoltura (Figura 5), dove è stato provvisoriamente ormeggiato fino alle ore 08:00:30 del 18 marzo;
- dalle ore 09:00:30 del 18 marzo 2021 il sistema non ha più inviato dati.

Data [gg/mm/aaaa]	Ora UTC [hh:mm:ss]	Latitudine [GG° MM,XXX']	Longitudine [GG° MM,XXX']
13/03/2021	00:00:30	44° 08,583'	12° 34,216'
13/03/2021	01:00:30	44° 08,585'	12° 34,215'
13/03/2021	02:00:30	44° 08,583'	12° 34,218'
13/03/2021	03:00:30	44° 08,585'	12° 34,214'
13/03/2021	04:00:30	44° 08,584'	12° 34,215'
13/03/2021	05:00:30	44° 08,584'	12° 34,215'
13/03/2021	06:00:30	44° 08,582'	12° 34,215'
13/03/2021	07:00:30	44° 08,584'	12° 34,211'
13/03/2021	08:00:30	44° 08,588'	12° 34,215'
13/03/2021	09:00:30	44° 08,586'	12° 34,217'
13/03/2021	10:00:30	44° 08,585'	12° 34,216'
13/03/2021	11:00:30	44° 08,585'	12° 34,217'
13/03/2021	12:00:30	44° 08,585'	12° 34,219'
13/03/2021	13:00:30	44° 08,584'	12° 34,215'
13/03/2021	14:00:30	44° 08,589'	12° 34,197'
13/03/2021	15:00:30	44° 08,566'	12° 34,195'
13/03/2021	16:00:30	44° 08,585'	12° 34,130'
13/03/2021	17:00:30	44° 08,625'	12° 34,129'
13/03/2021	18:00:30	44° 08,724'	12° 34,162'
13/03/2021	19:00:30	44° 08,861'	12° 34,298'
13/03/2021	20:00:30	44° 08,938'	12° 34,422'
13/03/2021	21:00:30	44° 08,930'	12° 34,638'
13/03/2021	22:00:30	44° 08,797'	12° 34,852'
13/03/2021	23:00:30	44° 08,593'	12° 35,219'

Tabella 2. Dati GPS del sistema boa E1 del 13 marzo 2021. Si ipotizza che la perdita dell'ancoraggio sia avvenuta tra le ore (UTC) 13:00:30 e le ore 16:00:30.

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. Tracciato GPS registrato dal sistema boa E1 tra il 13 marzo ed il 18 marzo 2021 (linea gialla), sito E1 (cerchio rosso), sito di ritrovamento del sistema del 17 marzo 2021 (cerchio giallo), sito di ormeggio provvisorio del sistema tra il 17 e il 18 marzo 2021 (cerchio verde). Mappa cartografica prodotta utilizzando Google Earth.

Nella giornata del 14 marzo 2021 era stato registrato nel Nord Adriatico un importante evento ventoso ed ondososo (Figura 6) che ha investito la costa romagnola tra le ore 16:00 (UTC) del 14 marzo e le 02:00 (UTC) del 15 marzo (Figura 6). Se inizialmente la rottura dell’ancoraggio era stata imputata a questo evento, il tracciato GPS del sistema ci ha permesso di escludere questa causa e ha confermato che la rottura è avvenuta in condizioni di mare quasi calmo (< 0.5 metri d’onda, Figura 6) .

