



**ENI S.p.A. - UPSTREAM  
DICS**

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO FAUZIA**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA  
PIATTAFORMA FAUZIA**

**INDAGINI SULLA COLONNA D'ACQUA**

**Rapporto Semestrale 2023**

**RAPPORTO n. 24**

**OPERATORE SCIENTIFICO:**

**OGS IN RTI CON CNR – IRBIM, STAZIONE ZOOLOGICA ANTON DOHRN,  
AGROLAB, CIBM, UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE E SHELTER**

**COORDINATORE:**

**MARTINA KRALJ**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:**

**MARTINA KRALJ**

**RAPPORTO A CURA DI:**

**MARTINA KRALJ**

**MIRENO BORGHINI**

**MARIA SAGGIOMO**

**GIUSEPPE SIENA**

**TRIESTE, 2023**



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB** GROUP  
Your labs. Your service.





## PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	M. Kralj	OGS
Responsabile Scientifico	M. Kralj	OGS
Referente OGS	G. Siena	
Referente AGROLAB Ambiente S.r.l.	P. Ottoni	
Referente SZN	S. Stefanni e M. Saggiomo	
Referenti CNR-IRBIM	E. Punzo e A. Tassetti	

## COMPARTO COLONNA D'ACQUA

E. Frapiccini	CNR-IRBIM	Coordinatore e organizzatore delle attività tecnico-scientifiche in mare
G. Caccamo	CNR-IRBIM	Coordinatore e organizzatore delle attività tecnico-scientifiche in mare
G. Siena	OGS	Responsabile scientifico del comparto colonna d'acqua; Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
V. Cardin	OGS	Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
M. Bensi	OGS	Campionamento in mare ed elaborazione dati CTD
M. Kralj	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, nutrienti, TSM
T. Diociaiuti	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, TSM
S. Retelletti Brogi	OGS	Campionamento in mare, analisi ed elaborazione dati per ossigeno disciolto, TSM
F. Iacuzzo	OGS	Campionamento in mare
V. Natali	OGS	Campionamento in mare
E. Putelli	OGS	Campionamento in mare
P. Ottoni	AGROLAB	Project Manager
F. Pieretti	AGROLAB	Responsabile qualità
L. Boschetti	AGROLAB	Reportistica
M.P. Fallica	AGROLAB	Responsabile di Laboratorio
A. Buondonno	SZN	Analisi clorofille
M. Cannavacciuolo	SZN	Campionamento in mare
V. Dituccio	SZN	Campionamento in mare
R. Gallia	SZN	Campionamento in mare
M. Saggiomo	SZN	Analisi, elaborazione e validazione dati clorofille
M. Borghini	CNR - ISMAR	Raccolta, elaborazione e validazione dati correntometrici



## INDICE

MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA FAUZIA.....	1
1. INTRODUZIONE.....	1
2. MATERIALI E METODI.....	3
2.1. CAMPIONAMENTO.....	4
2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	4
2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE.....	6
2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI.....	8
3. RISULTATI.....	17
3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	17
3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	17
3.1.2. NUTRIENTI.....	25
3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO .....	33
3.1.4. IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX .....	41
3.1.5. GLICOLE ETILENICO .....	47
3.1.6. METALLI PESANTI .....	48
3.1.7. MISURE CORRENTOMETRICHE.....	55
4. CONCLUSIONI.....	59
5. BIBLIOGRAFIA .....	62
ALLEGATI.....	I
A1.....	II
A2.....	XI



## 1. INTRODUZIONE

In riferimento al DVADEC-2013-0000103 del 15/04/2013 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Fauzia e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma a Barbara B. A partire dal 2022, tale monitoraggio è proseguito per opera del nuovo RTI costituito dal Mandatario OGS e dai Mandanti CNR-IRBIM di Ancona, SZN di Napoli, AGROLAB Ambiente S.r.l. di Carrara, CIBM di Livorno, UNIVPM di Ancona e Shelter di Milano.

La piattaforma Fauzia è installata a una profondità di circa 67 m in Adriatico centrale, a circa 45 km dalla costa marchigiana in direzione ENE rispetto alla città di Marotta-Mondolfo (PU), nella zona delle sabbie siltose.

Le operazioni di posa in opera della piattaforma e del sea-line sono terminate ufficialmente il 17/09/2014.

Nel 1° semestre 2019 si è concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di produzione, che ha previsto indagini su tutti i comparti marini (colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini; Tab. 1-I). In base al parere n. 1055 CTVA del 05/10/2012 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, a partire dal 2° semestre 2019 presso la piattaforma si sono condotte solo le indagini riguardanti la colonna d’acqua che proseguiranno per tutta la durata di produzione.

Nel presente rapporto sono riportati i risultati delle indagini effettuate su tale comparto nel 1° semestre 2023.



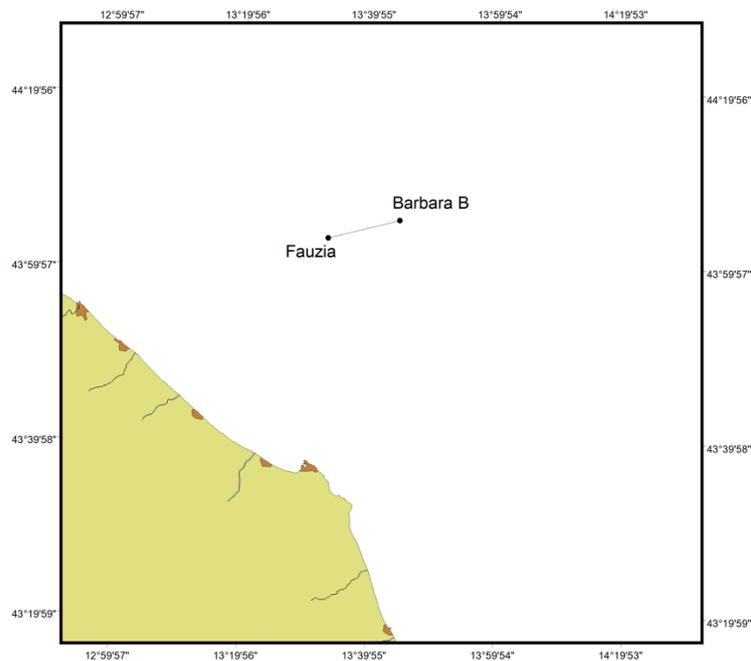
**Tab. 1-I** – Surveys previsti durante il programma di monitoraggio ambientale. In giallo le indagini terminate, in verde quelle ancora in corso.

Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Fauzia
Ante operam	Colonna acqua	2 surveys
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 surveys
Cantiere	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei*	Per tutta la durata della fase
Esercizio	Correntometria	Per tutta la durata della fase
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	5 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni
	Comunità bentonica	5 anni
	Comunità ittica	5 anni
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni
	Rilevamento cetacei	5 anni
Pre smantellamento	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 surveys
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
Smantellamento	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	Per tutta la durata della fase
Post smantellamento	Colonna acqua	1 anno
	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
	Comunità ittica	3 anni
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione

\* Effettuati surveys mediante operatori MMO; \*\* Incluso nella fase di Esercizio

## 2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Fauzia è ubicata in Adriatico centrale (fig. 2.1), a circa 45 km dalla costa marchigiana, in direzione ENE rispetto alla città di Marotta-Mondolfo (PU), su un fondale di circa 67m composto prevalentemente da sabbie siltose. In Tab.2-I sono riportate le coordinate del punto in cui è stata installata la struttura.



**Fig. 2.1** - Ubicazione della piattaforma Fauzia e della condotta di collegamento tra Fauzia e Barbara B al largo della costa marchigiana.

**Tab. 2-I** – Coordinate geografiche del punto in cui è stata installata la piattaforma Fauzia.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Fauzia	43°03'20'',34N 13°33'14'',94E

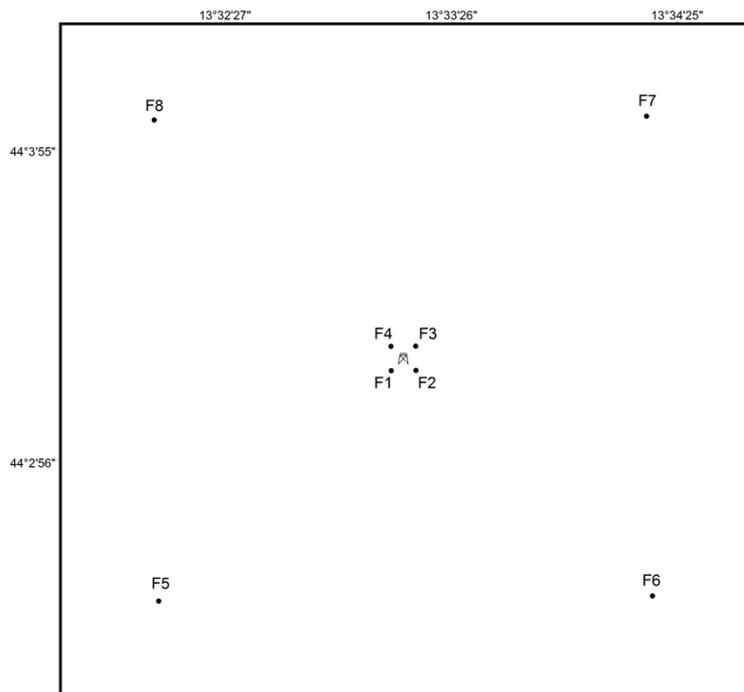


## 2.1. CAMPIONAMENTO

### 2.1.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Per lo studio delle caratteristiche fisiche e biochimiche della colonna d'acqua, nel 1° semestre 2023 sono state condotte 3 campagne di monitoraggio dell'area interessata (febbraio, aprile e maggio).

Il campionamento, come da disciplinare tecnico, è stato effettuato in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma. Quattro stazioni sono poste entro un raggio di 100 m dal punto di installazione della piattaforma mentre, le altre 4, considerate controlli, si trovano a una distanza di circa 2000 m da esso (fig. 2.2; Tab. 2-II). Per ogni stazione sono stati prelevati campioni a 4 profondità: superficie, 20 m, 40 m e fondo.



**Fig. 2.2** - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma Fauzia per le indagini idrologiche.



**Tab. 2-II** - Dati relativi alle stazioni di campionamento indagate per le indagini idrologiche condotte presso la piattaforma Fauzia: coordinate, distanza e posizione rispetto alla struttura.

Stazioni di campionamento	Coordinate geografiche (Lat.)	Coordinate geografiche (Long.)	Distanza da Fauzia (m)	Posizione rispetto alla struttura
F1	44°03'18'',00N	13°33'11'',88E	100	SW
F2	44°03'18'',00N	13°33'18'',12E	100	SE
F3	44°03'22'',62N	13°33'18'',12E	100	NE
F4	44°03'22'',62N	13°33'11'',88E	100	NW
F5	44°02'36'',12N	13°32'08'',70E	2000	SW
F6	44°02'36'',12N	13°34'17'',22E	2000	SE
F7	44°04'04'',80N	13°34'17'',22E	2000	NE
F8	44°04'04'',80N	13°32'08'',70E	2000	NW

In tutte le stazioni sono stati misurati parametri in continuo mediante una sonda multiparametrica SEA-BIRD modello SBE 911plus CTD (All. A1-I) che, in aggiunta ai sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, è stata equipaggiata con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto, e un fluorimetro/turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a* e per la determinazione simultanea del particolato sospeso (TSM), attraverso misure di retrodiffusione (backscattering). Completa la dotazione un altimetro Teledyne Benthos PSA-916, per l'utilizzo in sicurezza della sonda in prossimità del fondale. La sonda è stata sottoposta a calibrazione presso il laboratorio del Centro di Taratura e Metrologia Oceanografica (CTMO) dell'OGS per i parametri di temperatura e conducibilità prima di iniziare il monitoraggio. Ulteriori calibrazioni sono previste ogni 4 mesi di attività. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con i campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati rispettivamente per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per il contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico). La sonda ha una frequenza di acquisizione di 24 serie di dati al secondo (24 Hz).

Per ogni stazione del piano di campionamento sono stati effettuati profili verticali mediante sonda Sea-Bird Electronics mod. SBE9 plus e sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);
- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;



- torbidità (Backscatterometro);
- trasmissione della luce (Backscatterometro).

