

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

Autori: M. Ravaioli, C. Bergami, F. Riminucci, S. Aracri, S. Aliani, M. Bastianini, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, R. Bozzano, C. Cantoni, E. Caterini, V. Cardin, C. Cesarini, R.R. Colucci, E. Crisafi, A. Crise, R. D'Adamo, C. Fanara, A. Giorgetti, F. Grilli, L. Langone, M. Lipizer, M. Marini, S. Menegon, T. Minuzzo, S. Miserochi, E. Partescano, E. Paschini, F. Pavesi, P. Penna, S. Pensieri, A. Pugnetti, F. Raicich, A.G. di Sarra, A. Sarretta, K. Schroeder, G. Stanghellini, A. Vetrano

Citare come segue:

M. Ravaioli, C. Bergami, F. Riminucci, S. Aracri, S. Aliani, M. Bastianini, A. Bergamasco, C. Bommarito, M. Borghini, R. Bozzano, C. Cantoni, E. Caterini, V. Cardin, C. Cesarini, R.R. Colucci, E. Crisafi, A. Crise, R. D'Adamo, C. Fanara, A. Giorgetti, F. Grilli, L. Langone, M. Lipizer, M. Marini, S. Menegon, T. Minuzzo, S. Miserocchi, E. Partescano, E. Paschini, F. Pavesi, P. Penna, S. Pensieri, A. Pignetti, F. Raicich, A.G. di Sarra, A. Sarretta, K. Schroeder, G. Stanghellini, A. Vetrano (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).

In copertina:

Mappa dei siti della rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare (IFON). La batimetria alla base dell'elaborato proviene dal portale EMODnet-Hydrography <http://www.emodnet-hydrography.eu/>. La mappa è stata realizzata da Valentina Grande (ISMAR-Bologna).

La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare – IFON

Stato dell'arte e upgrades durante il Progetto RITMARE (2012 – 2016)

M. Ravaioli¹, C. Bergami^{1-2*}, F. Riminucci¹⁻³, S. Aracri⁴, S. Aliani⁵, M. Bastianini⁴, A. Bergamasco⁶, C. Bommarito⁷, M. Borghini⁵, R. Bozzano⁸, C. Cantoni⁹, E. Caterini⁹, V. Cardin¹⁰, C. Cesarini¹¹, R.R. Colucci⁹, E. Crisafi⁶, A. Crise¹⁰, R. D'Adamo¹², C. Fanara¹⁰, A. Giorgetti¹⁰, F. Grilli¹³, L. Langone¹, M. Lipizer¹⁰, M. Marini¹³, S. Menegon⁴, T. Minuzzo⁴, S. Misericchi¹, E. Partescano¹⁰, E. Paschini⁶, F. Pavesi¹⁴, P. Penna¹³, S. Pensieri⁸, A. Pugnetti⁴, F. Raicich⁹, A.G. di Sarra⁷, A. Sarretta⁴, K. Schroeder⁴, G. Stanghellini¹, A. Vetrano⁵

- 1 ISMAR CNR, Sede di Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna (IT)
- 2 IBAF CNR, Sede di Montelibretti (IT)
- 3 Consorzio Proambiente Sc.r.l., CNR-AdR di Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna (IT)
- 4 ISMAR CNR, Tesa 104, Arsenale Castello 2737/F, 30122 Venezia– (IT)
- 5 ISMAR CNR, Sede La Spezia, Forte SantaTeresa Pozzuolo Lericci La Spezia (IT)
- 6 IAMC, Sede Messina, Messina – (IT)
- 7 ENEA, Laboratorio di Osservazioni ed Analisi della Terra e del Clima, Roma e Palermo (IT)
- 8 ISSIA CNR, Via de Marini 6, 16149 Genova, (IT)
- 9 ISMAR CNR, Sede di Trieste, AREA Science Park ed. Q2, SS 14 km 163.5, Basovizza, 34149 Trieste (IT)
- 10 Istituto Nazionale OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C, 34010 Sgonico Trieste (IT)
- 11 CLU srl, Via Togliatti 17/c Castelfranco Emilia, Modena (IT)
- 12 ISMAR CNR, Sede Lesina, Via Pola 4, 71010 Lesina (IT)
- 13 ISMAR CNR, Sede di Ancona, Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona (IT)
- 14 IREA CNR, Sede di Milano, Via Bassini 15, 20133 Milano (IT)

*Corresponding author: caterina.bergami@ismar.cnr.it

SOMMARIO

La rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare (IFON - Italian Fixed-point Observatory Network) consta di una consolidata infrastruttura gestita da vari enti di ricerca italiani (CNR, OGS ed ENEA). La realizzazione di una rete scientifica nazionale di siti marini è stata una delle priorità del Progetto bandiera RITMARE, attraverso il suo SP5-WP3. Durante i primi quattro anni del Progetto (2012-2016), si è concluso lo stato dell'arte delle 15 stazioni già operative nel Mare Mediterraneo, a cui se ne sono aggiunte due nel corso del biennio 2015-2016. Per ciascun sito sono state descritte le caratteristiche tecniche e le modalità di trasmissione dati, inoltre per alcuni siti sono stati programmati ed effettuati *upgrade* sia strumentali che di trasmissione dati, per uniformare il più possibile i nodi della rete. Periodicamente, nel corso dei quattro anni di attività del progetto, sono state svolte campagne oceanografiche di manutenzione e implementazione dei sistemi.

Dopo la definizione dei requisiti minimi per ogni sito, sono stati stabiliti i criteri per la validazione dei dati fisici e biogeochimici acquisiti. Essi comprendono una selezione di norme esistenti, procedure e raccomandazioni in materia di controllo automatico della qualità del dato (QC), e la loro convalida in tempo "quasi" reale (NRT). Queste procedure hanno lo scopo di unificare i criteri di convalida dei parametri raccolti giornalmente da ogni nodo della rete e di fornire alla comunità scientifica un insieme di dati, omogenei e confrontabili, per i mari italiani.

All'interno del SP5-WP3 del progetto RITMARE è stato implementato un sistema osservativo rilocabile di pronto intervento per le emergenze a mare. Sono stati acquisiti nuovi strumenti e altri già in uso hanno subito un *upgrade*. In più, si è conclusa l'integrazione di un osservatorio aria-mare nell'isola di Lampedusa con la messa a mare di una boa a est dell'isola, operativa a partire dell'estate 2015.

Parole chiave: Siti osservativi marini, Monitoraggio meteo-marino, Oceanografia, Rete di stazioni integrate, Progetto RITMARE,

The Italian Fixed-point Observatory Network for marine environmental monitoring – IFON

State of the art and upgrades during the Italian flagship project RITMARE (2012 – 2016)

M. Ravaioli¹, C. Bergami¹⁻², F. Riminucci¹⁻³, S. Aracri⁴, S. Aliani⁵, M. Bastianini⁴, A. Bergamasco⁶, C. Bommarito⁷, M. Borghini⁵, R. Bozzano⁸, C. Cantoni⁹, E. Caterini⁹, V. Cardin¹⁰, C. Cesarini¹¹, R.R. Colucci⁹, E. Crisafi⁶, A. Crise¹⁰, R. D'Adamo¹², C. Fanara¹⁰, A. Giorgetti¹⁰, F. Grilli¹³, L. Langone¹, M. Lipizer¹⁰, M. Marini¹³, S. Menegon⁴, T. Minuzzo⁴, S. Miserocchi¹, E. Partescano¹⁰, E. Paschini⁶, F. Pavesi¹⁴, P. Penna¹³, S. Pensieri⁸, A. Pugnetti⁴, F. Raicich⁹, A.G. di Sarra⁷, A. Sarretta⁴, K. Schroeder⁴, G. Stanghellini¹, A. Vetranò⁵

- 1) ISMAR CNR, Via Gobetti 101, 40129 Bologna (IT)
- 2) IBAF CNR, Montelibretti (IT)
- 3) Proambiente Consortium Sc.r.l., CNR-AdR in Bologna, Via Gobetti 101, 40129 Bologna (IT)
- 4) ISMAR CNR, Tesa 104, Arsenale Castello 2737/F, 30122 Venezia (IT)
- 5) ISMAR CNR, Forte SantaTeresa Pozzuolo Lericci La Spezia (IT)
- 6) IAMC CNR, Messina (IT)
- 7) ENEA, Laboratorio di Osservazioni ed Analisi della Terra e del Clima, Roma and Palermo (IT)
- 8) ISSIA CNR, Via de Marini 6, 16149 Genova, (IT)
- 9) ISMAR CNR, Sede di Trieste, AREA Science Park ed. Q2, SS 14 km 163.5, Basovizza, 34149 Trieste (IT)
- 10) OGS, Borgo Grotta Gigante 42/C, 34010 Sgonico Trieste (IT)
- 11) CLU srl, Via Togliatti 17/c Castelfranco Emilia, Modena (IT)
- 12) ISMAR CNR, Via Pola 4, 71010 Lesina (IT)
- 13) ISMAR CNR, Largo Fiera della Pesca, 60125 Ancona (IT)
- 14) IREA CNR, Sede di Milano, Via Bassini 15, 20133 Milano (IT)

*Corresponding author: caterina.bergami@ismar.cnr.it

SUMMARY

The Italian Fixed-point Observatory Network (IFON) integrates well-established ocean infrastructures managed by various national research institutions (CNR, OGS, and ENEA). The implementation of this network was one of the aim of the SP5-WP3 of the Flagship Project RITMARE. In the first four years of the project, the state of art of the 15 operative sites has been completed and 2 more stations are operative from 2015-2016. For each site, the technical characteristics and methods of transmission have been described, and for some sites, several upgrades were accomplished in order to develop, integrate, and consolidate the network. Periodically, oceanographic cruises for the maintenance and implementation of the sites were carried out.

After the definition of the minimum requirements, the criteria for the validation of physical and biogeochemical data were determined. They include a selection of existing rules, procedures and recommendations on automatic data Quality Control (QC), and their validation in Near Real Time (NRT). These procedures are intended to unify the validation criteria of the parameters collected daily from the network and to provide the scientific community with a homogeneous and comparable set of data of the Italian seas.

Within the WP3, a relocatable observing system for emergencies at sea was implemented. Some new instruments were bought and some others were upgraded. In addition, the IFON was enriched with an air-sea observatory in Lampedusa Island with a new buoy deployed during summer 2015.

Keywords: Marine observation sites, Meteo-marine monitoring, Oceanography, Integrated network of Stations, Project RITMARE

Sommario

1 - INTRODUZIONE	5
2 - IL PROGETTO RITMARE	6
3 - LA RETE IFON	7
3.1 - Boa meteo-oceanografica MAMBO	10
3.2 - Meda PALOMA	11
3.3 - Piattaforma Oceanografica Acqua Alta	12
3.4 - Meda S1-GB (già Boa meteo-oceanografica S1)	13
3.5 - Boa Meteo-oceanografica E1	15
3.6 - Meda TeleSenigallia	17
3.7 - Meda Gargano	18
3.8 - Osservatorio E2M3A	19
3.9 - Sistema osservativo del cascading di NAdDW in Adriatico Meridionale (Mooring BB e DD)	22
3.10 - Piattaforma Kobold, Meda di Sciacca e Meda Lampedusa	24
3.11 - Mooring sommersi nei Canali di Corsica (COR) e di Sicilia (C01 e C02) e il sistema profilante "Yo-Yo"	27
3.12 - Osservatorio Marino d'Altura W1-M3A (ODAS Italia 1)	30
4 - IL SISTEMA DEI SITI RILOCABILI	32
5 - QUALITY ASSURANCE / QUALITY CONTROL (QA/QC)	33
6 - SITI OSSERVATIVI FISSI ISMAR "ADRIATICO": UN'ESPERIENZA DI INTEGRAZIONE	34
7 - IL DATABASE IFON RITMARE-SP5	35
8 - COLLABORAZIONE SP5-SP7 VERSO UN SISTEMA INTEGRATO DI DATI INTEROPERABILI E DIFFUSI	37
9 - OPEN ACCESS, DATA POLICY E DOI	39
10 - CONTATTI CON ALTRE RETI	40
11 - CONCLUSIONI: PROSPETTIVE FUTURE PER LA RETE IFON	42
12 - BIBLIOGRAFIA	44
13 - ACRONIMI	47
14 - RINGRAZIAMENTI	49

1 - INTRODUZIONE

La gestione dell'ambiente e delle risorse marine, e in particolare delle zone costiere, sia in ambito nazionale sia per quanto richiesto dalle Direttive Europee (e.g: Marine Strategy Framework Directive (MSFD), Water Framework Directive, Habitats and Birds Directives), necessita di una base scientifica sempre più avanzata e multidisciplinare. Ogni intervento sull'ambiente marino (costruzione di porti, posa di cavi, difese costiere, impianti *off-shore*, condotte, fognature, etc...) richiede il riscontro di quanto le attività antropiche possano avere impatti su habitat ritenuti prioritari. Le Direttive, di fatto, impongono un sistema di gestione e protezione dell'ambiente marino, che va osservato e tutelato.

Uno degli obiettivi del progetto RITMARE (Progetto Bandiera italiano per il quinquennio 2012-2016) è l'implementazione di strumenti di conoscenza per una corretta applicazione della MSFD e quindi la capacità di garantire una corretta valutazione del "*Good Environmental Status*", proponendo allo stesso tempo soluzioni metodologiche e tecnologiche tali da rispondere alle necessità di sviluppo produttivo e di sostenibilità ambientale.

Oggi esistono in Italia sistemi di osservazione, in situ e da remoto, in gran parte indipendenti, i cui singoli elementi sono spesso parte di reti osservative a livello europeo sviluppate per soddisfare le esigenze di particolari discipline e/o di specifici utenti finali. La complessità dei processi naturali e antropici che avvengono nell'ambiente marino e dei problemi di gestione che ne derivano, nonché l'elevata competizione a livello europeo sui progetti comunitari, richiedono oggi una visione più completa e integrata dei sistemi osservativi nazionali e una loro più efficiente gestione. Perché possa essere riconosciuto all'Italia un ruolo strategico a livello europeo, è prioritario passare dai sistemi osservativi esistenti, intesi come singole piattaforme autonome con differenti protocolli di misura e gestione, al concetto di 'reti integrate'.

Le serie di dati ad alta risoluzione temporale provenienti da siti di monitoraggio fissi sono indispensabili in aree off-shore, in assenza di osservatori cablati, nonché nelle zone costiere caratterizzate da maggiore variabilità di breve termine. Allo stato attuale, la Rete Italiana di siti fissi per l'osservazione del mare (IFON) si compone di diverse piattaforme fisse in grado di trasmettere i dati acquisiti in tempo quasi reale: la boa meteo-oceanografica MAMBO e la meda elastica PALOMA nel Golfo di Trieste, la Piattaforma ACQUA ALTA, la Meda S1-GB, la boa E1 e la meda elastica TeleSenigallia nell'Adriatico centro-settentrionale, la meda Gargano e il sito E2M3A nell'Adriatico meridionale, il sistema YO-YO e la meda LAMPEDUSA nel Canale di Sicilia, la piattaforma KOBOLD nello stretto di Messina, l'osservatorio W1M3A nel Mar Ligure. A questi 11 siti si aggiungono 4 mooring di profondità (BB e DD nell'adriatico meridionale, C01 nel canale di Sicilia e COR nel canale di Corsica) automatici e autonomi nell'acquisizione e con dati disponibili in *delay mode*. Questi siti garantiscono l'osservazione degli ambienti costieri, di mare aperto e profondi, per un certo numero di variabili inserite nelle Essential Ocean Variables (EOV).

Il sottoprogetto SP5 di RITMARE con il suo *Work Package* WP3 ha avuto l'obiettivo di rafforzare e accreditare il sistema osservativo italiano dei siti fissi per l'osservazione del mare, integrando, per quanto possibile, le varie componenti scientifiche coinvolte nella gestione dei siti, al fine di creare un'infrastruttura nazionale all'avanguardia, omogenea e distribuita per il monitoraggio delle aree costiere e di mare aperto.

Il progetto RITMARE si integra con e supporta l'attività di progetti nazionali ed europei che si basano sui sistemi fissi di osservazione del mare e si basa sull'attività di ricercatori, tecnologi e tecnici che da anni gestiscono e mantengono operative le stazioni di monitoraggio.

2 - IL PROGETTO RITMARE

RITMARE è uno dei Progetti Bandiera italiani, per il quinquennio 2012-2016, del Programma Nazionale della Ricerca, finanziato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca). Il progetto RITMARE, coordinato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), riunisce in uno sforzo integrato la comunità scientifica italiana coinvolta in attività di ricerca su temi marini e marittimi. L'obiettivo del progetto è rafforzare la capacità dell'Italia di far fronte alle sfide della globalizzazione e della competitività, al cambiamento climatico, al degrado dell'ambiente marino, alla sicurezza marittima nonché alla sicurezza e alla sostenibilità dell'approvvigionamento energetico (per maggiori dettagli si rimanda al sito web del progetto: www.ritmare.it).

Il progetto si articola in sette sotto progetti, sulla base delle tematiche di ricerca affrontate, tra cui il sotto progetto [SP5: Sistema Osservativo dell'Ambiente Marino Mediterraneo](http://www.ritmare.it/articolazione/sottoprogetto-5). Gli obiettivi di SP5 sono lo sviluppo di un sistema osservativo costituito da una rete integrata di siti fissi in aree-chiave del Mediterraneo, di tecniche di osservazione remota, di messa a sistema delle attuali capacità osservative ed operazionali, e di strumenti che permettono osservazioni e misure sui fondali o nella colonna d'acqua fino alle massime profondità del Mediterraneo (<http://www.ritmare.it/articolazione/sottoprogetto-5>).

SP5 è strutturato in 5 azioni definite come Work Package (WP) ognuno con una specifica attività:

- WP1 Design di osservatori integrati multi-piattaforme ed interdisciplinari formati da reti di osservazione, stazioni fisse e mobili, navi di opportunità
- WP2 Sistemi osservativi basati su dati telerilevati
- **WP3 Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare**
- WP4 Sistemi di previsioni marine
- WP5 Strumenti autonomi

Questo documento sintetizza le attività svolte nei 4 anni del progetto RITMARE (2012-2016) all'interno del WP3-SP5 ed è pertanto descrittivo della Rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare - IFON.

3 - LA RETE IFON

La necessità della messa in rete delle 17 infrastrutture costiere e di mare aperto che oggi fanno parte della rete IFON (Italian Fixed-point Observatory Network), nasce dall'esigenza di creare, a livello nazionale, un sistema distribuito di monitoraggio multidisciplinare e a elevata risoluzione temporale delle coste e degli ambienti di mare profondo.

I dati acquisiti dalla rete, che sono alla base di numerose attività di ricerca, rappresentano uno strumento unico di monitoraggio meteo-marino nazionale in tempo reale.

In mappa (Figura 1) è riportata l'ubicazione dei 17 siti appartenenti alla rete IFON, con indicazione dei tipi di struttura di monitoraggio (Boe, piattaforme, mede, mooring, sistemi profilanti).