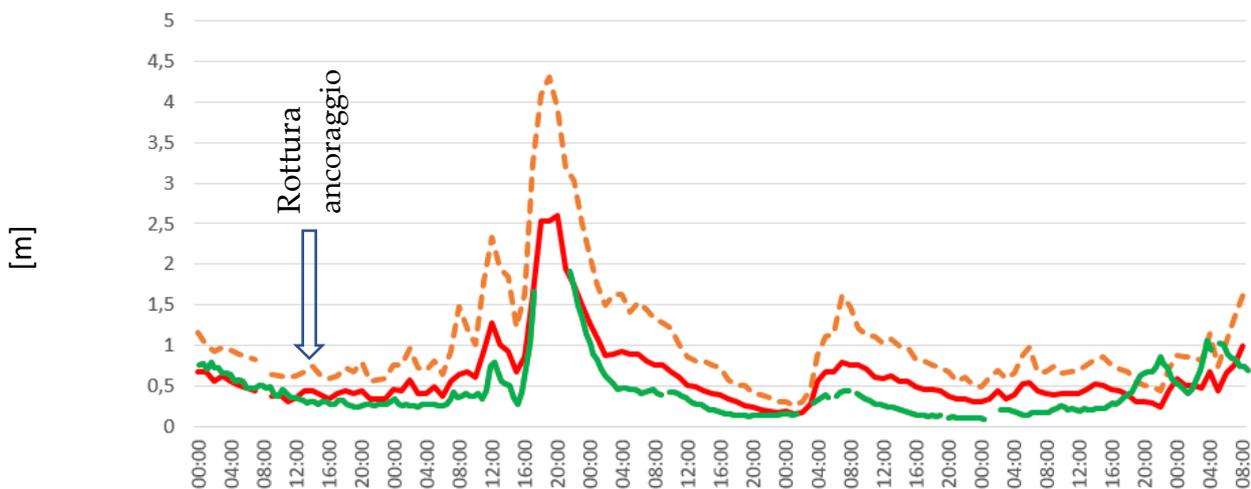


Figura 6. Dati di altezza significativa dell’onda (linea rossa) e altezza massima dell’onda (linea arancione tratteggiata) da sistema ondametrico E1 per i giorni 13-18 marzo 2021. Comparazione con dati da sistema ondametrico Nausicaa-ARAPE (Linea verde) ancorato al largo di Cesenatico.

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. Recupero del sistema – 25 marzo 2021

In data 25 marzo 2021 si è provveduto a programmare il recupero del sistema E1 presso il porto turistico di Senigallia. A tale scopo è stato noleggiato un mezzo equipaggiato con gru per il recupero del sistema (Boa con catena strumentata) direttamente dalla banchina del porto di Senigallia. Alle ore 10:00, i tecnici ISMAR-CNR hanno atteso il rientro della M/P che ha trainato la boa E1, ormeggiata provvisoriamente in un porzione più esterna del porto, fino alla banchina del Piazzale “Mario Fernando Rossi” (Figura 7a). Si è provveduto poi al sollevamento del sistema e al suo posizionamento sul mezzo di trasporto (Figura 7b). Da una prima verifica il sistema E1, benché non più funzionante, risultava strutturalmente integro e completo di sensoristica oceanografica superficiale e profonda. Come da previsioni, mancava parte dell’ancoraggio (catena e corpo morto), oltre al fanale di segnalazione. La rottura dell’ancoraggio è stata rintracciata all’altezza del tornichetto intermedio; il maniglione di connessione con la catena inferiore non era più presente (Figura 8d). Non sono emersi indizi utili a stabilire le cause dell’accaduto, che ad oggi rimangono ignote. Dalla banchina del porto di Senigallia il sistema è stato trasportato fino ai magazzini ISMAR-CNR di Bologna (Figura 7c, d).



Figura 7. Operazioni di recupero e trasporto del sistema E1 - 25 marzo 2021

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. Verifica e ripristino del sistema

4.1. Verifica: 25 - 31 marzo 2021

A seguito dell'ispezione del sistema eseguite il giorno del recupero e nei giorni successivi (25 ed il 31 marzo 2021), si è riscontrato che la boa E1 aveva subito i seguenti danni:

- allagamento dell'elettronica di controllo del sistema (Figura 8a),
- allagamento dell'elettronica di gestione dell'impianto fotovoltaico (Figura 8b),
- ostruzione del secondo livello sensori per il trascinarsi del cestello sul fondo mare (Figura 8c),
- rottura e perdita parziale dell'ancoraggio (Figura 8d).