Campioni di acqua sono stati prelevati alle 4 quote previste nel piano di campionamento mediante campionatore mod. SBE32 Carousel Water Sampler (“rosette”), equipaggiato con bottiglie OceanTest Equipment, mod. 110B, da 10 L (All. A1-I). Sui campioni prelevati sono stati misurati i seguenti parametri:

- ossigeno disciolto tramite metodo Winkler;
- azoto inorganico come Ammoniaca, Nitriti e Nitrati;
- fosforo inorganico disciolto come Ortofossato;
- silicio inorganico disciolto come Ortosilicato;
- carico solido totale come peso secco;
- concentrazione di pigmenti clorofilliani;
- Idrocarburi Totali (IT);
- Idrocarburi Alifatici (IA);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- solventi organici aromatici (BTEX);
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- glicole etilenico.

Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco e al buio fino al momento delle analisi ad eccezione dei campioni per l’analisi dei nutrienti ed i filtri per l’analisi dei solidi sospesi e dei pigmenti clorofilliani che sono stati conservati a -20°C.

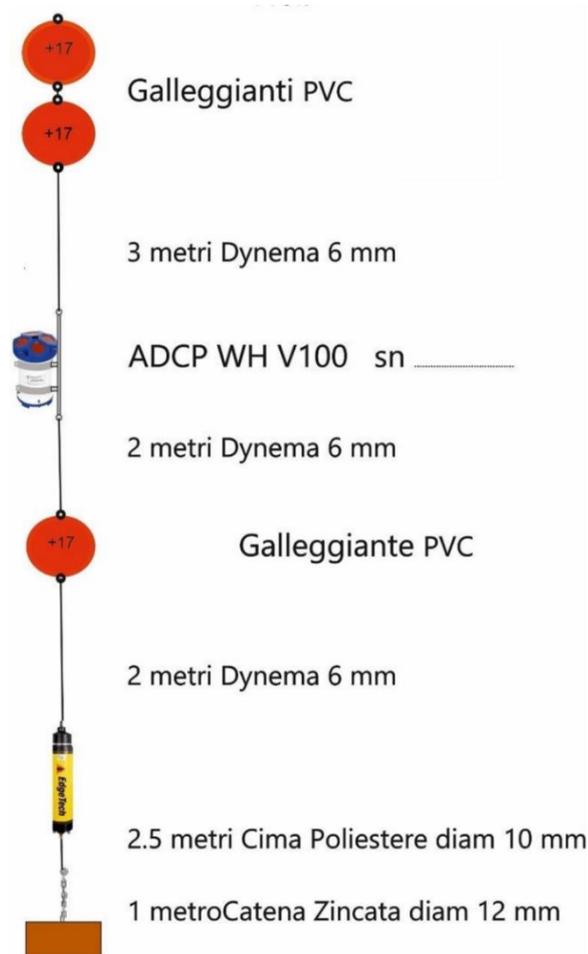
Tutti i dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l’andamento dei parametri analizzati lungo la colonna d’acqua ed i transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

### **2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE**

I dati correntometrici in prossimità della piattaforma Fauzia sono stati raccolti mediante un ormeggio correntometrico sommerso posizionato in prossimità della struttura (coordinate 44° 03,397’ N, 013° 33,214’ E) su un fondale di circa 65 m.

È stato utilizzato un ormeggio costituito correntometro acustico Teledyne RDI in questo caso sono stati utilizzati in periodi diversi due modelli un Sentinel V e un Sentinel WH, del peso

in acqua di circa 13 kg, tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa 20 kg ciascuna, uno sganciatore acustico Edge Tech e una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg, (fig. 2.3).



**Fig. 2.3** – Schema dell’ormeggio correntometrico utilizzato presso la piattaforma Fauzia.

Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa  $0,3 \text{ cm s}^{-1}$  e la risoluzione di  $0,1 \text{ cm s}^{-1}$ .

Lo strumento è stato settato per effettuare registrazioni ogni ora in 21 celle da 4 m coprendo, in questo modo, gran parte della colonna d’acqua. I bin relativi agli strati più superficiali, nonché quelli relativi agli strati di aria al di sopra della superficie libera del mare, sono stati eliminati per la presenza di dati non leggibili dovuti all’elevato rumore presente. La serie temporale riportata in questa relazione fa riferimento a più periodi di registrazione differenti. I dati sono stati successivamente processati in modo da ottenere un’unica serie temporale ai fini di facilitare la rappresentazione grafica.



## 2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

Per l'acquisizione e la successiva elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite la sonda CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice, seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988); le grandezze derivate, come salinità e anomalia di densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher TM Golden Software, Inc., (Vers. 10,5.1011) e il software Ocean Data View (© 2016 Schlitzer - Vers: 4.7.6. – 64bit).

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati in laboratorio per valutare la concentrazione dell'ossigeno disciolto, il contenuto dei nutrienti inorganici (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e la concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati gli inquinanti elencati nel capitolo 2.1.1.

**Ossigeno disciolto** - La misura della concentrazione di ossigeno disciolto è stata effettuata mediante titolazione iodometrica secondo il metodo di Winkler (Carpenter, 1965), descritto da Saggiomo *et al.* (2010). Aliquote di acqua (60 ml circa) sono state fissate aggiungendo in rapida successione 0,3 ml di una soluzione di cloruro di manganese e 0,3 ml di una soluzione basica di ioduro di potassio. In tali condizioni, l'ossigeno presente ossida il manganese (II) a manganese (III) e manganese (IV) che precipita come ossido idrato. I campioni fissati sono stati conservati al buio e a temperatura ambiente per un tempo non superiore a 4 ore. Al momento della titolazione 0,5 ml di acido solforico sono stati introdotti nel campione. In un ambiente così acidificato, lo ioduro, ossidato dal manganese a iodio elementare, è complessato dallo ioduro in eccesso per formare  $I_3^-$ . Lo ione complesso  $I_3^-$  è stato titolato con una soluzione di sodio tiosolfato (0,01M), precedentemente standardizzata. La concentrazione del tiosolfato è stata standardizzata con una soluzione standard di iodato di potassio fornita da OSIL (Ocean Scientific International Ltd, United Kingdom). La titolazione potenziometrica automatica è stata effettuata con titolatore Mettler Toledo T50 compact (All. A1-III); la concentrazione di ossigeno disciolto è stata espressa in  $ml L^{-1}$ . I risultati delle analisi di ossigeno disciolto effettuate sono stati utilizzati per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

**Nutrienti inorganici** – per la determinazione dei nutrienti inorganici (nitriti, nitrati,



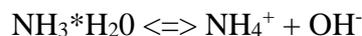
ammonio, ortofosfati e silicati) i campioni di acqua di mare sono stati filtrati a bordo, mediante siringa, su filtri di fibra di vetro (Watman GF/F, porosità nominale 0,7 µm e Ø 47 mm), pre-combusti a 450°C per 4 ore, raccolti in contenitori in polietilene (pre-trattati con acido cloridrico 1M) e conservati a -20°C fino al momento delle analisi.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite per via colorimetrica, a temperatura ambiente, con un analizzatore a flusso continuo a quattro canali 'Quattro, Seal Analytical' (All. A1-IV), seguendo le metodologie di Hansen e Koroleff (1999).

La concentrazione dei nitriti (NO<sub>2</sub>) è stata determinata attraverso una reazione di diazocopolazione che produce un composto azotato rosso-violaceo, letto a 520 nm.

I nitrati (NO<sub>3</sub>) sono stati ridotti a nitriti su colonna di cadmio e determinati seguendo il metodo descritto per i nitriti.

L'azoto ammoniacale è stato determinato in base alla reazione di Berthelot modificata usando salicilato e dicloroisocianurato, dalla quale si forma un complesso colorato blu-verde, letto a 660 nm. Nell'acqua marina l'ammoniaca è in equilibrio con l'ammonio in base al seguente equilibrio:



Determinando la forma ammoniacale con questo metodo si determina l'azoto totale, presente sia come ammonio che come ammoniacale.

L'equilibrio tra l'ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e l'ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) in soluzioni acquose è funzione della temperatura, del pH e della forza ionica della soluzione (Whitfield, 1974; Khoo *et al.*, 1977). Al pH tipico dell'acqua marina di 8,2, con salinità di 37 e temperatura di 25°C la forma prevalente (95%) è l'ammonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) e solo il 5% si trova come ammoniacale (NH<sub>3</sub>). Ad una temperatura di 10°C il contributo dell'ammoniaca si riduce al 2%. Per questo motivo nei risultati ci si riferisce all'azoto ammoniacale con ammonio (NH<sub>4</sub>).

Il fosforo reattivo (PO<sub>4</sub>) è stato determinato come ortofosfato in base alla formazione di un complesso fosfomolibdico di colore blu che viene misurato a 880 nm.

I silicati (Si(OH)<sub>4</sub>) sono stati determinati, in base alla riduzione (in ambiente acido) del silicomolibdato a blu di molibdeno che viene misurato a 820 nm.

I limiti di rilevabilità sono:

- NO<sub>2</sub>: 0,01 µM
- NO<sub>3</sub>: 0,02 µM



- $\text{NH}_4$ : 0,02  $\mu\text{M}$
- $\text{PO}_4$ : 0,01  $\mu\text{M}$
- $\text{Si(OH)}_4$ : 0,02  $\mu\text{M}$

La qualità dei risultati è garantita dalla partecipazione semestrale ad esercizi di intercalibrazione internazionali (Quasimeme Laboratory Performance Study).

**Pigmenti clorofilliani** - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati filtrati a bordo, immediatamente dopo il prelievo, su filtri in fibra di vetro (Whatman GF/F, porosità nominale 0,7  $\mu\text{m}$  e  $\varnothing$  47 mm). Il volume di campione filtrato è risultato variabile tra i 3 e i 4 litri in relazione alla concentrazione del particolato microalgale. Dopo la filtrazione, i filtri, posti in crio-vials, sono stati rapidamente congelati in azoto liquido fino al momento delle analisi. La filtrazione è stata effettuata per depressione dove la differenza di pressione fra la parte inferiore e quella superiore del filtro non superava -25 KPa (circa 150 mm Hg) al fine di evitare la rottura delle cellule vegetali, con la conseguente perdita di pigmenti.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography;) Agilent 1100 series (All. A1-V) dotato di Vacuum Degasser; Quaternary Pump; Thermostatted Column Compartment; Detector DAD (photodiode array detector) e Detector Fluorescence. È stata utilizzata una colonna *Hypersil MOS-2* della *Thermo Fisher Scientific* (100 mm x 4,6 mm 3  $\hat{\text{A}}$   $\mu\text{M}$ ). L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200  $\mu\text{L}$  e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 1 ml  $\text{min}^{-1}$  con un gradiente binario lineare fra il solvente A (metanolo: ammonio acetato 0,5 N, 70:30 v:v) e il solvente B (metanolo puro), avente il seguente programma (minuti, %A, %B): 0', 75, 25; 1', 50, 50; 15', 0, 100; 18.5', 0, 100; 19', 75, 25.

I dati sono stati acquisiti mediante software HP ChemStations.

L'identificazione dei pigmenti clorofilliani presenti nei campioni analizzati viene effettuata mediante confronto con standard esterni (DHI Laboratories). La lunghezza d'onda utilizzata per la lettura dei pigmenti clorofilliani e degli standard esterni è stata settata a 440nm.

I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del turbidimetro WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD.

**Solidi Sospesi Totali (TSM)** - I campioni d'acqua per la determinazione dei solidi sospesi totali sono stati filtrati a bordo sotto leggera depressione su filtri in fibra di vetro (Whatman



GF/F, porosità nominale 0,7  $\mu\text{m}$ ), pre-pesati su bilancia analitica Mettler XP6 e riposti in singoli portafiltri numerati. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri sono stati conservati a  $-20^{\circ}\text{C}$  fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a  $60^{\circ}\text{C}$  fino a peso costante, su bilancia analitica Mettler XP6, secondo le indicazioni riportate da Strickland e Parsons (1972). Il peso dei singoli filtri combustibili è stato sottratto al peso del filtro corrispondente su cui è stato filtrato il campione. Le concentrazioni di TSM sono state espresse in  $\text{mg L}^{-1}$ . I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità WET-Labs ECO FLNTURTD installato sulla sonda SBE 911plus CTD per i profili in continuo.

Per la misura di inquinanti lungo la colonna d'acqua sono state utilizzate le metodiche elencate in Tab. 2-III.

