

QUARANT'ANNI DI DATI OCEANOGRAFICI A CURA DEL CENTRO RICERCHE AMBIENTE MARINO ENEA S. TERESA: IL QUADRO DEL GOLFO DI LA SPEZIA

Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013

T. CIUFFARDI, A. GIULIANI, M. ABBATE, M. BARSANTI, A. BORDONE, G. CERRATI, G. DI NALLO, P. PICCO
ENEA – Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile
Centro Ricerche Ambiente Marino S. Teresa, La Spezia



AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE,
L'ENERGIA E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE

QUARANT'ANNI DI DATI OCEANOGRAFICI A CURA DEL CENTRO RICERCHE AMBIENTE MARINO ENEA S. TERESA: IL QUADRO DEL GOLFO DI LA SPEZIA

Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013

T. CIUFFARDI, A. GIULIANI, M. ABBATE, M. BARSANTI, A. BORDONE, G. CERRATI, G. DI NALLO, P. PICCO
ENEA – Unità Tecnica Ambiente Marino e Sviluppo Sostenibile
Centro Ricerche Ambiente Marino S. Teresa, La Spezia

Questo lavoro è stato in parte supportato dal progetto RITMARE SP3 WP4 AZ1 (“Dinamiche di circolazione, trasformazione e mescolamento di masse d’acqua attraverso modelli numerici e dati”).
Ambra Giuliani ha svolto la tesi di laurea ENEA numero n° 1400/2012 presso il Centro Ricerche Ambiente Marino ENEA S. Teresa.

I Rapporti tecnici sono scaricabili in formato pdf dal sito web ENEA alla pagina <http://www.enea.it/it/produzione-scientifica/rapporti-tecnici>

I contenuti tecnico-scientifici dei rapporti tecnici dell'ENEA rispecchiano l'opinione degli autori e non necessariamente quella dell'Agenzia.

The technical and scientific contents of these reports express the opinion of the authors but not necessarily the opinion of ENEA.

QUARANT'ANNI DI DATI OCEANOGRAFICI A CURA DEL CENTRO RICERCHE AMBIENTE MARINO ENEA S. TERESA: IL QUADRO DEL GOLFO DI LA SPEZIA

Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013

T. CIUFFARDI, A. GIULIANI, M. ABBATE, M. BARSANTI, A. BORDONE, G. CERRATI, G. DI NALLO, P. PICCO

Riassunto

Fin dagli anni '80, presso il Centro ENEA CRAM S. Teresa (SP), è in funzione una banca dati che ha lo scopo di raccogliere ed archiviare i dati oceanografici ed ambientali relativi al Mediterraneo. I dati vengono archiviati secondo la direttiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community), dopo esser stati sottoposti a controllo di qualità. E' possibile consultare il database e scaricare i dati pubblici accedendo al sito web: <http://www.santateresa.enea.it>.

In particolare, in questo rapporto è riportata una panoramica spazio-temporale del tipo e della quantità di dati presenti nell'area del Golfo di La Spezia, dove il Centro ENEA S. Teresa è particolarmente attivo.

Parole chiave: Dati oceanografici, Banca Dati, Profili verticali, serie temporali, Golfo di La Spezia, Mar Ligure, Mediterraneo.

Abstract

Since '80s a web data centre has been working in the S. Teresa CRAM ENEA Centre to collect and archive the main oceanographic parameters in the Mediterranean Sea. Data are stored in accordance with the INSPIRE directive (Infrastructure for Spatial Information in the European Community), after a quality control procedure. Oceanographic variables and data can be downloaded and plotted at the web address: <http://www.santateresa.enea.it>. This report presents the geo-temporal distribution of the data acquired during the year 1973-2013 in the Gulf of La Spezia area, where ENEA is particularly active. Data are detailed according to type and occurrences.

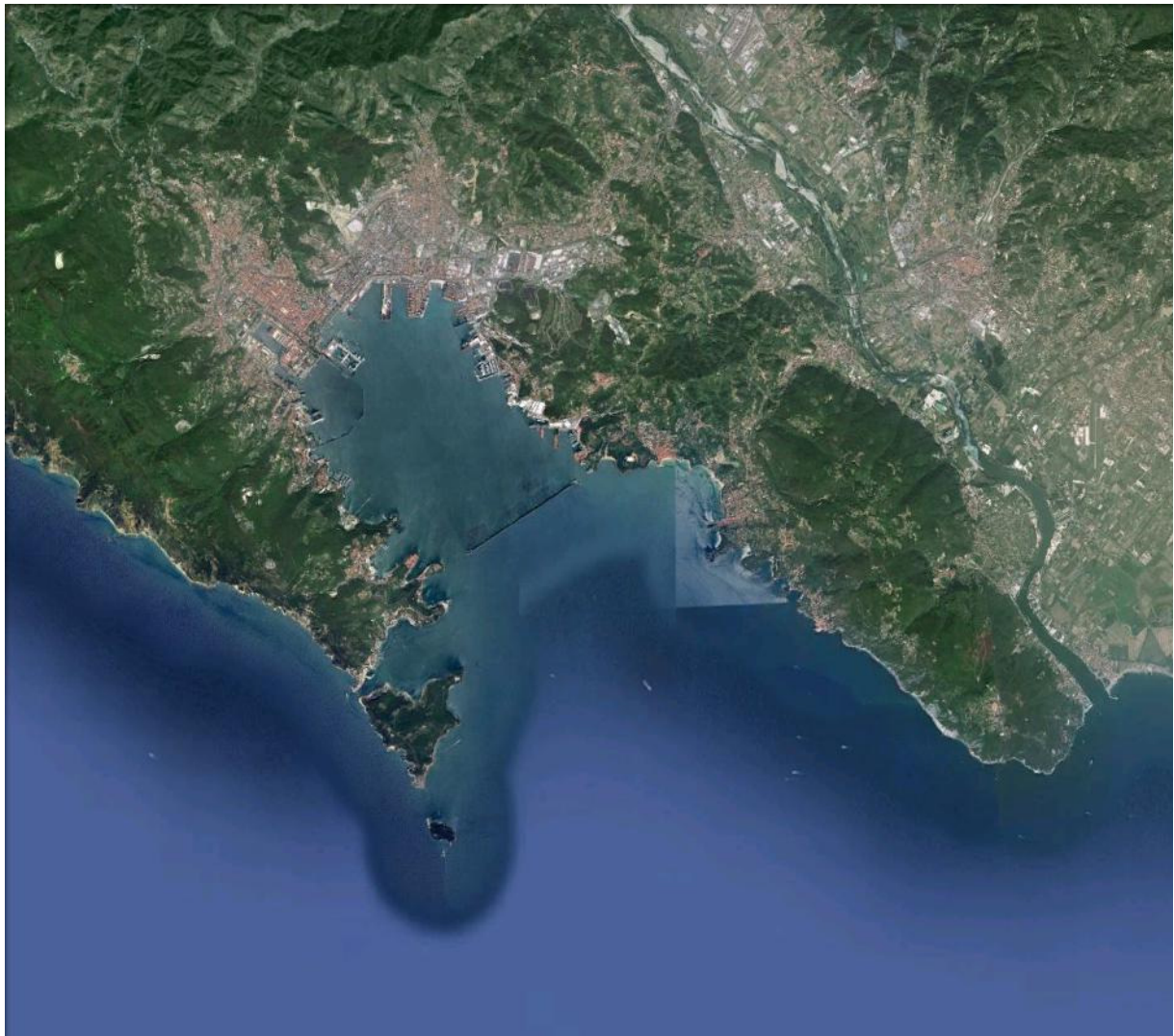
Keywords: Oceanographic data, Data-bank, vertical profiles, time-series, Gulf of La Spezia, Ligurian Sea, Mediterranean.

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	7
2	PROGETTI E NORMATIVE INTERNAZIONALI	7
3	LA BANCA DATI AMBIENTALI MOIS	8
4	CONSISTENZA DEI DATI MOIS NEL GOLFO DI LA SPEZIA	15
4.1	PROFILI VERTICALI	18
4.2	SERIE TEMPORALI	25
5	ULTERIORI BANCHE DATI ENEA NEL GOLFO DI LA SPEZIA.....	30
6	PROSPETTIVE FUTURE.....	31
7	BIBLIOGRAFIA	32

QUARANT'ANNI DI DATI OCEANOGRAFICI A CURA DEL CENTRO RICERCHE AMBIENTE MARINO ENEA S. TERESA: IL QUADRO DEL GOLFO DI LA SPEZIA

Distribuzione storica dei dati dal 1973 al 2013



1 INTRODUZIONE

I dati ambientali marini sono unici ed irripetibili e sono alla base di tutte le attività di ricerca, progettazione, monitoraggio e modellistica.

La necessità di non perdere i dati raccolti ha portato nel tempo allo sviluppo di sistemi di archiviazione. Un meccanismo di ricerca dati è inutile se non è collegato a un sistema per la loro distribuzione. Il concetto tradizionale delle banche dati come supporto di archiviazione delle informazioni viene quindi sostituito da una nozione maggiormente orientata alla fornitura di servizi anche grazie allo sviluppo di internet, che permette di scambiare i dati a costi molto bassi.

Il Centro di ricerca ENEA S. Teresa, fin dagli anni '80, si è mosso in questa direzione, raccogliendo ed archiviando i dati oceanografici ed ambientali relativi al Mediterraneo ([1], [2]). Le attività del gruppo, vista la sede geografica, sono ovviamente frequenti nell'area del Golfo di La Spezia ([3]). Questa zona è particolarmente interessante dal punto di vista scientifico perché comprende aree riconosciute patrimonio mondiale dell'UNESCO per il loro valore ambientale e paesaggistico (le isole del Tino, Tinetto, Palmaria e le Cinque Terre), accanto ad aree a impronta industriale e a forte impatto ambientale (porto e cantieristica, attività militari, un impianto di produzione di energia elettrica ENEL, pesca ed acquacoltura). Risulta evidente il conflitto d'uso dell'area e quindi più forte la necessità di un'attenta gestione della fascia costiera che va supportata anche a livello scientifico.

Lo scopo di questo rapporto tecnico è quello di fornire un "catalogo" sintetico e di facile consultazione relativo ai dati disponibili online, fino al 2013, nella banca dati dell'ENEA per l'area del Golfo di La Spezia. Questo documento, rendendo note e più facilmente fruibili le informazioni ambientali disponibili, può contribuire a facilitare il lavoro di chi è impegnato nella ricerca e nei processi decisionali e di gestione dell'area oltre ad essere d'ausilio ad un pubblico più ampio come amministrazioni pubbliche, imprese, operatori del settore, insegnanti.

Inoltre, viene qui presentato il panorama delle normative internazionali e dei progetti attualmente vigenti riguardo alla gestione dei dati meteo-marini, e descritto sinteticamente il sistema informativo.

2 PROGETTI E NORMATIVE INTERNAZIONALI

A livello internazionale esistono una serie di progetti finalizzati alla gestione dei dati ai quali partecipano più istituti con i seguenti obiettivi principali:

- promuovere l'accessibilità, lo scambio e la distribuzione dei dati oceanografici tra la comunità scientifica;
- definire criteri di qualità per il dato;
- sviluppare sistemi software e hardware per la gestione dei dati oceanografici;
- fornire un supporto per i progetti di ricerca;
- intensificare la collaborazione tra i laboratori.