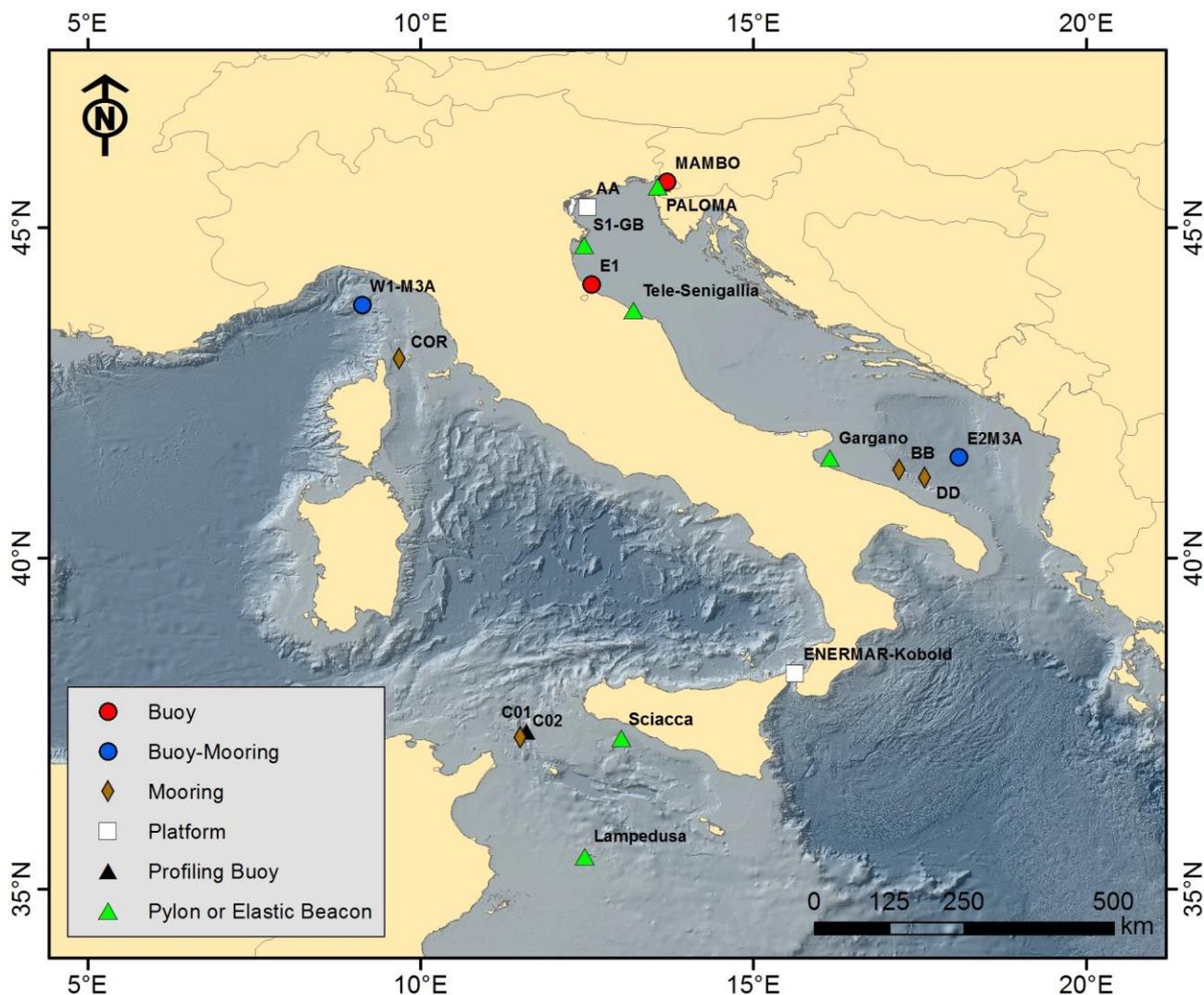


Figura 1. Mappa dei siti della rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare (IFON). La batimetria alla base dell'elaborato proviene dal portale EMODnet-Hydrography <http://www.emodnet-hydrography.eu/>, la mappa è stata realizzata da Valentina Grande (ISMAR-Bologna).

Nella Tabella 1 sono riportate le principali caratteristiche dei 17 siti che compongono la rete e i parametri misurati da ognuno di essi. Nei paragrafi successivi (3.1 – 3.12) verranno descritte nel dettaglio le caratteristiche di ogni stazione e le implementazioni effettuate durante il progetto bandiera RITMARE (periodo 2012-2016). Si veda anche Ravaioli et al. (2016).

Nome del sito	Immagine	Inizio dati	Latitudine [dd.xx]	Longitudine [dd.xx]	Parametri misurati ¹	Dati in NRT
MAMBO Boa meteo oceanografica		1999	45.70	13.70	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, TEMP, PSAL, CNDC, DOXY, ALKY, PCO2, TSED, VSRW, CPWC	Si
PALOMA Meda		2008	45.2	13.56	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, ACO2, TEMP, PSAL, CNDC, DOXY, PCO2, ALKY, NTRI, AMON, NTRA, SLCA, PHOS, DOCC, VATX, PYTT	Si
Acqua Alta piattaforma oceanografica		1992	45.31	12.51	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, SAOT, SWLR, ATDP, TEMP, PSAL, SIGT, DOXY, PREX, PCO2, TDIN, WVST, ASLV, HEAV, GWDR, CPWC, NTRI, AMON, NTRA, SLCA, PHOS, CING, CORG, NTOT, ZATX, PATX, CATX, AATX, VATX, PYTT, CYEU, WCPH, FATX	Si
S1-GB Meda		2004	44.74	12.46	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, TEMP, PSAL, CNDC, SIGT, DOXY, ALKY, CPWC, HMSB, OPBS, RFVL, ASLV, HEAV, WVST	Si
E1 Boa meteo oceanografica		2006	44.14	12.57	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, EWSB, TEMP, PSAL, CNDC, SIGT, DOXY, CPWC, HMSB, OPBS, RFVL	Si
Tele-Senigallia Meda		2006	43.75	13.20	CDTA, CHUM, EWSB, TEMP, PSAL, CNDC, SIGT, DOXY, RFVL, ASLV, OPBS, CPWC	Si
GARGANO Meda		2012	41.52	16.15	CAPH, CDTA, CHUM, EWSB, CSLR, TEMP, PSAL, CNDC, SIGT, DOXY, RFVL, ASLV, OPBS, CPWC, HMSB, EXUV	Si
E2M3A Osservatorio		2006	41.53	18.09	CAPH, CDTA, CHUM, EWSB, CSLR, OPBS, LWRD, TEMP, PSAL, CNDC, SIGT, DOXY, PCO2, ATTN, LERR	Si

¹ I codici dei parametri riportati in tabella sono in accordo con il BODC Parameter Usage Vocabulary; SeaDataNet, http://seadatanet.maris2.nl/v_bodc_vocab_v2/search.asp?lib=P01. In grassetto i parametri atmosferici.

Nome del sito	Immagine	Inizio dati	Latitudine [dd.xx]	Longitudine [dd.xx]	Parametri misurati ¹	Dati in NRT
BB Mooring		2010	41.34	17.19	TEMP, PSAL, SIGT, SVEL, PREX, OPBS, RFVL, MSFX, TCFX, LIFX, IRFX	No
DD Mooring		2009	41.22	17.58	TEMP, PSAL, SIGT, SVEL, PREX, OPBS, RFVL, MSFX, TCFX, LIFX, IRFX	No
Kobold Piattaforma		2008	38.26	15.63	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, TEMP, RFVL, LRZA, OMET, UVRD	Si
Lampedusa Meda		2015	35.49	12.47	CAPH, CDTA, CHUM, CSLR, LWRD, RWLR, ERWD, ERWS, TEMP, PSAL, IRRUP, DWIR, IRRDE, R490PP, RWLR, RXUU	Si
YO-YO Sistema di Boe profilanti		2014	37.38	11.59	TEMP, PSAL, RFVL	Si
C02 Mooring		1993	37.29	11.5	TEMP, PSAL, RFVL	No
CORS01 Mooring		1985	43.02	9.68	TEMP, PSAL, DOXY, RFVL	No
W1M3A Osservatorio Multidisciplinare		2000	43.83	9.12	CDTA, CHUM, EWSB, CSLR, LWRD, CPRP, TEMP, CNDC, DOXY, PCO2, WVST, NOYS, NTRI	Si

Tabella 1. Caratteristiche dei siti della rete IFON e parametri misurati (modificata da Ravaioli et al. 2016)

3.1 - Boa meteo-oceanografica MAMBO

La boa meteo-oceanografica “MAMBO” (Monitoraggio AMBIentale Operativo), situata nel Golfo di Trieste, è la prima stazione meteo-marina costiera installata su boa nell’Adriatico settentrionale in grado di misurare e trasmettere in tempo reale dati relativi ai principali parametri meteorologici ed oceanografici acquisiti. La boa meteo-oceanografica MAMBO è parte integrante dell’Osservatorio marino costiero Golfo di Trieste che comprende anche un sito di campionamento mensile per la determinazione di parametri fisici, chimici e biologici relativi alla colonna d’acqua.

La stazione, operativa dalla fine del 1998, è posizionata alle coordinate: Lat. 45°41.86' N, Lon. 13°42.50' E ed è ancorata su un fondale di 17 m a circa 300 m dalla costa, sul confine dell’Area Marina Protetta “Riserva Naturale Marina di Miramare” (Figura 2).



Figura 2. Ubicazione del sito ² e schema originale della boa meteo-oceanografica MAMBO

Il modello dello scafo (in acciaio marino 316), il sistema di alimentazione basato su pannelli solari ed il *controller* di bordo, nonché il sistema di cablatura e lo schema di ancoraggio sono stati sviluppati, con tecnologia proprietaria, da OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale).

La boa MAMBO è dotata di una stazione meteorologica superficiale e da più livelli di sensori per misure fisiche e chimiche sulla colonna d’acqua. I dati vengono acquisiti dal sistema con cadenza bi-oraria, sono trasmessi in tempo reale mediante modem GSM e archiviati presso il National Oceanographic Data Centre (NODC-OGS) di Trieste. I dati acquisiti sono visibili alla pagina web: <http://nettuno.ogs.trieste.it/mambo/> e per la parte meteo anche presso il portale dell’iniziativa europea EMODnet Physical Parameters: <http://www.emodnet-physics.eu>.

Dal 1998 la configurazione della boa ha subito diverse modifiche con implementazione della strumentazione in dotazione grazie al contributo di diversi progetti internazionali (JERICO-FP7 ed EUROSITES-FP7). Negli anni 2013 – 2016 sono stati aggiunti al sistema sensori per la determinazione della pCO₂ in acqua e nuovi sensori per la determinazione del pH alla profondità di 1 m. Ciò è stato possibile grazie allo stanziamento di fondi OGS e al progetto Premiale Acid.It (2014 – 2016). Dopo un periodo di manutenzione e di interruzione delle attività nel 2014, la strumentazione della boa MAMBO è stata ripristinata e da Aprile 2015 il sistema è operativo.

La boa MAMBO è parte integrante dell’Osservatorio marino costiero Golfo di Trieste che comprende anche un sito di ricerche ecologiche a lungo termine inserito nella rete nazionale LTER (Long Term Ecological Research; Bertoni, 2012) e la rete di Radar HF per la rilevazione delle correnti superficiali. I sensori per la temperatura, la conducibilità ed il pH vengono regolarmente tarati presso il Centro di Taratura di OGS (OGS-CTO) secondo procedure sviluppate dal CTO, in linea con protocolli standard

² Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

internazionali, per garantire la massima qualità dei dati. Nel sito di campionamento, mensilmente, vengono raccolti campioni per le analisi chimiche e biologiche, questi sono utilizzati anche per validare i dati di Ossigeno, pH e Clorofilla *a* acquisiti in continuo dalla stazione MAMBO.

La disponibilità di dati idrologici in continuo e la recente implementazione del sistema con sensori per la rilevazione di parametri chimici e biologici quali la concentrazione di anidride carbonica (CO₂) e il pH per la stima del sistema carbonatico marino, la concentrazione di ossigeno disciolto e la fluorescenza consentono la comprensione di processi a breve scala temporale quali la formazione di acque dense e lo sviluppo di fioriture algali non riconoscibili mediante campionamenti discreti nel tempo.

3.2 - Meda PALOMA

La meda PALOMA (Piattaforma Avanzata Laboratorio Oceanografico Mare Adriatico), è situata al centro del Golfo di Trieste, su un fondale di 25 m, tra le località costiere di Pirano (Slovenia) e Grado (Figura 3). Distante dalla costa triestina circa 8 miglia nautiche, fu installata dall' istituto ISMAR-TS nel luglio del 2002, e da allora fornisce dati meteomarini raccolti ogni 5 minuti e trasmessi a terra ogni 3 ore. I dati acquisiti sono pubblicati alla pagina web: <http://www.ts.ismar.cnr.it/node/84>. I parametri meteorologici, misurati a 10 m sul l.m.m., includono la temperatura, l'umidità, la pressione, le precipitazioni, la direzione ed intensità del vento e la radiazione solare. L'attività osservativa è inquadrata nell'ambito di una collaborazione scientifica tra la Protezione Civile e l'OSMER-ARPA Friuli Venezia Giulia che curano la stazione meteomarina e la trasmissione dati, e ISMAR-TS che è proprietario della struttura e ne gestisce le misure marine.



Figura 3. Ubicazione del sito PALOMA nel Golfo di Trieste³ e configurazione attuale della meda elastica PALOMA

Nel corso degli anni la dotazione strumentale del sistema è stata ampliata con l'aggiunta di misure di temperatura lungo la colonna d'acqua a 3, 15 e 24 m di profondità e la diffusione dei dati acquisiti al database *MyOcean*, tramite la collaborazione con HCMR (progetto JERICO-FP7) di Atene, che ne ha curato il QA/QC in NRT.

Dal gennaio 2008 il sito viene visitato con cadenza mensile per la raccolta di campioni d'acqua a 4 diverse profondità e per l'acquisizione di profili con sonda multiparametrica dei principali parametri

³ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

fisici. I parametri chimici misurati e gli studi ad essi connessi (Cantoni et al., 2012) hanno dimostrato l'importanza e l'utilità di questo sito osservativo per lo studio dei flussi aria-mare di anidride carbonica (CO₂) ed il loro effetto sul pH e sulla composizione chimica marina, nel processo noto come "ocean acidification". Queste misure discrete hanno posto le basi per l'implementazione, tutt'ora in atto, della strumentazione presente sulla meda, volta all'acquisizione di misure in continuo dei parametri necessari allo studio del processo di acidificazione. Lavori di potenziamento iniziati nel 2012 (finanziamento straordinario USPO) hanno portato all'installazione di un nuovo sistema di alimentazione, capace di sostenere i consumi elevati di strumentazione specifica per lo studio del sistema carbonatico e degli scambi aria-mare di CO₂. Sono stati installati, alla profondità di 3 m un sensore per misure automatiche ad elevata precisione di CO₂ in ambiente marino e una sonda multiparametrica per misure di temperatura, salinità e pressione (SBE 37).

Il progetto RITMARE ha reso possibile la prosecuzione del potenziamento del sistema con l'ideazione e realizzazione di una stazione per misure di concentrazione di CO₂ in atmosfera, essenziale per un calcolo più accurato dei flussi aria-mare di CO₂. I parametri marini misurati sono stati implementati con l'aggiunta di misure di ossigeno disciolto a 3 m di profondità e sonde di temperatura di classe oceanografica a 15 m e 24 m (Cantoni et al., 2016).

L'installazione della nuova strumentazione ha reso necessario l'adeguamento del sistema di trasmissione dati da remoto, non più gestibile unicamente dal *datalogger* già in funzione. A questo sistema è stata affiancata una nuova centralina capace di acquisire sia i valori di concentrazione di CO₂ atmosferica che i dati di temperatura, salinità, pressione, ossigeno disciolto della strumentazione marina. I dati, acquisiti con cadenze variabili da 15 minuti a 2 ore, vengono trasmessi in NRT ad un *server* dedicato presso la sede di ISMAR-TS. I sensori vengono controllati e calibrati regolarmente con l'invio presso la ditta costruttrice o centro di taratura a cadenza annuale.

La meda PALOMA è parte della rete osservativa del progetto JERICO-FP7 e JERICO-NEXT H2020, nel cui ambito fornisce i dati disponibili in tempo reale al database *MyOcean*, ed è inserita nella rete internazionale di monitoraggio dell'*Ocean Acidification* (GOA-ON).

3.3 - Piattaforma Oceanografica Acqua Alta

La piattaforma Oceanografica "Acqua Alta" è stata installata nel 1970 a circa 10 miglia nautiche dal Lido di Venezia, alle coordinate: Lat. 45° 18.830' N, Lon. 12° 30.530' E (Figura 4). Acqua Alta è una delle poche piattaforme in ambito europeo (unica in Italia), dedicata esclusivamente alla ricerca oceanografica. Le sue caratteristiche di resistenza in mare aperto permettono di raccogliere dati anche nelle condizioni più avverse con un elevato grado di affidabilità e sicurezza.

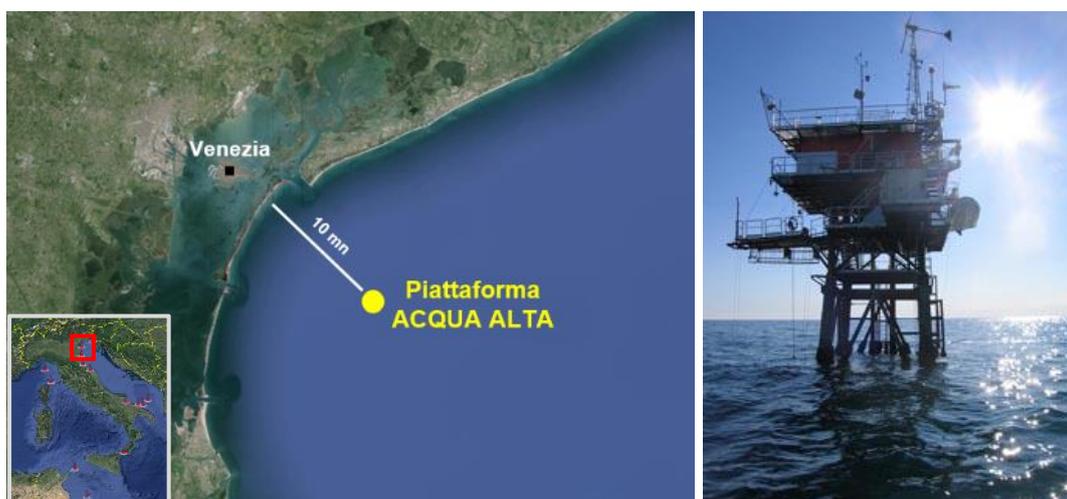


Figura 4. Ubicazione del sito Acqua Alta nel golfo di Venezia⁴, piattaforma Acqua Alta

⁴ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

La piattaforma ha tre piani di lavoro più una terrazza a 12 m sul l.m.m. La struttura è autonoma energeticamente essendo dotata di più sistemi di alimentazione: pannelli solari, generatori eolici e generatori diesel comandabili da remoto. Queste dotazioni consentono di raccogliere dati ad alta frequenza temporale e continuativi nel tempo, anche in condizioni di scarso irraggiamento solare. La struttura ha la possibilità di ospitare al suo interno 5 unità di personale, permettendo così lo svolgimento di esperimenti *off-shore*, in autonomia e per più giorni consecutivi. La sensoristica meteo-marina installata sulla stazione è stata recentemente rinnovata e comprende: stazioni meteorologiche, sistemi ADCP per misure di corrente e onde, sonde multiparametriche su più livelli oltre a strumentazione per investigazioni specifiche (Sistemi *remote sensing*, bio-ottici e di deposizione atmosferica). Il sito Acqua Alta è parte della rete nazionale LTER (Long Term Ecological Research; Bertoni, 2012).

I dati registrati dal sistema, mediamente ogni 30 minuti, sono inviati a terra tramite collegamento *wireless* a banda larga e collezionati presso il centro dati di ISMAR-VE.

I dati acquisiti dal sistema vengono pubblicati in NRT sul web alla pagina: <http://www.ismar.cnr.it/infrastrutture/piattaforma-acqua-alta>.

I parametri meteorologici, misurati a 15 m sul l.m.m., sono temperatura dell'aria, umidità, pressione, direzione e velocità del vento, precipitazioni e radiazione solare. La stazione è dotata di tre livelli di sensori oceanografici posti a 1.6 m (livello superficiale), 6 m (livello intermedio) e 14 m (livello di fondo) di profondità. I livelli comprendono sensori di ossigeno disciolto ottici e sonde CTD (che misurano salinità e temperatura). Dal 2008 è attivo un correntometro-ondometro ADCP (*Nortek AWAC*) per la misura delle correnti su 15 livelli e del moto ondoso. Due webcam subacquee ad alta risoluzione sono state installate a due diverse quote di profondità (3 e 15 m) lungo le strutture portanti sommerse della piattaforma. Questa implementazione permette l'osservazione continua nel tempo dei popolamenti ittici presenti nei pressi della stazione, con un grado d'invasività estremamente ridotto. Lo studio delle immagini acquisite rende possibile un'analisi a lungo termine dell'evoluzione dei popolamenti. Questa attività di osservazione in NRT è estremamente utile anche per il monitoraggio e le attività di "*early warning*" di fenomeni critici quali: comparse di macro-aggregati mucillaginosi e sciamature di meduse. Le immagini acquisite della camere vengono pubblicate in NRT alla pagina web dell'Istituto ISMAR: <http://www.ismar.cnr.it/infrastrutture/piattaforma-acqua-alta/webcam>. E' in corso di avvio un'attività di *Citizen Science* basata sulle osservazioni delle immagini pubblicate nel sito web effettuate da volontari.

Dal 2011 il sito viene visitato con cadenza mensile per la raccolta di campioni d'acqua a due diverse profondità per analisi della componente planctonica e del particolato sospeso (relative ai livelli di sensori superficiale e profondo) e per l'acquisizione di profili con sonda multiparametrica CTD a comparazione dei dati acquisiti dalla stazione.

3.4 - Meda S1-GB (già Boa meteo-oceanografica S1)

La boa meteo-oceanografica S1 è stata posizionata da ISMAR-BO per la prima volta nel corso del 2003, nel sito di studio S1, a circa 4 miglia nautiche a Sud della foce di Po di Goro (Delta del fiume Po - Adriatico Settentrionale), su di un fondale di 22.5 m. Dopo un periodo di test di due mesi nel 2003, la boa S1 è stata posizionata in maniera definitiva a marzo 2004, alle coordinate: Lat. 44° 44.4' N, Lon. 12 27.3' E (Figura 5).