**Metalli pesanti** - Eccetto il silicio, per tutti gli altri metalli stata adottata la tecnica della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con la sigla ICP-MS. Tale tecnica sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione del campione e uno spettrometro di massa separa e rileva gli ioni prodotti. La quantificazione avviene mediante confronto con retta di taratura, effettuata subito prima dell'analisi. Il campione viene acidificato con acido nitrico e caricato direttamente sullo strumento tarato. Lo strumento usato è ICP-MS Agilent 7900 ICP-MS con Autocampionatore Agilent SPS 4 Autosampler; le analisi sono effettuate in modalità No Gas per Mercurio; mentre per il resto dei metalli si procede in modalità He (All. A1-VI). Per la campagna di febbraio è stato utilizzato un ICP-MS Agilent 7900 Series come descritto nella nota tecnica (All. A2).

La differenza tra i limiti di rilevabilità dei metalli (Tab. 2-III) è dovuta all'utilizzo di strumentazione diversa nelle determinazioni analitiche delle diverse campagne di monitoraggio, in quanto, come riportato nella nota "Nota tecnica inerente le analisi dei contaminanti" (All.A2), a causa di indisponibilità temporanea di strumenti del laboratorio di analisi, le stesse sono state eseguite con uno strumento diverso.

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il



campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono inviate su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

**Tab. 2-III** - Elenco degli inquinanti ricercati nelle stazioni monitorate. Metodi analitici, unità di misura e limite di rilevabilità.

<i>Parametro</i>	<i>Metodica</i>	<i>UM</i>	<i>Febbraio</i>	<i>Aprile e maggio</i>
<b>Metalli</b>				
<i>Alluminio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	6,8	0,4
<i>Arsenico</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,37	0,1
<i>Bario</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,69	0,1
<i>Cadmio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,16	0,1
<i>Cromo totale</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,22	0,1
<i>Ferro</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	4,9	5
<i>Indio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,079	0,1
<i>Mercurio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,0067	0,05
<i>Nichel</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,14	0,1
<i>Piombo</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,14	0,1
<i>Rame</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,51	0,1
<i>Vanadio</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	0,31	0,1
<i>Zinco</i>	EPA 6020B 2014	µg L <sup>-1</sup>	2,4	0,4
<i>Silicio</i>	EPA 200.7 1994	mg L <sup>-1</sup>	0,021	0,1
<b>BTEX</b>				
<i>Benzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Etilbenzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Stirene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,01	0,01
<i>Toluene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,05	0,05
<i>Xilene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,02	0,02
<b>ALTRE SOSTANZE</b>				
<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	µg L <sup>-1</sup>	0,0028	0,0028
<i>idrocarburi alifatici C10-C32</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L <sup>-1</sup>	23	23
<i>Idrocarburi totali (espressi come n-esano) Calcolo</i>	EPA 5021A 2014 + EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	µg L <sup>-1</sup>	31	31
<i>Glicole monoetileno</i>	EPA 8015D 2003	mg L <sup>-1</sup>	1,5	1,5

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-OES 5100 SVDV, Agilent, con autocampionatore SPS4 (All. A1-VII).



**Solventi organici aromatici (BTEX)** - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ('Purge & trap') e rilevazione tramite spettrometro di massa. Il campione (dispensato in vial da 40 mL con tappo in teflon priva di spazio di testa) viene caricato su autocampionatore. Il sistema Purge & Trap separa gli analiti volatili dalla fase acquosa adsorbendoli ad una trappola. Successivamente la trappola viene riscaldata permettendo il rilascio delle sostanze trattenute che vengono separate mediante gascromatografia e quantificate con spettrometro di massa. La quantificazione viene effettuata confrontando i fattori di risposta ottenuti in fase di taratura, effettuata su almeno 5 livelli.

Lo strumento utilizzato è un Agilent con autocampionatore Centurion, sistema P & T Evolution, GC 7890B, detector MS 5977A con lente Extractor. Colonna montata DB-624 (All. A1-VIII).

**Idrocarburi totali** - Gli idrocarburi totali, relativamente alle acque, sono da intendersi come somma delle due seguenti classi:

- a) composti che, dopo i processi di estrazione e purificazione, sono rivelati mediante GC-FID, su colonna capillare non polare con tempi di ritenzione compresi tra quelli del n-decano (C<sub>10</sub> H<sub>22</sub>) e del n-tetracontano (C<sub>40</sub> H<sub>82</sub>) (frazione estraibile);
- b) singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra n-pentano (C<sub>5</sub> H<sub>12</sub>) e n-decano (C<sub>10</sub> H<sub>22</sub>) inclusi (frazione volatile).

*Analisi frazione volatile:* il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una volatilità sufficientemente elevata tale da essere efficacemente rimossi dal campione, mediante la procedura di equilibrio in spazio di testa.

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa a cui è stato aggiunto un modificatore di matrice. Successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di favorire l'equilibrio dei composti volatili all'interno con lo spazio di testa presente nella vial. Circa 15 minuti prima dell'analisi, le singole fiale verranno riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica tramite l'autocampionatore CTC. L'autocampionatore poi preleverà 1 mL di volume di spazio di teste tramite linea riscaldata e lo inietterà nella colonna GC. Le analisi sono state eseguite usando un rilevatore FID



(Flame Ionization Detector).

Lo strumento utilizzato è un Agilent, con autocampionatore G4513A, Piatto 7693, GC 7890A, FID. La colonna cromatografica montata è ZB-5HT (All. A1-IX).

*Analisi frazione estraibile:* utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 mL di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 mL di n-esano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2 minuti, con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10 minuti e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego del gascromatografo con rivelatore a fiamma (FID).

Gli idrocarburi totali sono determinati sommando le due componenti e moltiplicando il risultato per un fattore 1,1, fattore studiato per esprimere il dato come n-esano.

Gli idrocarburi totali sono stati calcolati tramite la regola del lower bound. In caso di addendi tutti inferiori al LOQ si applica il LOQ più alto, mentre in presenza di dati valorizzati anche in uno solo degli analiti il risultato è pari al valore rilevato, anche se questo dovesse risultare inferiore al LOQ di altri addendi costituenti la sommatoria.

Lo strumento utilizzato è un Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B con detector FID, colonna DB-624 (All. A1-IX).

**Idrocarburi Alifatici (IA)** - I campioni di acqua sono stati preparati utilizzando la stessa metodica di laboratorio appena descritta per l'analisi della frazione estraibile degli Idrocarburi totali. Gli IA sono stati analizzati mediante gascromatografia accoppiata a rivelatore a fiamma (FID).

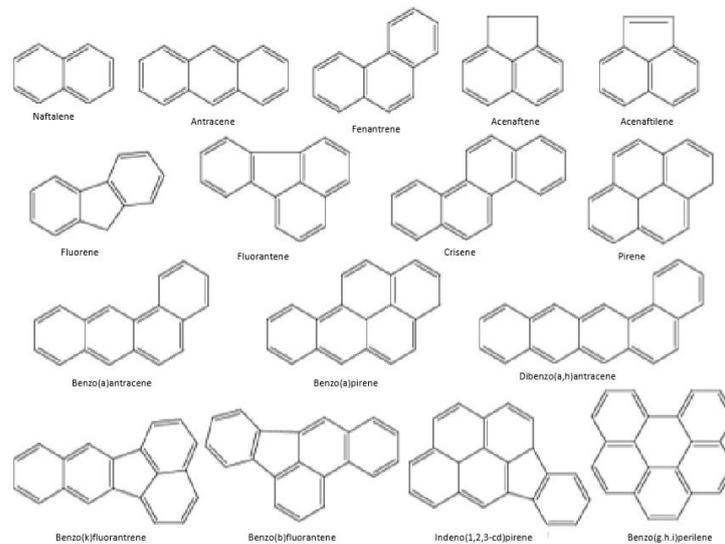
L'identificazione degli IA si è basata sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard di n-alcane fra C12 e C32, e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di quantificazione sono in funzione del primo punto di taratura e i campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura.



**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** - Utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 mL di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbuto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 mL di diclorometano. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2 minuti, con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10 minuti e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente (in toluene) per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego del gascromatografo con rilevatore a spettrometro di massa.

La concentrazione di 16 IPA (priority pollutants per la USEPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)–antracene, Benzo(g,h,i)perilene, Indenopirene) (fig. 2.4) è stata determinata con sistema GC-MS/MS. La colonna cromatografica utilizzata è la DB-EUPAH e il rilevatore uno spettrometro di massa a triplo quadrupolo. Il limite di rilevabilità è compreso fra 0,0001 e 0,003  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati e verificati per ogni sequenza analitica con appositi campioni QC. L'introduzione in fase di estrazione di uno standard surrogato garantisce che per ciascun campione l'estrazione sia stata condotta con successo. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Lo strumento utilizzato è un sistema GC-MS/MS (triplo quadrupolo) Agilent con autocampionatore G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C con montata colonna DB-EUPAH (All. A1-X). Per il calcolo di  $\Sigma\text{IPA}$  è stato utilizzato il criterio del Lower Bound che considera nullo il contributo di ogni addendo non rilevabile, applicando però la seguente modifica cautelativa: nel caso in cui le concentrazioni degli addendi siano non rilevabili, il risultato non è zero ma viene definito come inferiore al maggiore dei limiti di rilevabilità dei parametri analitici sommati.



**Fig. 2.4** – I 16 IPA prioritari secondo l’US-EPA.

**Glicole Etilenico** - È stato misurato nei campioni di acqua mediante tecnica gas cromatografica utilizzando il rilevamento a ionizzazione di fiamma (FID). L'analisi in campioni d'acqua di mare non prevede la preparazione del campione, che è stato pertanto iniettato direttamente nello strumento previo prelievo di aliquota tarata.



### 3. RISULTATI

#### 3.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Nel presente rapporto sono riportati i dati relativi al I semestre 2023.

##### 3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA

Nel campionamento di **febbraio** (fig. 3.1) la distribuzione verticale di tutti i parametri misurati è stata fortemente omogenea su tutta la colonna d'acqua ovunque, con profili uniformi di temperatura (media  $13,94 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ), salinità (media  $39,02 \pm 0,00$  psu), torbidità (media  $0,6 \pm 0,1$  mg L<sup>-1</sup>), ossigeno disciolto alla saturazione (media  $99,3 \pm 0,8\%$ ). Uno scostamento dalla media per la concentrazione di ossigeno e la torbidità è stato rilevato per la stazione di controllo SE.

Le mappe areali (fig. 3.2) ben evidenziano la distribuzione omogenea sia della temperatura in superficie (media  $13,96 \pm 0,02^\circ\text{C}$ ) e al fondo (media  $13,92 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ), che della salinità in superficie (media  $39,02 \pm 0,00$  psu) e al fondo (media  $39,03 \pm 0,00$  psu).

La fluorescenza (fig. 3.3) è apparsa ugualmente omogenea con valori bassi (media  $0,6 \pm 0,0$  µg L<sup>-1</sup>) dalla superficie al fondo in tutte le stazioni di campionamento.

Ad **aprile** (fig. 3.4) i profili verticali di temperatura hanno rilevato nuovamente una distribuzione alquanto omogenea della colonna d'acqua (media  $13,77 \pm 0,33^\circ\text{C}$ ), con valori in lieve diminuzione dalla superficie al fondo ( $\Delta T \sim 1,3^\circ\text{C}$ ).

Anche la distribuzione di salinità è risultata piuttosto omogenea, con i valori minimi in superficie (media  $38,84 \pm 0,02$  psu). e valori lievemente più elevati al fondo (media  $38,93 \pm 0,00$  psu) ovunque.

La torbidità ha fatto rilevare una distribuzione generalmente uniforme con valori molto bassi in superficie (media  $0,2 \pm 0,1$  mg L<sup>-1</sup>), in particolare nelle stazioni interne, in progressivo aumento fino ad un debole picco verso il fondo (massimo  $1,4$  mg L<sup>-1</sup>, stazione F6).

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha mostrato una distribuzione verticale omogenea fino a circa 50m di profondità (media  $102,2 \pm 0,2\%$ ), in diminuzione verso il fondo (media  $97,6 \pm 0,5\%$ ).