Questi progetti nascono in attuazione delle disposizioni sancite dalle direttive internazionali. La direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino (Direttiva 2008/56/CE) afferma che gli Stati Membri "elaborano ed attuano... programmi di monitoraggio coordinati per la valutazione continua dello stato ecologico delle loro acque marine". La direttiva INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe, Direttiva 2007/2/CE) impone agli Stati Membri di adottare norme comuni per la condivisione delle

serie di dati e dei servizi tra autorità pubbliche per l'espletamento delle politiche ambientali comunitarie o delle attività che possono avere ripercussioni sull'ambiente. La direttiva 2003/4/CE e la direttiva relativa al riutilizzo dell'informazione del settore pubblico (Direttiva 2003/98/CE) garantiscono "il diritto di accesso all'informazione ambientale detenuta dalle autorità pubbliche", al fine di eliminare le difficoltà derivanti da pratiche discriminatorie, mercati monopolistici e mancanza di trasparenza. Per facilitare la diffusione dell'informazione ambientale viene promosso l'utilizzo di tecnologie di telecomunicazione ed elettroniche. Gli Stati Membri provvedono affinché le autorità pubbliche divulghino i dati se ne viene fatta loro richiesta.

I difetti di queste direttive riguardano la non applicabilità agli organismi che non esercitano pubblici poteri, ma che detengono un gran numero di dati marini, come le istituzioni scientifiche e accademiche. Il progetto MEDAR/MEDATLAS (Mediterranean Data Archeology and Rescue, [4]) contrasta questa tendenza e si prefigge la salvaguardia e la distribuzione di set completi di dati oceanografici raccolti nel Mar Mediterraneo e nel Mar Nero, grazie alla cooperazione dei Paesi che vi si affacciano. Lo scopo è quello di aumentare l'uso dei dati raccolti per i programmi scientifici, di migliorare lo scambio d'informazioni tra i progetti e di migliorare la qualità dei dati (soprattutto per quanto riguarda l'ossigeno e i nutrienti). Inoltre il progetto MEDAR/MEDATLAS fornisce dei limiti di accettabilità dei parametri principali della colonna d'acqua (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, fosfati) divisi per aree geografiche.

SeaDataNet è invece un progetto finanziato dall'UE per la creazione di un sistema standardizzato per la gestione di diversi set di dati raccolti durante le campagne oceanografiche e dai sistemi di osservazione automatici ([5]). Sviluppare standard internazionali è, infatti, il principale obiettivo da raggiungere per la creazione di una vera rete globale di scambio di dati oceanografici.

Ogni dato, proveniente da una rete di monitoraggio o da una serie storica, deve essere accompagnato da un insieme di "metadati", ovvero le informazioni relative ai dati, che servono a caratterizzare i valori misurati. I formati standard per lo scambio dei dati sono indispensabili per permettere ai ricercatori internazionali l'interpretazione delle informazioni contenute nelle banche dati.

I requisiti dettati dalla direttiva INSPIRE ed il rispetto degli standard internazionali sono in linea con la banca dati del Centro di ricerca ENEA presentata nel prossimo paragrafo.

3 LA BANCA DATI AMBIENTALI MOIS

Nel 1986 il Centro di ricerca ENEA S. Teresa ha progettato e realizzato il SIAM, un Sistema Informatico Ambientale Marino per l'organizzazione e la gestione dei dati oceanografici. La piattaforma ha poi preso il nome di MOIS (Mediterranean Oceanographic Information System) quando la gestione del sistema è passata da licenza ORACLE®, a pagamento, a software con licenza open source in ambiente LINUX.

I dati disponibili si dividono essenzialmente in:

- Profili verticali da campagne sinottiche;
- Profili verticali da boe profilanti (serie di profili);
- Serie temporali da stazioni fisse.

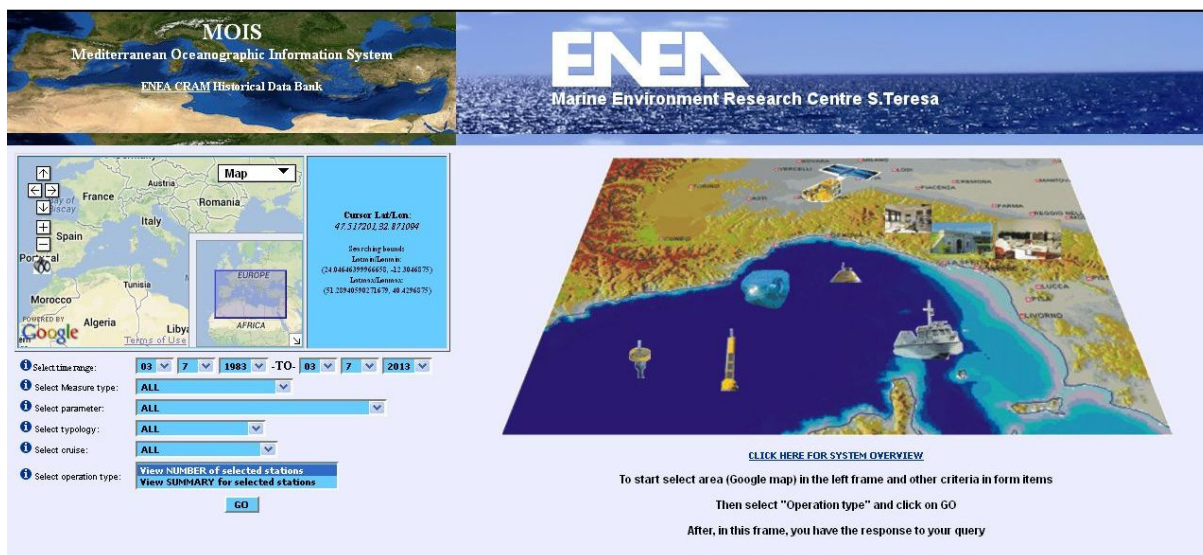


Figura 1: Interfaccia MOIS

Accendendo al sito <http://www.santateresa.enea.it/wwwste/siamen/home.htm> è possibile effettuare diversi tipi di ricerche di dati oceanografici, senza obbligo di registrazione in linea. La selezione iniziale dell'area geografica di interesse è effettuata tramite la mappa di Google API (Figura 1), avvalendosi degli strumenti della mappa. Un'ulteriore raffinazione della ricerca può essere compiuta scegliendo tra le seguenti opzioni:

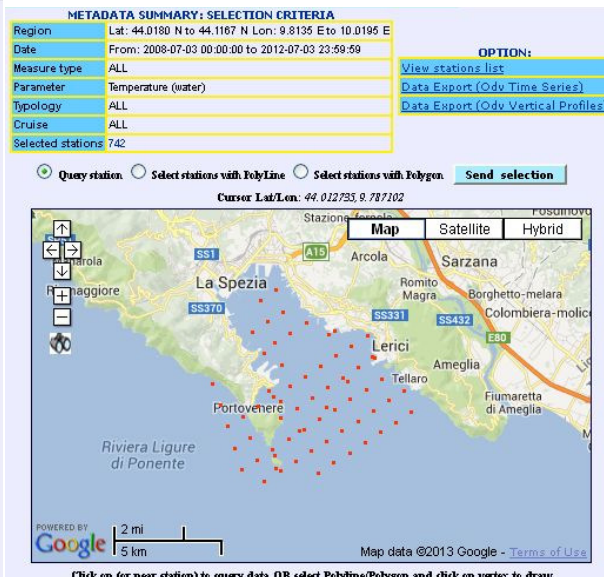
- Time range: periodo di campionamento (di default è dalla data attuale a trenta anni fa);
- Measure type: raccoglie i dati sulla base della tipologia (biologici, fisici, chimici);
- Parameter: tipo di variabile misurata (es. temperatura, pH, torbidità);
- Typology: tipologia di campionamento (es. bottiglie, profilo verticale);
- Cruise: mostra il nome della campagna oceanografica durante la quale è stato effettuato il campionamento.

Una volta raffinata la ricerca sono possibili due metodologie di selezione dei dati:

- “View NUMBER of selected stations” (mostra il numero di stazioni selezionate, Figura 2a) permette di accedere a quattro tabelle riassuntive: criteri di selezione, distribuzione statistica nel tempo delle stazioni di misura, tipologia, relative campagne oceanografiche.
- “View SUMMARY for selected stations” (mostra un sommario delle stazioni selezionate, Figura 2b) mostra, oltre alla tabella con i criteri di selezione, una mappa con i punti di campionamento.



(a)



(b)

Figura 2: (a) Criterio "mostra il numero di stazioni selezionate" e (b) criterio "mostra un sommario delle stazioni selezionate"

Cliccando su un punto è possibile accedere alle informazioni di dettaglio, mentre tramite "View stations list" a destra della tabella dei criteri di selezione, il sistema elenca tutte le stazioni presenti sulla mappa (Figura 3).

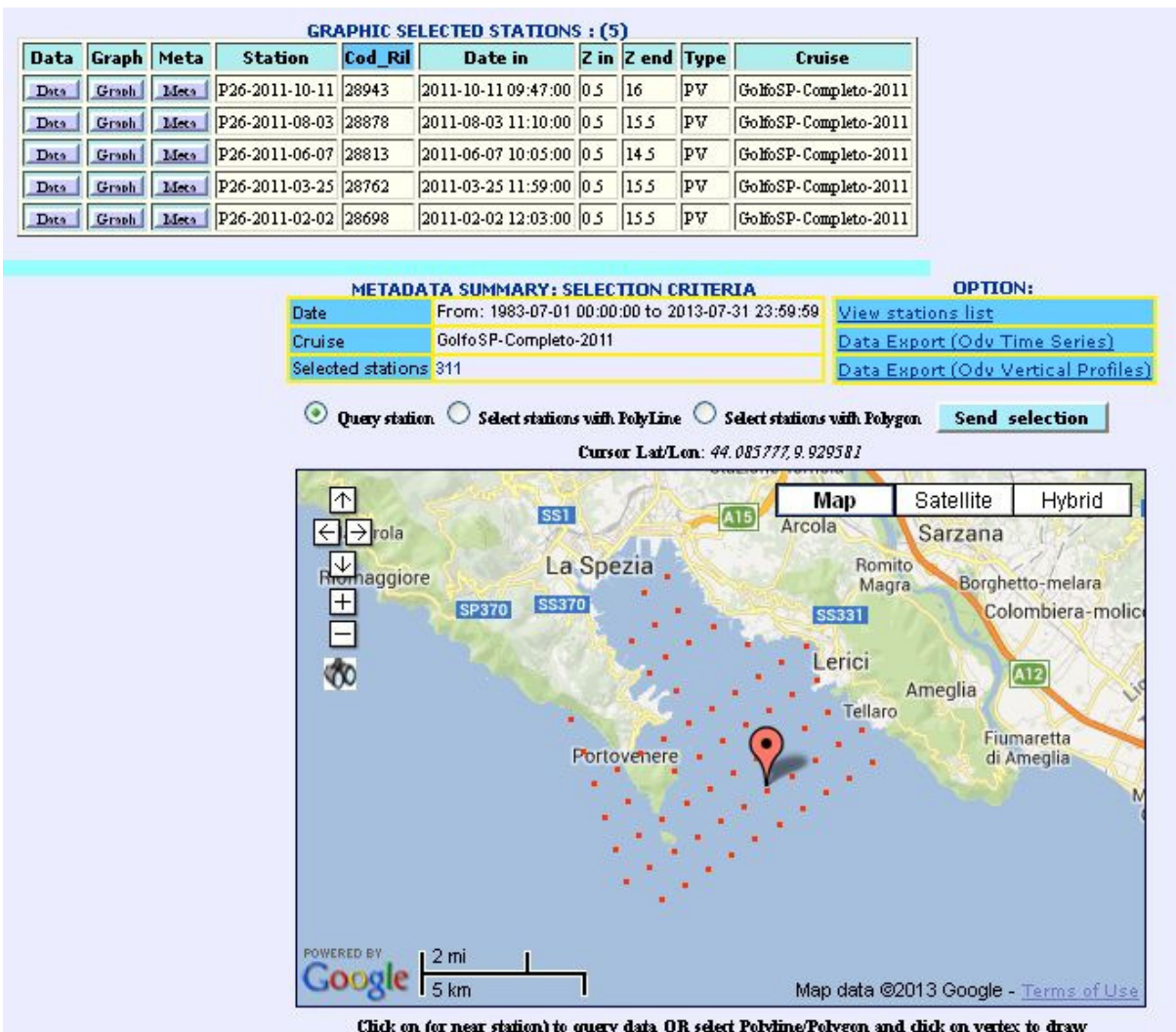


Figura 3: Selezione di un singolo punto

In questa lista ogni stazione ha tre opzioni:

- Data: si apre una finestra che mostra tutti i dati della stazione in una tabella (Figura 4a);
- Graph: vengono presentati i dati della stazione in un grafico che rappresenta l'andamento delle variabili con la profondità (Figura 4b);
- Meta: si apre una finestra che mostra i metadati (Figura 5).

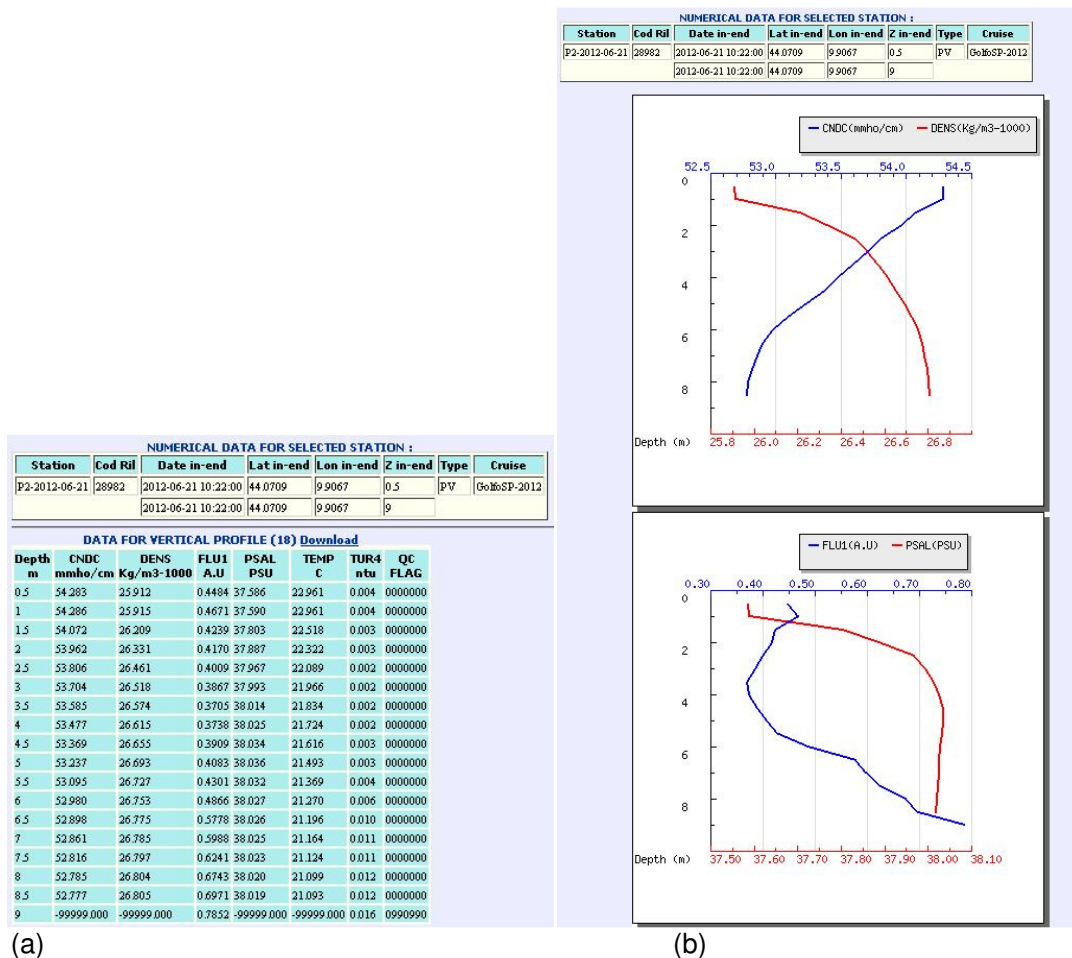


Figura 4: (a) Finestra "Data" e (b) finestra "Graph"

La struttura informativa dei dati è così definita:

- Nome della campagna oceanografica;
- Nome della stazione di misura;
- Data e ora di effettuazione della misura (nel caso dei profili) espressa nel formato anglosassone (mese/giorno/anno);
- Longitudine geografica del punto di misura espressa in gradi est;
- Latitudine geografica del punto di misura espressa in gradi nord;
- Profondità del fondale nel punto di misura del profilo/acquisizione della serie temporale;
- Identificazione del tipo di misura (serie temporale vs. profilo);
- Tipo di parametro oceanografico misurato e relativa unità di misura;
- Intervallo temporale di acquisizione del dato (nel caso di serie temporali);

METADATA FOR SELECTED STATION HEADER :						
Cod Ril	Date in-end	Lat in-end	Lon in-end	Z in-end	Type	Cruise
28982	2012-06-21 10:22:00	44.0709	9.9067	0.5	PV	GoMoSP-2012
	2012-06-21 10:22:00	44.0709	9.9067	0		

CONTEST FOR SELECTED STATION :				
Station	Cruise	Cruise Des.	Owner	Protection
P2-2012-06-21	GoMoSP-2012	Vertical profiles	ENEA-Marine Environment Research Center St.Teresa	LIMITED TO THE PROJECT DATA

PARAMETERS FOR SELECTED STATION :				
Sig	Des	Unit	Prec.	Type
TEMP	Temperature (water)	C	0.000	Undefined
PSAL	Salinity	PSU	0.000	Undefined
CND C	Conductivity	mmho/cm	0.000	Undefined
DENS	Density (potential)	Kg/m ³ -1000	0.000	Undefined
TUR4	Turbidity	ntu	0.000	Undefined
FLU1	Fluorescence	A.U	0.000	Undefined

NUMBER OF DATA FOR SELECTED STATION :			
Sig	N.Data	Min Value	Max Value
TEMP	17	21.0925	22.9614
PSAL	17	37.5859	38.0362
CND C	17	52.777037	54.286401
DENS	17	25.9124	26.8054
TUR4	18	0.0023	0.0161
FLU1	18	0.3705	0.7852

MEASURE ENV. FOR SELECTED STATION :			
Sig	Compart	Matrix	Discipline
TEMP	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec
PSAL	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec
CND C	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec
DENS	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec
TUR4	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec
FLU1	WATER	LIQUID	HYDROLOGY CTD H.Prec

META NOTE FOR SELECTED STATION :	
Name	Description
Cruise name	GoMoSP-2012
Station ID	P0, P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9
Station name	GoMo Est, Baia Eba, Castello, Centro goMo, Tino, Tinetto, Acqua Eba, Olivo, Sabadero, GoMo Ovest, Centro GoMo, Acqua Eba
Latitude bounding area	44.0162°N - 44.0815°N
Longitude bounding area	9.83877°N - 9.90673°N
Depth range	0.5m - 28m
Time period	27/03/2012 - 20/12/2012
Measurement instrument	SBE19plus, AutoAnalyzer 3
Reference person	Bordone Andrea, Cerrati Gabriella
Type of measure	Profilo verticale
Acquired variable: Temperature(°C)	TEMP
Acquired variable: Conductivity(ms/cm)	CND C
Acquired variable: Salinity(PSU)	PSAL
Acquired variable: Density(Kg/m ³ -1000)	DENS
Acquired variable: Fluorescence(ug/l)	FLU1

Figura 5: Finestra "Meta"

Ulteriori metodi di selezione dei dati comprendono la "Select stations with Polygon" (selezione delle stazioni tramite poligono) e "Select stations with PolyLine" (selezione delle stazioni tramite linee multiple) (Figura 6).

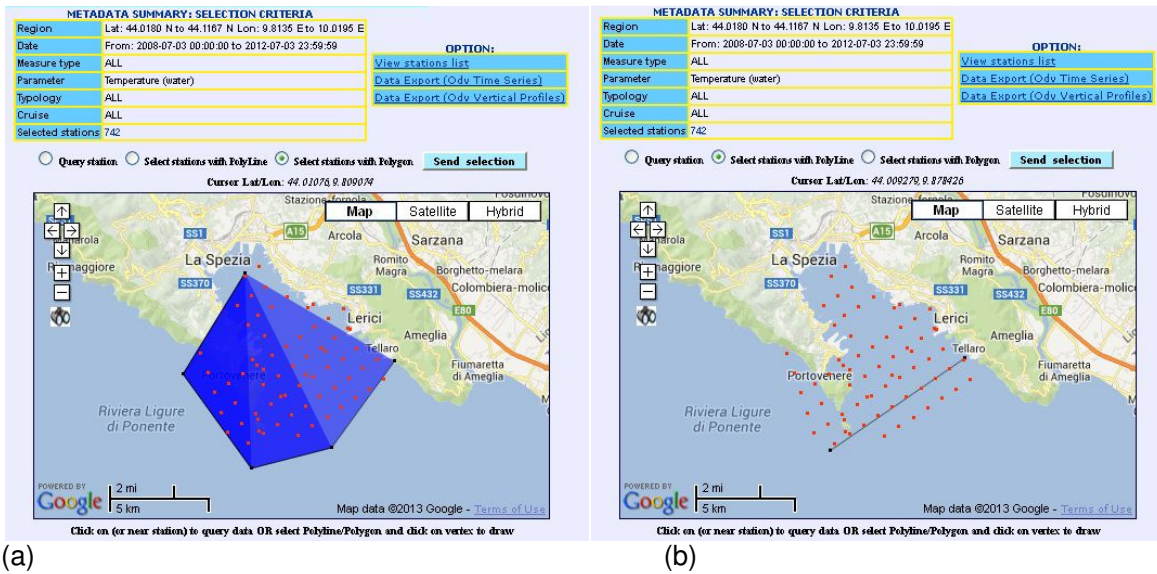


Figura 6: (a) Selezione tramite poligono e (b) selezione tramite linee multiple

Per le operazioni di *contouring* dei dati è utilizzato il software Ferret (@NOAA, [7]) che adopera una griglia d'interpolazione XY. Con questo strumento è possibile visualizzare i profili verticali di una variabile specifica o, se la selezione è avvenuta tramite poligono, una distribuzione spaziale della variabile (Figura 7). Sia la variabile sia la profondità da analizzare possono essere scelte dall'utente.