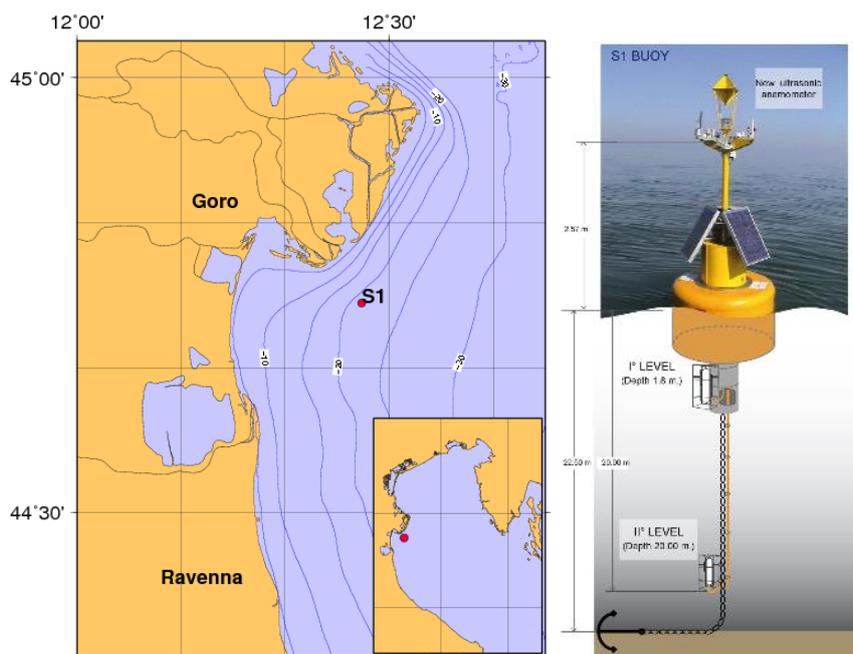


Figura 5. Ubicazione del sito di monitoraggio S1 a sud del delta del Po⁵, configurazione della stazione S1 fino a agosto 2015

Da allora il sistema fornisce dati meteo-marini in NRT ogni 30 minuti, inviati a terra ogni ora (tramite collegamento Internet) e archiviati nel database S1 MySQL presso il centro di calcolo di ISMAR-BO. I dati acquisiti sono visualizzati sul web alla pagina: http://s1.bo.ismar.cnr.it/perl/s1_home.pl.

Il sistema, già dalla sua prima messa a mare, era dotato di *datalogger* indipendente, sistema di comunicazione dati GSM, GPS, sistema di alimentazione a pannelli fotovoltaici, stazione meteorologica con sensori di temperatura dell'aria, umidità, pressione, radiazione solare, direzione e intensità del vento e un livello oceanografico (superficiale) posto a 1.8 m di profondità, con sensori di ossigeno disciolto, salinità, temperatura, pressione, pH, torbidità, fluorescenza, direzione e intensità delle correnti.

A giugno 2006 la stazione è stata implementata con un secondo livello oceanografico (profondo), posto a 18 m di profondità, con sensori di ossigeno disciolto, salinità e temperatura (Configurazione di Figura 5).

⁵ Mappa prodotta con software GMT (General Mapping Tool)

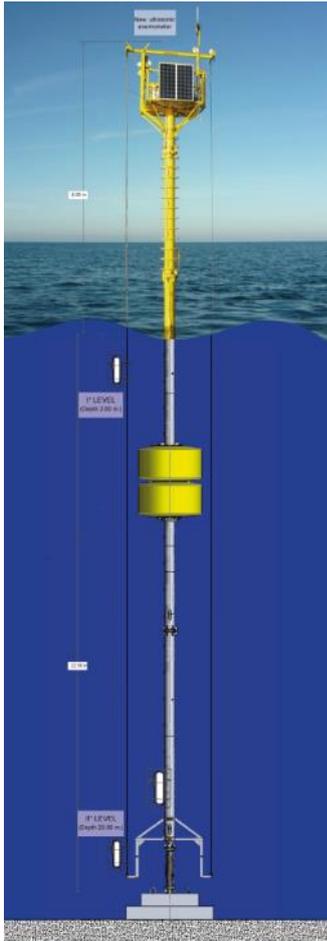


Figura 6. Configurazione della meda S1-GB

Da giugno 2006 la stazione viene visitata semestralmente, durante campagne oceanografiche con mezzi navali CNR, per effettuare campionamenti del fondo mare, al fine di studiare nel sito gli scambi biogeochimici nell'interfaccia acqua sedimento e le interazioni tra il fiume Po e l'Adriatico (Bortoluzzi et al, 2006, Braga et al., 2016). Nel corso degli anni 2007-2011 la stazione è stata mantenuta operativa e si è provveduto a calibrarne periodicamente i sensori. Nel 2012, grazie ai progetti RITMARE, JERICO-FP7 e al supporto di USPO è stata implementata la dotazione strumentale del livello oceanografico superficiale della stazione con l'aggiunta di sensori ottici di Clorofilla *a*, CDOM e torbidità. Inoltre sono stati sostituiti i sensori di ossigeno disciolto a membrana (*SBE 43*) con sensori ottici (*SBE 63*) ed il sensore di vento a palette con sensore ultrasonico. Da novembre 2012 il sito viene visitato regolarmente con cadenza bimestrale per la raccolta dati per validare la sensoristica installata sulla stazione ed individuare eventuali anomalie strumentali.

Nel corso del 2015, grazie al progetto RITMARE è stato possibile potenziare ulteriormente la stazione S1, il sistema semi-mobile a boa galleggiante e catena strumentata presente nel sito dal 2004 (Figura 5), è stato sostituito con una stazione fissa a Meda elastica (Figura 6). La stazione è stata rinominata da Boa S1 a MEDA S1-GB.

La stazione S1-GB ha partecipato e partecipa all'attività di numerosi progetti di ricerca tecnologica e scientifica europei e nazionali tra cui JERICO-FP7, JERICO-NEXT H2020, *MyOcean 1* e 2, EMODnet Chemistry ed è inoltre parte del sito "Alto Adriatico" della rete nazionale LTER (Bertoni, 2012).

3.5 - Boa Meteo-oceanografica E1

La boa meteo-oceanografica E1 è situata nell'Adriatico Settentrionale, a circa 4 miglia nautiche a Nord della città di Rimini, il sistema è ancorato al fondo mare mediante catena e corpo morto su di un fondale di 10.5 m. La stazione è stata posizionata da ISMAR-BO per la prima volta nell'agosto del 2006, alle coordinate: Lat. 44 08.5' N, Lon. 12 34.2' E (Figura 7).

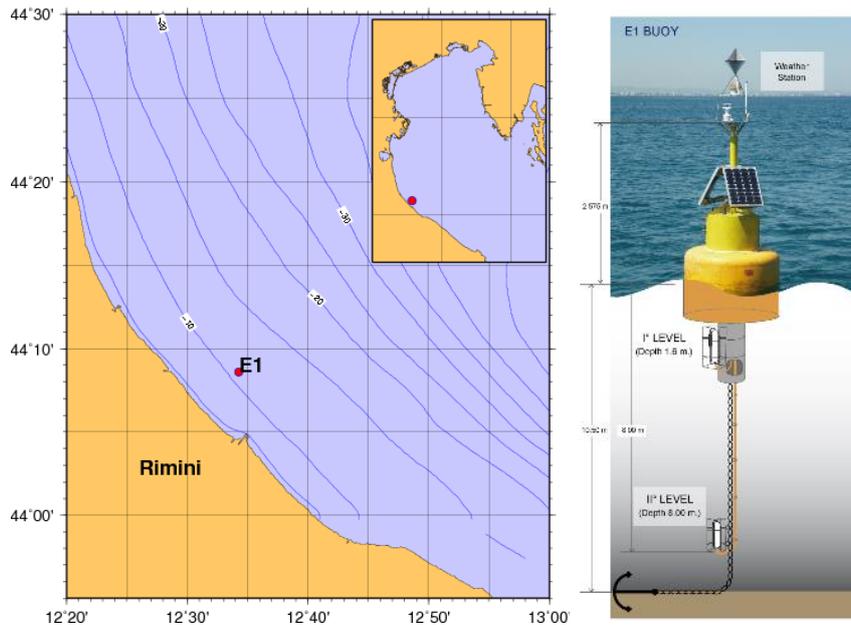


Figura 7. Ubicazione del sito di monitoraggio E1 lungo la costa Romagnola⁶, configurazione della stazione E1

Il sistema E1 è nato come stazione automatica per il monitoraggio degli eventi anossici ed ipossici nell'area costiera Romagnola, all'interno del progetto LIFE+ Environment EMMA, al termine del progetto il sistema è stato mantenuto attivo e implementato nel tempo.

Il sistema registra dati ogni 30 minuti, questi sono inviati a terra ogni ora tramite collegamento Internet e archiviati nel database E1 MySQL presso il centro di calcolo di ISMAR-BO.

I dati acquisiti sono pubblicati in NRT alla pagina web: http://e1.bo.ismar.cnr.it/perl/e1_home.pl.

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 oceanografici, misurati su due livelli di sensori installati alle profondità di 1.6 m (livello superficiale) e 8 m (livello profondo). Entrambi i livelli comprendono una sonda CTD (*SBE 37*) che misura salinità e temperatura del mare e un sensore di ossigeno disciolto. Inoltre nel livello superficiale sono presenti un correntometro *Doppler* e sensori ottici di nitrati, Clorofilla *a*, CDOM e torbidità.

Dalla sua prima installazione nell'agosto 2006, la stazione viene visitata semestralmente, durante campagne oceanografiche CNR, per effettuare campionamenti del fondo mare, al fine di studiare nel sito gli scambi biogeochimici all'interfaccia acqua-sedimento e gli apporti stagionali di sedimento provenienti dal fiume Po e dai fiumi secondari.

Ad agosto 2012, grazie ad una collaborazione tra ISMAR-BO, il laboratorio AMBIMAT-CNR Proambiente ed il gruppo GOS di ISAC Roma la stazione è stata implementata con l'aggiunta (nel livello superficiale), di sensori ottici per la misura di Clorofilla *a*, CDOM e torbidità; questa attività è stata programmata per implementare e migliorare gli algoritmi di conversione dei dati da satellite di *Ocean Colour* (Bohm et al., 2016).

Sempre nell'agosto del 2012 il primo livello è stato implementato con sensore di ossigeno disciolto ottico *SBE 63* a sostituzione del sensore a membrana *SBE 43*.

Da settembre 2012, grazie al supporto di USPO-CNR, il sito viene visitato con cadenza trimestrale per la raccolta di campioni d'acqua a 2 diverse profondità (relative ai due livelli di sensori) e per l'acquisizione di profili con sonda multiparametrica CTD. Tale attività è stata programmata per validare i dati di Temperatura, Salinità, Ossigeno e Clorofilla *a* acquisiti dalla stazione ed individuare eventuali anomalie strumentali.

⁶ Mappa prodotta con software GMT (General Mapping Tool)

Nel 2015 la stazione è stata implementata con un sensore ottico di nitrati sul livello superficiale, e nel 2016 è stato ripristinato il livello profondo con nuovo sensore di ossigeno ottico.

La stazione E1 ha partecipato e partecipa all'attività di numerosi progetti di ricerca tecnologica e scientifica europei e nazionali: EMMA LIFE+, JERICO-FP7, MyOcean 1 e 2, EMODnet Chemistry ed è inoltre parte del sito "Alto Adriatico" della rete nazionale LTER (Bertoni, 2012).

3.6 - Meda TeleSenigallia

Nel luglio 1988, a circa 1.2 miglia nautiche dalla costa marchigiana (coordinate: Lat 43°.75 N, Lon 13°.20 E, figura 8), nei pressi della città di Senigallia, è stato posizionato un pilone con fanale segnaletico su un fondale di circa 12 m, per segnalare la presenza di una zona di ripopolamento ittico. Dal 1988, anche se sporadicamente, un correntometro ed un ondometro sono stati installati nei pressi del pilone (circa 30-40 m). Nel Dicembre 2000 una centralina dati e relativi sensori sono stati installati sul pilone per misurare e registrare autonomamente parametri meteo-oceanografici: velocità e direzione del vento, temperatura atmosferica, temperatura acqua, livello marino, corrente marina.



Figura 8. Ubicazione della del sito TeleSenigallia lungo la costa Marchigiana⁷, Meda TeleSenigallia

Dal luglio 2006 un modulo di comunicazione per la rete di telefonia mobile GSM è stato collegato alla centralina. Da Febbraio 2007 i dati sono pubblicati in NRT in un sito web dedicato: <http://rmm.an.ismar.cnr.it>.

Dopo ripetuti danneggiamenti della strumentazione in mare, si è ritenuto opportuno sostituire alcuni sensori marini ed implementare apposite protezioni al sistema. Da Ottobre 2012 è operativo un nuovo *datalogger* (*CR1000 campbell scientific*) che completa il sistema informativo della rete meteo-marina gestita da ISMAR-AN. I dati meteo-marini acquisiti sono: velocità e direzione del vento (anemometro a ultrasuoni), temperatura dell'aria, temperatura dell'acqua e livello marino. I dati vengono inviati alla centrale di controllo ogni 10 minuti, elaborati e successivamente visualizzati nel sito web. Nell'ambito dei progetti JERICO-FP7 e *MyOcean*, da gennaio 2013, i dati vengono sottoposti a controlli di qualità NRT, trasformati in formato *NetCDF* e pubblicati nei server del programma internazionale *OceanSITES*.

Nell'ambito del progetto RITMARE, nei mesi di maggio-giugno 2015 sono stati sostituiti il palo superiore e la torretta per l'alloggiamento del sistema di acquisizione dati (Figura 8). Sono stati aggiunti inoltre dei nuovi sensori e la configurazione attuale dei parametri meteo-marini acquisiti è: velocità e direzione del vento (anemometro a ultrasuoni), temperatura dell'aria, umidità atmosferica,

⁷ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

temperatura dell'acqua (su 3 livelli), salinità, ossigeno disciolto, pressione-livello marino, torbidità, clorofilla *a*, CDOM, velocità e direzione della corrente lungo la colonna d'acqua (ADCP). Inoltre vengono acquisiti la tensione di carica e la temperatura del *datalogger*.

Il sito TeleSenigallia viene visitato con cadenza bimestrale e vengono effettuati campionamenti fisico-chimici della colonna d'acqua, in particolare vengono acquisite misure tramite sonda multiparametrica CTD di temperatura, salinità, densità, fluorescenza, torbidità, ossigeno disciolto e prelevati campioni di acqua per l'analisi dei nutrienti disciolti, dell'ossigeno disciolto e della concentrazione di clorofilla *a* (Marini et al. 2015, Marini et al. 2016). Il sito è parte del sito "Alto Adriatico" della rete nazionale LTER (Bertoni, 2012).

3.7 - Meda Gargano

La Meda Gargano è stata progettata nell'ambito del progetto nazionale SSD Pesca - Sistema di Supporto alla Decisioni per la gestione sostenibile della Pesca nelle regioni del mezzogiorno d'Italia - che mira allo sviluppo e implementazione di tecnologie, strumenti e sistemi per favorire una governance responsabile della pesca.

La meda è stata installata nel golfo di Manfredonia su un fondale di 17 m, a circa 12 miglia nautiche dal porto medesimo (Figura 9), alle coordinate: Lat. 41° 30.97' N, Lon. 16° 08.97' E. Il sistema è operativo dalla fine di giugno 2012 e trasmette dati ogni ora via rete mobile GPRS. I dati acquisiti dal sistema vengono pubblicati in NRT alla pagine web: <http://rmm.fg.ismar.cnr.it>.



Figura 9. Ubicazione della meda Gargano nel Golfo di Manfredonia⁸, meda Gargano e sua configurazione

La Meda elastica Gargano è una sofisticata struttura di acciaio attrezzata con strumentazioni per la ricerca scientifica marina. La struttura portante è rappresentata da un palo in acciaio alto oltre 25 m, di cui 18 m sotto il l.m.m. Il palo è ancorato sul fondo mare ad un corpo morto in cemento armato di circa 30 tonnellate.

L'allestimento dei sensori della stazione è a oggi il seguente:

- a) sensori atmosferici a circa 6 m di altezza per le misure di: velocità, raffica, direzione e intensità del vento (anemometro a ultrasuoni), temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione atmosferica, radianza solare (PAR);
- b) primo livello oceanografico a circa 2 m di profondità con sensore *SBE39* per la misura della temperatura superficiale;
- c) secondo livello oceanografico, a circa 5 m di profondità con:

⁸ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus, © 2016 Google

- sonda di classe oceanografica (*SBE-16plus V2*) fornita di sensori di temperatura, conducibilità e pressione, a cui sono stati abbinati un sensore ottico di ossigeno di ultima generazione (*SBE 63*) studiato per *long-term deployments*
- fluorimetro di ultima generazione (*WetLabs EcoTriplet*), in grado di misurare fluorescenza e *scattering* in modo combinato, per acquisire misure di clorofilla *a*, CDOM e torbidità

d) terzo livello oceanografico alla profondità di circa 17.5 m con: correntometro ADCP (*Sontek Argonaut XR*) per la misura della corrente lungo la colonna d'acqua e dotato di sensore di pressione/livello e di temperatura.

A bordo della meda è presente un *datalogger* (*CR1000, Campbell Scientific*) e un modem GPRS che invia con cadenza oraria al server remoto i dati acquisiti ogni 10 minuti.

Il sistema monitora inoltre la tensione di carica della batteria, la temperatura del *datalogger*, la presenza ed il livello del segnale GPRS.

Nell'ambito del progetto RITMARE, da giugno 2012 ISMAR-Lesina provvede alla manutenzione e aggiornamento della stazione, con particolare attenzione alla trasmissione dati in NRT e alla loro organizzazione in una banca dati, programmata secondo specifiche di QC, in collaborazione con ISMAR-Ancona. Grazie al progetto, è stato possibile sviluppare e consolidare un programma di misure in continuo e a lungo termine di variabili meteo-oceanografiche. A tal riguardo, dal 2014 ad oggi, è stato realizzato un sistema di monitoraggio integrato (sito fisso e stazioni di misura) di variabili meteorologiche, idrologiche e biogeochimiche per l'ottenimento di serie storiche validate di dati meteo marini nell'Adriatico meridionale.

3.8 - Osservatorio E2M3A

L'analisi delle proprietà termoaline e biogeochimiche a lungo termine registrate nell'Adriatico Meridionale è di fondamentale importanza per la comprensione dei complessi processi di convezione profonda. Questi dati consentono di monitorare i cambiamenti che possono essere correlati a variazioni nella circolazione generale del Mediterraneo o, su scala temporale più ampia, a variazioni climatiche nell'area.

Il campionamento ad alta frequenza per risolvere eventi e processi ad elevata variabilità e le misurazioni di lunga durata di variabili multiple correlate dalla superficie al fondo, sono funzioni espletate dall'osservatorio E2M3A, ubicato nell'area della fossa dell'Adriatico Meridionale, nel punto di coordinate Lat. 41°50.0' N, Lon. 17°45.0' E (Figura 10).



Figura 10. Ubicazione del sito E2M3A nell'Adriatico Meridionale⁹, Boa Superficiale dell'ancoraggio principale nel sistema E2M3A

⁹ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

La composizione del sito prevede sensori CT e CTD (insieme a misure di ossigeno e luce) a diverse profondità, correntometri acustici del tipo ADCP e RCM11 e una stazione meteorologica installata su una boa di superficie, per la misura simultanea di parametri fisici, chimici e meteorologici (http://nettuno.ogs.trieste.it/eurosites/E2-M3A_SITE.html).

L'osservatorio ha lavorato in maniera continua dal 2006, fornendo informazioni preziose sulla variabilità interannuale dei processi di formazione delle masse d'acqua. Nel contesto di EuroSITES (EU-FP7 European Network of Observatories - <http://www.eurosites.info/>), nell'estate del 2009 è stato dislocato un sistema completamente ridisegnato per la boa di superficie, che attualmente è parte del contributo Europeo al OceanSITES *global array* (www.oceansites.org).