Le mappe areali (fig. 3.5) riflettono la distribuzione verticale con valori medi piuttosto omogenei per la temperatura, con valori più elevati in superficie (media  $14,27 \pm 0,04^\circ\text{C}$ ) e più



bassi al fondo (media  $13,14 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ). La distribuzione di salinità ha fatto registrare una lieve variabilità ( $\Delta s < 0,1$  psu) fra le stazioni in superficie (media  $38,84 \pm 0,02$  psu) e valori molto omogenei e più elevati al fondo (media  $38,93 \pm 0,00$  psu)

La fluorescenza (fig. 3.6) è stata alquanto omogenea e con valori medi dalla superficie fino a circa 55m di profondità bassi (media  $0,3 \pm 0,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ), in lieve aumento verso i valori massimi registrati a fondo in tutte le stazioni (massimo  $1,1 \mu\text{g L}^{-1}$ , stazione F4).

A **maggio** (fig. 3.7) la distribuzione verticale dei parametri in esame è risultata ancora marcatamente uniforme ovunque. La temperatura ha mostrato valori più elevati in superficie (media  $17,43 \pm 0,62^\circ\text{C}$ ), un principio di termocline intorno a 20m di profondità e minimi al fondo (media  $13,46 \pm 0,15^\circ\text{C}$ ).

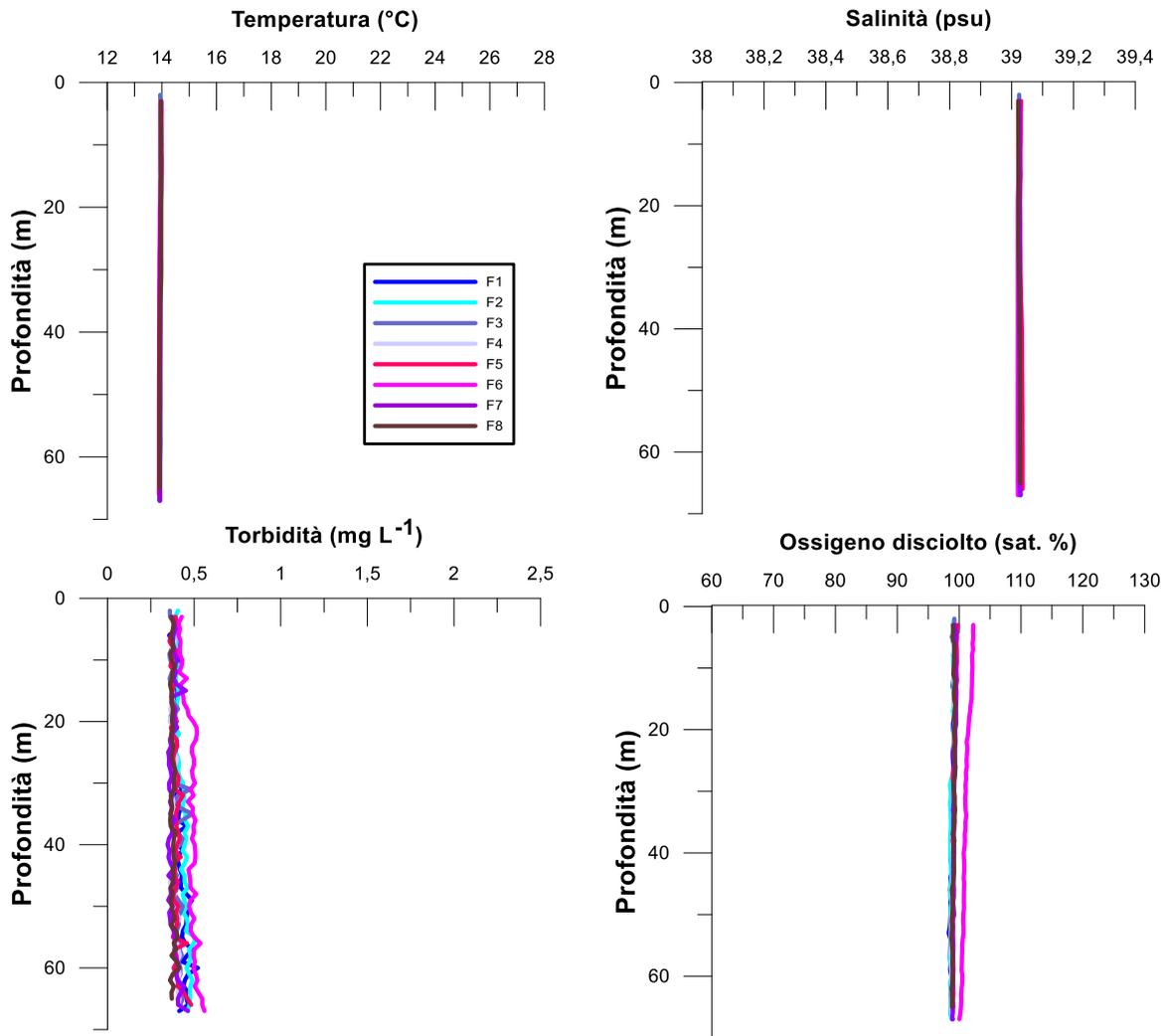
Anche la salinità ha fatto registrare ovunque valori minimi in superficie (media  $38,53 \pm 0,04$  psu), in rapido aumento fino a circa 30m di profondità e valori massimi uniformi nel resto della colonna d'acqua (media  $38,86 \pm 0,03$  psu).

La torbidità è stata molto bassa in tutte le stazioni dalla superficie fino a circa 50m di profondità (media  $0,1 \pm 0,0 \text{mg L}^{-1}$ ), in lieve aumento verso il fondo (massimo  $1,0 \text{mg L}^{-1}$ , stazione F2).

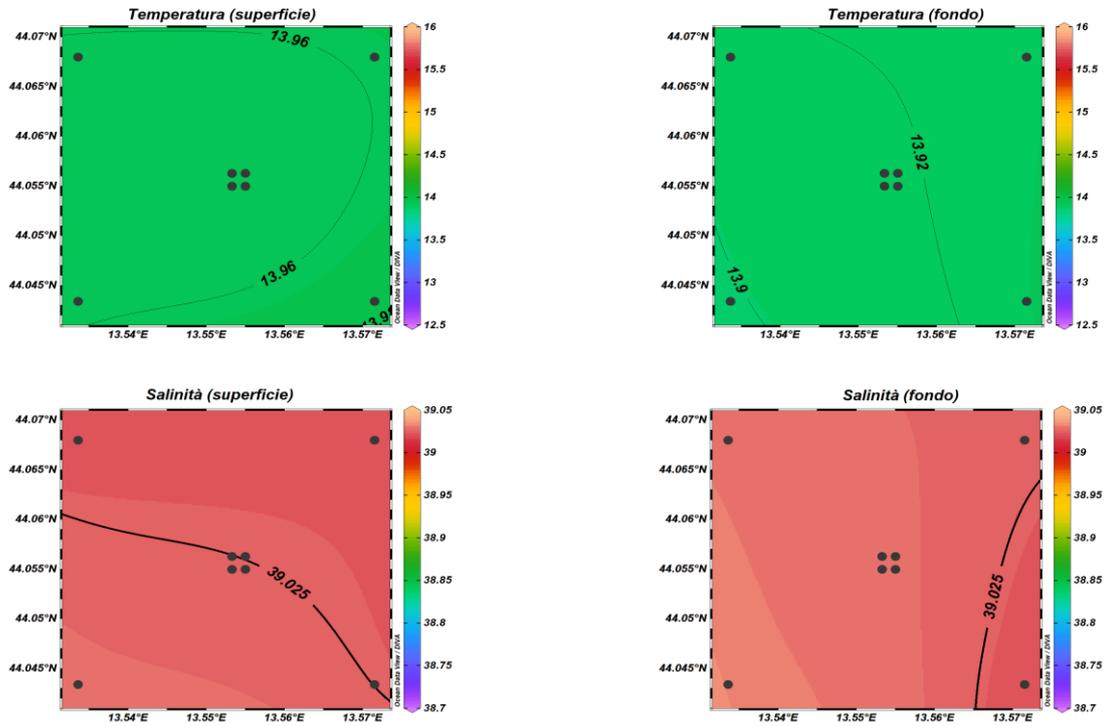
L'ossigeno disciolto alla saturazione è stato ovunque uniforme e  $< 100\%$ , con valori omogenei più elevati fino a circa 30m di profondità (media  $98,0 \pm 0,3\%$ ), in progressiva diminuzione verso il fondo (minimo  $86,1\%$ , stazione F7).

Le mappe areali (fig. 3.8) hanno fatto rilevare valori più elevati per la temperatura in superficie (media  $18,21 \pm 0,23^\circ\text{C}$ ), dove è stato anche rilevato un debole gradiente SO-NE ( $\Delta T \sim 0,6^\circ\text{C}$ ), e valori minimi piuttosto omogenei al fondo (media  $13,45 \pm 0,17^\circ\text{C}$ ). La distribuzione orizzontale di salinità si è presentata omogenea e con valori minimi in superficie (media  $38,50 \pm 0,03$  psu) e più elevati al fondo (media  $38,83 \pm 0,04$  psu), dove si registra un debole gradiente N-S ( $\Delta s \sim 0,1$  psu).

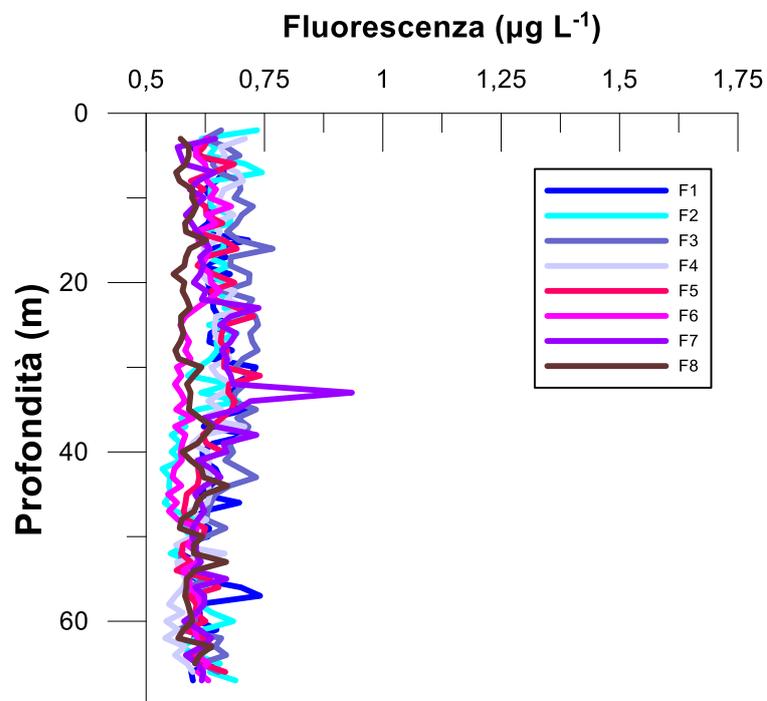
La fluorescenza (fig. 3.9) è stata uniforme e con valori medi molto bassi ( $< 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ ) fino a circa 30m di profondità, in graduale incremento fino ad un picco di valori massimi verso il fondo in tutte le stazioni (massimo  $1,2 \mu\text{g L}^{-1}$ , stazione F3).