Figura 8. Particolari dei danni subiti dal sistema E1: elettronica di controllo allagata (a), elettronica gestione fotovoltaico allagata (b), secondo livello sensori ostruito (c), punto di rottura dell'ancoraggio (d)

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

4.2 Attività di ripristino del sistema: 1 aprile – 31 maggio 2021

Nel periodo compreso tra l'1 aprile ed il 31 maggio 2021 il sistema è stato ricondizionato e ripristinato. In particolare si è provveduto ad ordinare ed installare:

- Nuova scheda elettronica di gestione del sistema,
- Nuovo sistema di gestione fotovoltaica,
- Nuovo ancoraggio (Figura 9c),
- Nuovo fanale di segnalazione (Figura 9d).

Nel corso delle attività di ripristino del sistema, sono state eseguite anche le normali attività di manutenzione sulla sensoristica del primo livello e di manutenzione straordinaria sulla sensoristica del secondo livello (Figura 9 a, b) che, come detto in precedenza, aveva subito danni a seguito del trascinarsi del cestello sul fondo dopo la rottura dell'ormeggio.



Figura 9. Boa E1 ricondizionata dopo manutenzione straordinaria (a), particolari del secondo livello sensori (b), particolare del primo livello sensori (c), nuovo faro di segnalazione (d)

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 perdita dell'ancoraggio del sistema ha richiesto il completo ripristino dello stesso. Alla data della sua messa a mare (7 giugno 2021), il nuovo ancoraggio era così composto (dall'alto verso il basso):

- Grillo zincato ad omega 28 mm (Figura 10a),
- Grillo zincato ad omega 25 mm (Figura 10a),
- Catena genovese zincata da 20 mm lunga 6.5 metri (Figura 10d),
- Grillo zincato ad omega 25 mm (Figura 10b),
- Tornichetto girevole occhio-occhio 22 mm (Figura 10b),
- Grillo zincato ad omega 25 mm (Figura 10b),
- Catena genovese zincata da 20 mm lunga 23 metri (Figura 10d),
- Grillo zincato ad omega 25 mm (Figura 10c),
- Ancora modello "HALL" 250 Kg (Figura 10c).