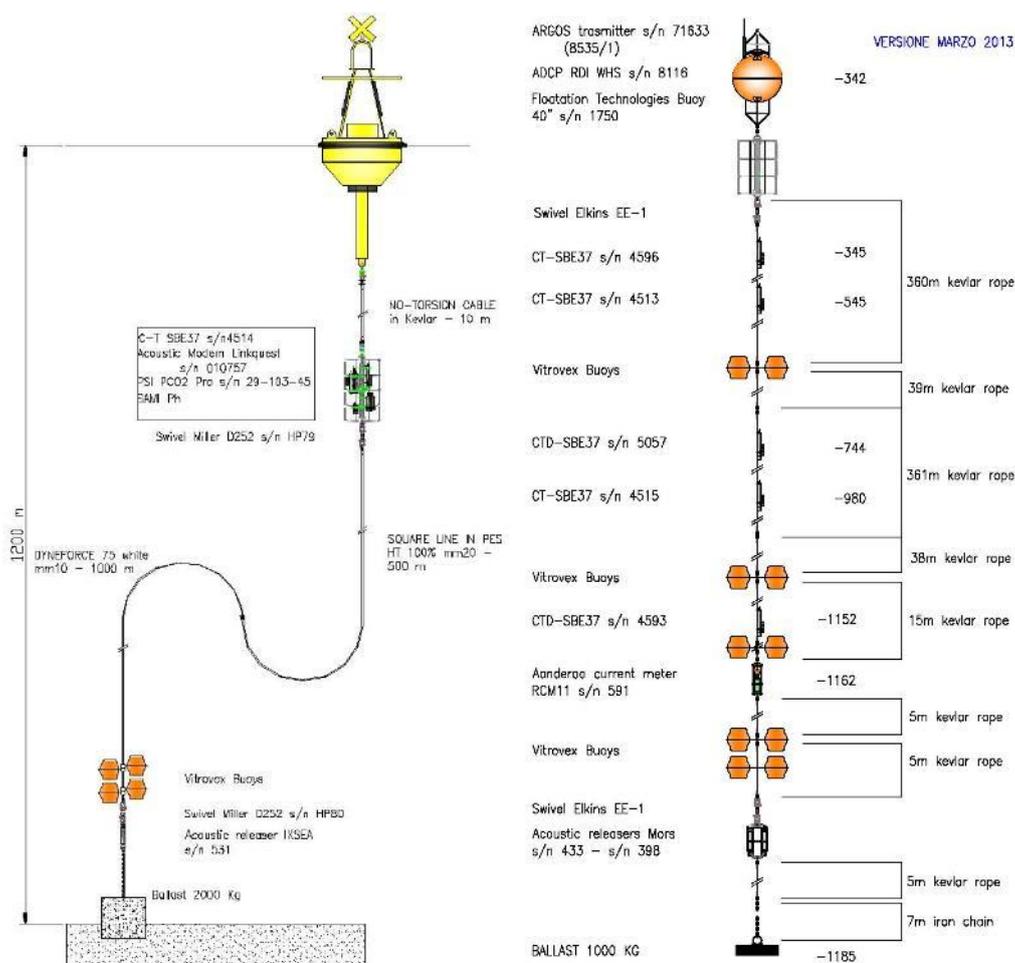


Figura 11. Schema dei principali componenti delle due linee di ancoraggio dell'Osservatorio E2M3A

La configurazione del sistema E2-M3A (Figura 11) consta di due linee di ancoraggio indipendenti: la prima ospita la boa di superficie (Figura 10), equipaggiata con una stazione meteorologica ed un radiometro, per la raccolta di misure relative all'interazione aria-mare e sensori di pCO₂ e di pH nello strato superficiale, per la stima del sistema carbonatico marino. La linea di ancoraggio secondaria ospita una catena di strumenti con sensori a diverse profondità per misure fisiche e chimiche dallo strato intermedio al fondo (descrizione dettagliata nel paragrafo successivo). La boa superficiale comunica con l'ancoraggio secondario attraverso un modem acustico che consente il flusso dei dati da un ancoraggio all'altro. Un collegamento satellitare *Globalstar* (ARGOS 1-way comm) consente a sua volta la trasmissione in tempo reale dalla piattaforma alla stazione di terra.

Ogni linea di ancoraggio (singola) è equipaggiata con doppi sganciatori per consentire un facile recupero del sistema (Bozzano et al., 2013).

I dati sono sottoposti a controlli di qualità secondo le procedure OceanSITES. L'E2M3A distribuisce i propri dati a banche dati internazionali come *MONGOOS Data Center* e *MyOcean In-Situ Thematic*

Assembly Center del servizio Copernicus in modalità RT. I dati in *delay mode* sono controllati entro 8 - 10 mesi dal recupero della strumentazione, forniti in formato OceanSITES NetCDF e conservati presso il National Oceanographic Data Centre (NODC-OGS) di Trieste. Essi sono distribuiti anche dal portale EMODnet.

Serie ad alta frequenza di temperatura e salinità misurate nel sito costituiscono il set di dati quasi-continuo di maggiore durata nella regione. L'osservatorio attualmente effettua tre tipi di misure: 1) dati meteorologici e di radiazione solare all'interfaccia aria-mare; 2) proprietà fisico-biochimiche nello strato sub-superficiale; 3) proprietà fisico-biochimiche dello strato intermedio-profondo.

Tutti i sensori impiegati nei sistemi sono periodicamente sottoposti a procedure di taratura e/o calibrazione presso centri specializzati, per mantenere elevati gli *standard* di qualità nelle misure effettuate.

Ancoraggio primario o boa

La boa superficiale presenta una forma a disco (diametro 2 m) e consiste in una struttura d'acciaio saldata e un corpo galleggiante in plastica, di alta qualità, rinforzato. Al suo interno, è presente un *controller* che gestisce l'acquisizione e l'elettronica del sistema (gestione della potenza, pannelli fotovoltaici, GPS, tensione e corrente delle batterie, temperature interne, orientamento, ecc...). La posizione della boa è controllata con il GPS e monitorata con trasmettitori *SBD Iridium* che trasmettono la posizione se la linea di ancoraggio viene accidentalmente recisa. Sulla struttura emersa della boa è installata una stazione meteorologica (*Young*) dotata di una propria bussola *flux-gate*, utilizzata per correggere la direzione del vento rispetto all'orientamento della boa.

Il sistema è stato valorizzato con l'installazione di un sonda (*SBE 37-SMP-ODO*) per le misure di temperatura, salinità e ossigeno disciolto, un misuratore di alcalinità (*pH*)-*SAMI*, ed un misuratore di CO₂ parziale (*ProOceanus*). Questi sensori sono installati in una gabbia porta strumenti posizionata a 2 m di profondità. Le misure delle proprietà fisico-chimiche dello strato di miscela sono trasmesse via cavo ad un *controller* digitale sulla boa superficiale e quindi inviate ad una stazione ricevente a terra attraverso un collegamento satellitare, e consentono di stimare il sistema carbonatico dell'oceano. Una sonda *SBE 37-SM* è stato installata in una seconda gabbia portastrumenti posizionata a 15 m di profondità. Inoltre, la stazione è stata dotata di un misuratore della radiazione infrarossa (*PIR-EPLAB*) che permetterà, insieme ai dati meteorologici e di radiazione solare, di determinare i flussi di calore e di conseguenza l'interazione aria-mare.

L'ancoraggio multiparametrico primario è attualmente dotato di un sistema satellitare di rilevamento della posizione su piattaforma *IRIDIUM*, che consente un monitoraggio remoto continuo, necessario per intervenire prontamente in caso di deriva accidentale dell'ancoraggio. In particolare è stato installato un trasmettitore "*beacon*" (modello *ROVER* prodotto da *Xeos Technologies*), configurato in modalità '*watch circle*', un cerchio di sicurezza virtuale che, se oltrepassato, attiva un sistema di allarme tramite messaggi di posta elettronica.

Ancoraggio Secondario o profondo

L'ancoraggio secondario è posizionato ad una distanza di circa un miglio nautico (Lat. 41°31'56" N, Lon. 18° 05'12" E) dall'ancoraggio principale, su un fondale di circa 1185 m. Tutti gli strumenti installati sono *self-recording* e *self-powered*, e configurati con una frequenza di campionamento di 1 ora, tranne i *CTD SBE16* che hanno una frequenza di campionamento di 3 ore, per motivi legati alla durata delle batterie. Nell'ambito della collaborazione con la sede ISMAR di Bologna sono state installate due trappole per sedimenti, a 160 m di profondità e a circa 30 m dal fondo.

Per la sicurezza dell'ancoraggio è stato installato un trasmettitore di posizione "*MiniBeacon*" (*MMI-7500 MAXI3-Novatech*), fissato sulla boa di spinta dell'ADCP a circa 318 m di profondità, che ha lo scopo di monitorare e comunicare la posizione dell'ancoraggio attraverso il sistema satellitare *IRIDIUM* in caso di rilascio accidentale. Un ulteriore trasmettitore di posizione "*MiniBeacon*" (*MMI-7500 iBCN-Novatech*) è stato installato in prossimità degli sganciatori acustici. Cinque sensori di pressione (*SP2T-NKE*) sono stati montati lungo la linea di ancoraggio, fornendo così una misura accurata della profondità anche per gli strumenti privi di sensore di pressione. Le misure dell'ossigeno disciolto sono state incrementate durante il progetto RITMARE con l'acquisto di tre *SBE 37-SMP*. Le misure di corrente nello strato superficiale sono ottenute con un profilatore acustico di corrente (*Quartermaster 150 kHz – Teledyne RDI*), mentre le correnti al fondo sono misurate

tramite un Correntometro Acustico (*Seaguard – Aanderaa*) provvisto di sensori di temperatura, salinità, ossigeno e torbidità.

3.9 - Sistema osservativo del cascading di NAdDW in Adriatico Meridionale (Mooring BB e DD)

In Adriatico Meridionale sono attive 2 catene strumentate (Mooring BB e DD, Figura 12), la loro installazione è stata programmata allo scopo di monitorare le cascate di acqua densa di piattaforma proveniente dal Nord Adriatico che trasferiscono nutrienti, sostanza organica fresca ed ossigeno alle acque profonde dell'Adriatico Meridionale favorendo la biodiversità degli ecosistemi marini profondi.

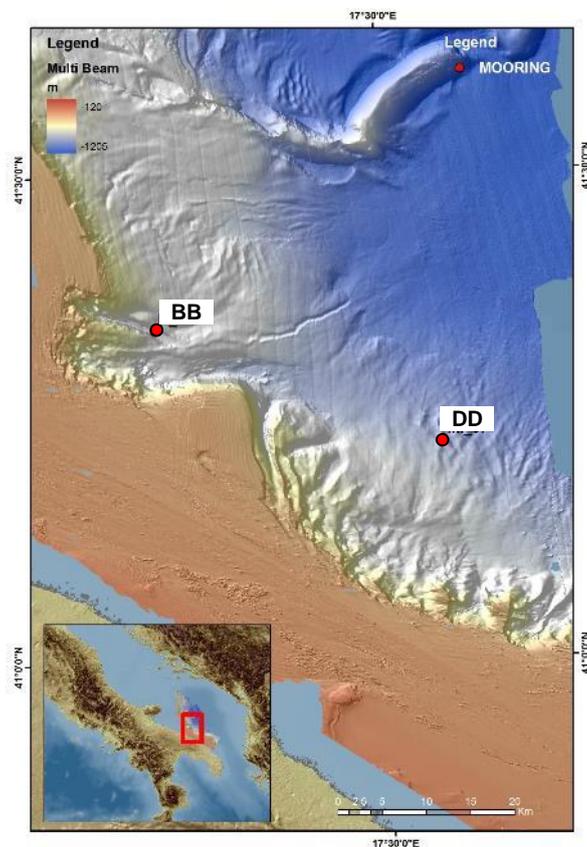


Figura 12. Ubicazione dei siti di monitoraggio BB e DD¹⁰

Il sistema di monitoraggio del cascading di NAdDW (*North Adriatic Dense Water*) in Adriatico Meridionale, gestito da ISMAR-BO, è stato implementato e finanziato a partire dal 2004 da una serie di progetti scientifici (EuroSTRATAFORM-FP5, HERMIONE-FP7, OBAMA-PRIN) allo scopo di studiare:

- La dispersione sedimenti provenienti da Nord entro l'Adriatico Meridionale;
- Il ruolo degli eventi di *cascading* nel trasferire ossigeno e sostanza organica fresca agli ecosistemi bentici profondi, compresi *deep corals*;
- L'interazione tra correnti di acqua densa e fondo mare nel produrre forme di fondo erosive e deposizionali trovate in scarpata o alla sua base (Langone et al., 2015);
- L'acquisizione di dati sperimentali per tarare modelli oceanografici.

¹⁰ Batimetria multibeam da Trincardi et al. (2014)

Le prime serie temporali di dati sono state acquisite tra aprile 2004 e aprile 2005 con 3 mooring posizionati nei 2 rami del canyon di Bari e sulla scarpata continentale subito a Nord del canyon (Tabella 2).

Successivamente l'esperimento è stato sospeso ed è ripreso con continuità da marzo 2009 con la messa in opera del mooring DD (a suo tempo denominato IM-7), su un campo di dune sommerse a circa 860 m di profondità. A marzo 2010, è stato messo a mare il mooring BB entro il ramo più settentrionale del canyon di Bari, nella stessa posizione del mooring B della sperimentazione 2004-2005 (Tabella 2).

Denominazione attuale	Passate denominazioni	Latitudine [dd.xx]	Longitudine [dd.xx]	Profondità dell'acqua (m)
BB	2004-2005 B 2010-2012 B-2010 2012-present BB	41°.34 N	17°.19 E	600
DD	2009-2012 IM-7 2012-present DD	41°.22 N	17°.58 E	860

Tabella 2. Sintesi della denominazione dei mooring dal 2004 ad oggi

I due mooring sono del tipo sommerso. Sono costituiti da una linea di ancoraggio strumentata lunga circa 100 m, da boe di spinta distribuite lungo la linea e alla sua sommità, e da un corpo morto che funziona da ancora (Figura 13).

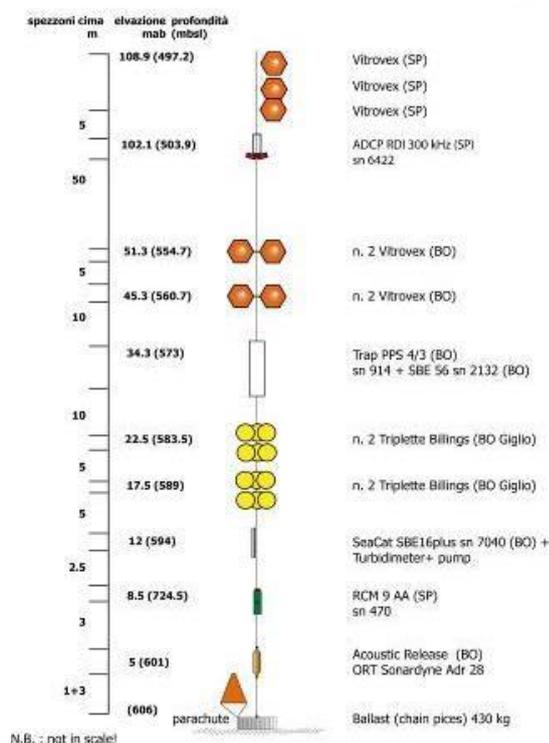


Figura 13. Esempio di configurazione (BB) dei mooring impiegati nel sistema osservativo del cascading di NAdDW in Adriatico Meridionale

Dato l'interesse per lo studio delle acque di fondo, tutta la strumentazione è confinata nella parte bassa della linea, molto vicina al fondo mare. Il recupero dei mooring è effettuato mediante l'utilizzo di uno sganciatore acustico posizionato alla base dell'ormeggio, attaccato al corpo morto. Durante la fase di recupero del mooring, un apposito segnale acustico inviato dall'unità di superficie permette allo sganciatore acustico di staccare la linea di ormeggio dalla sua ancora. A questo punto la spinta delle boe permette la risalita a galla di tutta la strumentazione.

In figura 13 la configurazione classica di un sistema Mooring (Mooring BB) su cui sono installati i seguenti sensori/strumentazione:

- sonda multiparametrica CTD (*SBE16plus V2*) dotata di sensore di pressione "strain gauge", pompa (*SBE5T*) e sensore DO ottico (*SBE63*)
- sensore torbidità a infrarossi (*Seapoint*)
- registratore temperatura (*SBE56*)
- trappola di sedimenti automatica (*Technicap PPS 4/3*)
- profilatore di corrente ADCP (*TRDI 300 kz* in configurazione downlooking)
- correntometro (*single-point Aanderaa RCM7* o *RCM9*)
- sganciatore acustico (*EG&G EdgeTech 8242XS*)

I mooring acquisiscono dati oceanografici a frequenza di 30 minuti e vengono mantenuti a frequenza circa semestrale, mediante campagne oceanografiche programmate con mezzi navali CNR. Durante la manutenzione vengono scaricati i dati e cambiate le batterie degli strumenti. I

registratori di temperatura e conducibilità vengono sostituiti a rotazione per la necessaria taratura strumentale effettuata periodicamente presso il NURC di La Spezia. Almeno una volta l'anno, in corrispondenza della manutenzione primaverile, l'area del margine occidentale dell'Adriatico Meridionale impattata dall'arrivo delle acque dense, viene coperta da survey idrologico per l'acquisizione di profili con sonda multiparametrica CTD. I dati dei mooring e dei survey idrologici vengono conservati presso il centro dati di ISMAR-BO previo controllo di qualità effettuato in forma "delayed" e manuale.

Le trappole di sedimento vengono utilizzate per la determinazione del flusso verticale di massa e della sostanza organica e sono programmate per acquisire campioni a frequenza variabile nel corso dell'anno:

- maggiore frequenza di campionamento in primavera (8-10 giorni), durante il periodo di massima probabilità di eventi di *cascading*,
- minore frequenza di campionamento nel resto dell'anno (15-20 giorni).

I campioni di trappole vengono processati (rimozione *swimmer*, quartazione, liofilizzazione) presso il "Laboratorio di Trattamento Campioni Trappole" di ISMAR-BO e distribuiti per le successive analisi di laboratorio. Relativamente ai parametri fisici, vengono acquisiti dati di temperatura su 4 livelli, dati di salinità (e densità), torbidità e ossigeno disciolto su un singolo livello, un profilo di corrente (direzione e velocità) degli ultimi 100 m sopra il fondo mare e un livello di velocità e corrente da correntometro *single-point*. Le trappole di sedimento automatiche collezionano particellato in transito a circa 30 m dal fondo. Nell'ambito dei progetti CoCoNet-FP7 e RITMARE (SP5_WP5_AZ3), in marzo 2012 il sistema osservativo del cascading di NadDW in Adriatico Meridionale è stato potenziato con la messa a mare di ulteriori 3 mooring: uno (FF), sulla scarpata di fronte al Gargano, un secondo (CC) nel ramo meridionale del canyon di Bari (già studiato nell'esperimento del 2004-2005) e un terzo (EE) in un'area in erosione prospiciente il *Dauno seamount*, a circa 1200 m di profondità. FF e EE sono tuttora attivi.

I mooring BB e DD sono stati aggiornati dal punto di vista strumentale con l'aggiunta dei profilatori di corrente ADCP, di un ulteriore livello di misura della temperatura, del sensore di ossigeno disciolto e il cambio degli sganciatori acustici con nuovi che garantiscono una maggiore autonomia.

Il mooring DD è stato in funzione fino alla fine di marzo 2016 ed è ora in manutenzione mentre BB è ancora attivo.

3.10 - Piattaforma Kobold, Meda di Sciacca e Meda Lampedusa

Piattaforma Kobold

La Kobold è un prototipo di piattaforma con turbina a pale verticali per la produzione di energia elettrica dalle correnti marine. E' stata installata e resa operativa nel 2006 nello Stretto di Messina, in località Ganzirri, a circa 6 miglia nautiche a Nord della città di Messina (coordinate: Lat. 38°.26 N, Lon. 15°.63 E, Figura 14) a circa 200 m dalla riva, su un fondale di 15 m di profondità. La sua tecnologia è in via di esportazione nei paesi emergenti dell'estremo oriente (Indonesia, Filippine) nell'ambito di un progetto delle Nazioni Unite (UNIDO).

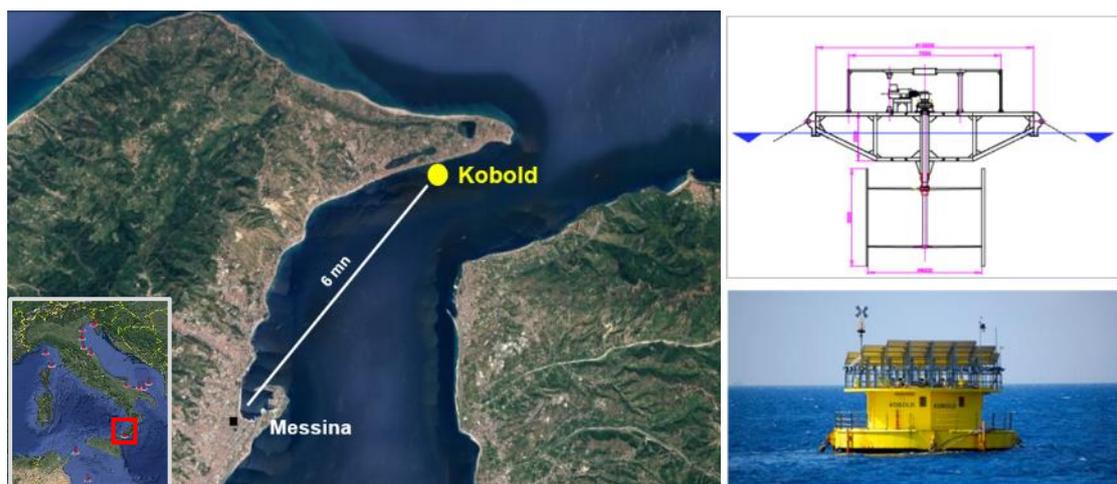


Figura 14. Ubicazione del sito Kobold nello stretto di Messina¹¹ e schema del sistema piattaforma Kobold

A partire dal 2008 il CNR-IAMC Messina ha installato sulla piattaforma Kobold un sistema automatico di monitoraggio, composto da un profilatore di correnti ADCP (*Nortek Aquadopp Profiler*), una sonda per la misura della temperatura superficiale del mare (*SBE 39*) ed una centralina meteo (*Davis Vantage Pro 2*) che permette di misurare temperatura, umidità, pressione atmosferica, mm di pioggia, intensità e direzione del vento. In collaborazione con la Fondazione Horcynus Orca, che utilizza la struttura a fini di formazione sulle energie rinnovabili, è stata infine installata una telecamera subacquea per la visualizzazione della turbina in operatività.