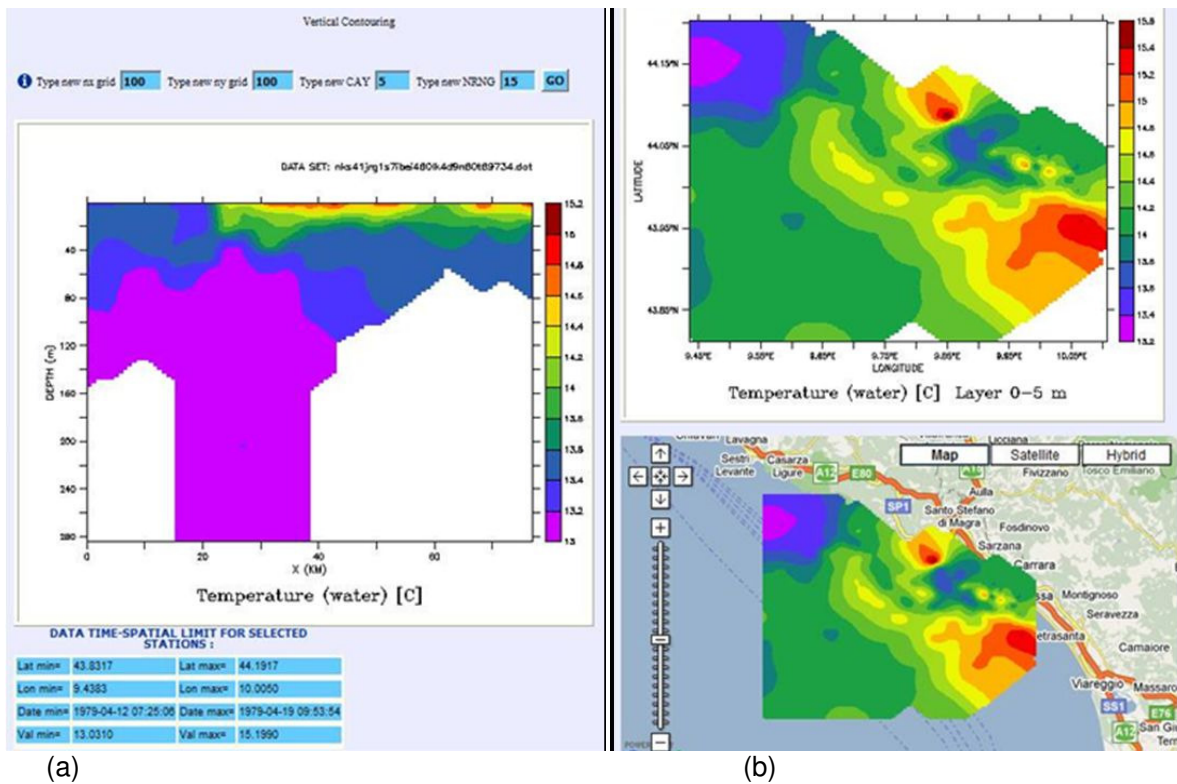


Figura 7: Rappresentazione di una distribuzione spaziale: (a) sezione verticale e (b) sezione orizzontale

Un'ulteriore opportunità offerta dal sito è quella di scaricare liberamente i dati in formato testo (.txt) o, cliccando sull'opzione "Data Export (ODV)", in formato compatibile per il software open source di grafica Ocean Data View ([8]). Il servizio di download gratuito di set di dati offerto dal MOIS risponde così ai requisiti imposti dalla Direttiva INSPIRE, come del resto la piattaforma informatica che consente di cercare set di dati sulla base dei metadati e di visualizzarli graficamente.

Partendo dal server locale ENEA, gli utenti possono anche effettuare query di selezione che li indirizzano a dati che risiedono in server diversi da quello locale (S. Teresa). La proprietà dei dati rimane ai server originali così da assicurare il costante aggiornamento da parte dei gestori.

La banca dati dell'ENEA comprende diversi parametri oceanografici. Le misure sono state prese avvalendosi di strumentazione aggiornata nel corso degli anni, a cui è possibile risalire tramite i metadati associati. Dal tipo di strumento utilizzato è quindi possibile ricavare la precisione del dato (ove non direttamente dichiarato nei metadati).

Il controllo di qualità dei dati MOIS si basa essenzialmente sul concetto di misure limite e consistenza (il cosiddetto gross-error limit check) e sull'eliminazione di valori di spikes. La coerenza del database è stata verificata confrontandola con i limiti di accettabilità forniti dal progetto MEDAR/MEDATLAS basati su serie temporali di dati disponibili nell'area in esame.

4 CONSISTENZA DEI DATI MOIS NEL GOLFO DI LA SPEZIA

La banca dati MOIS comprende misure sparse in tutto il Mediterraneo, ma vista la localizzazione geografica del Centro ENEA S. Teresa di Lerici, molte misure sono state raccolte negli anni nell'area del Golfo di La Spezia.

Il Golfo di La Spezia (o Golfo dei Poeti) è un'insenatura costiera del Mar Ligure, con orientamento principale NW/SE, situata all'estremo limite orientale della regione Liguria. Quest'area è caratterizzata da una profondità limitata e da fattori ambientali e antropici peculiari, che la rendono particolarmente interessante per quanto riguarda la raccolta e la memorizzazione dei dati oceanografici. Alla bocca del Golfo è presente una diga foranea lunga 2200 m per proteggere la rada e il porto (profondità media di circa 10-11m). A est e ad ovest due aperture rispettivamente di 180 e 360 m permettono il transito delle imbarcazioni e la circolazione delle masse d'acqua. Confinando col mare aperto, il Golfo è influenzato anche dalla circolazione a grande scala, caratterizzata da un flusso ciclonico est-ovest. Il deflusso del fiume Magra influenza le correnti del Golfo soprattutto durante i periodi piovosi ([9]).

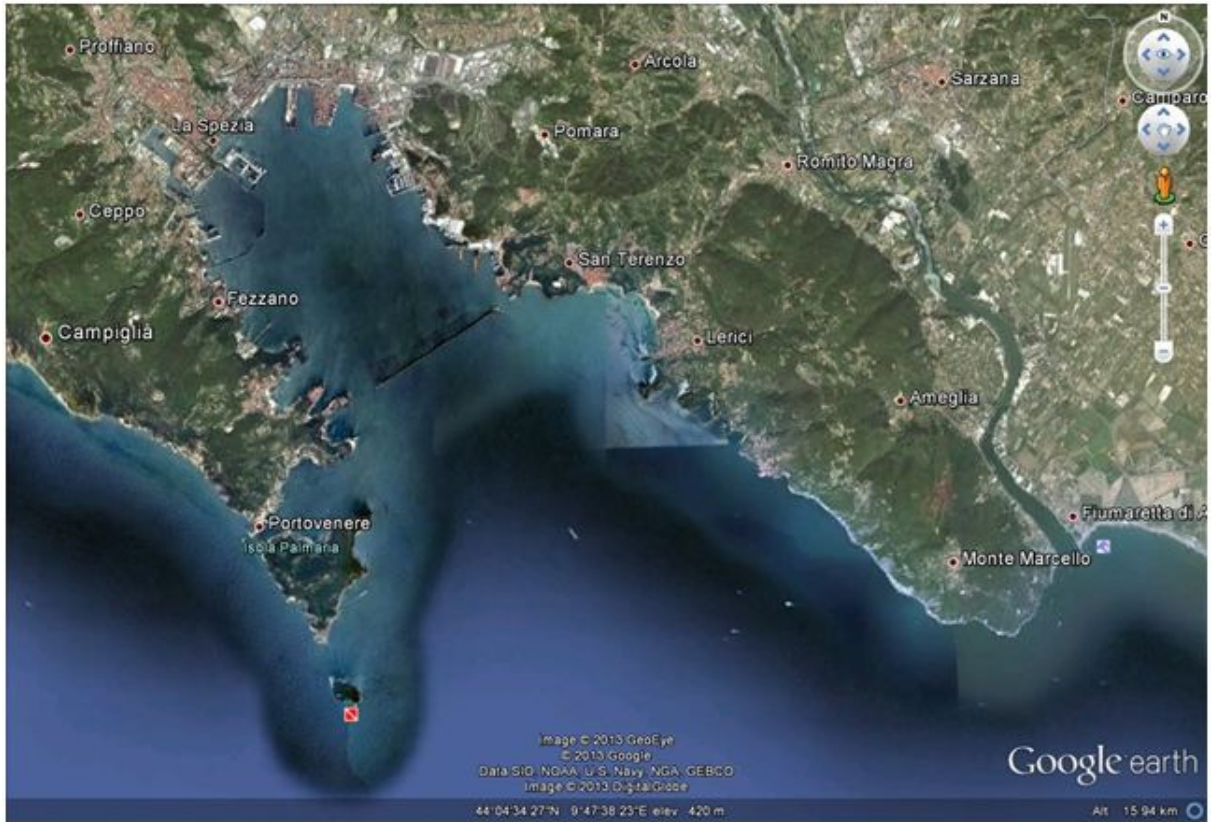


Figura 8: Area del Golfo di La Spezia [11]

I dati analizzati nel presente rapporto tecnico sono stati acquisiti prevalentemente durante campagne oceanografiche svolte sull'intero areale del Golfo utilizzando strumenti di profilazione CTD (Conductivity, Temperature e Depth) e sonde multi parametriche ad immersione, nel periodo dal 1973 al 2013 per un totale di circa 936 profili e di 39 serie temporali (Figura 9 e Tabella 10), con la presenza di "buchi" che ricoprono l'arco di più anni. Nello specifico sono stati considerati i dati che rientravano nel rettangolo di coordinate $44.02^{\circ}\text{N} - 44.12^{\circ}\text{N}$ e $9.81^{\circ}\text{E} - 10.02^{\circ}\text{E}$. Per il periodo di attività degli anni 1994-1995 e 1997-1998 è anche possibile far riferimento al documento [10].