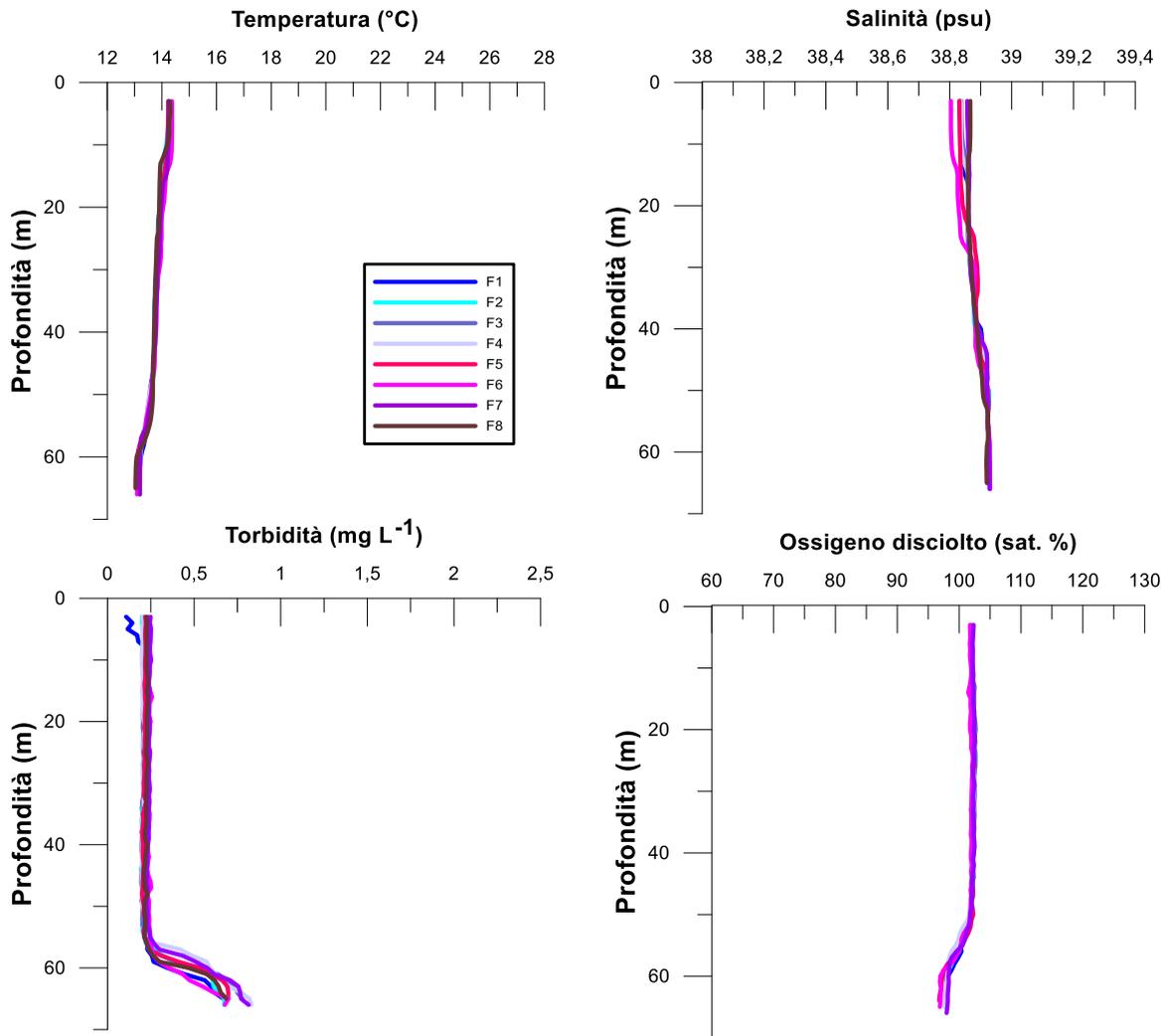
**Fig. 3.1** - Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Febbraio 2023**



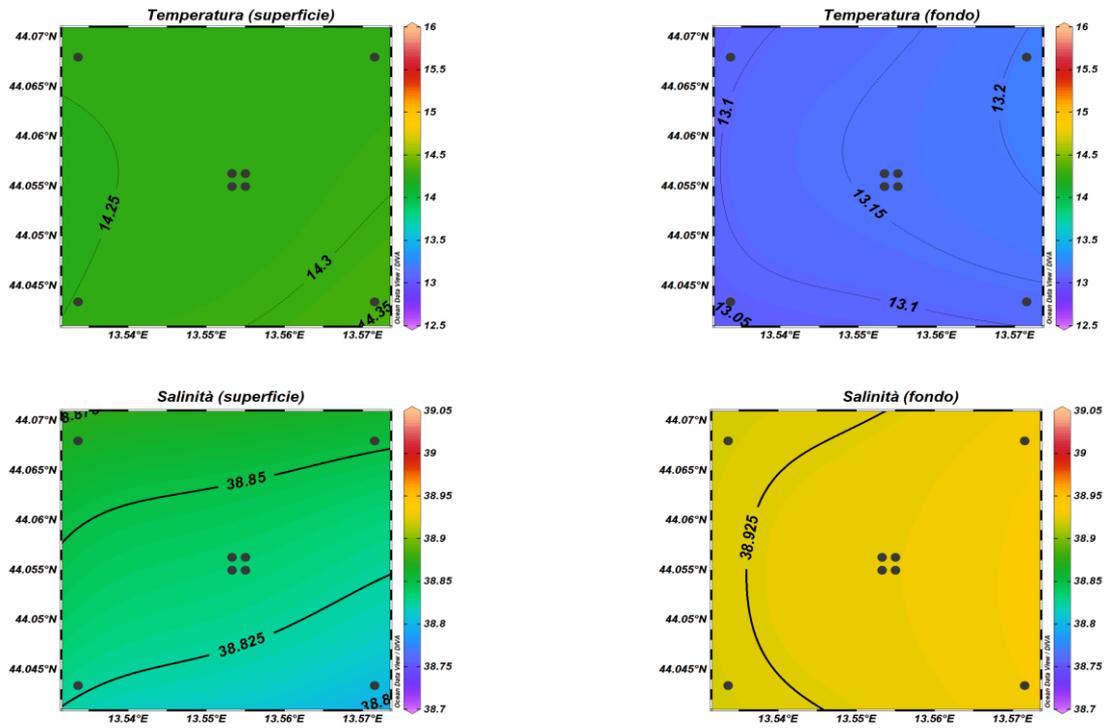
**Fig. 3.2** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



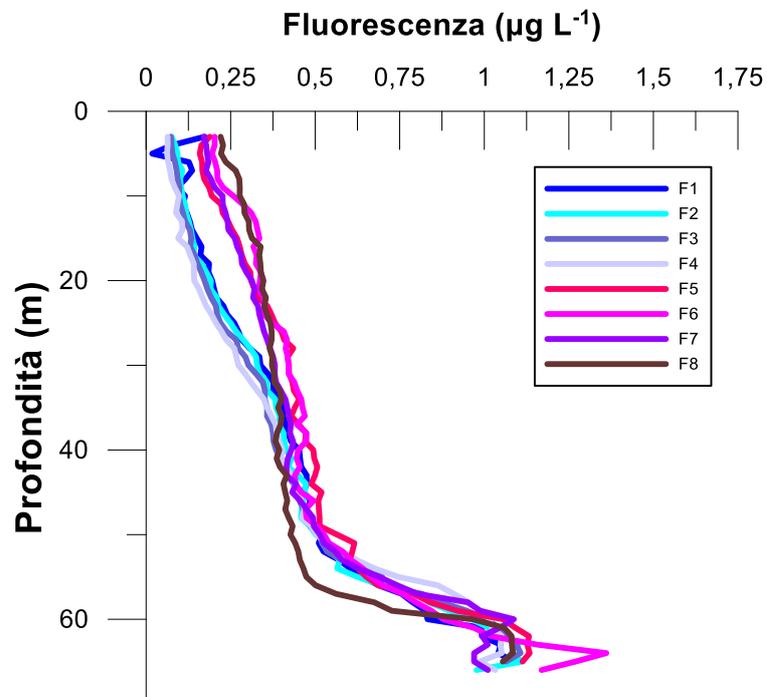
**Fig. 3.3** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Febbraio 2023**.



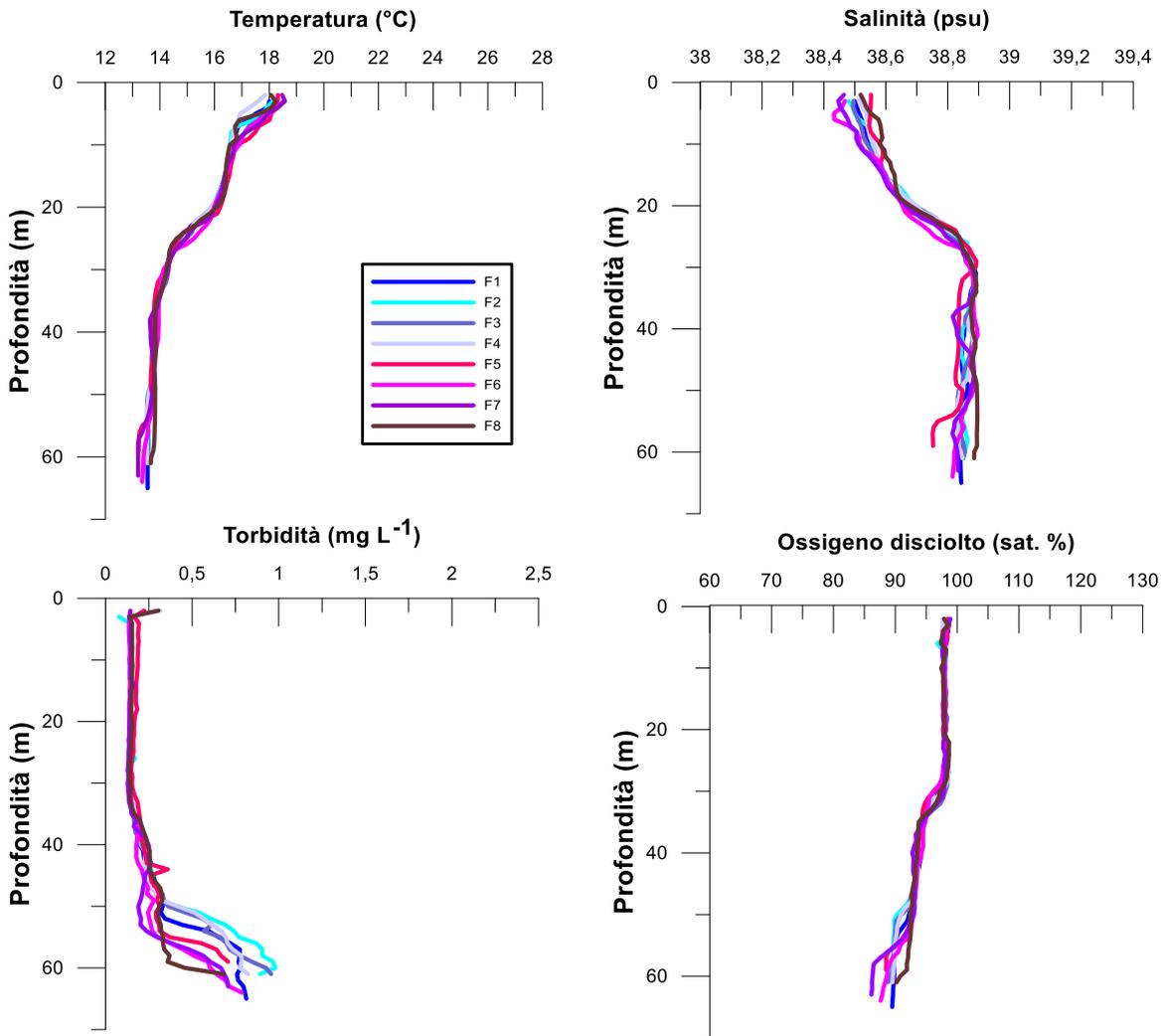
**Fig. 3.4-** Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Aprile 2023.**



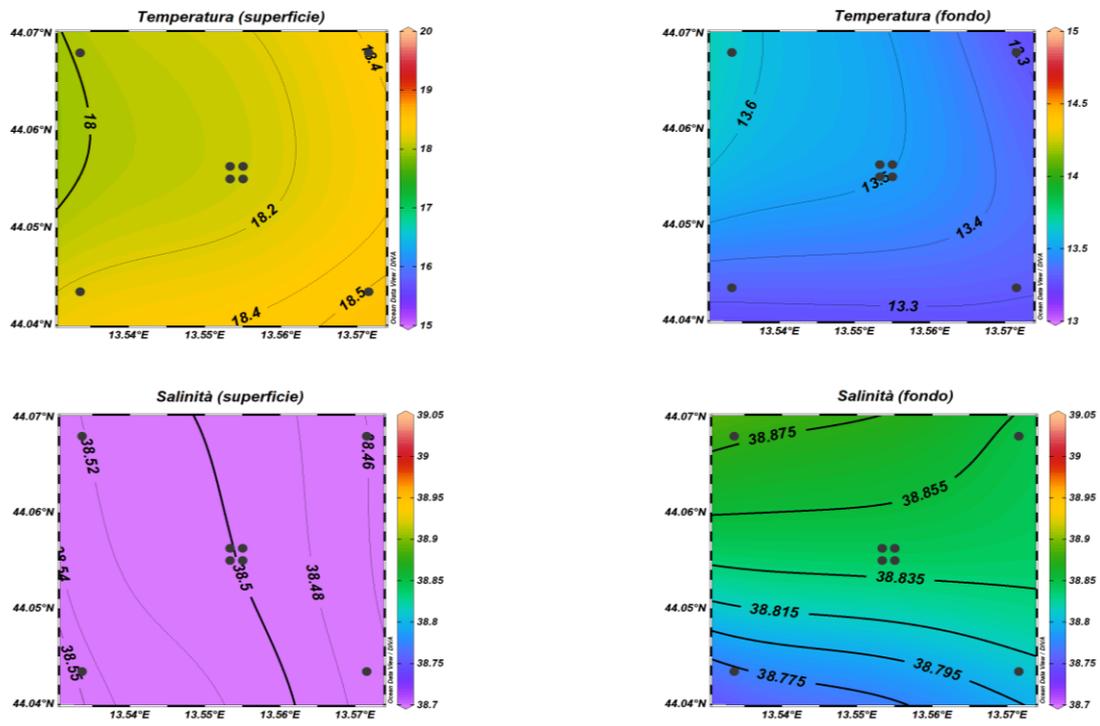
**Fig. 3.5** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