La mancanza di continuità nei finanziamenti ha determinato la discontinuità delle serie temporali raccolte per i vari parametri: sono disponibili misure di corrente ADCP e di parametri meteorologici per gli anni 2009-2010. Con l'inserimento del sito nella rete IFON, all'interno del Progetto RITMARE, IAMC Messina ha potuto riprendere l'acquisizioni dati sostituendo l'*hardware* di bordo e aggiornando il sistema.

Meda Sciacca

Nell'ottobre 2014, nell'ambito del progetto SSD-PESCA, una meda elastica è stata installata nel canale di Sicilia. Il sistema è diventato operativo a partire da aprile 2015 con le prove di autonomia energetica e le prime acquisizioni dal sensore di temperatura a 15 m di profondità. L'attività di IAMC Messina ha consentito di adattare il sistema di acquisizione alle esigenze scientifiche del sito, integrando alcuni strumenti nel sistema SAM-BA (descrizione nel dettaglio nei paragrafi successivi) installato sulla stazione. Il sito Sciacca è stato scelto infatti per ospitare un set di radiometri *Satlantic*, in collaborazione con CNR-ISAC Roma, per la calibrazione dei rilevamenti satellitari in acque Mediterranee di Tipo I, in vista del lancio del satellite ESA-Copernicus "Sentinel-3"

Purtroppo a seguito di una collisione avvenuta all'inizio di giugno 2015 la struttura ha subito danni rilevanti sia alla parte emersa che a quella sommersa. Ciò ha portato, nelle settimane successive, alla perdita dell'intera struttura. Dopo l'incidente, nell'ottica di proseguire il trasferimento al progetto RITMARE-SP5 di quanto previsto e sviluppato nell'ambito del progetto SSD-Pesca, sono stati presi accordi con ENEA, di concerto con CNR-ISAC Roma, per l'installazione sulla meda di Lampedusa del sistema SAM-BA e della strumentazione di ISAC Roma, acquistata per la meda Sciacca.

Meda Lampedusa

La progettazione e l'installazione della Meda di Lampedusa è stata programmata all'interno del Progetto Bandiera RITMARE (azione S3-WP3-A4), con l'obiettivo di estendere a mare le osservazioni meteo-marine della Stazione di Osservazioni Climatiche ENEA di Lampedusa (Anello

¹¹ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

et al., 2016).



Figura 15. Ubicazione del sito Lampedusa a sud-ovest dell'isola¹², schema del sistema meda Lampedusa

Il nuovo sistema di meda elastica, installato ad agosto 2015 a circa 3.3 miglia nautiche a sud-ovest dell'isola di Lampedusa (coordinate Lat. 35°29'37" N, Lon. 12°28'3" E, Figura 15), in una fondale di 74 m, è un osservatorio meteo-marino che permette l'acquisizione dati di variabili oceanografiche e meteorologiche con l'obiettivo scientifico di indagare:

- il bilancio energetico superficiale ed il trasferimento di massa e momento;
- gli scambi aria mare, in particolare in relazione al ciclo del carbonio;
- le relazioni tra apporto di nutrienti dall'atmosfera, le proprietà ottiche degli strati superficiali e i principali parametri biologici che ne regolano la variabilità temporale (Bommarito et al., 2016).

La boa è stata equipaggiata, nella prima fase, con un sistema di acquisizione con radiometri a banda larga per la misura della radiazione solare e infrarossa, e con una livella elettronica. Nel corso del 2016 sono stati effettuati alcuni interventi significativi finalizzati al posizionamento definitivo della boa, e a partire da Settembre 2016 è iniziata l'installazione di tutta la strumentazione prevista.

Gli strumenti installati sono: una stazione meteorologica; radiometri per le componenti verso il basso e verso l'alto della radiazione solare; radiometri per le componenti verso il basso e verso l'alto della radiazione infrarossa; spettrometri per le componenti verso il basso e verso l'alto della radiazione solare (300-850 nm); sensori di temperatura a varie profondità; sonda CTD; sensori a 7 bande per componenti verso il basso e verso l'alto della radiazione solare a due profondità; sensore a 7 bande per la radiazione incidente dall'atmosfera (Calzolari et al., 2015; Mallet et al., 2016; Nabat et al., 2015; Pace et al., 2015).

Nell'ottica di proseguire il trasferimento al progetto RITMARE-SP5 di quanto previsto e sviluppato nell'ambito del progetto SSD-Pesca, sono stati presi accordi con ENEA, di concerto con CNR-ISAC Roma, per l'installazione sulla meda di Lampedusa del sistema SAM-BA. Si è ritenuto utile procedere alla connessione con il sistema SAM-BA sia della strumentazione prevista da ISAC-CNR che da ENEA per le misure lungo la colonna d'acqua. Durante l'ultimo trimestre del 2015 è stato effettuato il necessario adattamento del sistema.

Sistema SAM-BA di acquisizione e distribuzione dati

Nell'ultima decade (nell'ambito dei progetti Cluster 10-SAM, ENERMAR-Kobold, JERICO-FP7 e SSD-Pesca) il gruppo di lavoro IAMC Messina ha messo a punto SAM-BA, un'architettura hardware/software e una struttura dati relazionale specificamente progettati per la gestione di dati meteo-oceanografici e ambientali raccolti da piattaforme automatiche e campagne di misura.

Nella sua versione corrente, l'hardware comprende un PC industriale connesso ai sensori/strumenti di misura e a un router 3G a bordo, oltre a una *Work-Station* a terra (*db server* e *web server*).

¹² Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

Il software è stato sviluppato su piattaforma *LINUX open-source*. I sensori/strumenti comunicano tramite *plug-ins* modulari con un *db PostGresSQL*. La frequenza di acquisizione e di *storage* a bordo è programmabile e un *backup* dei dati locali è mantenuto allineato su di un *database* remoto a terra usando una connessione *ssh*. Il sistema di acquisizione e *storage* a bordo è al momento in grado di gestire la configurazione strumentale di riferimento per le esigenze scientifiche dei principali progetti di ricerca nazionali e internazionali.

La possibilità di accesso web ai dati viene impiegata ai fini del trasferimento verso un utilizzo interoperabile dei dati stessi, sia al fine di effettuare l'elaborazione intermedia del dato grezzo, sia per supportare il processo di validazione da parte del gruppo di ricerca referente per lo strumento/parametro, sia per gestire l'accesso al dato elaborato finale.

3.11 - Mooring sommersi nei Canali di Corsica (COR) e di Sicilia (C01 e C02) e il sistema profilante "Yo-Yo"

I canali di Corsica e di Sicilia sono monitorati con l'utilizzo di tre stazioni sommerse (Figura 17): COR, C01 e C02. Le tre stazioni, gestite da ISMAR-SP, sono equipaggiate con correntometri puntuali, ADCP e sonde CTD a quote fisse (Figure 18, 19 e 20) e forniscono serie temporali sul lungo periodo per il monitoraggio degli scambi di acqua superficiale e intermedia attraverso i due canali e sulle loro caratteristiche idrologiche.

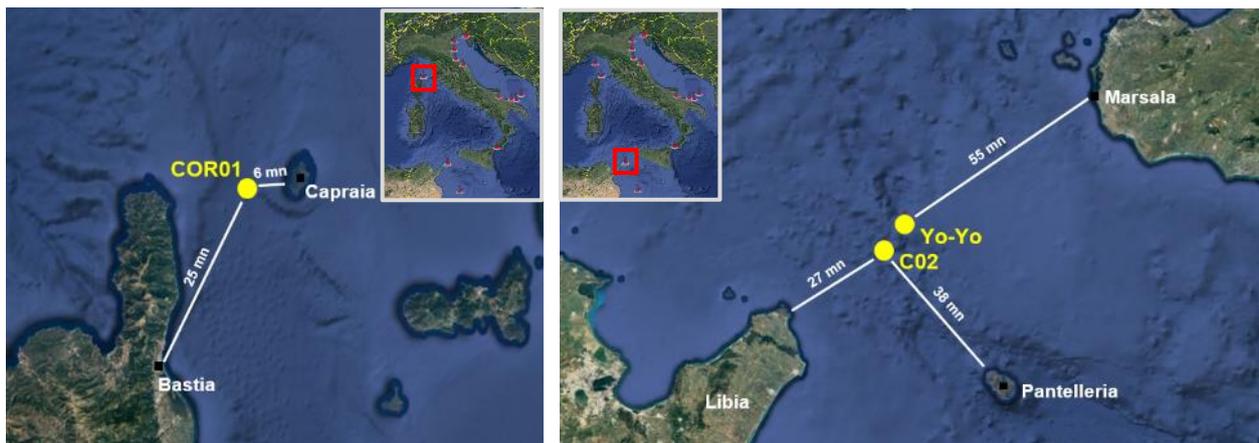
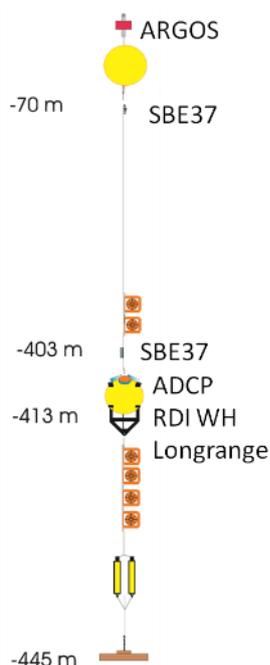


Figura 17. Ubicazione dei siti COR nel canale di Corsica, C01 (sistema Yo-Yo) e C02 nel Canale di Sicilia ¹³

La strumentazione ormeggiata è auto-registrante e i dati sono disponibili in *delayed mode*. La manutenzione viene effettuata ogni 6 mesi circa. I siti fanno parte del programma CIESM Hydrochanges.

¹³ Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google

Canale di Corsica – COR



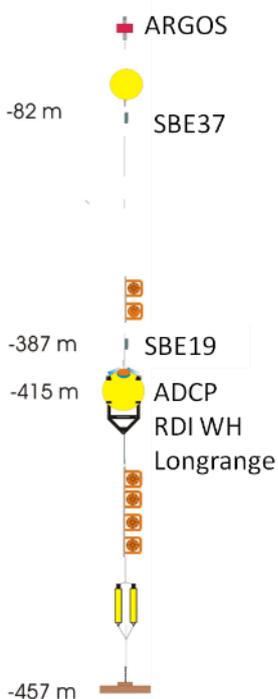
Stazione subacquea collocata a circa 450 m di profondità. Il sito è posizionato tra l'isola di Capraia e la Corsica, in corrispondenza della soglia del Canale stesso (Figura 17). Il sistema, attivo dal 1985, misura in continuo le correnti marine e le proprietà termoline delle masse d'acqua a profondità prestabilite, per il monitoraggio della circolazione superficiale ed intermedia del Mar Mediterraneo e degli scambi tra i due bacini adiacenti (Mar Tirreno e Mar Ligure). In tabella 3 sono riassunte le caratteristiche principali del sistema (parametri misurati, profondità e frequenze di campionamento).

	Profondità	Frequenza
Corrente	0-415 m	2 ore
Temperatura	415 m (fondo)	2 ore
Temperatura	400 m	5 min
Temperatura	80 m	5 min
Salinità	400 m	5 min

Tabella 3. Sensori del mooring COR

Figura 13. Configurazione del sistema COR

Canale di Sicilia – C01



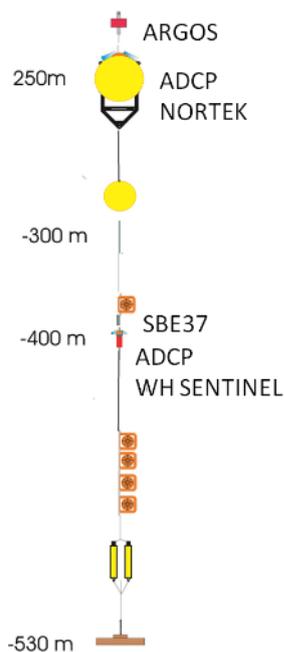
Stazione subacquea collocata a circa 450 m di profondità. Il sito è installato tra la Sicilia e la Tunisia, al di fuori dall'ampia piattaforma continentale siciliana e in corrispondenza della soglia occidentale del Canale di Sicilia (Figura 17). La stazione, attiva dal 1993, effettua il monitoraggio in continuo degli scambi superficiali ed intermedi fra i bacini orientale e occidentale del Mar Mediterraneo. In tabella 4 sono riassunte le caratteristiche principali del sistema (parametri misurati, profondità e frequenze di campionamento).

C01	Profondità	Frequenza
Corrente	0-415 m	2 ore
Temperatura	415 m	2 ore
Temperatura	400 m	5 min
Temp/Sal	80 m	30 min

Tabella 4. Sensori del mooring C01

Figura 19. Configurazione del sistema C01

Canale di Sicilia – C02



Stazione subacquea collocata a circa 530 m di profondità. Il sito è installato tra la Sicilia e la Tunisia, a circa 20 mn ad ovest del sito C01, in corrispondenza della soglia occidentale dello stretto di Sicilia (Figura 17). La stazione effettua il monitoraggio in continuo degli scambi superficiali ed intermedi fra i bacini orientale e occidentale del Mar Mediterraneo.

C02	Profondità	Frequenza
Corrente	0-250 m	1 ora
Corrente	280-400 m	1 ora
Temperatura	250 m	1 ora
Temperatura	400 m	1 ora
Temp/Sal	400 m	10 min

Tabella 5. Sensori del mooring C01

Figura 20. Configurazione del sistema C02

Sistema profilante Yo-Yo

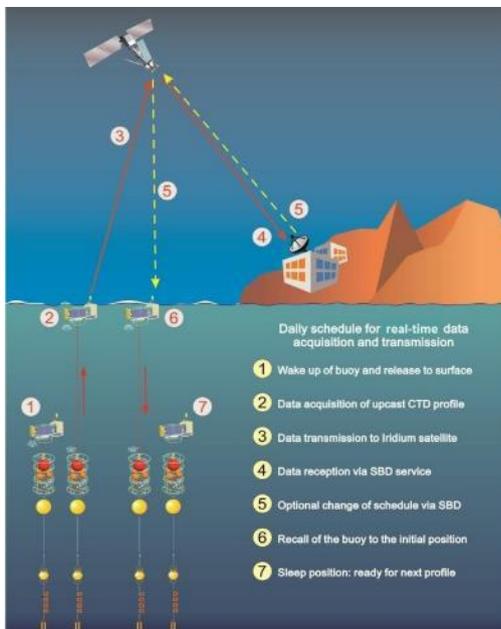


Figura 21. Schema del Mooring e operazioni giornaliere effettuate dal sistema profilante

All'interno del progetto RITMARE è stata implementata una nuova stazione profilante denominata "YO-YO", composta da strumento *POPPS Vertical Profiler*, corredato di un verricello e di un CTD di precisione. Il sistema che acquisisce dati in continuo lungo la colonna d'acqua, permette di trasferire in tempo reale, 2 volte al giorno, un profilo di corrente dalla profondità di 200 m circa fino in superficie (procedimento schematizzato in figura 21, Aracri et al., 2016). Tale sistema è stato testato sia nel Canale di Corsica sia nel Canale di Sicilia, per la verifica delle sue funzionalità in ambienti con caratteristiche di corrente e di condizioni meteo-marine medie diverse.

3.12 - Osservatorio Marino d'Altura W1-M3A (ODAS Italia 1)

L'osservatorio marino d'altura W1M3A (Western 1 - Mediterranean Moored Multi-sensor Array) è costituito dalla boa a palo - ODAS Italia 1 - e da un mooring subsuperficiale che periodicamente viene collocato vicino alla boa. L'osservatorio costituisce da sempre un'infrastruttura multidisciplinare ed un naturale laboratorio marino dove sperimentare e sviluppare nuove metodologie e strumenti per il monitoraggio dello stato di salute del Mar Ligure (Canepa et al., 2015). L'osservatorio si trova al centro del Golfo di Genova in posizione Lat. 43° 49.42' N, Lon. 09° 06.71' E a circa 80 Km dalla costa, su un fondale di 1200 m (Figura 22).

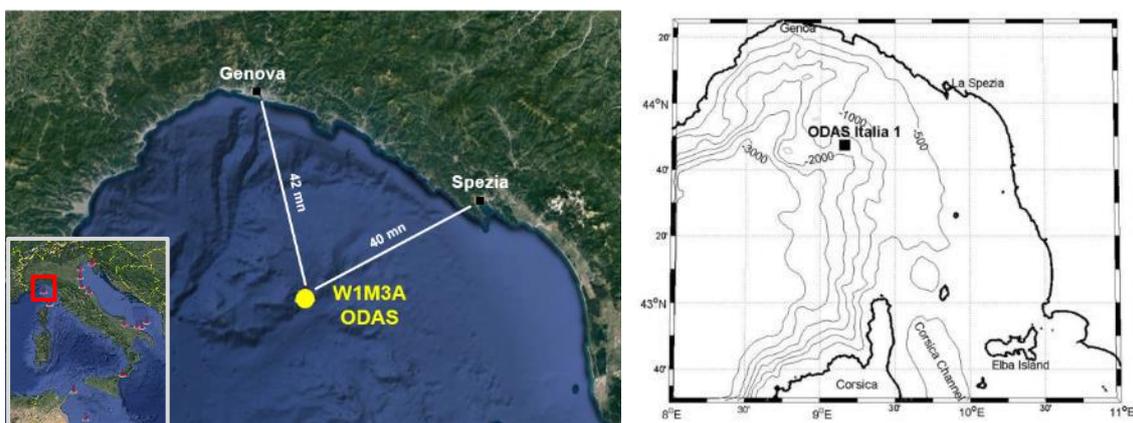


Figura 22. Ubicazione del sito di monitoraggio W1-M3A nel golfo di Genova¹⁴

La boa è costituita da un corpo a palo lungo 40 m, realizzato con tubo di acciaio ($\varnothing 24''$), suddiviso in quattro tronchi accoppiati tra loro da flange. Il corpo immerso della boa termina con un grosso piatto che smorza i movimenti verticali. Al di sotto è appesa la zavorra di 1300 Kg. La parte superiore del palo, a circa 6 m sul l.m.m., presenta un piccolo vano ad uso laboratorio interamente in lega di alluminio. Sopra il laboratorio è posto un traliccio, con alberetto terminale, che arriva sino a 15 m sul l.m.m. sul quale sono montati i sensori meteorologici, il fanale e le antenne.



Figura 23. La boa meteo-oceanografica ODAS Italia 1

La struttura è lunga complessivamente 51.22 m, di cui 36.4 sono immersi ed ha un peso a terra di circa 12 tonnellate.

L'osservatorio basato sulla boa ODAS Italia 1 permette di monitorare le condizioni e lo stato di salute del Mar Ligure acquisendo continuamente misure di tipo meteorologico, parametri chimico-fisici del mare e del moto ondoso.

L'osservatorio è equipaggiato con sensoristica di tipo meteorologico: un piranometro, un pirgeometro, un anemometro sonico, un barometro, un termo-igrometro ed una stazione meteo compatta che misura, oltre ad alcuni dei parametri menzionati anche la precipitazione. Al fine di misurare temperatura e salinità del mare, lungo il corpo della boa sono installate sonde oceanografiche alle profondità nominali di 0, 6, 12, 20, 28 m.

¹⁴ A sinistra Immagine del software © Google Earth, Dati mappa: US Dept of State Geographer, Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO, Image Landsat / Copernicus © 2016 Google. A destra mappa prodotta con software GMT (General Mapping Tool)

A 36 m di profondità è installata una sonda multiparametrica per la misura di ossigeno, torbidità e fluorescenza (Pensieri et al., 2016). Sulla boa ODAS Italia 1 è stato anche sviluppato un sistema di misura ondometrico realizzato con l'impiego di tre altimetri acustici installati su tre bracci ad una profondità di circa 10 m.