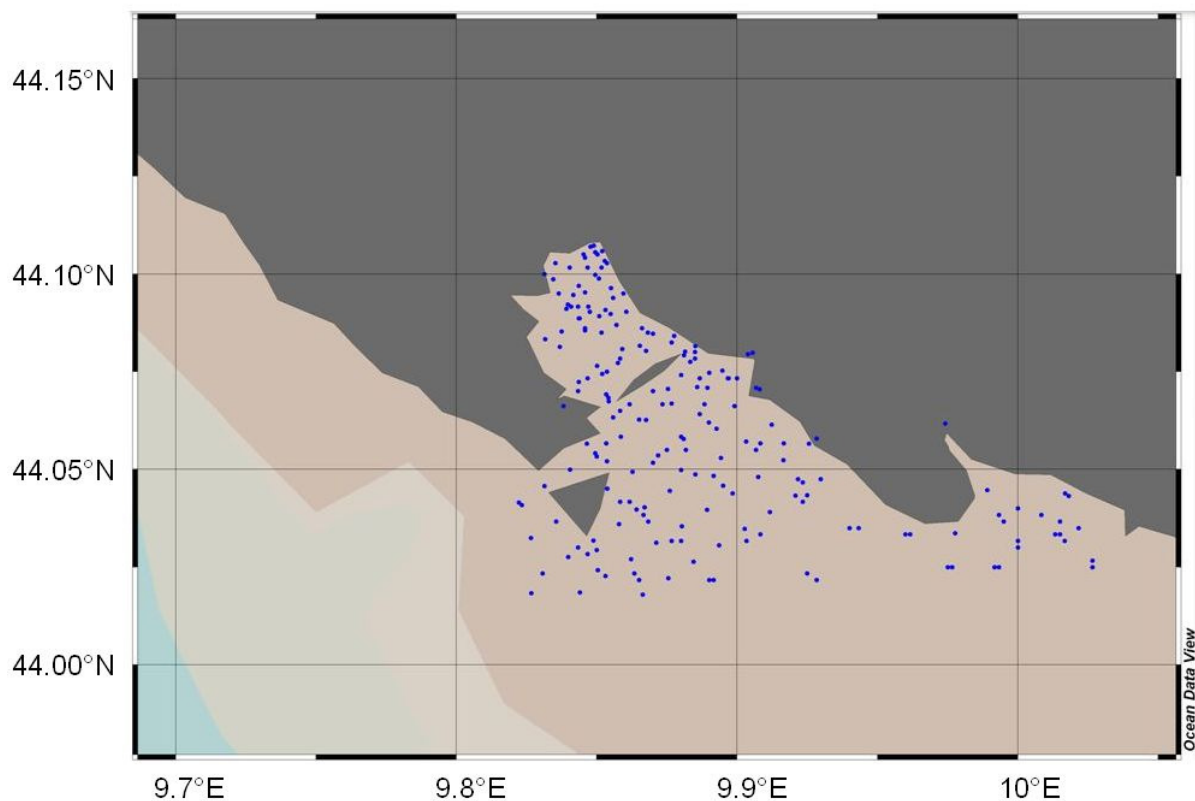


Figura 9: Distribuzione geografica del database ENEA per l'area del Golfo di La Spezia

Tabella 1: Distribuzione statistica dei dati disponibili dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1973			1	2									3
1974		3						1					4
1977											2		2
1978			2	29									31
1979				38									38
1980												34	34
1983			1										1
1985							1	1					2
1986								1					1
1987	1		18	17		1						1	38
1988						1							1
1989									8				8
1990		3			6								9
1992							1			1			2
1993	1				1		1			1			4
1994			1				1				8		10
1995		8			7								15
2009						24	19	28	27	66	7		171
2010	7			8		14	73	14	16	49			181
2011	9	59	68		9	68		68		60			341
2012			46			3					9	4	62
2013	19			22		64							105
Totale	37	73	137	116	23	175	96	113	51	177	26	39	1063

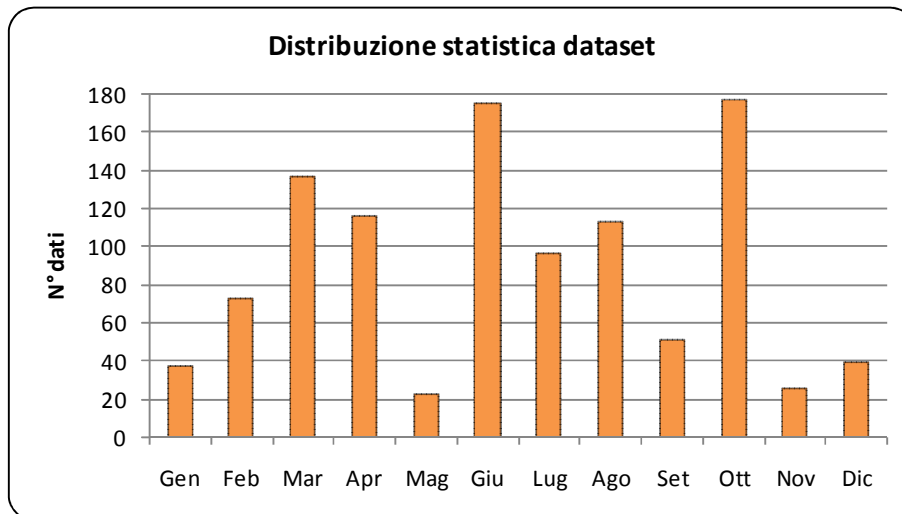


Figura 10: Distribuzione mensile dei profili disponibili dal 1973 al 2013

4.1 PROFILI VERTICALI

Le misure lungo la colonna d'acqua sono campionate ogni 0.5 metri e in alcuni casi ogni metro (SPEZ871, SPEZIA872, SPEZIA3, SPEZIA4 e SPEZIA6B), procedendo dalla superficie fino al fondo. I parametri misurati per quanto riguarda i profili verticali nell'area del Golfo di La Spezia sono:

- Ammoniaca/ammonio
- Clorofilla
- Fluorescenza
- Nitrati, Nitriti, Fosfato inorganico, Silicati
- Azoto e fosforo totale (non filtrati)
- Ossigeno
- pH
- Salinità
- Temperatura dell'acqua
- Torbidità

Le tabelle seguenti riassumono la distribuzione annuale e mensile dei diversi gruppi di parametri misurati, associandone anche una rappresentazione grafica per quanto riguarda i parametri a campionamento maggiore.

Tabella 2: Distribuzione statistica dei profili di temperatura e salinità disponibili (1973-2013)

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1973			1	2									3
1974		3						1					4
1978				29									29
1979				38									38
1980												34	34
1983			1										1
1987			18	17									35
1994											8		8
1995		8			7								15
2009						24	19	28	27	66	7		171
2010	7			8		14	73	14	16	49			181
2011	9	59	68		9	68		68		60			341
2012			46			3					9	4	62
2013	19			22		64							105
Totale	35	70	134	116	16	173	92	111	43	175	24	38	1027

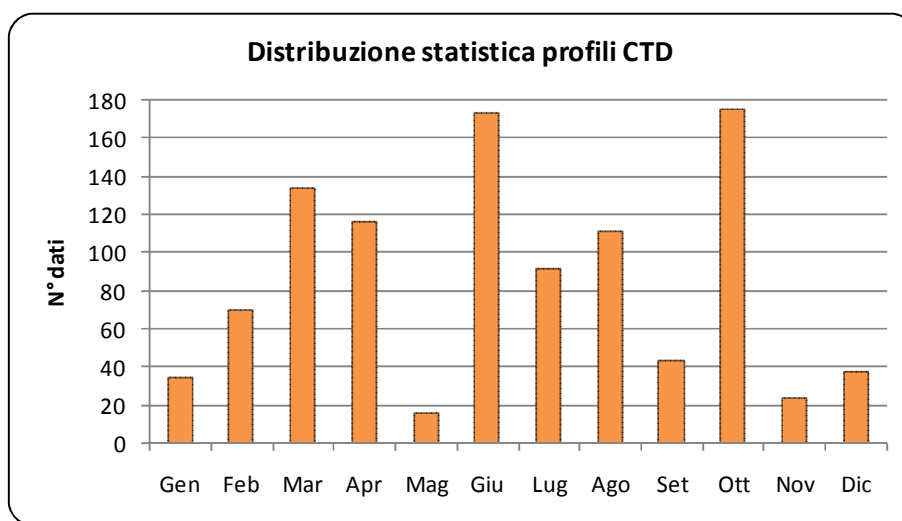


Figura 11: Distribuzione mensile dei profili di salinità e temperatura disponibili dal 1973 al 2013

Tabella 3: Distribuzione statistica dei profili di nutrienti dal 1973 al 2013(nitrati, nitriti, fosfati, silicati)

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1994											8		8
1995		6			7								13
2009						12	12	6	12	6	6		54
2010	6			6		6	6	6	6				36
2012											7		7
2013	19			22		64							105
Totale	25	6	0	28	7	82	18	12	18	6	21	0	223

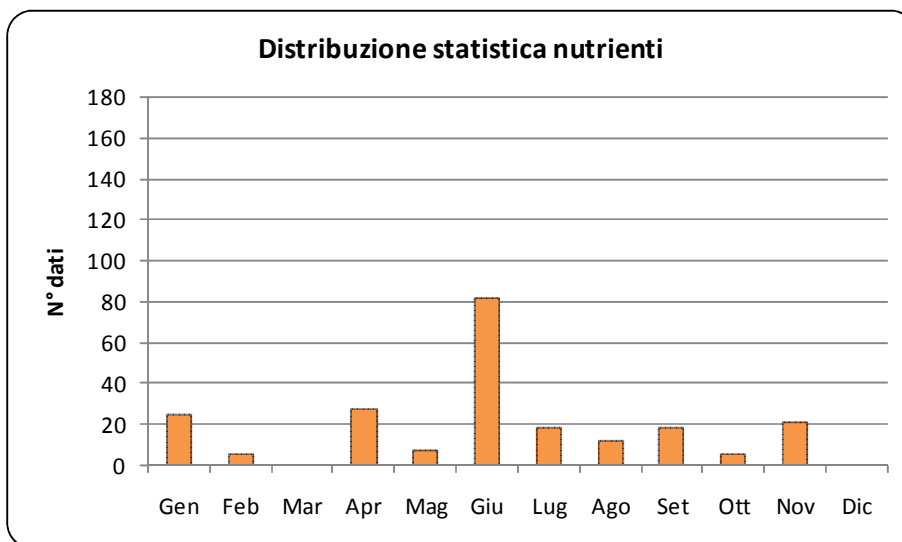


Figura 12: Distribuzione mensile dei dati sui nutrienti disponibili dal 1973 al 2013

Tabella 4: Distribuzione statistica dei profili di fluorescenza e torbidità disponibili dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
2009						24	19	28	27	66	7		171
2010	7			8		14	73	14	16	49			181
2011	9	59	68		9	68		68		60			341
2012			46			3					9	4	62
2013	19			22		64							105
Totale	35	59	114	30	9	173	92	110	43	175	16	4	860

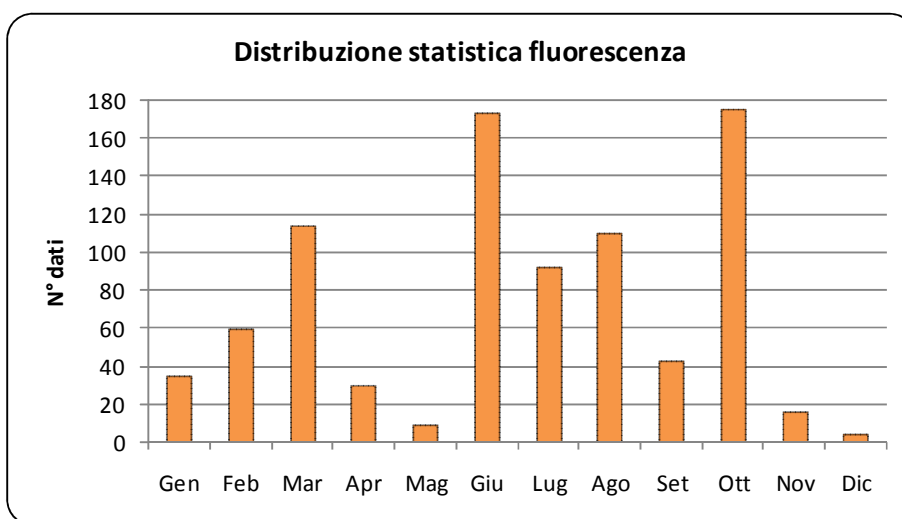


Figura 13: Distribuzione mensile dei dati di fluorescenza disponibili dal 1973 al 2013