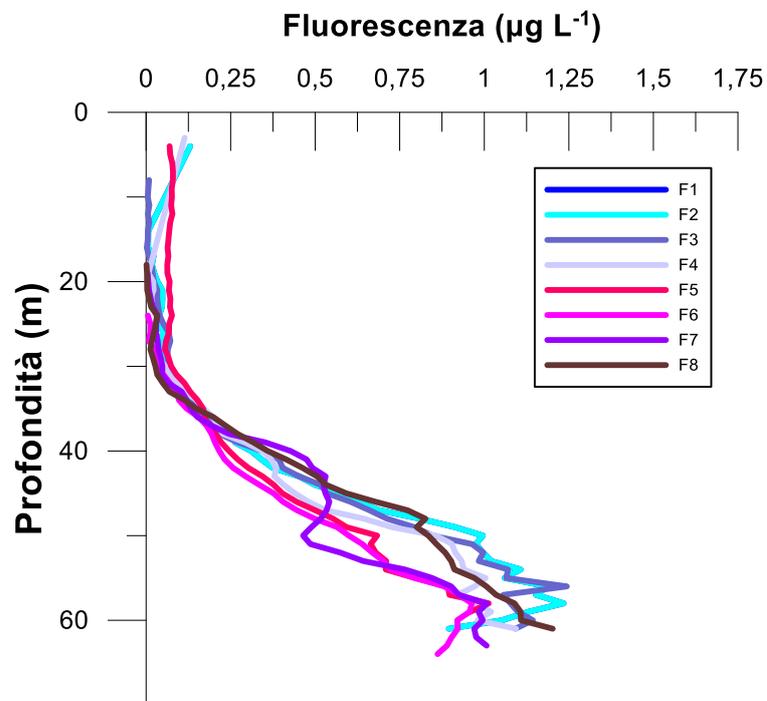
**Fig. 3.6** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Aprile 2023**.



**Fig. 3.7-** Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Maggio 2023.**



**Fig. 3.8** - Mappe areali rappresentanti la temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.9** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Maggio 2023**.



### 3.1.2. NUTRIENTI

Nella campagna di **febbraio** (figg. 3.10a, 3.10b, 3.11) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,15 \pm 0,03 \mu\text{M}$  per i nitrati ( $\text{NO}_3$ ),  $0,29 \pm 0,02 \mu\text{M}$  per i nitriti ( $\text{NO}_2$ ),  $0,04 \pm 0,02 \mu\text{M}$  per l'ammonio ( $\text{NH}_4$ ). In generale non è stato osservato alcun andamento particolare. Il valore massimo di  $\text{NO}_3$  ( $0,22 \mu\text{M}$ ), è stato osservato al fondo nella stazione F6, mentre il minimo ( $0,11 \mu\text{M}$ ) è stato rilevato in superficie e a 40 m nella stazione F5. Le concentrazioni di  $\text{NO}_2$  sono variate tra un massimo di  $0,32 \mu\text{M}$  misurato a 20 m nella stazione F6, a 40 m in F1, F2, F6 e F8 e al fondo della F5, e un minimo di  $0,27 \mu\text{M}$  riscontrato in superficie nella stazione F5. La concentrazione massima di  $\text{NH}_4$  ( $0,10 \mu\text{M}$ ) è stata misurata in superficie della stazione F5, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati in superficie della stazione F1 e al fondo della F7.

I fosfati ( $\text{PO}_4$ ) sono risultati generalmente contenuti ed omogenei ( $0,01 \pm 0,00 \mu\text{M}$ ). Fatta eccezione per il valore massimo ( $0,02 \mu\text{M}$ ) osservato in superficie nella stazione F3, valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale hanno caratterizzato il resto dei campioni.

Anche per i silicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) non è stato osservato alcun andamento particolare. Il valore massimo ( $1,71 \mu\text{M}$ ) è stato misurato a 40 m nella stazione F6, mentre il minimo ( $1,16 \mu\text{M}$ ) è stato osservato a 20 m nella stazione F5.

Ad **aprile** (figg. 3.12a, 3.12b, 3.13) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate piuttosto contenute e pari a  $0,05 \pm 0,04 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,06 \pm 0,07 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$ ; i valori di nitrati e nitriti sono risultati moderatamente più elevati alle quote di fondo, mentre l'ammonio è risultato omogeneamente distribuito lungo la colonna d'acqua. La concentrazione media dei  $\text{NO}_3$  al fondo è risultata pari a  $0,08 \pm 0,03 \mu\text{M}$ ; il valore massimo ( $0,17 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato a 40 m della stazione F8, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, sono stati osservati in superficie nelle stazioni F1 ed F5, a 20 m nella F5 e a 40 m nella F2. Per i  $\text{NO}_2$  le concentrazioni al fondo sono risultate in media  $0,14 \pm 0,04 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $0,21 \mu\text{M}$ ) nella stazione F5, mentre valori uguali o inferiori al limite strumentale che hanno caratterizzato quote variabili tra la superficie e i 40 m di tutte le stazioni. Le concentrazioni di  $\text{NH}_4$  sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni, e un massimo di  $0,06 \mu\text{M}$ , misurato a 40 m nella stazione F8 e al fondo nella stazione F3.



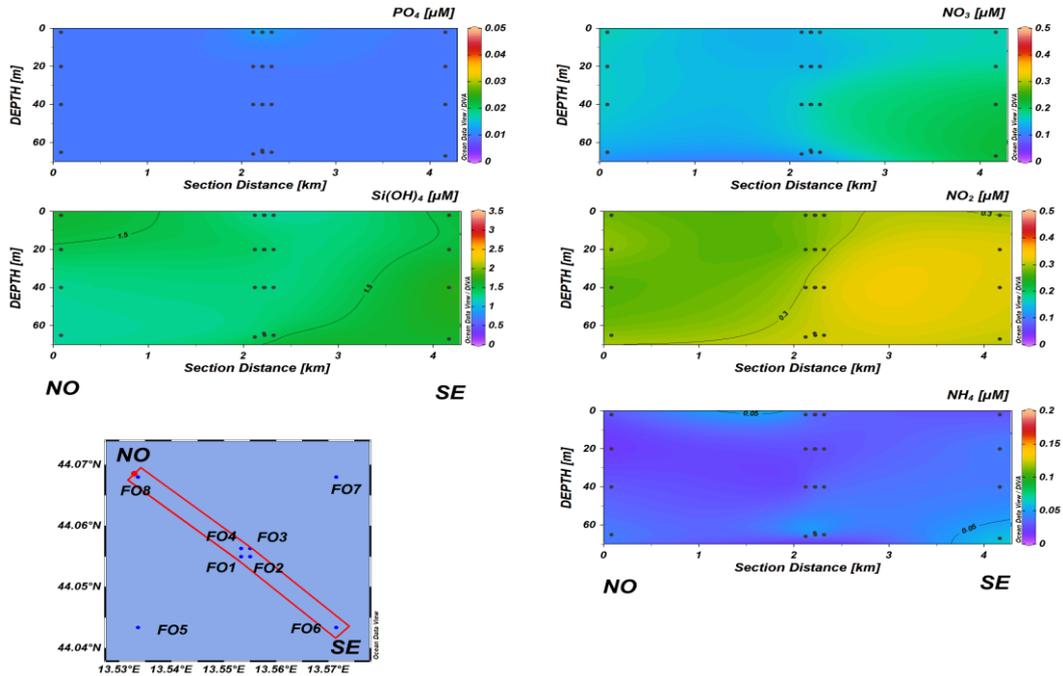
Le concentrazioni medie dei fosfati ( $\text{PO}_4$ ) sono risultate pari a  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{M}$ , e non è stato osservato alcun andamento particolare. Il valore massimo ( $0,04 \mu\text{M}$ ) è stato osservato al fondo nella stazione F6, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati osservati a 40 m nella stazione F2 e a 20 m della F8.

La concentrazione media di silicati è stata di  $1,21 \pm 0,29 \mu\text{M}$ , i valori massimi sono stati riscontrati alle quote di fondo. La concentrazione media al fondo è risultata pari a  $1,64 \pm 0,23 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $1,92 \mu\text{M}$ ) nella stazione F6, mentre il minimo ( $0,89 \mu\text{M}$ ) è stato osservato a 40 m nella stazione F3.

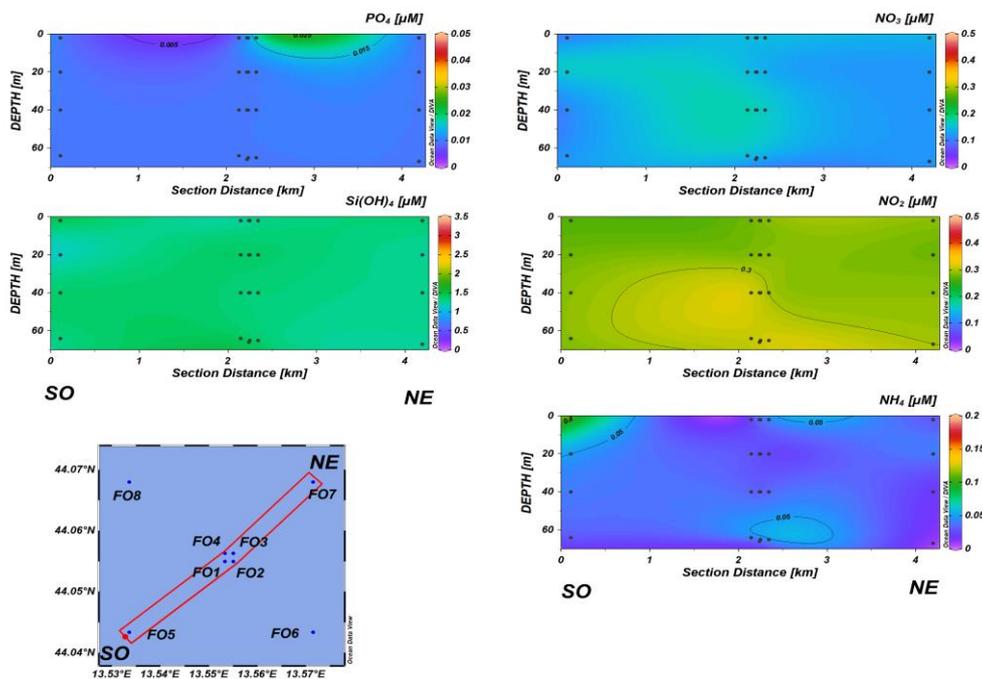
A **maggio** (figg. 3.14a, 3.14b, 3.15) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,06 \pm 0,06 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,04 \pm 0,06 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$  e  $0,05 \pm 0,05 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$  e le concentrazioni più elevate hanno caratterizzato il fondo. La concentrazione media di  $\text{NO}_3$  al fondo è risultata pari a  $0,14 \pm 0,06 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $0,23 \mu\text{M}$ ) misurato al fondo della stazione F7; alle altre quote i valori sono variati tra valori inferiori al limite di rilevabilità osservati a quote variabili tra la superficie e i 40 m delle stazioni F3, F6, F7 e F8 e un massimo di  $0,07 \mu\text{M}$  misurato a 40 m della stazione F4. La concentrazione media più elevata di  $\text{NO}_2$  ha caratterizzato la quota di fondo ed è risultata pari a  $0,12 \pm 0,07 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $0,28 \mu\text{M}$ ) nella stazione F7, mentre nelle altre quote le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute ( $0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$ ). Le concentrazioni di  $\text{NH}_4$  sono risultate piuttosto contenute e sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità osservati a quote variabili tra la superficie e i 40 m in tutte le stazioni eccetto che nella F7 e  $0,20 \mu\text{M}$ , riscontrato al fondo della stazione F5.