Tutte le misure sono collezionate da un sistema di controllo ed acquisizione che consente anche la pre-elaborazione a bordo di tutti i dati acquisiti.

L'ormeggio sub-superficiale posto vicino alla boa ODAS Italia 1 è, invece, equipaggiato con un correntometro acustico profilante e con strumenti per la misura di conducibilità e temperatura del mare a diverse profondità. Tutti i dati acquisiti dal sistema di osservazione sono trasmessi alla stazione di terra tramite un sistema di trasmissione satellitare o GSM. Attraverso il portale <http://www.odas.ge.issia.cnr.it>, è possibile seguire l'andamento dei parametri misurati negli ultimi 30 giorni.

Sin dalla sua prima installazione, la dotazione strumentale della boa ha previsto un *core-set* di parametri meteorologici (pressione atmosferica, intensità e direzione del vento, temperatura ed umidità dell'aria, radiazione solare e totale, precipitazione) e fisici del mare (temperatura e salinità a diverse profondità, dalla superficie a 36 m) (Pensieri et al., 2015).

In linea con il principale obiettivo del WP3-SP5 del Progetto RITMARE volto ad implementare e consolidare la capacità osservativa dei sistemi fissi per il monitoraggio dello stato del mare nelle sue componenti fisiche-chimico-biologiche, il sistema di monitoraggio a bordo della boa ODAS Italia 1 è stato potenziato al fine di raccogliere nuove misure significative in grado di rispondere ai bisogni sia della comunità scientifica che di un più ampio pubblico di utenti finali.

Nell'arco del progetto RITMARE, sono state portate a termine alcune importanti implementazioni strumentali al sistema quali:

- l'integrazione preliminare di un *package* strumentale per l'analisi della turbolenza e la misura della concentrazione di CO₂ in aria. Ciò ha comportato l'aggiornamento del sistema di acquisizione per poter registrare senza soluzione di continuità ad elevata frequenza le componenti 3D del vento e l'inclinazione della boa per poter effettuare le necessarie compensazioni;
- l'installazione a 6 m di profondità di uno strumento per la misura della concentrazione di CO₂ disciolta in acqua (*PSI CO2-PRO, Pro-Oceanus*);
- l'installazione a 6 m di profondità di una sonda multiparametrica per la misura di conducibilità, temperatura, pressione, ossigeno disciolto, clorofilla *a* e torbidità.

L'aggiornamento tecnologico ha consentito di apportare migliorie al sistema di bordo attraverso le seguenti attività:

1. definizione, sviluppo ed installazione del nuovo sistema di alimentazione e controllo di carica delle batterie necessario per poter installare strumentazione innovativa (p.e., sensore di pCO₂) particolarmente onerosa dal punto di vista della richiesta di corrente elettrica.
2. definizione ed approvvigionamento del nuovo sistema per il controllo dell'assetto della boa necessario per poter efficacemente implementare gli algoritmi per la correzione delle misure meteorologiche ed ondometriche in funzione dei moti della boa.
3. definizione ed approvvigionamento del nuovo controllore di bordo necessario per poter elaborare in NRT ed *on-board* le misure acquisite da strumenti con *throughput* dell'ordine delle decine o centinaia di migliaia di Hertz.

Il miglioramento della capacità osservativa della boa ODAS Italia 1 ha reso necessario lo sviluppo di un data base relazionale *MySQL* che potesse racchiudere in un'unica piattaforma web le misure acquisite in NRT, quelle raccolte in *delayed-mode*, i metadati e i files nei diversi formati (p.e., *MEDATLAS*, *BUFR*) prodotti dal sistema osservativo.

L'osservatorio W1M3A distribuisce i propri dati alla bache dati internazionali *MONGOOS Data Center*, *MyOcean In-Situ Thematic Assembly Center* del servizio Copernicus ed al portale *EMODnet*.

4 - IL SISTEMA DEI SITI RILOCABILI

Un sistema osservativo rilocabile è composto da un certo numero di ancoraggi dotati di strumenti oceanografici opportunamente configurati in termini di quota campionata e frequenza di acquisizione dei dati e adeguatamente posizionati nell'area di studio per catturare il massimo della variabilità spaziale e temporale atta a risolvere un problema specifico, sia esso di natura scientifica che determinato da eventi naturali e/o antropici, più o meno catastrofici (es. disastro Haven, alluvione Genova, Cinque Terre, *thermal vents* di Panarea, tsunami a Stromboli, monitoraggi ambientali per opere marittime, ecc.). A fronte di significativi investimenti in termini di risorse strumentali (peraltro a continuo rischio di danneggiamento e/o perdita in mare), i sistemi osservativi rilocabili presentano l'indubbio vantaggio di raccogliere dati con una buona copertura spaziale e un'ottima copertura temporale.

Nell'ambito del progetto RITMARE WP3-SP5 si è implementato e testato un sistema osservativo rilocabile in un'area di mare profondo del Sud Adriatico impattata dal *cascading* di acque dense di piattaforma. La *North Adriatic Dense Water* (NAdDW) si forma durante l'inverno in presenza di condizioni meteorologiche favorevoli, nel tratto di mare tra Trieste e il delta del Po, seguendo il gradiente topografico e il sistema di circolazione generale antiorario dell'Adriatico. La NAdDW si sposta lungo le coste italiane e all'altezza della Puglia sprofonda nell'Adriatico Meridionale creando delle vere e proprie cascate d'acqua densa (Carniel et al., 2016; Marini et al., 2016). Questo processo è estremamente importante per gli ecosistemi marini profondi (compresi i banchi a coralli della piattaforma apula), perché trasferisce una gran quantità di sostanza organica, nutrienti, particolato e ossigeno alle comunità bentoniche, sottrae CO₂ dall'atmosfera nell'area di formazione di acqua densa e la segrega nel fondo del bacino nel sud-Adriatico, ma può avere anche effetti negativi come l'apporto di contaminanti di origine antropica. Tale esperimento è servito a delimitare i tragitti delle NAdDW nel momento in cui esse sprofondano in bacino lungo il margine apulo, la loro variabilità temporale e spaziale e a verificare se l'energia di queste masse d'acqua sia in grado di produrre la grande varietà di forme di fondo erosive o deposizionali (*sediment waves, furrows, scours, erosione diffusa, sediment drifts, comet marks*) che caratterizzano questa parte di margine continentale. I dati raccolti sono importanti informazioni circa la variabilità termalina delle acque profonde nel sud Adriatico, soggette all'influenza della variabilità a scala di bacino proprio a causa all'arrivo delle acque dense provenienti dal nord Adriatico (Chiggiato et al., 2016, Langone et al., 2016). L'utilizzo di un sistema osservativo rilocabile è stato funzionale anche alla scelta di nuovi siti per monitoraggio di lungo periodo nell'Adriatico Meridionale.

La messa a mare, in un'area specifica, di ancoraggi multipli che acquisiscano dati ad alta risoluzione può servire a monitorare, in via preventiva, le proprietà oceanografiche del sito, a definire nella maniera più idonea la configurazione degli ancoraggi, ed infine a scegliere il sito che meglio cattura le scale di variabilità per determinare la rappresentatività dei dati prima di investire in lunghe serie temporali. L'obiettivo dell'implementazione di un sistema osservativo rilocabile modulare costituito da un certo numero di catene strumentate per l'acquisizione di parametri oceanografici può essere utilizzato anche in caso di pronto intervento per emergenze in mare. L'azione è articolata in varie fasi che comprendono progettazione, realizzazione, validazione e collaudo del sistema che costituirà un'infrastruttura rilocabile al servizio della ricerca marina e marittima italiana e degli *stakeholder* di riferimento nelle emergenze in mare (e.i. ISPRA e Protezione Civile). Dopo aver definito i requisiti del sistema in termini di risorse strumentali, risorse umane e procedure operative, per operare in caso di pronto intervento per emergenze in mare sarà necessario mettere a punto un protocollo operativo e gestionale specifico che eventualmente comprenda anche la definizione di apposite convenzioni con gli *stakeholder* di riferimento.

E' importante che si sviluppi innovazione per la trasmissione dei dati in tempo reale o NRT, al fine di integrarsi con i sistemi osservativi fissi e mobili presenti nell'area Mediterranea ed Europea.

5 – QUALITY ASSURANCE / QUALITY CONTROL (QA/QC)

Allo stato attuale, la rete di siti fissi Ritmare IFON si compone di diverse piattaforme fisse in grado di trasmettere i dati acquisiti in tempo reale. Questi siti garantiscono l'osservazione in tempo reale di un certo numero di variabili inserite nelle Essential Ocean Variables (EOV) e proposte dal gruppo di lavoro del WP3 in maniera da avere un quadro integrato e mirato a sostenere le osservazioni dell'oceano.

Le procedure di convalida dei dati specifici individuate durante il progetto RITMARE e applicate ai siti fissi della rete, almeno fino al livello più basso di valutazione oceanografica e meteorologica – QC livello 0 - sono considerati necessari per lo standard richiesto a convalidare un set di dati.

Dall'inizio del progetto sono stati fatti passi avanti per definire la metodologia per il controllo della qualità dei dati trasmessi in NRT. L'informazione dettagliata è raccolta nel deliverable "Manuale per i sistemi di trasmissione, QA/QC da applicare nella rete osservativa italiana" (Cardin et al., 2014).

Il primo controllo consiste nell'applicare procedure da attuare prima e dopo l'implementazione e manutenzione degli strumenti presso i siti di misura. Tra questi consideriamo il controllo completo o calibrazione degli strumenti, raccolta della completa documentazione dei parametri da acquisire, controllo della temporizzazione dei dati e dei valori assoluti sui valori grezzi e trasformati.

Una volta passati questi controlli è stata definita una metodologia automatica costituita da 7 passi:

QC1 - controllo della data;

QC2 - controllo della posizione (latitudine, longitudine);

QC3 - controllo dei limiti della variazione regionale;

QC4 - aumento della pressione (variazione della profondità del sensore);

QC5 - eliminazione degli spike;

QC6 - congelamento del profilo;

QC7 - velocità di variazione.

Nel controllo dei limiti regionali (QC3) per i dati oceanografici, i limiti delle variazioni regionali sono ottenuti dal database *Medar/Medatlas* dove le regioni del Mediterraneo sono definite dividendo le aree in base agli schemi di circolazione generale. I limiti delle variazioni per i parametri non presenti nel database sono stati definiti considerando tutti i valori presenti nel database del NODC-OGS (National Oceanographic Data Center). Nel QC4 che valuta la differenza tra le misurazioni sequenziali si è applicata una differenziazione tra lo strato superficiale (sopra 200 bar) e lo strato intermedio/profondo. La verifica della velocità di variazione di ogni parametro misurato (QC7) utilizza la deviazione standard basata sui dati dell'intera serie temporale. Se il valore non è disponibile, è calcolato dalla climatologia dell'area.

Bisogna considerare che i dati controllati sono utilizzati per diverse applicazioni, perciò dopo la procedura RTQC (Real time QC) è necessario l'uso di *flag* per indicare la qualità del dato. L'utente finale sceglierà i dati basandosi sui *flag*, che devono dunque essere sempre inclusi in qualsiasi trasferimento di dati, al fine di mantenere gli standard e assicurare la coerenza e l'affidabilità dei dati stessi. I flag considerati per la RTQC di tutti i dati provenienti dai siti fissi della rete RITMARE fanno parte di quelli elencati nel SeaDataNet L20 (<http://vocab.ndg.nerc.ac.uk/collection/L20/current>).

6 - SITI OSSERVATIVI FISSI ISMAR “Adriatico”: UN’ESPERIENZA DI INTEGRAZIONE

Durante gli ultimi anni, in diversi progetti di ricerca nazionali ed internazionali e nella rete LTER, è emersa la necessità di avere un unico punto di visibilità della rete osservativa di siti fissi gestiti da ISMAR. Le stazioni meteo-marine coordinate dalle varie sedi ISMAR, per la loro storia (continuità di finanziamenti, disponibilità di personale tecnico specializzato, ecc...) hanno avuto un’evoluzione propria e, pur essendo ad oggi operative in NRT, hanno bisogno di una maggiore visibilità in contesti regionali, nazionali ma soprattutto internazionali.

Durante il progetto RITMARE si è creata una rete di esperti coinvolti nella gestione tecnica dei siti e nella gestione dei dati, di conseguenza si è potuto convergere verso un obiettivo comune rivolto alla collaborazione, allo scambio di esperienze e soluzioni ICT al fine di:

- unificare la gestione dei dati;
- unificare la fornitura di dati in formati *standard* e interoperabili;
- unificare, in un sito web comune, la visualizzazione dei dati acquisiti dai siti in NRT.

In questo primo step di unificazione è stata presa in considerazione l’area adriatica, coincidente con il sito LTER Alto Adriatico (AA), più alcune altre stazioni non comprese nel sito (Meda Gargano e le stazioni meteo di Trieste, Venezia, Ancona e Lesina). Successivamente sarà possibile ampliare il coinvolgimento ad altri sistemi osservativi fissi della rete IFON.

Alla stesura del presente documento è operativa e in fase di test una nuova piattaforma web raggiungibile al sito <http://rmm.dati.ismar.cnr.it/> (Menegon et al., 2016) che garantisce il raggiungimento degli obiettivi sopra descritti. In questa fase di test, i dati vengono memorizzati in un database in forma grezza. Successivamente verrà sviluppata un’apposita procedura che assicura procedure automatiche di QC.

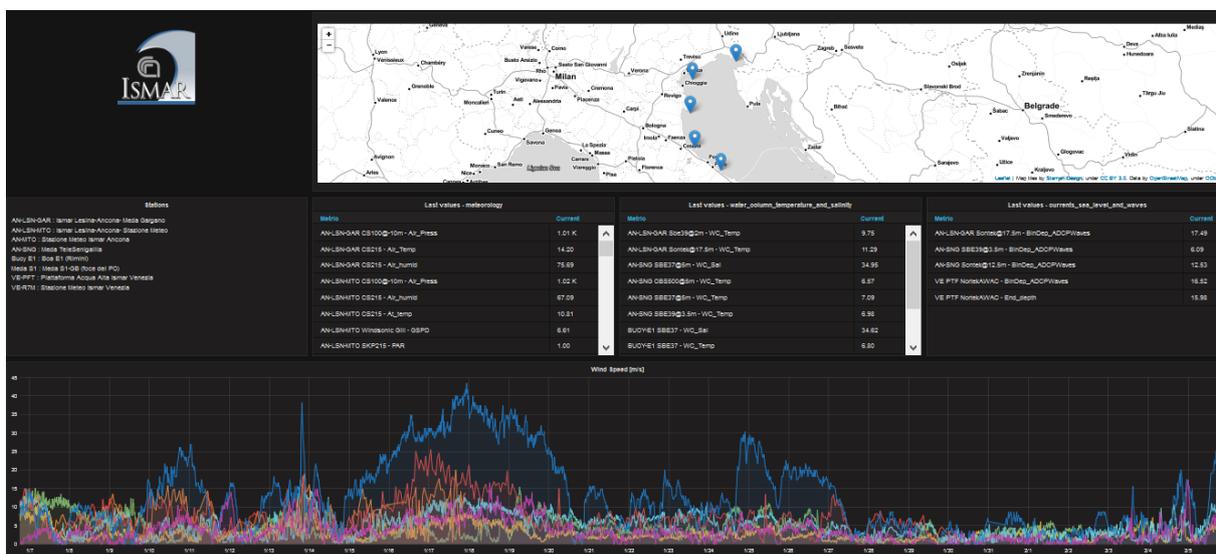


Figura 24. Visualizzazione grafica della piattaforma RMM – Rete Meteo-Marina ISMAR

La piattaforma è progettata al fine di avere una visualizzazione (Figura 24) rapida ed omogenea dei dati in NRT acquisiti dai singoli siti osservativi, mettendoli anche a confronto in un’unica rappresentazione grafica e tabellare.

I metadati sono descritti in maniera rigorosa e rispettando lo standard internazionale *SensorML* utilizzando l’editor EDI sviluppato nel progetto RITMARE e rispettando i nomi dei parametri secondo quanto descritto nel vocabolario fornito dal “SeaDataNet Agreed Parameter Group”.

Sono in fase di sviluppo alcune funzionalità da implementare nella piattaforma creata: utilizzo di servizi di interoperabilità (es. THREDDS e SOS) e di export dei dati nel formato di interscambio NetCDF-CF come indicato in “OceanSITES Data Format Reference Manual, NetCDF Conventions and Reference Tables ver. 1.3.”

7 - IL DATABASE IFON RITMARE-SP5

La creazione della rete scientifica italiana di siti fissi per l'osservazione del mare (IFON) ha fatto nascere la necessità di realizzare un'infrastruttura a supporto del portale Ritmare per poter gestire i prodotti Near Real-Time (NRT) di mooring, float e glider, con l'obiettivo di:

- esporre e valorizzare all'interno ed all'esterno i dati e le informazioni raccolte dalla rete scientifica italiana di siti fissi;
- raccogliere in un sito sicuro e affidabile i dati e le informazioni;
- adottare un approccio adattivo e progressivo nell'accesso ai dati;
- intercettare i dati oceanografici raccolti in Italia che vengono già inviati alle reti europee in NRT;
- mettere in evidenza il contributo di IFON alle reti europee.

I dati raccolti sono resi accessibili attraverso standard e formati proposti dal Open Geospatial Consortium (OGC) e conformi a quanto proposto dall'IOOS (U.S. Integrated Ocean Observing System): i dati vengono raccolti in formato NetCDF codificati secondo standard internazionali conformi alla codifica OceanSites e vengono resi disponibili attraverso un web data server THREDDS (TDS). Quest'ultimo garantisce l'utilizzo di protocolli standard quali OPeNDAP, OGC WMS e WCS. Il repository implementa alcune funzionalità dell'*In-situ TAC* di COPERNICUS come ricevere i dati in NRT in NetCDF-CF, fornire un punto di accesso al portale in tempo reale e mantenere i dati NRT in linea per un tempo definito (Copernicus richiede dati/prodotti NRT per 48 mesi).

La proposta operativa prevede l'avvalersi della collaborazione del CINECA finalizzata alla gestione, accesso e disseminazione di dati oceanografici acquisiti in NRT da siti fissi (glider, float e mooring).

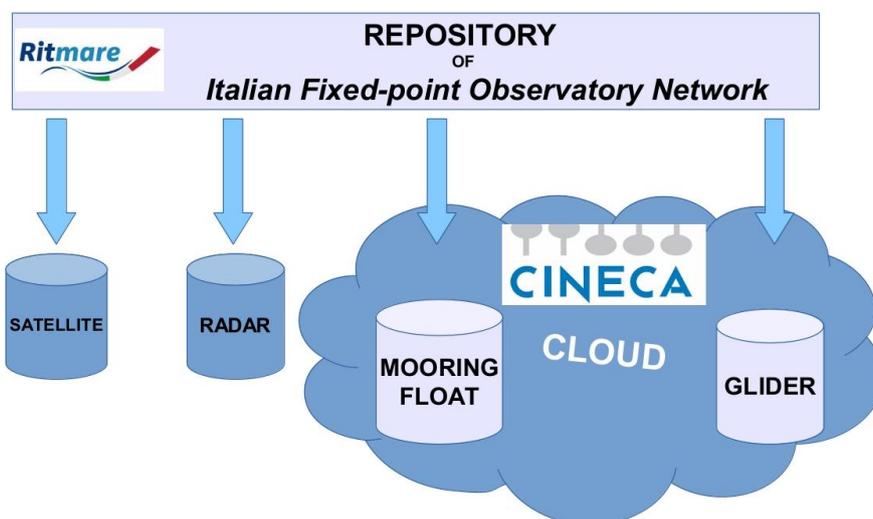


Figura 25 - Schema della struttura del Portale RITMARE della rete italiana di siti fissi

Questo permette di esporre e valorizzare i dati e le informazioni raccolte dalla rete IFON raccogliendo in un sito sicuro e affidabile i dati e le informazioni (Figura 25).

Nel dettaglio il CINECA fornisce una macchina virtuale sul Cloud-Cineca offrendo una serie di vantaggi in termini di sicurezza, affidabilità, ridondanza, hardware 24/24, eventualmente software 24/24, facilità di *back-up* e basso costo. La macchina virtuale è una macchina *Linux* sul *Cloud*, con *storage* di 200 GB sulla quale è stato installato il server THREDDS e che permetterà di avere anche

un web statistics degli accessi. La raccolta dei dati avviene attraverso i COPERNICUS Marine Services, ai quali ogni data provider invia i dati.

In seguito i dati vengono raccolti direttamente dal sito ftp del *In-situ TAC* di COPERNICUS e salvati sul Thredds – RITMARE sito sul Cloud presso il CINECA (<http://insitu-ritmare.cineca.it/thredds/catalog/Ritmare/catalog.html>).