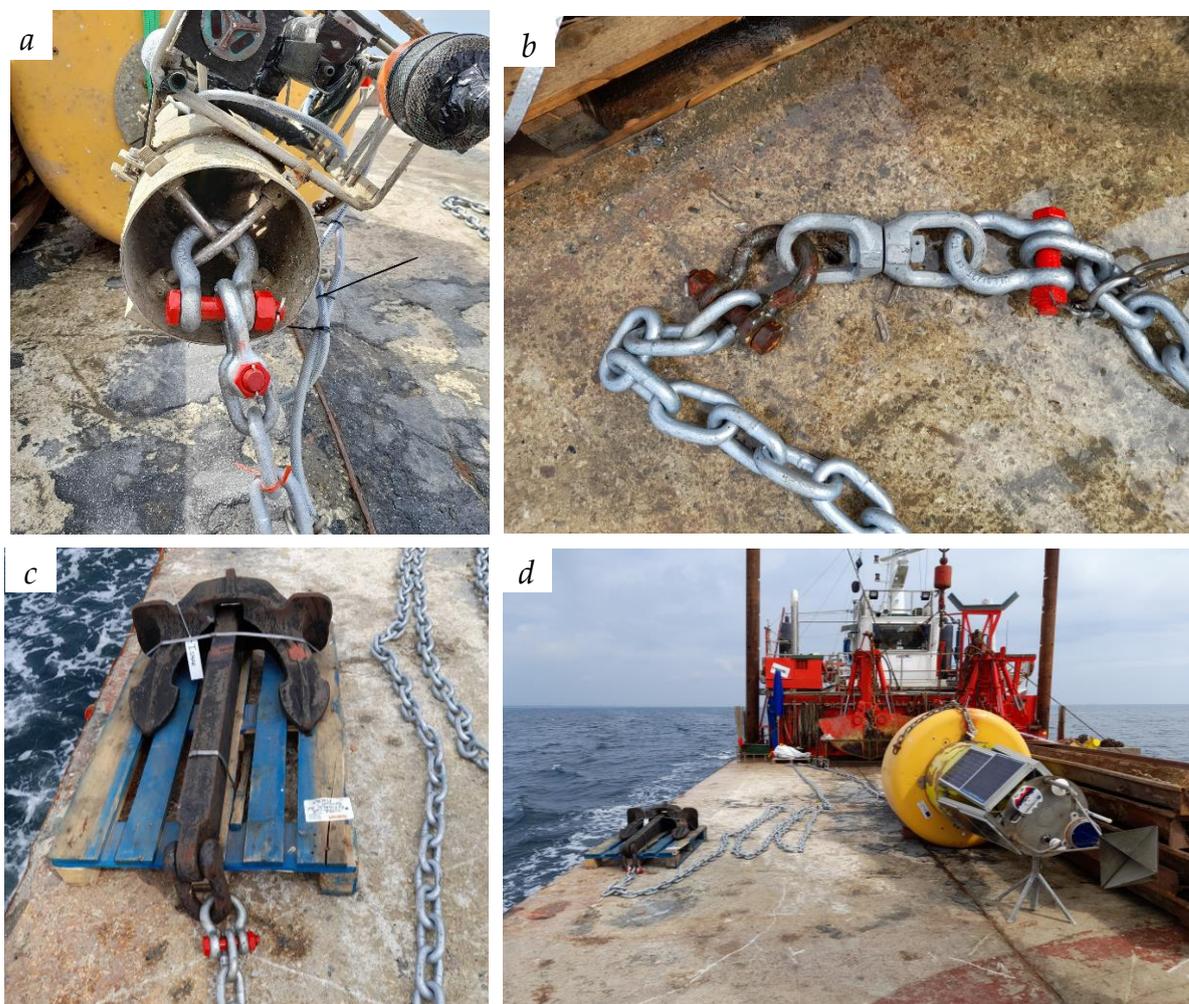


Figura 10. Ancoraggio Boa E1 al 7 giugno 2021 e suoi particolari

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. Riposizionamento del sistema – 7 giugno 2021

Al termine della attività di ripristino e ricondizionamento del sistema si è provveduto a programmare le attività per il riposizionamento della stazione nel sito E1. In data 4 giugno 2021, il sistema – compreso di nuovo ancoraggio – è stato prelevato presso l’istituto ISMAR-CNR sede di Bologna. In data 7 giugno il sistema è stato trasportato fino alla banchina del Porto turistico di Marina di Ravenna ed è stato caricato mediante gru su M/P Amedeo (Figura 11a), dove i tecnici ISMAR-CNR si sono imbarcati alle ore 08:00 (orario locale) salpando alla volta del sito E1 e raggiungendolo alle ore 13:30. Durante la navigazione si è provveduto ad effettuare alcuni rinforzi all’ancoraggio mediante “punti di saldatura” a tutti i grilli di connessione della catena (Figura 11b).

A seguito delle normali operazioni di posizionamento sul sito E1, alle ore 13:55 il sistema è stato posizionato a mare alle coordinate di riferimento dell’area demaniale di competenza (44° 08.5' N, Lon. 12° 34.2' E, Figura 11c, d). Dalle ore 15:00 (ora locale) del 7 giugno 2021 il sistema ha iniziato nuovamente il suo regolare invio di dati e a popolare il Data-Base E1 presso il centro di calcolo ISMAR-CNR di Bologna.