Tabella 5: Distribuzione statistica dei profili di pH e di concentrazione di ossigeno dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1994											8		8
1995		8			7								15
Totale		8			7						8		23

Tabella 6: Distribuzione statistica dei profili di ammoniaca/ammonio disponibili dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1994											8		8
1995		6			7								13
Totale		6			7						8		21

Tabella 7: Distribuzione statistica dei profili di clorofilla disponibili dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
2009						7	13	7	14				41
2010	10			6			3						19
Totale	10			6		7	16	7	14				60

Tabella 8: Distribuzione statistica dei profili di azoto totale (non filtrato) disponibili dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
2009						12	12	6	12	6	6		54
2010	6			6		6	6	6	6				36
Totale	6			6		18	18	12	18	6	6		90

Tabella 9: Distribuzione statistica dei profili di fosforo totale (non filtrato) dal 1973 al 2013

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1994											8		8
1995		6			7								13
2009						11	12	6	12	6	6		53
2010	6			3		4	4	5	4				26
Totale	6	6		3	7	15	16	11	16	6	14		100

Da sottolineare che, a partire dall'anno 2009, l'ENEA S. Teresa compie campagne sull'intera area del Golfo di La Spezia, con misurazioni effettuate a coordinate fisse (Figura 14). La campagna, nominata GolfoSP_Completo all'interno del database, è stata effettuata nelle seguenti date: 16 ottobre 2009, 8 ottobre 2010, 2 febbraio 2011, 25 marzo 2011, 7 giugno 2011, 3 agosto 2011, 11 ottobre 2011, 21 marzo 2012, 25 gennaio 2013 e 6 giugno 2013. In Figura 15 e Figura 16 è possibile vedere un esempio di elaborazione dei dati raccolti da queste campagne.

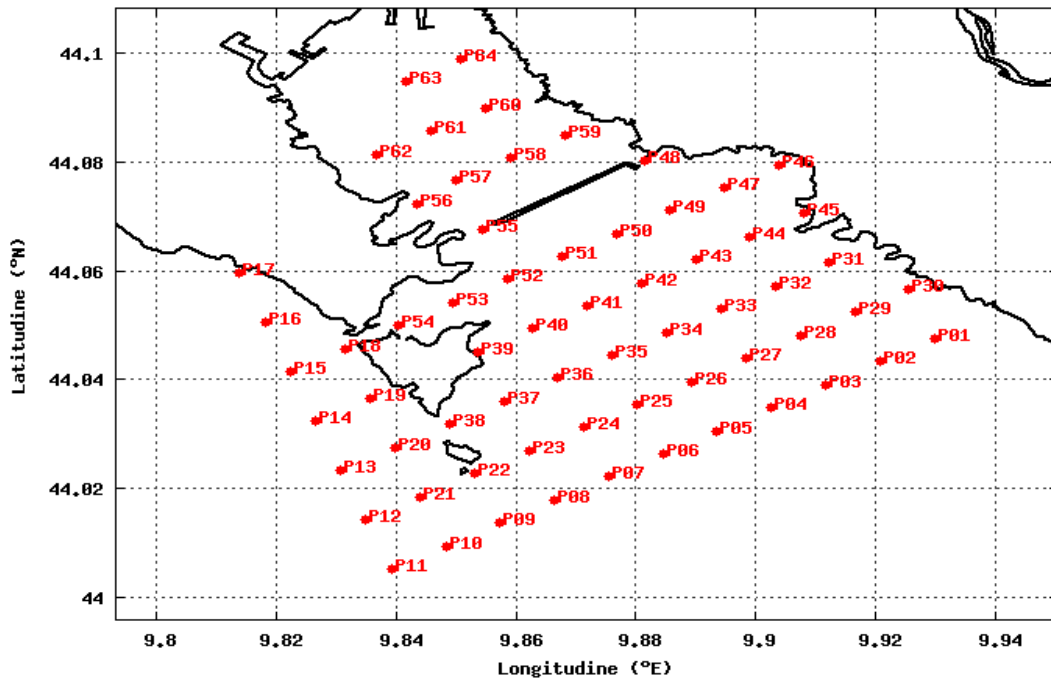


Figura 14: Reticolato spaziale standard delle campagne di campionamento completo del Golfo di La Spezia

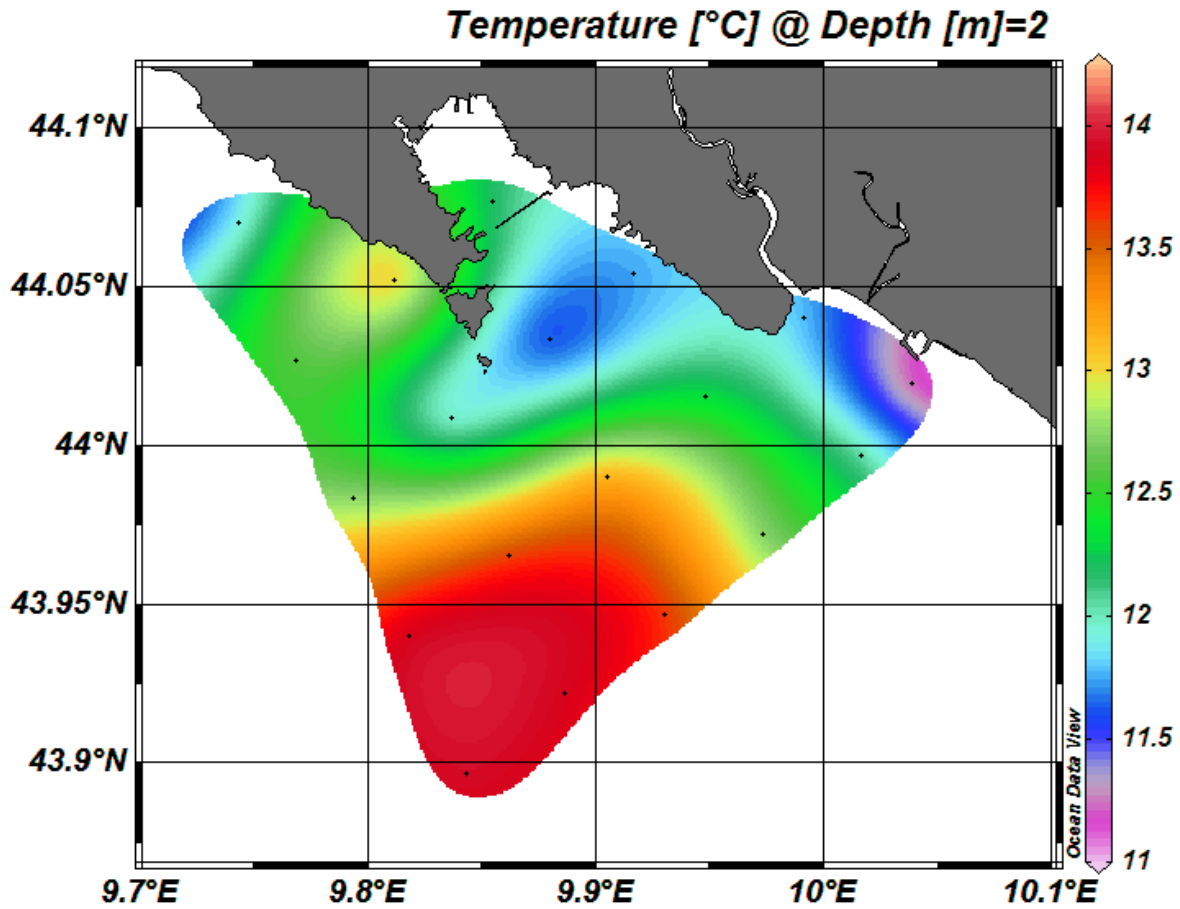


Figura 15: Esempio di sezione orizzontale per i valori di temperatura alla quota di 2 metri dalla superficie (campagna oceanografica Golfo Completo del 25 gennaio 2013).

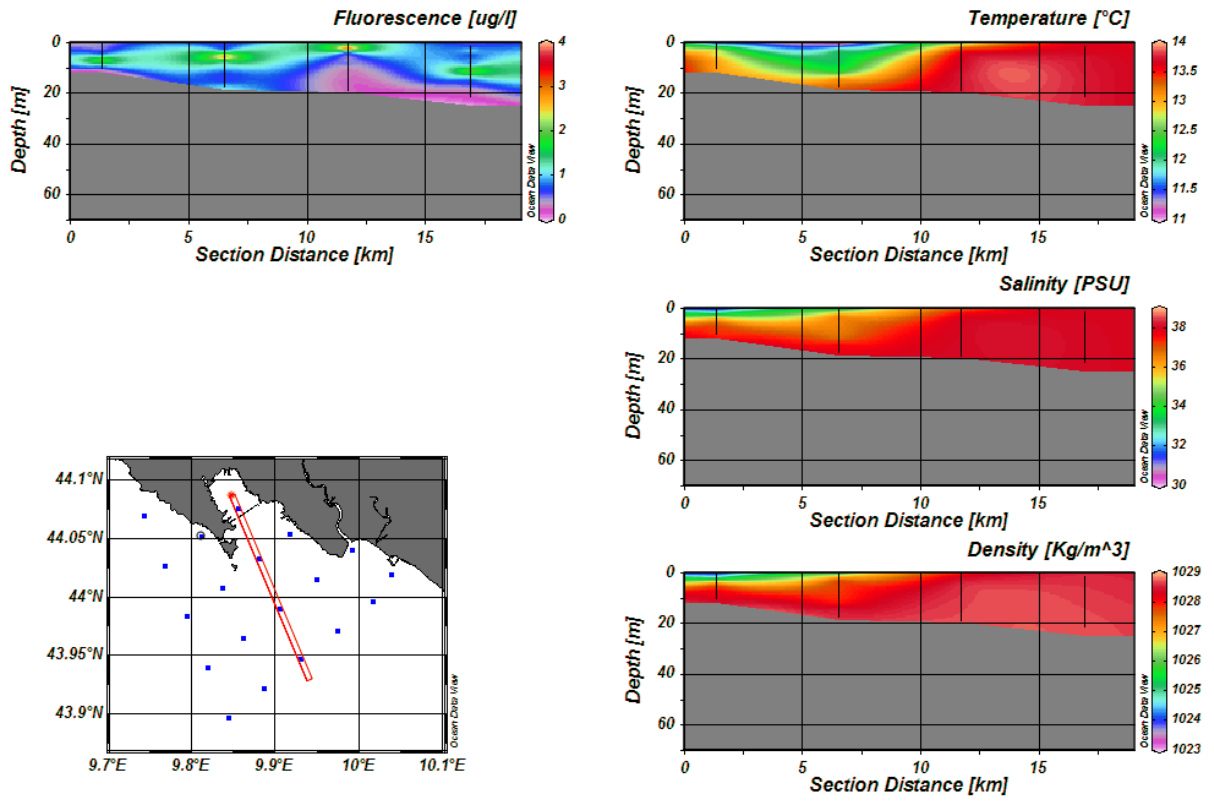


Figura 16: Esempio di sezione verticale per i parametri di fluorescenza, temperatura, salinità e densità (campagna oceanografica Golfo Completo del 25 gennaio 2013).