I fosfati sono risultati sempre inferiori o prossimi al limite di rilevabilità ( $0,01 \pm 0,01 \mu\text{M}$ ); il valore massimo ( $0,03 \mu\text{M}$ ) è stato osservato nella stazione F4 in superficie, mentre negli altri campioni le concentrazioni sono risultate  $<0,02 \mu\text{M}$ .

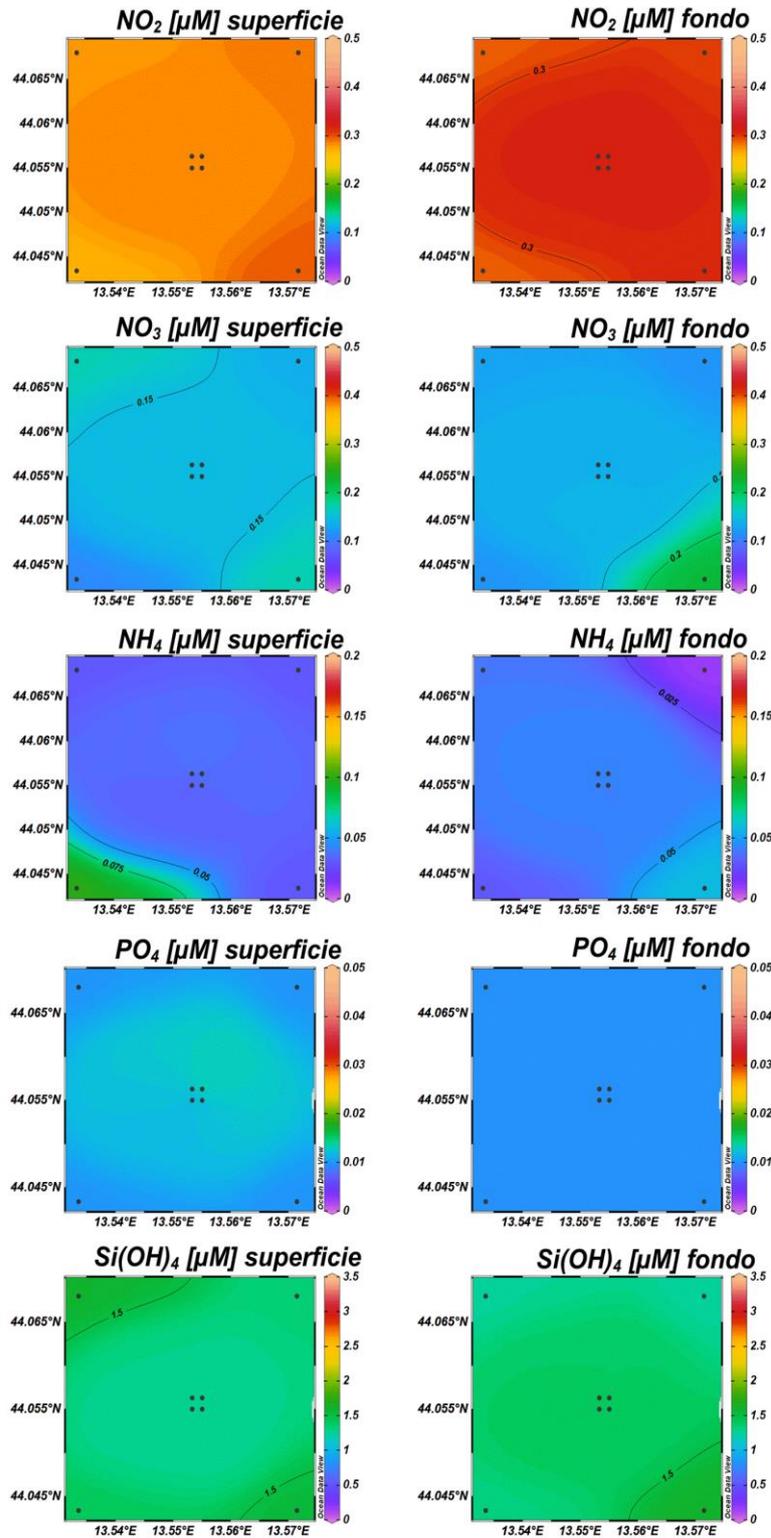
Come già osservato per gli altri elementi, anche per i silicati le concentrazioni medie più elevate hanno caratterizzato la quota di fondo ( $2,63 \pm 0,50 \mu\text{M}$ ), con il massimo ( $3,26 \mu\text{M}$ ) osservato nella stazione F4, mentre alle altre quote i valori sono risultati più contenuti variando tra  $0,87 \mu\text{M}$  e  $2,28 \mu\text{M}$ , osservati rispettivamente in superficie e a 40 m di profondità della stazione F1.



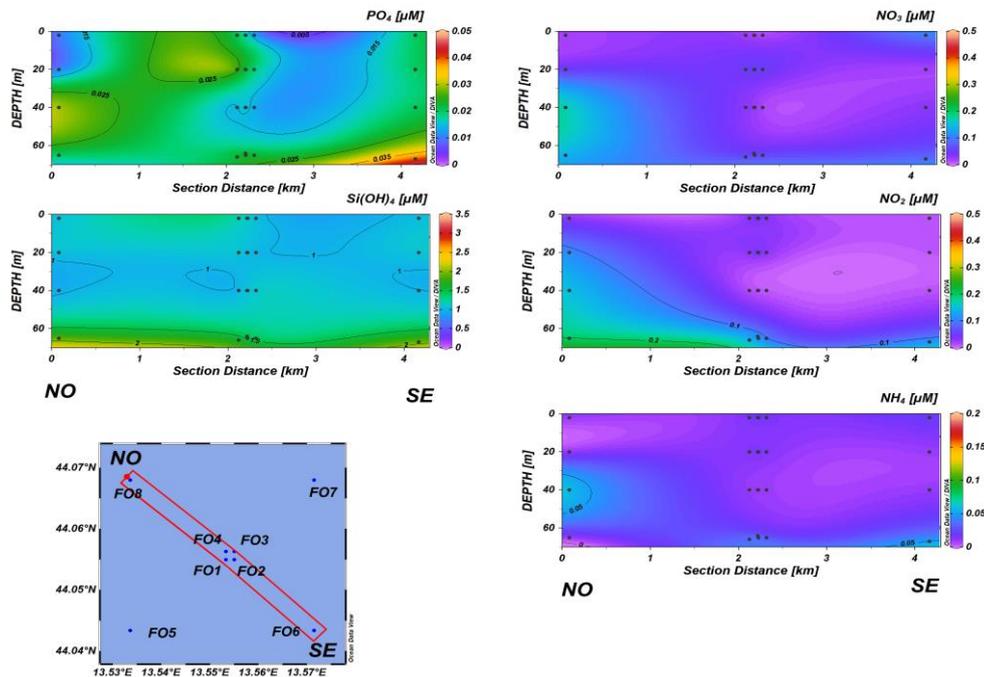
**Fig. 3.10a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



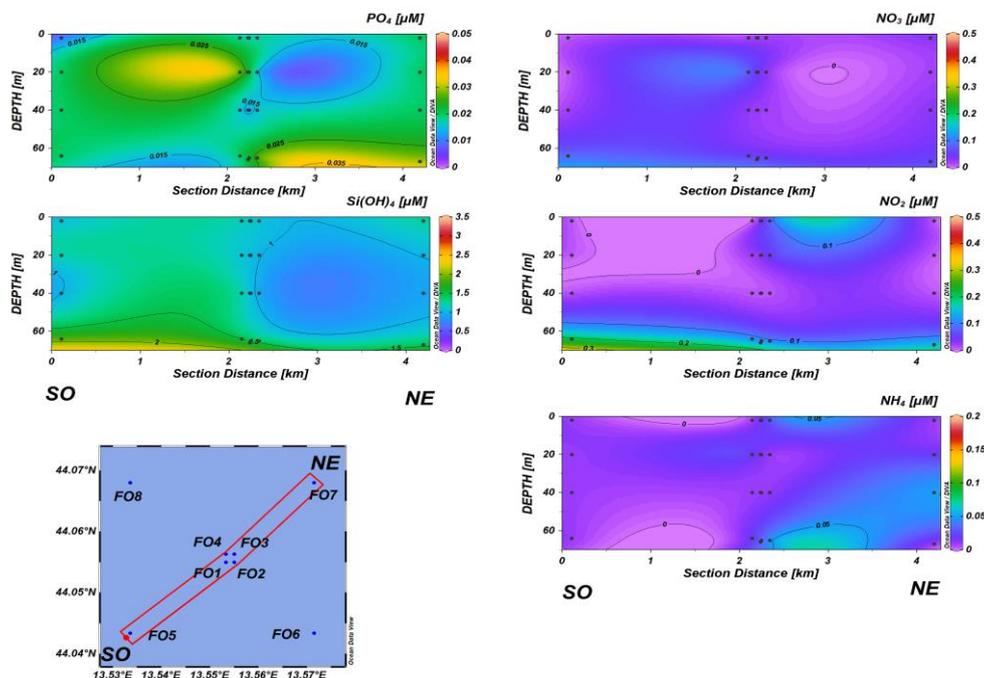
**Fig. 3.10b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



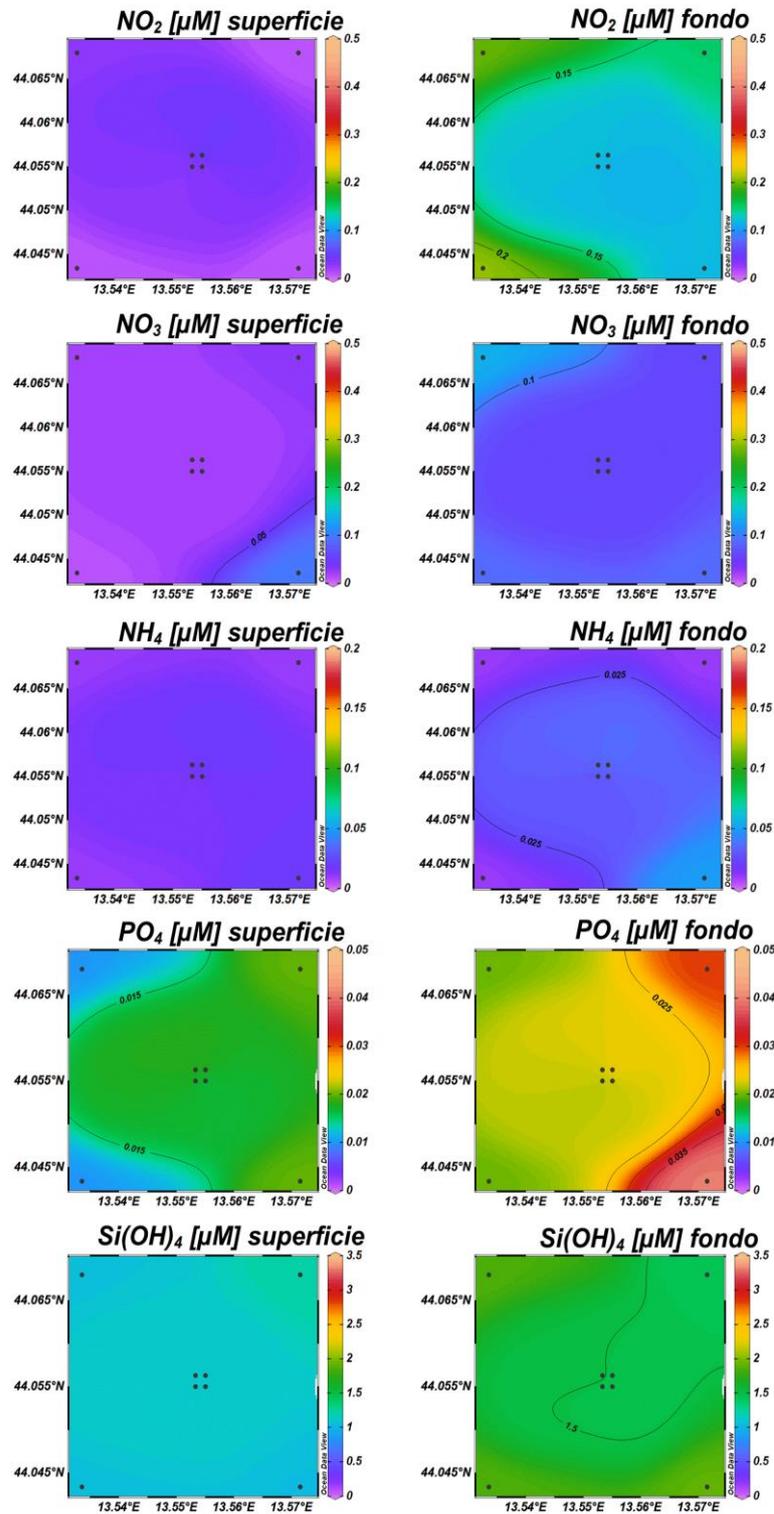
**Fig. 3.11** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