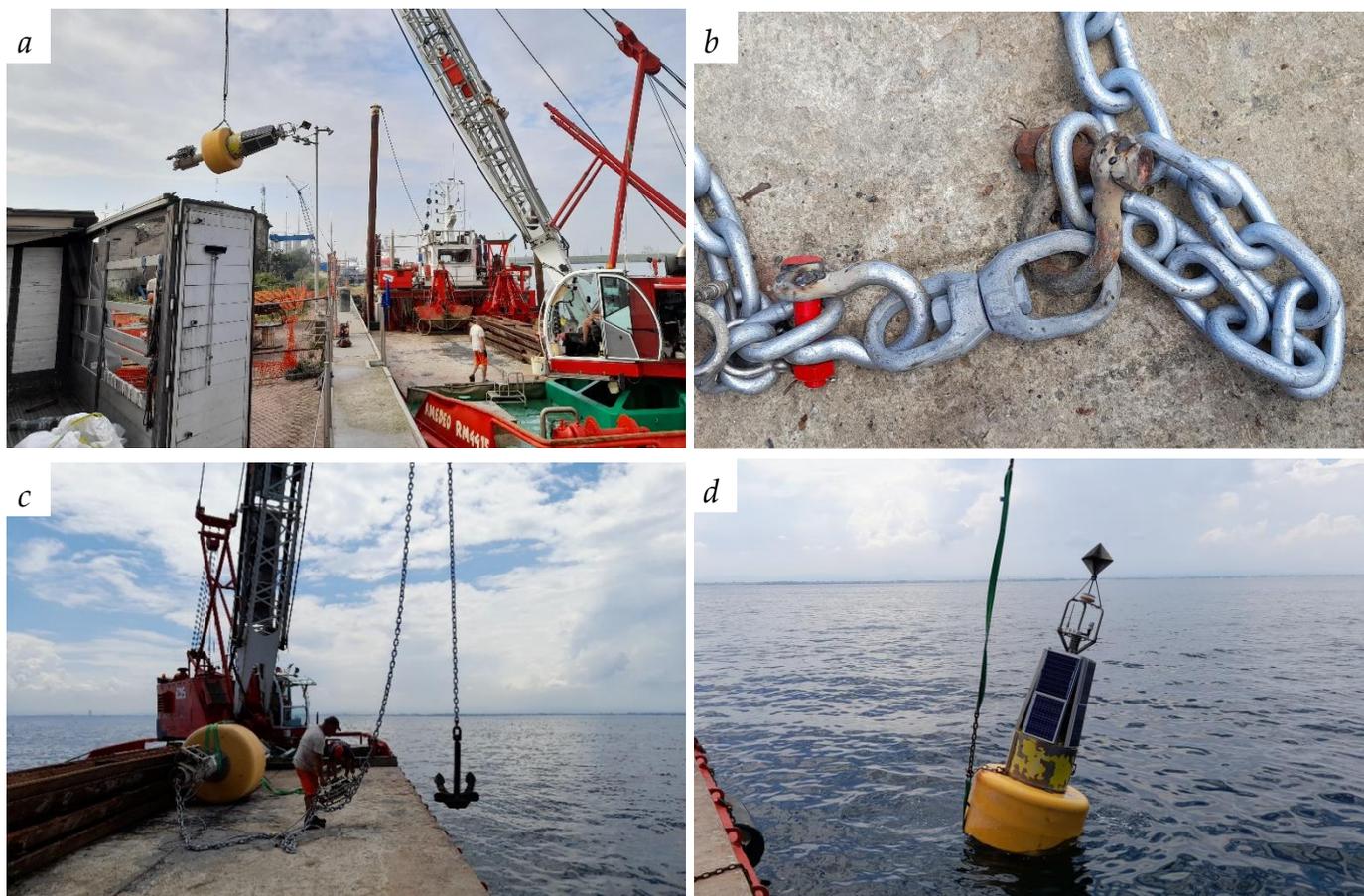


Figura 11. Operazioni di rimessa a mare del sistema E1 con M/P Amedeo

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

6. Conclusioni

A seguito dell'analisi dei dati e delle osservazioni possiamo riassumere che la rottura dell'ormeggio del sistema E1 è avvenuta tra le ore 13:00 e le 16:00 (UTC) del 13 marzo 2021. Conseguentemente, il sistema E1 ha scarrociato in acque libera per 89 ore, seguendo la corrente lungo costa e percorrendo 42 miglia nautiche in direzione sud-est. Il ritrovamento della boa E1, ad opera di pescatori, è avvenuto il 17 marzo nei pressi di un impianto di mitilicoltura vicino alla località di Senigallia. Il sistema è stato recuperato il 25 marzo 2021. La rottura dell'ormeggio è avvenuta all'altezza del tornichetto intermedio della catena di ancoraggio; non vi sono evidenze che possano suggerire la causa dell'accaduto, che ad oggi rimangono ignote. Dalle verifiche effettuate è emerso che il sistema E1 ha riportato danni all'apparato elettronico a causa di infiltrazioni d'acqua e che l'ancoraggio del sistema è andato perduto. Le attività di ripristino hanno riportato il sistema alla piena operatività. Il sistema è stato riposizionato nel sito E1 il giorno 7 giugno 2021.