4.2 SERIE TEMPORALI

4.2.1 Misure da punto fisso

Per le serie temporali sono disponibili i dati provenienti da 16 postazioni fisse alcune delle quali registravano a più profondità (ad esempio la stazione Mooring Tino acquisisce i valori della temperatura sia a 16 che 27 metri). Le stazioni sono: Foce Magra, Mitili, GolfoN, GolfoS, GolfoE, GolfoW, Tellaro, Tino, Mooring Tino, Mooring Tinetto, Baia Blu, Castello, Tinetto, Saladero, Olivo, Mooring S. Pietro (Figura 17).



Figura 17: Le 16 stazioni fisse in cui sono disponibili serie temporali di parametri oceanografici nel Golfo di La Spezia.

L'intervallo temporale delle registrazioni ricopre gli anni 1977 e 1978, gli anni dal 1985 al 1994, con l'esclusione del 1991, e gli anni dal 2007 al 2013. Le misure della temperatura sono acquisite ogni ora o, come nel caso della stazione Mooring Tino, ogni 5 minuti.

Tutte le serie temporali sono attualmente disponibili nella banca dati dell'ENEA tranne quelle di Saladero, Olivo, Baia Blu, Castello, Tinetto, Mooring Tinetto, Mooring Tino e S. Pietro che sono in corso di implementazione.

Per quanto riguarda le variabili misurate, sono disponibili serie temporali di temperatura dell'acqua, salinità, pressione, corrente e suddivise temporalmente come dettagliato in Tabella 10 e Tabella 11.

Tabella 10: Distribuzione delle serie temporali disponibili

	1977	1978	...	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	...	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Foce Magra				■																	
Mitili				■																	
GolfoN								■	■												
GolfoS	■	■						■	■												
GolfoE								■	■												
GolfoW								■	■												
Tellaro	■	■																			
Tino												■									
Mooring Tino																■	■				
Mooring Tinetto																				■	■
Baia Blu																				■	■
Castello																				■	■
Tinetto																				■	■
Saladero																				■	■
Olivo																				■	■
Mooring S.Pietro																					■

Tabella 11: Dettaglio distribuzione temporale da gennaio 2007 a agosto 2013

	2007			2008			2009			2010			2011			2012			2013								
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D			
Mooring Tino				■	■	■																					
Mooring Tinetto																											
Baia Blu																											
Castello																											
Tinetto																											
Saladero																											
Olivo																											
Mooring S.Pietro																											

In particolare le serie di misure oceanografiche che si sono succedute negli anni sono state:

- **Foce Magra:** (Lat. 44.051 Long. 9.985) profondità 1 metro dal 7 al 22 agosto 1985; vicino alla foce del Magra.
- **Mitili:** (Lat. 44.082 Long. 9.881) profondità 2 metri dal 12 luglio 1985 all'8 ottobre 1985, dal 1 agosto 1986 al 19 dicembre 1986, dal 16 gennaio 1987 al 9 settembre 1988, dal 14 marzo 1988 al 13 giugno 1988, dal 10 luglio 1992 all'8 giugno 1993, dal 14 luglio 1993 al 19 ottobre 1993, dal 27 ottobre 1993 al 6 febbraio 1994.
- **GolfoN:** (Lat. 44.090 Long. 9.837) profondità 4 metri dal 18 maggio 1990 al 13 giugno 1990, profondità 5 metri dall'1 febbraio 1990 al 09 maggio 1990, profondità 8 metri dal 12 al 26 settembre 1989, dal 18 maggio 1990 al 13 giugno 1990.
- **GolfoS:** (Lat. 44.045 Long. 9.918) profondità 14 metri dal 12 al 28 novembre 1977, dal 30 marzo al 20 aprile 1978, dal 12 settembre 1989 al 22 gennaio 1990; profondità 4 metri dal 12 settembre 1989 al 12 ottobre 1989, profondità 5 metri dal 12 settembre 1989 all'11 ottobre 1989.
- **GolfoE:** (Lat. 44.081 Long. 9.877) profondità 4 metri dall'11 al 24 settembre 1989, dal 18 maggio 1990 al 25 luglio 1990, profondità 5 metri dall'1 febbraio 1990 al 15

maggio 1990, profondità 8 metri dal 18 maggio 1990 al 25 luglio 1990, profondità 9 metri dall'11 al 24 settembre 1989.

- **GolfoW:** (Lat. 44.071 Long. 9.855) profondità 4 metri dal 12 settembre 1989 al 10 ottobre 1989, dal 18 maggio 1990 al 25 luglio 1990, profondità 6 metri dall'1 febbraio 1990 al 15 maggio 1990, profondità 11 metri dal 12 settembre 1989 al 10 ottobre 1989, dal 18 maggio 1990 al 26 luglio 1990.
- **Tellaro:** (Lat. 44.048 Long. 9.927) profondità 12 metri dal 12 al 21 novembre 1977, dal 30 marzo 1978 all'8 aprile 1978.
- **Tino:** (Lat. 44.032 Long. 9.848) profondità 28 metri dal 5 febbraio 1993 al 20 ottobre 1993, dal 16 marzo 1994 al 25 giugno 1994, dal 1 luglio 1994 al 29 settembre 1994.
- **Mooring Tino:** (Lat. 44.017 Long. 9.817) profondità 16 metri dall'11 giugno 2007 al 29 luglio 2008, profondità 27 metri dall'11 giugno 2007 al 29 luglio 2008.
- **Mooring Tinetto:** (Lat. 44.024 Long. 9.850) profondità 24 metri dal 13 maggio 2011 al 18 giugno 2012.
- **Baia Blu:** (Lat. 44.083 Long. 9.884) profondità 1 metro dati disponibili a partire dall'8 aprile 2009 (*in progress*).
- **Castello:** (Lat. 44.072 Long. 9.907) profondità 7 metri dati disponibili a partire dal 22 maggio 2009 (*in progress*).
- **Tinetto:** (Lat. 44.024 Long. 9.850) profondità 20.5 metri dati disponibili a partire dal 21 maggio 2009 (*in progress*).
- **Saladero:** (Lat. 44.052 Long. 9.854) profondità 1.5 metri dati disponibili a partire dal 21 maggio 2009 (*in progress*).
- **Olivo:** (Lat. 44.057 Long. 9.846) profondità 1.5 metri dal 21 maggio 2009 al 28 luglio 2011 e dal 5 luglio 2012 ad oggi (*in progress*).
- **Mooring S.Pietro:** (Lat. 44.047 Long. 9.832) profondità 20 metri dati disponibili a partire dal 9 luglio 2012 (*in progress*).

Tutte le serie prevedevano misure di temperatura dell'acqua. Misure di salinità (conducibilità) sono disponibili per la stazione Tinetto e per il mooring del Tino. Misure di intensità e direzione di corrente sono disponibili per il mooring del Tino e del Tinetto.

Il mooring S. Pietro, in località Portovenere, fornisce dati di temperatura dell'acqua a diverse quote sulla colonna d'acqua. A partire al 18 giugno 2013 il numero di livelli e la sensoristica sono stati aggiornati e attualmente è possibile risolvere il profilo di temperatura della colonna d'acqua (sensori a 1,5,10,15 e 20 m lungo il mooring). Il mooring è stato realizzato grazie al contributo CIESM relativo al progetto Tropical Signals ([14]).

4.2.2 Boe Profilanti da piattaforma fissa

Si tratta di piattaforme fisse galleggianti dotate di sonda profilante che viene calata ad intervalli regolari mediante verricello azionato da un motore. Spesso questi sistemi sono dotati anche di sensori meteorologici. Grazie alla parte emersa della struttura possono trasmettere i dati ad una stazione ricevente a terra. Sebbene i dati provenienti da questi sistemi siano in fase di aggiornamento all'interno della banca dati, i database esistenti vengono di seguito descritti.

- Dal giugno 1997 al giugno 1998, nell'ambito di un programma di studio commissionato dalla Provincia di La Spezia ([15], Figura 18 e Figura 19) due boe profilanti sono state posizionate una davanti alla diga foranea su un fondale di 12 m (Lat. 44°04'18"N Long. 09°52'12"E) ed una davanti a Riomaggiore su un fondale di 24 m (Lat. 44°05'40"N Long. 09°44'03"E). Hanno misurato pressione, temperatura, conducibilità, pH e ossigeno disciolto con una frequenza di 6 h ([10]).



Figura 18: Ubicazione delle boe per il periodo di attività 1997-1998



Figura 19: Boa tripla di misura in mare per il periodo di attività 1997-1998

- La boa meteo-oceanografica SAMA MAMBO (Lat. 44°05'40"N Long. 9°43'58"E, [16]) è stata operativa dal 2002 al 2005 su un fondale di 30 m di fronte a Riomaggiore (Figura 20, Tabella 12) con sonda idrologica profilante tra 0-25 m ogni tre ore e parametri meteo ogni 1h. La trasmissione dati era in real time via telefonia mobile GSM. In particolare la boa SAMA MAMBO disponeva di sensori di temperatura dell'aria, intensità e direzione del vento e pressione atmosferica per la parte meteorologica, mentre per la parte oceanografica era composta da sensori di temperatura, salinità, ossigeno, fluorescenza e pH. A titolo di esempio in Figura 21 sono rappresentati i profili di temperatura dell'acqua registrati dalla boa nel corso del 2003 ([17]).