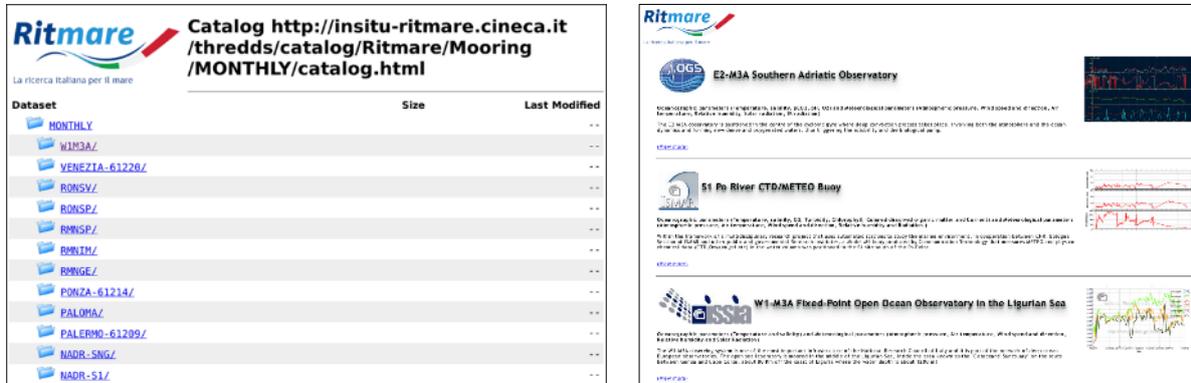


Figura 26 - Server Thredds RITMARE (Sinistra), Portale web della rete scientifica italiana di siti fissi (Destra)

Per dare maggiore visibilità ai diversi siti fissi è stato realizzato un portale web attraverso il quale poter facilmente raggiungere le pagine web dei diversi siti ed accedere velocemente ai grafici delle singole piattaforme (<http://sp5-ritmare.cineca.it/>) (Figure 26).

8 – COLLABORAZIONE SP5-SP7 VERSO UN SISTEMA INTEGRATO DI DATI INTEROPERABILI E DIFFUSI

Nell'ambito della collaborazione tra SP5 e SP7 (sotto progetto per la creazione di una infrastruttura dati interoperabile per il Progetto RITMARE), è stata proposta all'interno della rete IFON l'adozione del software GET-IT (Geoinformation Enabling ToolKIT) starter kit (www.get-it.it), sviluppato da RITMARE SP7.

La scelta operata nasce da considerazioni relative al contesto specifico di RITMARE. Infatti, per il numero di enti, di comunità scientifiche, di competenze e di ricercatori coinvolti, RITMARE presenta una notevole eterogeneità intrinseca (diverse discipline, approcci, pratiche, flussi di lavoro, formati e standard dei dati, vocabolari) ed estrinseca (appartenenza e ottemperanza a diversi progetti, iniziative e infrastrutture marine, nazionali ed internazionali), legata anche alla consapevolezza, alla consuetudine, alle pratiche, relativamente alla condivisione di dati e metadati, nonché alle attitudini e capacità tecnologiche di comunità e singoli ricercatori atte ad affrontarla.

La scelta strategica è orientata ad un raggiungimento dell'interoperabilità dal basso, senza interferire con le pratiche in uso, e semplificando il più possibile l'utilizzo delle tecnologie che la abilitino.

In questo quadro, le Infrastrutture di Dati Spaziali, la Direttiva INSPIRE e l'iniziativa Sensor Web Enablement (SWE) si pongono come quadro di riferimento, seppure con alcune criticità. In particolare, i ricercatori possono trovarsi in difficoltà, perché concentrati sulle attività proprie del dominio scientifico di riferimento o trattenuti da ostacoli tecnologici. Gli strumenti e le tecnologie a disposizione per abilitare servizi di reperimento e accesso standard ai dati, infatti, non sono d'immediato utilizzo e richiedono di svolgere attività onerose, quali la metadattazione delle risorse.

Per affrontare queste limitazioni, e abilitare i ricercatori a contribuire attivamente alla creazione dell'infrastruttura RITMARE, è stato introdotto un approccio bottom-up ed è stata sviluppata la suite di software –GET-It Starter Kit per abilitare i ricercatori a creare nodi indipendenti di distribuzione dei propri dati.

GET-IT permette ad ogni gruppo di ricerca di erogare autonomamente risorse geo-spaziali, siano esse dati geografici (mappe e layer) o osservazioni da sensori, seguendo gli standard OGC, con servizi web specifici per tipologia di dato e distribuzione (WFS, WCS, WMS e SOS).

GET-IT permette di annotare le risorse con metadati conformi agli standard (RNDT, INSPIRE, SensorML), ulteriormente arricchiti di una parte semantica.

GET-IT è stato sviluppato partendo da prodotti open-source con l'aggiunta di alcuni moduli creati appositamente ed è impacchettata come macchina virtuale. Il prodotto, una volta installato, mette a disposizione, con un'interfaccia utente intuitiva, gli strumenti e i servizi che costituiscono un nodo locale di Infrastruttura di Dati Spaziali completa attraverso:

- un ambiente e un servizio web (EDI) per la creazione e la consultazione guidata e semplificata dei metadati relativi a risorse geografiche (vettoriali o raster), dati osservativi (da boe, glider, mooring, stazioni meteo, ecc.) e documenti (documenti di testo, fogli di calcolo, immagini, ecc.), che ne permettano la descrizione secondo standard nazionali e internazionali (RNDT, INSPIRE e SensorML). I metadati compilati attraverso questo modulo sono semanticamente arricchiti con strumenti basati su schemi di rappresentazione RDF che coinvolgono: la categorizzazione dei ricercatori, delle istituzioni di ricerca, e dell'organizzazione multi-livello di RITMARE; parametri osservativi, unità di misura, domini di ricerca associati al progetto, attingendo a thesauri e code list; toponimi relativi all'Italia e al Mar Mediterraneo estratti dall'ontologia e base di conoscenza GeoNames;
- un ambiente per la gestione, la pubblicazione e la visualizzazione di dati (ed eventuale download) attraverso servizi web standard per le due seguenti macro-categorie di risorse:
 - i) strati informativi geografici - supportando le principali operazioni di caricamento, archiviazione, vestizione ed esposizione web secondo interfacce standard (WMS, WFS, WCS);
 - ii) dati osservativi - supportando le principali operazioni di caricamento, archiviazione e gestione dati ed esposizione su web secondo interfaccia standard (SOS).

- un ambiente per la presentazione (visualizzazione e accesso) contemporanea di dati geografici ed osservativi provenienti da servizi web diversi per tipologia (figura 19);
- un ambiente per la gestione degli utenti e dei permessi relativi ai singoli data set.

Un aspetto particolarmente innovativo di GET-IT è costituito dall'approccio assistito ed incrementale per la creazione dei metadati attuato da EDI: il numero di elementi da inserire manualmente dall'utente è ridotto al minimo grazie all'utilizzo di vocabolari controllati ed informazione contestuale; inoltre il suo funzionamento basato su modelli (template) consente l'introduzione di altri profili di metadati.

GET-IT è rilasciato sotto licenza open e completo di strumenti di supporto. E' attualmente distribuito in versione beta a diverse unità di ricerca, trasversalmente ai diversi sotto progetti RITMARE facenti capo a diverse tematiche (fascia costiera, mare profondo, reti osservative) ed è disponibile anche a ricercatori esterni al progetto. A titolo di esempio esso è stato adottato dai ricercatori dei siti montani della rete LTER-Italia, consentendo di accrescere la disponibilità di dati fruibili del 70%. GET-IT suscita anche un crescente interesse internazionale ed è ora adottato dal progetto H2020 eLTER (<http://www.lter-europe.net/elter/about>) per agevolare la creazione dei propri nodi di distribuzione dei dati, e dal progetto FP7 ERMES (<http://www.ermes-fp7space.eu/it/homepage/>). Tuttavia, per una situazione aggiornata delle organizzazioni e i casi d'uso che lo adottano si veda il link <http://www.get-it.it/#case>.

Il supporto di progetti e iniziative esterne a RITMARE, consente il suo sviluppo oltre il progetto stesso; le linee di sviluppo dipendono naturalmente dai progetti che lo adottano. Ad esempio, la presa in carico da parte di eLTER determina un suo allargamento verso le tematiche ecologiche non solo marine. Va menzionato che GET-It è una suite software aperta, distribuita con licenza GPL v.3.0 a ulteriori sviluppatori, che possono liberamente migliorarne le prestazioni in campi di sviluppo che non sono quelli che erano originariamente pensati.

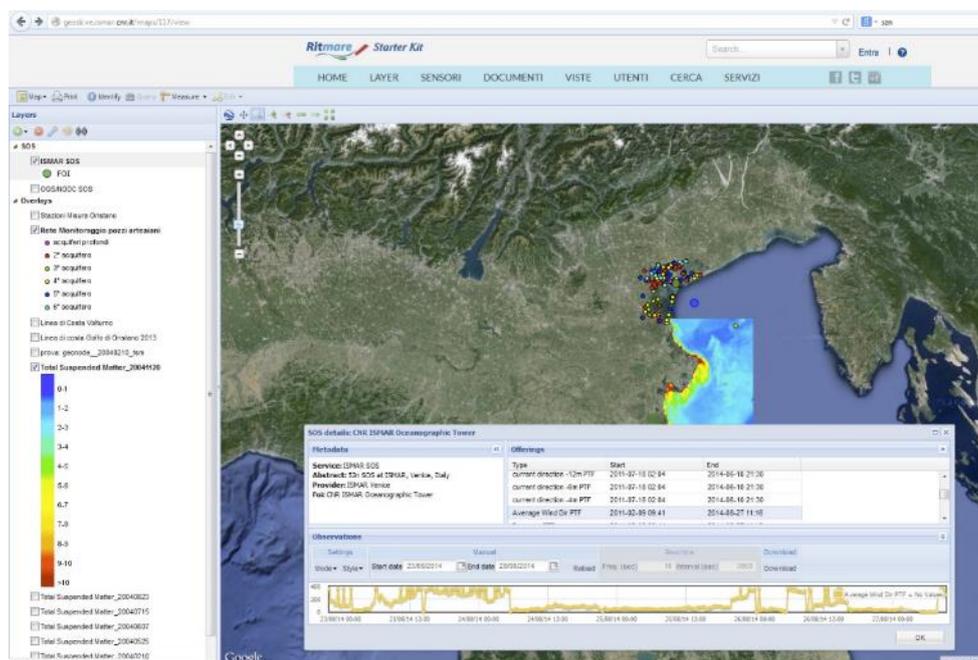


Fig. 27. Schermata di visualizzazione dati tramite GET-IT

9 - OPEN ACCESS, DATA POLICY e DOI

L'accesso ai risultati della ricerca finanziata da fondi pubblici, e come tali risultati possano essere riutilizzati per un vasto pubblico di utenti per aumentare i benefici della comunità scientifica e della società in generale, sono temi sempre più al centro dell'agenda degli enti di ricerca e di istituzioni nazionali e internazionali. La *Data Policy* del progetto RITMARE ("Documento per la definizione di una politica nella gestione e utilizzo dei dati e dei prodotti resi disponibili nell'ambito del progetto RITMARE; D'Alcala' et al., 2014) ha tentato di recepire tali stimoli, producendo linee guida a cui conformarsi all'interno del progetto. I dati raccolti in WP3 e gli studi condotti rientrano pienamente in questo percorso di sistematizzazione e di apertura che è comunque in una fase iniziale e che proseguirà durante i successivi passi della rete IFON.

Open data

I dati raccolti dagli osservatori della rete IFON sono parte degli output di ricerca del progetto RITMARE e, in questo senso, devono rispettarne la *data policy*.

Nel corso dei primi anni del progetto RITMARE sono state attivate collaborazioni con SP7 (vedi capitolo 8) per far confluire i dati di WP3-SP5 nell'infrastruttura interoperabile. Allo stato attuale i dati sono accessibili dai rispettivi portali web e, per alcuni di essi, dal Portale web dei Siti Osservativi SP5 RITMARE. La possibilità di ricerca e accesso ai dati attraverso un sistema e dei servizi *standard* ed interoperabili è comunque un'esigenza imprescindibile che verrà perseguita nel corso delle future attività della rete e che migliorerà ulteriormente le possibilità di connessione e partecipazione a progetti e reti internazionali già attivi quali SeaDataNet e JERICO-NEXT. L'attività descritta nel capitolo 6 rappresenta un'azione importante in questa direzione.

Lo sforzo e le attività descritte nel capitolo 3 sono comunque indirizzate verso un'organizzazione uniforme e standardizzata delle informazioni, che verranno rese disponibili in conformità alla indicazioni della *Data Policy* RITMARE.

Valorizzazione dei dati e assegnazione di DOI

Una delle esigenze emerse durante le discussioni relative al processo di apertura dei dati osservativi è stata quella di valorizzare l'importanza dei dati raccolti e di mantenere una rete osservativa stabile e moderna.

In quest'ottica, la possibilità di assegnazione di DOI (*Digital Object Identifier*) ai dati prodotti dai siti osservativi della rete risulta un elemento assai interessante. A tal riguardo è in corso un'attività di approfondimento sia delle modalità di assegnazione di DOI per serie temporali, sia sull'opportunità di appoggiarsi a infrastrutture già esistenti per l'archiviazione.

Sul tema vari gruppi di lavoro stanno producendo linee guida e raccomandazioni che verranno prese in considerazione in fase di attuazione della *data policy* (fra questi alcuni documenti prodotti dalla Research Data Alliance, "Identification of Reproducible Subsets for Data Citation, Sharing and Re-Use"; Rauber et al., 2016; "Data Citation of Evolving Data"¹⁵).

¹⁵ <https://rd-alliance.org/group/data-citation-wg/outcomes/data-citation-recommendation.html>

10 - CONTATTI CON ALTRE RETI

Molti dei siti osservativi IFON partecipano e/o collaborano ad altre iniziative nazionali ed internazionali di monitoraggio e reti:

Rete osservativa del progetto Europeo JERICO (FP-7)

La boa Mambo, la meda PALOMA, la piattaforma Acqua Alta, la meda S1-GB, la boa E1, la meda TeleSenigallia, la meda GARGANO e i mooring C01, C02, COR sono parte della rete osservativa del progetto JERICO FP-7 (<http://www.jerico-ri.eu/previous-project/about/>), nel cui ambito hanno fornito i dati disponibili in NRT al database MyOcean. L'attività del progetto JERICO-FP7 continuano nel nuovo progetto JERICO-NEXT H2020 (<http://www.jerico-ri.eu>).

Rete LTER - Italia

La Rete LTER-Italia (<http://www.lteritalia.it>) contribuisce a evidenziare lo stato e l'evoluzione di molti importanti ecosistemi italiani, studiando l'effetto su di essi dell'inquinamento e dei cambiamenti climatici e valutando perdita e alterazione della loro biodiversità. LTER-Italia partecipa all'infrastruttura di ricerca *ERIC-LifeWatch*, dedicata allo studio della biodiversità. Fanno parte della rete LTER e, più precisamente, sono inseriti nel sito IT12-000-M Alto Adriatico (Bertoni, 2012): la piattaforma Acqua Alta (sito di ricerca Golfo di Venezia, CNR-ISMAR), la boa Mambo (sito di ricerca Golfo di Trieste, OGS), la boa E1 e la meda S1-GB (sito di ricerca Delta del Po e Costa romagnola, CNR-ISMAR) e la Meda TeleSenigallia (sito di ricerca Transetto Senigallia-Susak, CNR-ISMAR).

Copernicus

Copernicus (European Programme for the establishment of a European capacity for Earth Observation, <http://www.copernicus.eu/>) è il nuovo programma di osservazione della terra della Commissione europea, precedentemente chiamato *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). La boa E1 e la meda S1-GB gestite da ISMAR-BO sono inserite nelle attività di Copernicus.

GOA-ON

La meda Paloma e l'osservatorio E2M3A sono inseriti nella rete internazionale di monitoraggio dell'"Ocean Acidification" Global Ocean Acidification Observing Network (GOA-ON, <http://goa-on.org/>).

OceanSITES

OceanSITES (<http://www.oceansites.org/>) promuove l'acquisizione su lungo termine di dati meteorologici ad elevata qualità da stazioni di misura fisse. OceanSITES è un sistema mondiale di stazioni di misura oceaniche multidisciplinari posizionate in mare aperto con una prospettiva di monitoraggio su lungo termine. Le stazioni che ne fanno parte contribuiscono a fornire misure di parametri marine volti a monitorare i processi fisici e bio-geo-chimici dall'intera colonna d'acqua, dall'interfaccia aria-mare fino al fondale. OceanSITES è una rete di osservatori costituita da stazioni fisse in grado di fornire in tempo quasi reale (NRT) osservazioni necessarie allo sviluppo delle conoscenze relativamente alla meteorologia marina, all'oceanografia fisica, al trasporto delle masse d'acqua, ai processi biogeochimici e anche a parametri relativi al ciclo del carbonio, all'ecosistema e infine alla geofisica. Gli osservatori W1M3A e E2M3A della rete IFON fanno parte di OceanSITES).

FixO3

In ambito europeo, gli osservatori W1M3A e E2M3A sono parte della rete di osservatori fissi profondi denominata FixO3 (*Fixed point Open Ocean Observatories*, <http://www.fixo3.eu/>) che mira ad integrare gli osservatori Europei posizionate in mare aperto e a renderli fruibili ad una comunità più ampia. La rete contribuisce a fornire osservazioni *in-situ* ad accesso aperto relativamente allo studio dell'oceano lungo tutta la colonna d'acqua, dall'interfaccia aria-mare fino al fondale, monitorandone i processi fisici, chimici e biologici.

ERIC- ICOS

I sistemi osservativi E2M3A e W1M3A, la boa MAMBO e la meda PALOMA sono incluse nel consorzio europeo per infrastrutture di Ricerca (ERIC) denominato *Integrated Carbon Observation System* (ICOS, www.icos-ri.eu). L'infrastruttura ICOS ERIC ha l'obiettivo di fornire osservazioni di lungo periodo sui gas serra in tutta Europa nelle sue tre componenti atmosfera, ecosistemi e oceani. I siti fissi sopracitati partecipano all'Oceanic Thematic Centre (OTC) dell'infrastruttura ICOS, dedicata allo studio dello scambio di CO₂ fra mare e atmosfera.

ERIC-EMSO

EMSO (*European Multidisciplinary Seafloor and water-column Observatory*, <http://www.emso-eu.org>) è l'infrastruttura pan-europea che coinvolge i sistemi di osservazione oceanici che garantiscano un monitoraggio su lungo periodo, ad alta risoluzione temporale, con una trasmissione dati in tempo reale relativamente ai processi ambientali, tra cui pericoli naturali, cambiamenti climatici, ed ecosistemi marini.

11 - CONCLUSIONI: Prospettive future per la rete IFON

L'Italia, per l'estensione delle sue coste, la sua posizione geografica e la tradizione culturale, ha la possibilità di giocare un ruolo centrale di leadership sul tema dell'osservazione dei mari in ambito Mediterraneo.

La Rete IFON, che è stata sviluppata in ambito RITMARE WP3-SP5, nasce da un'attività prolungata in ambito internazionale, nazionale e regionale. La valorizzazione di questa infrastruttura è necessaria per il futuro della ricerca marina nazionale e permetterà di rafforzare la posizione dell'Italia negli studi sui cambiamenti climatici, sull'oceanografia (operativa e non) e sulla biodiversità. Le osservazioni dirette sono inoltre indispensabili per il modelling oceanografico multidisciplinare (dall'oceanografia fisica alle interazioni col fondo mare e l'atmosfera, dall'oceanografia chimica a quella biologica, fino al monitoraggio e alla previsione sui limiti di fruibilità delle risorse alieutiche).

A tal fine, risulta quanto mai indispensabile un coordinamento tecnico-scientifico, supportato da un adeguato investimento economico, sulle strutture esistenti, riconosciuto dagli organi politici e gestionali del nostro paese, che garantisca continuità, operatività e accesso ai dati della rete per le finalità di conoscenza, previsione e supporto ai decisori politici e gestionali. Per fare questo appare quindi necessario che le infrastrutture di ricerca legate agli osservatori marini siano mantenute e coordinate. La Rete IFON è stata consolidata e aggiornata con sensoristica avanzata e innovativa, i dati delle singole stazioni confluiscono in database controllati e aggiornati. E' perciò auspicabile che la rete sia mantenuta e integrata apportando le opportune implementazioni, avvalendosi dell'innovazione tecnologica e garantendole adeguati finanziamenti.

La necessità dell'osservazione continuativa e multidisciplinare di mari e oceani è un tema di grande attualità (è incluso ad esempio nel comunicato congiunto dei Ministri della Ricerca del G7). I sistemi osservativi marini, costituiti da reti permanenti di piattaforme osservative (boe, Mede, sistemi robotizzati profilanti, sistemi rilocabili ecc...) che forniscono dati e informazioni di qualità controllata sullo stato del mare in tempo quasi reale o differito, devono essere connessi con gli altri sistemi osservativi sviluppati in ambito RITMARE e anche nelle reti europee. Nei sistemi più avanzati, i dati raccolti in mare vengono completati da quelli raccolti da satellite ed interpolati/estrapolati attraverso modelli numerici.