7. Ringraziamenti

Si ringrazia sentitamente il Sig. Marco Trinchera, della cooperativa pescatori di Senigallia per la disponibilità dimostrata e per il supporto nella programmazione e nelle fase di recupero del sistema E1. Si ringraziano la Capitanerie di Porto di Rimini per la continua assistenza e disponibilità. Si ringraziano il Comandante Stefano Patrizi e l'equipaggio della M/P Amedeo della ditta E.CO.TEC. s.r.l. per la professionalità e l'impegno dimostrato nelle fase di riposizionamento del sistema E1. Si ringrazia l'amministrazione CNR-ISMAR di Bologna, la Communication Technology S.r.l. e Proambiente S.c.r.l. per il supporto tecnico e amministrativo nelle attività di manutenzione alla sistema. Si ringrazia infine la Dr. ssa Alessandra Pugnetti, per il suo ruolo di coordinamento del progetto Interreg Italia-Croazia ECOSS, che ha supportato le attività descritte nel presente rapporto.



Questo testo è dedicato alla memoria di Giovanni Bortoluzzi, stimato collega ed indimenticabile amico, profondamente impegnato nello sviluppo e nel sostegno delle attività delle osservazioni marine.

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

8. Acronimi

ACRONIMO	DESCRIZIONE	URL
ANOCZIA	Anossie attuali nel Nord Adriatico	anoczia.bo.ismar.cnr.it
ARPAE	Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna	www.arpae.it
CTD	Conductivity, Temperature and Depth	
ECOSS	Ecological observing System in the Adriatic Sea: oceanographic observations for biodiversity	www.italy-croatia.eu/web/ecoss
EMMA	Environmental Management through Monitoring and Modelling of Anoxia	emma.bo.ismar.cnr.it
EMODNET - Chemistry	European Marine Observation and Data Network - Chemistry	www.emodnet-chemistry.eu
EnvEUROPE	Environmental quality and pressures assessment across Europe	www.enveurope.eu
FIRB	Fondo per gli Investimenti della Ricerca di Base	
FIRS	Fondo Integrativo Speciale Ricerca	
GPS	Global Positioning System	
IFON	La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare	
INFORMARE	Sistema Informativo Integrato per il Litorale Emiliano-Romagnolo	www.informare-er.it
JERICO	Joint European Research Infrastructure of Coastal Observatories	www.jerico-ri.eu
LTER - Italia	La rete italiana per la ricerca ecologica a lungo termine	www.lteritalia.it
MIUR	Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca	https://www.miur.gov.it/
MySQL	"My" Structured Query Language	
M/P	Moto Peschereccio o Moto Pontone	
NRT	Near Real Time	
POR-FESR	Programma Operativo Regionale - Fondo europeo di sviluppo regionale	https://fesr.regione.emilia-romagna.it/
REQUISITE	Realizzazione di un sistema integrato di sorveglianza sulla qualità delle acque marine dell'Adriatico in particolare sui fenomeni eutrofici e mucilluginosi	
RITMARE	La Ricerca Italiana per il Mare	www.ritmare.it
SBE	Sea-Bird Electronics	http://www.seabird.com/
SP5 - WP3	Sotto Progetto 5 - WorkPackage 3 (Progetto Bandiera RITMARE)	http://www.ritmare.it/articolazione/sottoprogetto-5/sp5-wp3
UTC	Coordinated Universal Time	
VECTOR	Vulnerabilità delle coste e degli Ecosistemi marini italiani	