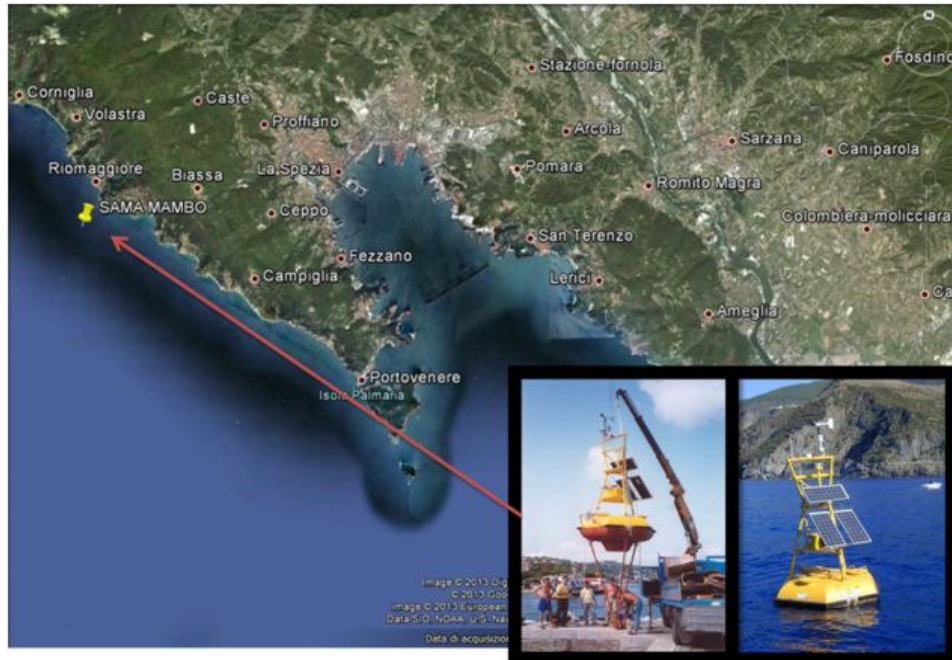


Figura 20: Localizzazione geografica e fotografie della boa SAMA MAMBO

Tabella 12: Periodo di funzionamento dei sensori meteo e dei sensori idrologici della boa SAMA MAMBO tra il 2002 e il 2005

SAMA MAMBO	2002			2003			2004			2005														
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Serie Idrologica																								
Serie Meteorologica																								

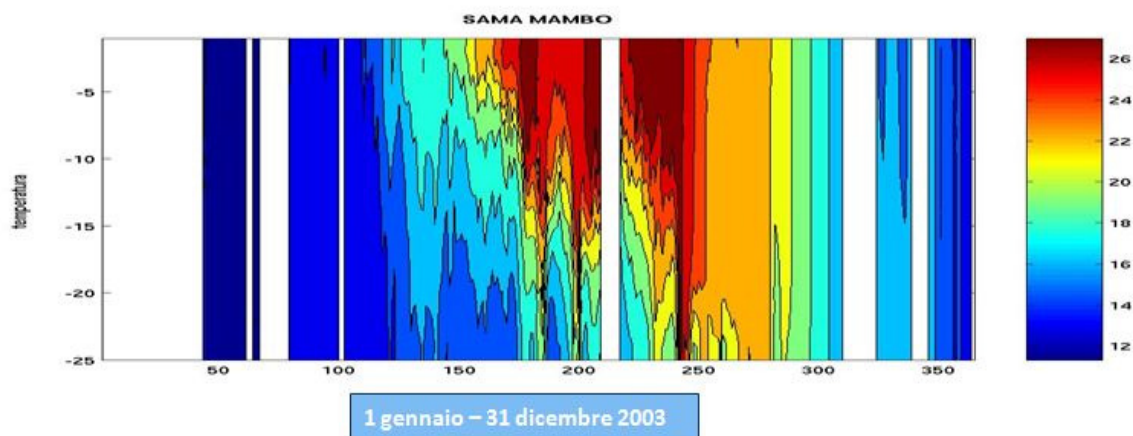


Figura 21: Temperatura dell'acqua (°C) registrata nel corso del 2003 dalla boa SAMA MAMBO lungo la colonna d'acqua

5 ULTERIORI BANCHE DATI ENEA NEL GOLFO DI LA SPEZIA

Per quanto riguarda l'area del Golfo di La Spezia, oltre alle informazioni della banca dati MOIS, il Centro ENEA S. Teresa cura l'archiviazione dei dati provenienti dalla stazione meteorologica gestita dal Centro stesso. L'archivio dati è costituito dalle misure effettuate dal 01/12/1990 al 30/06/1998 e dal 29/08/2003 al 31/12/2012 con l'eccezione di alcuni brevi periodi in cui la stazione meteo non ha funzionato. I dati vengono raccolti secondo lo standard del WMO (World Meteorological Organization) ed archiviati. Come per il MOIS, è possibile visionare i grafici delle variabili meteo in tempo reale (limitatamente all'ultima settimana di acquisizione) all'indirizzo web: <http://www.santateresa.enea.it>. Per ulteriori informazioni è possibile far riferimento al rapporto tecnico del 2013 ([12]).

Dal punto di vista biologico invece, allo stesso sito web del Centro S. Teresa, è possibile accedere all'Atlante delle fanerogame marine e alla banca dati relativa al censimento della malacofauna marina ([6]).

6 PROSPETTIVE FUTURE

Alle campagne GolfoSP_Completo, tuttora in corso, il Centro ENEA S. Teresa ha aggiunto uno schema di monitoraggio a più vasta scala mirato allo studio degli apporti del fiume Magra. Il grigliato è stato pertanto allargato come da schema in Figura 22.

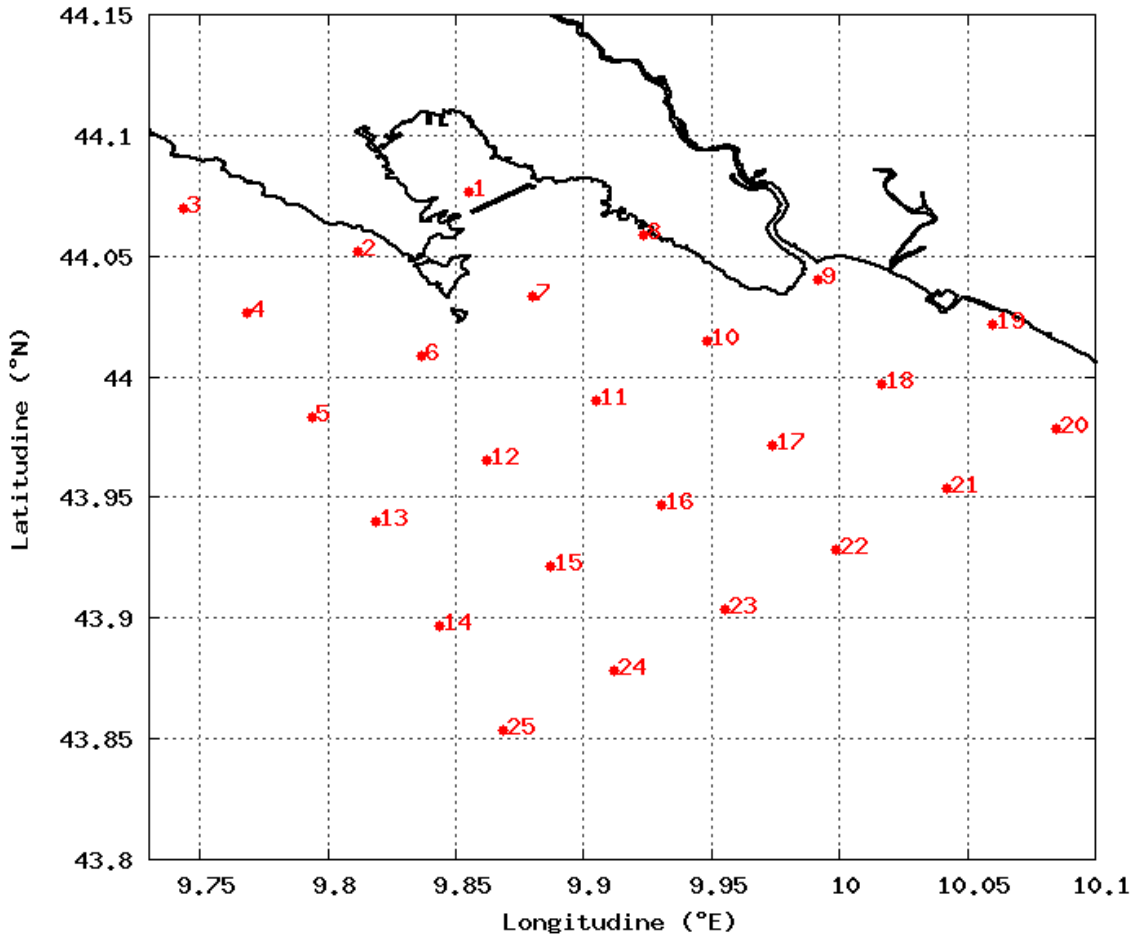


Figura 22: Reticolato spaziale standard delle campagne di campionamento RITMARE del Golfo di La Spezia

Al momento sono state effettuate tre campagne idrologiche (gennaio, aprile e agosto) e l'attività proseguirà per tutto il 2013. Tale monitoraggio viene svolto nell'ambito del progetto RITMARE.

Prosegue inoltre il monitoraggio della temperatura da stazioni fisse (Saladero, Baia Blu, Tinetto, Olivo, Castello, mooring S. Pietro) ed è prevista la messa a mare di un ormeggio oceanografico composto da correntometro e sonde CTD da posizionare nei pressi della boa ondometrica RON gestita da ISPRA ([13]) a SW dell'isola del Tino su un fondale di circa 80 m.

7 BIBLIOGRAFIA

- [1] Bruschi A., Sgorbini S., 1986, Banche dati ambientali: idrologia del Mediterraneo. *Acqua Aria* n.6, 565-578.
- [2] Bruschi A., Manzella G.M.R., Sgorbini S., Picco P., 1995, "Review of possible measures to enhance the interfacing of the European systems for management of oceanic data from the perspective of ENEA". Workshop European Infrastructure for Ocean Data Management, Ispra (I), Final Report on EC Contract MAS2-CT930076 Ed. Z.T. Stott, Vol. B 80-93.
- [3] Giuliani A., Anno accademico 2011/2012, "Definizione di criteri per la qualità di dati ambientali marini nel Golfo di La Spezia" tesi ENEA n° 1400/2012.
- [4] <http://www.ifremer.fr/medar/>
- [5] <http://www.seadatanet.org/Data-Access/Common-Data-Index-CDI>
- [6] <http://www.santateresa.enea.it/wwwste/siamen/home.htm>
- [7] <http://www.ferret.noaa.gov/Ferret/>
- [8] <http://odv.awi.de>
- [9] Gasparini G.P., Abbate M., Bordone A., Cerrati G., Galli C., Lazzoni E., Negri A., 2009, "Circulation and biomass distribution during warm season in the Gulf of La Spezia (north-western Mediterranean)", *Journal of Marine Systems* 78, S48-S62.
- [10] Bassano E., Boniforti R., Pezzani A., 2000. "Parametri meteorologici ed idrologici". In: Sistema Informativo e di monitoraggio marino costiero della provincia della Spezia. ENEA, 134 pp.
- [11] Google Earth 7.0. 2013. Golfo di La Spezia 44°6'8.82"N, 9°49'26.70"E, <http://www.google.com/earth/index.html> [Accessed June 2013]
- [12] Bordone A., 2012, "Dati meteorologici acquisiti dalla stazione ENEA di S. Teresa (SP). Rapporto annuale 2011 e comparazione con dati climatologici", Rapporto Tecnico, RT/2012/22/ENEA, ENEA, Roma.
- [13] <http://www.telemisura.it/>
- [14] <http://www.ciesm.org/marine/programs/tropicalization.htm>
- [15] Bruschi A., Ferretti E., 2000, "Sistema informativo". In: Sistema Informativo e di monitoraggio marino costiero della provincia della Spezia. ENEA, 134 pp.
- [16] Picco P., Bozzano R., Schiano M.E., Bordone A., Borghini M., Di Nallo G., Pensieri S., Schirone A., Sparnocchia S., 2007, "Marine Observing Systems from fixed platforms in the Ligurian Sea". *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata* n.48, 227-240.

- [17] Sparnocchia S., Schiano M.E, Bozzano R., Picco P., Cappelletti A., 2006, "The anomalous warming of summer 2003 in the Ligurian Sea (Western Mediterranean)". *Annales Geophysicae*, 24, 443-452.

Edito dall' **ENEA**
Servizio Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma

www.enea.it

Stampa: Tecnografico ENEA - CR Frascati
Pervenuto il 9.8.2013

Finito di stampare nel mese di settembre 2013