Il ricco patrimonio di dati raccolti *in situ* dalla Rete IFON è insostituibile e deve essere valorizzato e sostenuto. Solo riuscendo a mantenere a regime e a potenziare questa preziosa rete, l'Italia potrà essere realmente competitiva in ambito internazionale e darà al paese maggiore autorevolezza e visibilità. La rete osservativa IFON potrà essere di riferimento per l'Europa e la nazione, ma anche entrare nei parchi tecnologici regionali e connettersi con i Ministeri competenti e gli *stakeholders*.

Il progetto esecutivo di implementazione della nuova rete dei siti fissi e rilocabili, sviluppato in ambito RITMARE, gioca un ruolo di primo piano in Mediterraneo nel settore marino e marittimo, per creare una palestra per lo sviluppo di nuove tecnologie nel campo della *Blue Economy* e della pianificazione dello Spazio Marittimo della fascia costiera e di mare profondo.

Sarà inoltre strategico affiancare all'attività di misura e di implementazione delle stazioni fisse della rete IFON un'attività di divulgazione, con una rinnovata attenzione ai media anche attraverso la disseminazione di informazioni tramite siti *web* e formazione destinata a vari soggetti, con qualifica scientifica eterogenea, interessati alla gestione ambientale.

Il sistema osservativo IFON porta un importante contributo nazionale e in particolare:

1. Sostiene i laboratori marini in aree chiave del Mediterraneo;
2. Sostiene i laboratori per le Tecnologie Marine;
3. Sviluppa *Database* condivisi dei dati marini rilevanti;
4. Sviluppa prodotti integrati utili alle osservazioni del mare e dello spazio connesso;
5. Contribuisce a monitorare importanti aree marine;

6. Mantiene la connessione con la Rete di Ricerca Ecologica di Lungo Termine italiana e europea (LTER-Italia e LTER-Europe) e con l'infrastruttura ERIC-LifeWatch;
7. Contribuisce all'implementazione di un osservatorio ecologico integrato in aree chiave, già siti appartenenti alla Rete LTER-Italia, quali l'Alto Adriatico e il Golfo di Napoli;
8. Permette all'Italia di essere competitiva su iniziative infrastrutturali europee come FIXO3, Jerico-Next e di confrontarsi con altre infrastrutture (e.g. ERIC-ICOS e ERIC-EMSO);
9. Permette all'Italia di rispondere con servizi adeguati a quesiti inerenti l'osservazione dei mari, quali il cambiamento climatico, i rischi, la prevenzione, la sostenibilità, ecc...

Sarà comunque necessario nel prossimo futuro:

1. Incentivare e valorizzare chi acquisisce "dati" e sostenere i siti della rete IFON;
2. Favorire la condivisione di dati tra gruppi e tra enti di ricerca;
3. Progettare un portale nazionale condiviso tra tutte le istituzioni coinvolte per un data base interoperabile e distribuito;
4. Consolidare le azioni verso una politica *open access* con un'opportuna data policy e la possibilità di assegnare DOI ai datasets;
5. Consolidare e proporre relazioni con industria, piccola e media impresa, incentivando Start-up e proponendo servizi per gli utilizzatori finali, gestori e cittadini
6. Proporre un'infrastruttura osservativa nazionale che sia approvata in ambito governativo e riconosciuta a livello europeo.

Grazie alla Rete Osservativa IFON l'Italia sta giocando un ruolo importante tra le infrastrutture osservative europee quali JERICO, JERICO-NEXT e nelle infrastrutture sulla ricerca ecologica di lungo termine, sulla biodiversità e sui cambiamenti climatici (e.g. LTER-Europe e ERIC-LifeWatch). Molte azioni positive sono svolte nell'ambito della Marine Strategy e della progettualità Interreg. Inoltre si stanno consolidando relazioni con i PON e POR FESR in sinergia con le Regioni e le ARPA. L'Italia, con le sue strutture di ricerca, può candidarsi ad essere leader e ad avviare azioni strategiche anche in ambito BLUEMED.

12 - BIBLIOGRAFIA

1. Anello, F., C. Bommarito, S. Chiavarini, L. De Silvestri, T. Di Iorio, A. di Sarra, D. Meloni, F. Monteleone, G. Pace, S. Piacentino, D. Sferlazzo (2016), I forzanti ed il clima visti dall'Osservatorio Climatico di Lampedusa, *Ambiente, Energia e Innovazione*, in stampa.
2. Aracri S., Borghini M., Canesso D., Chiggiato J., Durante S., Schroeder K., Sparnocchia S., Vetrano A., Honda T., Kitawaza Y., Kawahara H., Nakamura T. (2016). *Trials of an autonomous profiling buoy system*. *Journal of Operational Oceanography*, 9, 176-184, <http://dx.doi.org/10.1080/1755876X.2015.1115631>
3. Bertoni R. (a cura di) 2012. La Rete Italiana per la ricerca ecologica a lungo termine (LTER-Italia), Aracne Editrice, Roma
4. 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.
5. Bortoluzzi G., Frascari F., Giordano P., Ravaioli M., Stanghellini G., Coluccelli A. (2006). *The S1 buoy station, Po River delta: data handling and presentation*. *Acta Adriatica*, 47 (S1), 113-131.
6. Bommarito, C., Anello, F., Artale, V., Carillo, A., De Silvestri, L., Di Iorio, T., di Sarra, A., Meloni, D., Monteleone, F., Pace, G., Piacentino, S., Sannino, G., Sferlazzo, G. (2016) *La meda elastica di Lampedusa: caratteristiche tecniche*, Rapporto Tecnico ENEA 2016, 13, p 1-29, RT/2016/13/ENEA ISSN/0393-3016.
7. Braga F., Zaggia L., Bellafiore D., Bresciani M., Giardino C., Lorenzetti G., Maicu F., Manzo C., Riminucci F., Ravioli M., Brando V. E. (2016). *Mapping turbidity patterns in the Po river prodelta using multi-temporal Landsat 8 imagery*, In stampa su: *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.11.003>
8. Calzolari, G., S. Nava, F. Lucarelli, M. Chiari, M. Giannoni, S. Becagli, R. Traversi, M. Marconi, D. Frosini, M. Severi, R. Udisti, A. di Sarra, G. Pace, D. Meloni, C. Bommarito, F. Monteleone, F. Anello, and D. M. Sferlazzo (2015), Characterization of PM10 sources in the central Mediterranean, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 13939-13955, 2015 doi:10.5194/acp-15-13939-2015.
9. Canepa E., S. Pensieri, R. Bozzano, M. Faimali, P. Traverso, L. Cavaleri (2015), *The ODAS Italia 1 buoy: More than forty years of activity in the Ligurian Sea*, *Oceanography*, 135, 48-63, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pocean.2015.04.005>, ISSN 0079-6611.
10. Cantoni C., Luchetta A., Celio M., Cozzi S., Raicich F., Catalano C. (2012), *Carbonate system variability in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea)* *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 115, 51-62; doi: 10.1016/j.ecss.2012.07.006.
11. Cantoni C., Luchetta A., Chiggiato J., Cozzi S., Schroeder K., Langone L. (2016), *Dense water flow and carbonate system in the southern Adriatic: A focus on the 2012 event*, *Marine Geology*, 375, 15-27, doi: 10.1016/j.margeo.2015.08.013 May 1 2016
12. Carniel S., Bonaldo D., Benetazzo A., Bergamasco A., Boldrin A., Falcieri FM., Sclavo M., Trincardi F., Langone L. (2016) Off-shelf fluxes across the southern Adriatic margin: Factors

controlling dense-water-driven transport phenomena *Marine Geology*, 375 44-63; 10.1016/j.margeo.2015.08.016 May 1 2016

13. Chiggiato, J; Bergamasco, A; Borghini, M; Falcieri, FM; Falco, P; Langone, L; Miserocchi, S; Russo, A; Schroeder, K. Dense-water bottom currents in the Southern Adriatic Sea in spring 2012 *Marine Geology*, 375 134-145; 10.1016/j.margeo.2015.09.005 MAY 1 2016
14. D'Alcalà M.R., Basoni A., Carrara P., D'Adamo R., Manzella G., Menegon S., Paziienza G., Rampini A., Sarretta A. (2014). *RITMARE Data Policy document. Figshare.* <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.1235546.v2>
15. Langone L, Conese I, Miserocchi S, Boldrin A, Bonaldo D, Carniel S, Chiggiato J, Turchetto M, Borghini M. (2016). *Sediment transport to the western margin of the Southern Adriatic: processes involved in transferring particulate matter to the deep basin.* *Marine Geology*, 375, 28-43, [doi:10.1016/j.margeo.2015.09.004](https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.09.004)
16. Mallet, M., F. Dulac, P. Formenti, P. Nabat, J. Sciare, G. Roberts, J. Pelon, G. Ancellet, D. Tanré, F. Parol, A. di Sarra, L. Alados, J. Arndt, F. Auriol, L. Blarel, T. Bourriane, G. Brogniez, P. Chazette, S. Chevaillier, M. Claeys, B. D'Anna, C. Denjean, Y. Derimian, K. Desboeufs, T. Di Iorio, J.-F. Doussin, P. Durand, A. Féron, E. Freney, C. Gaimoz, P. Goloub, J. L. Gómez-Amo, M.-J. Granados-Muñoz, N. Grand, E. Hamonou, I. Jankowiak, M. Jeannot, J.-F. Léon, M. Maillé, S. Mailler, D. Meloni, L. Menut, G. Momboisse, J. Nicolas, T. Podvin, V. Pont, G. Rea, J.-B. Renard, L. Roblou, K. Schepanski, A. Schwarzenboeck, K. Sellegri, M. Sicard, F. Solmon, S. Somot, B. Torres, J. Totems, S. Triquet, N. Verdier, C. Verwaerde, J. Wenger, and P. Zapf (2015), Overview of the Chemistry-Aerosol Mediterranean Experiment/Aerosol Direct Radiative Forcing on the Mediterranean Climate (ChArMEx/ADRIMED) summer 2013 campaign, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, 455-504, 2016, [doi:10.5194/acp-16-455-2016](https://doi.org/10.5194/acp-16-455-2016).
17. Marini M., Campanelli A., Sanxhaku M., Kljajic Z., Betti M., Grilli F. (2015) *Late spring characterization of different coastal areas of the Adriatic Sea.* *Acta Adriatica*, 56(1): 27 – 46, ISSN: 1846-0453
18. Marini M., Maselli V., Campanelli A., Foglini F., Grilli F. (2016). Role of the Mid-Adriatic deep in dense water interception and modification, *Marine Geology*, 375 5-14; [doi: 10.1016/j.margeo.2015.08.015](https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.08.015) May 1 2016
19. Menegon S., Penna P., Bastianini M., Stanghellini G., Riminucci F., Sarretta A. (2016). CNR-ISMAR in situ observations network. IMDIS 2016, International Conference on Marine Data and Information Systems - Gdansk (Poland) - October 11-13, 2016. [figshare. https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4001448.v1](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4001448.v1)
20. Nabat, P., S. Somot, M. Mallet, M. Michou, F. Sevault, F. Driouech, D. Meloni, A. di Sarra, C. Di Biagio, P. Formenti, M. Sicard, J.-F. Léon and M.-N. Bouin (2015). Dust aerosol radiative effects during summer 2012 simulated with a coupled regional aerosol-atmosphere-ocean model over the Mediterranean, *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 3303–3326. [doi: 10.5194/acp-15-3303-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-3303-2015)
21. Pace, G., W. Junkermann, L. Vitali, A. di Sarra, D. Meloni, M. Cacciani, G. Cremona, A. M. Iannarelli, and G. Zanini (2015). On the complexity of the boundary layer structure and aerosol vertical distribution in the coastal Mediterranean regions: a case study, *Tellus B*, 67, 27721, [doi: 10.3402/tellusb.v67.27721](https://doi.org/10.3402/tellusb.v67.27721).
22. Pensieri S., R. Bozzano, J. A. Nystuen, E. N. Anagnostou, M. N. Anagnostou, R. Bechini, "Underwater Acoustic Measurements to Estimate Wind and Rainfall in the Mediterranean Sea", *Advances in Meteorology*, 2015, Vol. 2015, pp. 1-18, [doi:10.1155/2015/612512](https://doi.org/10.1155/2015/612512), 2015.

23. Pensieri S., R. Bozzano, M.E. Schiano, M. Ntoumas, E. Potiris, C. Frangoulis, D. Podaras, G. Petihakis, "Methods and best practice to intercompare dissolved oxygen sensors and fluorometers/turbidimeters for oceanographic applications", *Sensors*, 2016, vol. 16(5), 702, doi:10.3390/s16050702, Special issue - "Sensors for Environmental monitoring".
24. 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., Misericchi 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, 202-214; doi: 10.1080/1755876X.2015.1114806 May 2016
25. Rauber A., Ari A., Van Uytvanck D., Proll S. (2016). *Identification of Reproducible Subsets for Data Citation, Sharing and Re-Use*. *Bulletin of IEEE Technical Committee on Digital Libraries, Special Issue on Data Citation* (https://rd-alliance.org/system/files/documents/RDA-Guidelines_TCDL_draft.pdf)
26. Trincardi F., E. Campiani, A. Correggiari, F. Foglini, V. Maselli, A. Remia (2014). Bathymetry of the Adriatic Sea: the legacy of the last eustatic cycle and the impact of modern sediment dispersal. *J. Maps*, 10 (1), 151–158.

13 – ACRONIMI

Di seguito la lista degli acronimi utilizzati nel documento e la loro versione estesa:

ACID.IT - Costruzione di conoscenze e di strumenti a supporto della definizione di strategie di adattamento agli effetti dell'acidificazione marina, con particolare riferimento ai mari italiani (Progetto premiale Italiano)

ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler

AMBIMAT-CNR - Tecnopolo del CNR di Bologna dedicato all'AMBIente e ai MATeriali

ARPA FVG - Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Friuli Venezia Giulia

BUFR - Binary Universal Format for Records

CDOM - Colored Dissolved Organic Matter

CIESM Hydrochanges Programm - Continuous, long-term measurements of temperature & salinity of Mediterranean deep waters in key areas

CINECA - Consorzio Interuniversitario del Nord est Italiano Per il Calcolo Automatico

CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche

CoCoNET-FP7 - Towards Coast-to-Coast NETworks of marine protected areas (EU Project – FP7)

COPERNICUS - European Programme for the establishment of a European capacity for Earth Observation

CTD – Conductivity, Temperature and Depth

CTO - Centro di Taratura Oceanografico OGS

DOI - Digital Object Identifier

EDI - Electronic Data Interchange

EMMA LIFE+ - *Environmental Management* through Monitoring and Modelling of Anoxia (EU project LIFE+ Environment)

EMSO - European Multidisciplinary Seafloor and water-column Observatory

EMODNET – European Marine Observatory Data NETwork (Physics, Chemistry, Hydrography)

EOV - Essential Ocean Variables

ENEA - Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente

ERIC - European Research Infrastructure Consortium

EuroSITES-FP7 - European Network of Observatories (EU Project – FP7)

EuroSTRATAFORM-FP5 - European Margin Strata Formation (EU Project – FP5)

FixO3 - Fixed point Open Ocean Observatories

FP7 - The 7th European Framework Programmes for Research and Technological Development

GMES - Global Monitoring for Environment and Security

GMT - General Mapping Tool

GOA-ON - Global Ocean Acidification Observing Network

GOS-ISAC - Global Ocean Satellite monitoring and marine ecosystem study ISAC

GPRS - General Packet Radio Service

GPS - *Global Positioning System*

GSM - Global System for Mobile Communications

H2020 - The 8th European Framework Programmes for Research and Technological Development

HCMR - Hellenic Centre for Marine Research

HERMIONE-FP7 - Hotspot Ecosystem Research and Man's Impact on European Seas (EU Project – FP7)

IAMC-CNR - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero CNR

ICOS - Integrated Carbon Observation System

IOOS - U.S. Integrated Ocean Observing System

ISAC-CNR - Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima CNR

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

ISMAR-CNR – Istituto Scienze Marine CNR

ISMAR-AN - ISMAR, Sede di Ancona

ISMAR-BO - ISMAR, Sede di Bologna

ISMAR-LS - ISMAR, Sede di Lesina

ISMAR-SP – ISMAR, Sede di La Spezia

ISMAR-TS – ISMAR, Sede di Trieste

ISMAR-VE – ISMAR, Sede di Venezia

JERICO-FP7 - Towards a Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatories (EU Project – FP7)

JERICO-NEXT - Joint European Research Infrastructure network for Coastal Observatory – Novel European eXpertise for coastal observaTories (EU Project – H2020)

LifeWatch - E-science and technology infrastructure for biodiversity data and observatories

LTER - Long Term Ecological Research

MAMBO - Monitoraggio AMBientale Operativo
MEDATLAS - Mediterranean Atlas
MIUR - Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
MYOCEAN - Development and pre-operational validation of upgraded GMES Marine Core services and capabilities (EU Project-FP7)
MySQL - My Structured Query Language (database management system)
MONGOOS - The Mediterranean Operational Network for the Global Ocean Observing System
MSFD - Marine Strategy Framework Directive
NAdDW - North Adriatic Dense Water
NetCDF - Network Common Data Form
NODC-OGS - National Oceanographic Data Centre OGS
NRT - Near Real Time
NURC - NATO Undersea Research Centre
OBAMA-PRIN - Osservatorio off-shore per ricerche ecologiche a lungo termine (L-TER) sulla Biodiversità e funzionamento degli ecosistemi marini profondi in Mar Mediterraneo (Progetto PRIN)
OceanSITES - Worldwide system of long-term, open-ocean reference stations measuring dozens of variables and monitoring the full depth of the ocean from air-sea interactions down to the seafloor
ODO - Ossigeno Disciolto Ottico
OGC - Open Geospatial Consortium
OGS - Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale
OPeNDAP - Open-source Project for a Network Data Access Protocol
OSMER - Osservatorio Meteorologico Regionale ARPA FVG
PALOMA - Piattaforma Avanzata Laboratorio Oceanografico Mare Adriatico
QA/QC - Quality Assurance / Quality Control
RITMARE - La ricerca Italiana per il mare (Progetto bandiera Italiano)
SeaDataNet - Pan-European infrastructure to ease the access to marine data measured by the countries bordering the European seas
SBE - Sea-Bird Electronics
SBD - Iridium Short Burst Data
SensorML - Sensor Model Language
SP5 - Sotto Progetto 5 (Progetto RITMARE)
SP7 - Sotto Progetto 5 (Progetto RITMARE)
SSD Pesca - Sistema di Supporto alla Decisioni per la gestione sostenibile della Pesca nelle regioni del mezzogiorno d'Italia (Progetto Nazionale)
THREDDS - Thematic Real-time Environmental Distributed Data Services
UNIDO - United Nations Industrial Development Organization
USPO-CNR - Ufficio Supporto Programmazione Operativa CNR
WCS - Warehouse Control System
WGS84 - World Geodetic System 1984
WMS - Warehouse Management Software
WP3 - WorkPackage 3 (Progetto RITMARE)

14 - RINGRAZIAMENTI

Questo documento riassume le attività svolte e finanziate all'interno del progetto bandiera RITMARE nel suo WorkPackage 3 - Sotto Progetto 5 (SP5-WP3).

Si ringrazia l'Ufficio Supporto Programmazione Operativa del CNR (USPO) per il supporto tecnico e logistico nella gestione dei siti CNR.

Si ringraziano gli equipaggi delle navi oceanografiche (N/O) Urania, Dallaporta e Minerva Uno messe a disposizione dal CNR, della N/O Explora messa a disposizione da OGS, della N/O Astrea messa a disposizione da ISPRA e dei mezzi minori messi a disposizione da tutti i partner del Progetto RITMARE.

Si ringraziano inoltre tutti i ricercatori, i tecnologi e i tecnici che hanno partecipato e partecipano attivamente alla gestione e manutenzione delle stazioni della rete, al controllo del regolare flusso dati, alla gestione dei siti web e dei database correlati, alla validazione delle serie temporali e all'attività di laboratorio correlate, al fine di mantenere ogni sistema operativo e a implementare così la rete IFON.

La gestione nel tempo delle stazioni e l'attività descritta in questo documento è stata possibile anche grazie al contributo di diversi progetti europei: FIXO3 (E2M3A e W1M3A), JERICO-FP7 e JERICO-Next (PALOMA, MAMBO, Acqua Alta, S1, E1 e TeleSenigallia). I siti MAMBO, Acqua Alta, E1, S1 e TeleSenigallia sono parte della Rete Italiana di Ricerche Ecologiche di Lungo Termine (LTER-Italia).

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.