Tabella 3 – Acronimi utilizzati nel testo

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

9. Bibliografia

- Barra E., Riminucci F., Dinelli E., Albertazzi S., Giordano P., Ravaioli M., Capotondi L. (2020). Natural Versus Anthropogenic Influence on North Adriatic Coast Detected by Geochemical Analyses. *Applied Science*, 10(18), 6595, DOI: 10.3390/app10186595
- Bastianini M., Riminucci F., Bernardi Aubry F., Casotti R., Coluccelli A., Trano A.C., Epinoux A., Donnarumma V. (2019). Rapporto sulle attività biologiche, oceanografiche, geologiche svolte durante la campagna INTERNOS19 (20-28 Febbraio 2019) con N/O Dallaporta nel mare Adriatico centro-settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR N° 2, 2019, pp. 1-35. <http://www.ismar.cnr.it/file/prodotti/rapporti-tecnici/REPORT%20INTERNOS2019.pdf>
- Bastianini M., Riminucci F., Pansera M., Coluccelli A., Casotti R., Dal Passo E., Dametto L., Van Dijk M., Russo E., Titocci J., Pazzaglia J., Virgili S. (2017). Rapporto sulle attività biologiche, oceanografiche, geologiche e di manutenzione della stazione Boa E1 svolte durante la campagna INTERNOS17 (14-21 marzo 2017) con N/O Minerva Uno nel Mare Adriatico centro-settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR N° 146, pp. 1-37, DOI: 10.13140/RG.2.2.24714.26569
- Bastianini M., Riminucci F., Capondi L., Barra E., Pasqual S., Casotti R., Trano A.C., Van Dijk M., Mauro C., Fabbro C. (2017). Rapporto sulle attività oceanografiche, biologiche, geologiche e di manutenzione della stazione meda S1-GB svolte durante la campagna oceanografica LTER-ANOC16 (26-30 aprile 2016) con N/O Dallaporta nel Mare Adriatico settentrionale. Rapporto Tecnico CNR-ISMAR, N° 145, pp. 1-27, DOI: 10.13140/RG.2.2.22197.68326
- Bertoni R. (2012). La Rete Italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTERItalia), Aracne Editrice, Roma
- Bohm E., Riminucci F., Bortoluzzi G., Colella S., Acri F., Santoleri R., Ravaioli M. (2016). Operational use of continuous surface fluorescence measurements offshore Rimini to validate satellite-derived chlorophyll observations. *Journal of Operational Oceanography*, 9, 167-175; doi: 10.1080/1755876X.2015.1117763
- 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
- Coluccelli A., Riminucci F., Stanghellini G., Capotondi L., Bergami C., Giordano P., Russo A., Ravaioli M. (2018). Simulazione del funzionamento dell'ecosistema marino Adriatico attraverso un sistema operativo di previsione a breve termine. Abstract in Primo Congresso Nazionale AISAM, Bologna, 10-13 settembre 2018, pp. 214
- Davolio S., Stocchi P., Benetazzo A., Bohm 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, 1–20, <http://dx.doi.org/10.1016/j.dynatmoce.2015.05.002>

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

Frasconi F., Frignani M., Guerzoni S., Ravaioli M. (1988). Sediments and pollution in the Northern Adriatic Sea. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 534, pp. 1000-1020

Marini M., Bastianini M., Bortoluzzi G., Focaccia P., Paschini E., Penna E., Pugnetti A., Ravaioli M., Raicich F., Spagnoli F., Stanghellini G. (2011). Real Time Marine Data Acquisition: The Coastal Oceanographic Observatory Network in the Adriatic sea. In: *Marine Research at CNR. Dipartimento Terra e Ambiente - CNR ed.* pp. 2255 - 2262. Enrico Brugnoli, Giuseppe Cavarretta, Salvatore Mazzola, Fabio Trincardi, Mariangela Ravaioli, Rosalia Santoleri (eds.). Roma: CNR, 2011

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., Miserocchi 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 FixedPoint Observatory Network (IFON) for marine environmental monitoring: a case study. *Journal of Operational Oceanography*, 9, 202-214; doi: 10.1080/1755876X.2015.1114806 May 2016

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., Miserocchi 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: M. Ravaioli, C. Bergami, F. Riminucci (2017). Roma, CNR Pubblicazioni 2017. pp. 50, ISBN 978-88-80802-44-0

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 fore casting 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