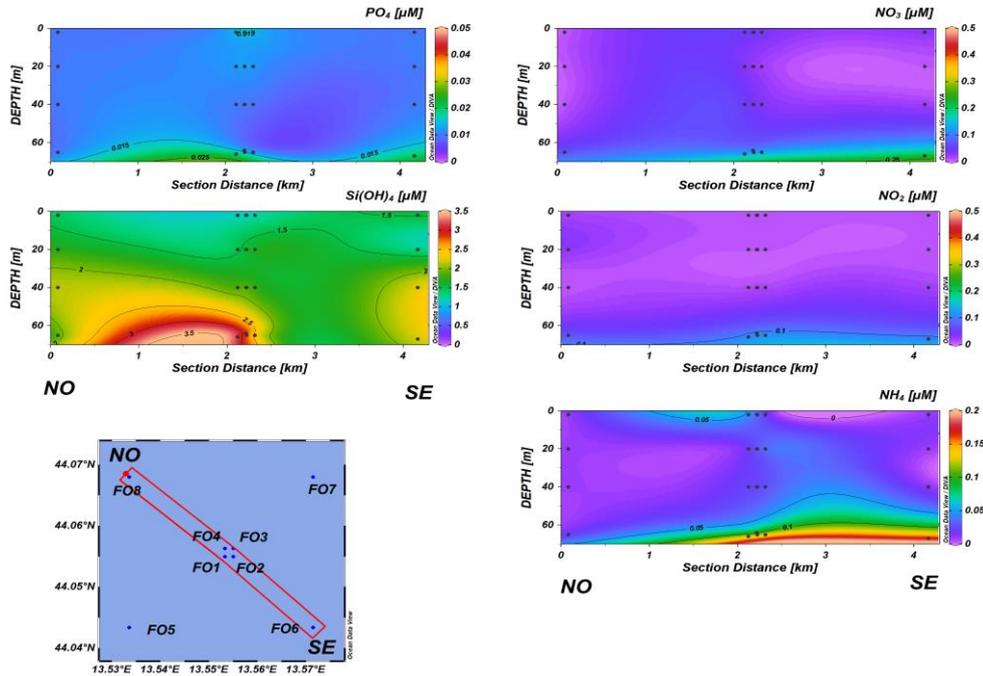
**Fig. 3.12a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



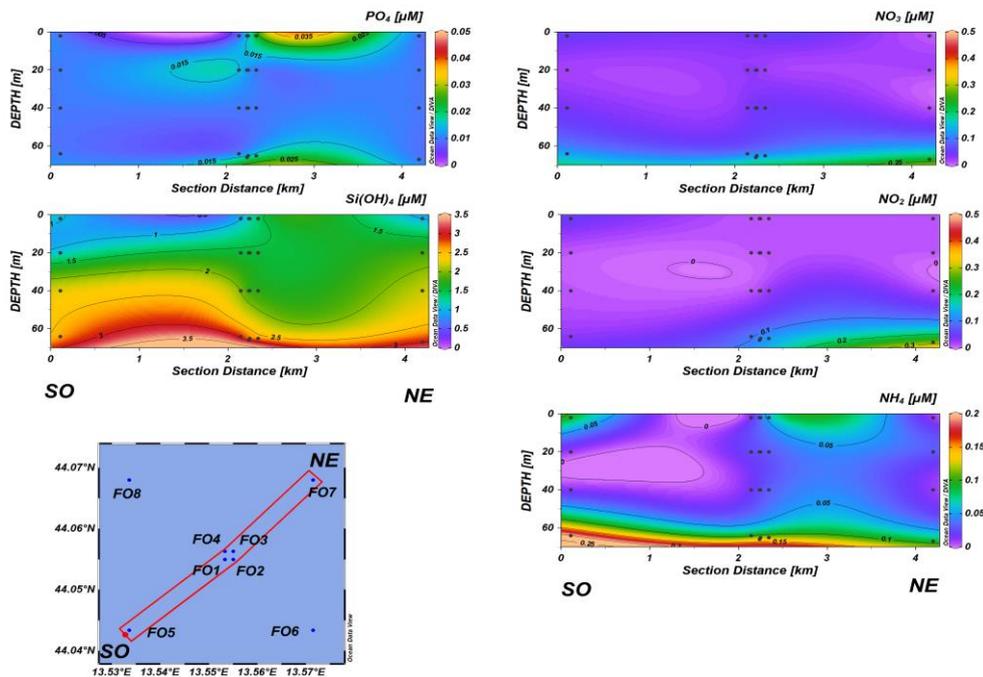
**Fig. 3.12b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



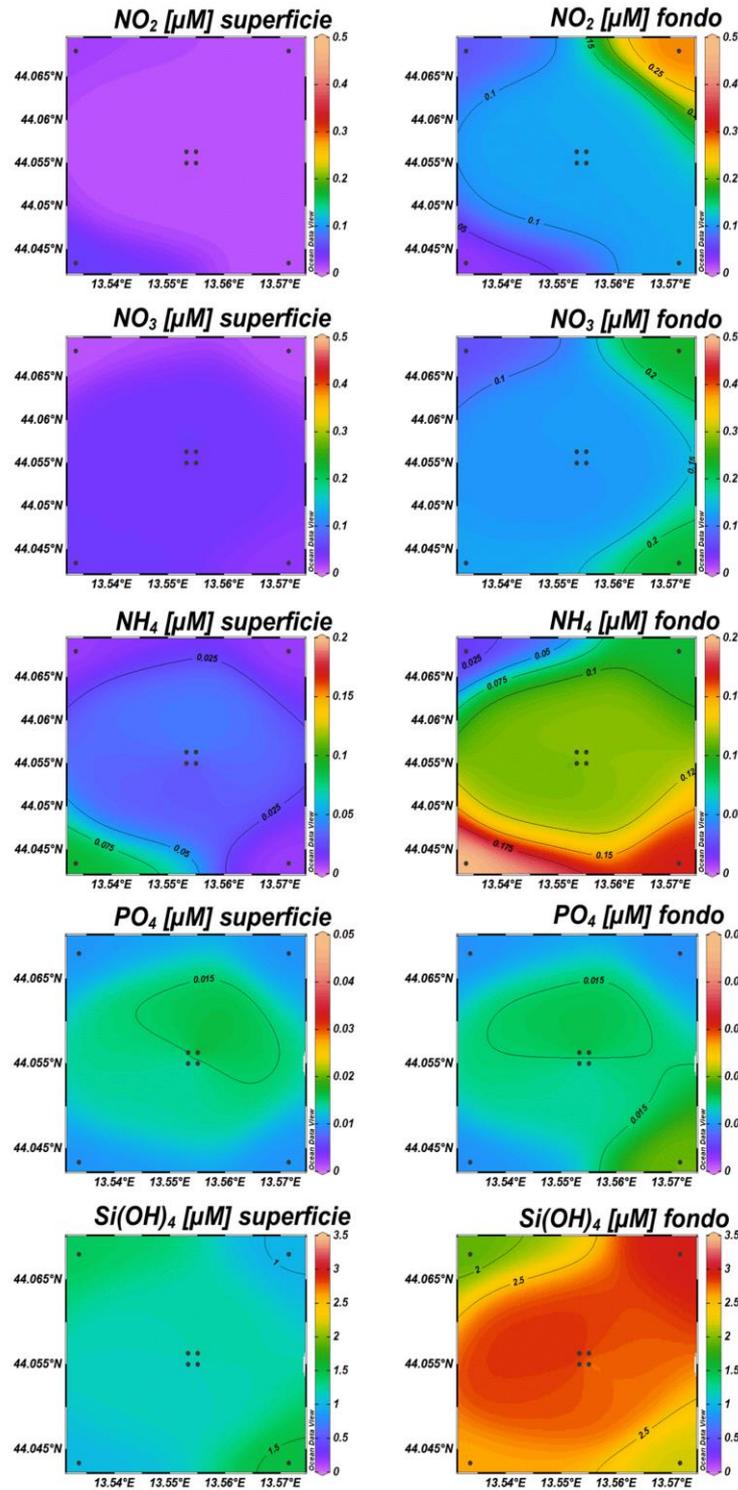
**Fig. 3.13** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO<sub>4</sub>), silicati (Si(OH)<sub>4</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), nitriti (NO<sub>2</sub>) e ammonio (NH<sub>4</sub>) espresse in  $\mu$ M. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.14a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.14b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.15** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni fosfati (PO<sub>4</sub>), silicati (Si(OH)<sub>4</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), nitriti (NO<sub>2</sub>) e ammonio (NH<sub>4</sub>) espresse in  $\mu$ M. **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



### 3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

Nella campagna di **febbraio** (figg. 3.16a, 3.16b, 3.17) la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a  $295,6 \pm 50,0 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $362,2 \text{ ng L}^{-1}$  ed un minimo di  $153,5 \text{ ng L}^{-1}$  misurati rispettivamente alla profondità di 40 m della stazione F2 e in superficie della F5. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $49,8 \pm 6,5 \text{ ng L}^{-1}$  e  $75,7 \pm 9,8 \text{ ng L}^{-1}$ . La concentrazione massima di Chl *b* ( $62,6 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata alla profondità di 20 m nella stazione F4, mentre la concentrazione minima ( $33,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) in superficie nella stazione F7. Il massimo di Chl *c* ( $92,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato 40 m nella F7, mentre la concentrazione minima ( $48,9 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata in superficie nella stazione F5. In generale per le concentrazioni di pigmenti clorofilliani si osservano concentrazioni moderatamente più elevate nelle quote di fondo.

Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a  $0,6 \pm 0,1 \text{ mg L}^{-1}$  e non risulta caratterizzato da alcun andamento particolare. Il massimo ( $1,1 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione F4, e il minimo ( $0,4 \text{ mg L}^{-1}$ ) a 20 m e al fondo nella stazione F8.

Ad **aprile** (figg. 3.18a, 3.18b, 3.19) la concentrazione della clorofilla *a* (Chl *a*) è risultata mediamente pari a  $202,4 \pm 128,9 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $468,7 \text{ ng L}^{-1}$  ed un minimo di  $77,9 \text{ ng L}^{-1}$  misurati rispettivamente al fondo della stazione F5 e in superficie nella stazione F6. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $15,2 \pm 14,5 \text{ ng L}^{-1}$  e  $62,6 \pm 43,3 \text{ ng L}^{-1}$ . Le concentrazioni medie più elevate di Chl *b* ( $39,3 \pm 5,6 \text{ ng L}^{-1}$ ) hanno caratterizzato le acque di fondo, mentre nelle restanti quote i valori sono risultati più contenuti ( $7,2 \pm 2,4 \text{ ng L}^{-1}$ ). Come per la Chl *a* e la Chl *b*, le medie più elevate di Chl *c* sono state riscontrate al fondo ( $134,0 \pm 16,2 \text{ ng L}^{-1}$ ), mentre concentrazione più basse ( $38,8 \pm 9,4 \text{ ng L}^{-1}$ ) sono state misurate nelle restanti quote. Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a  $0,5 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$ . Come per i pigmenti clorofilliani, generalmente una maggiore concentrazione è stata riscontrata al fondo dell'area di campionamento ( $1,1 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$ ), con il massimo ( $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) nella stazione F3.

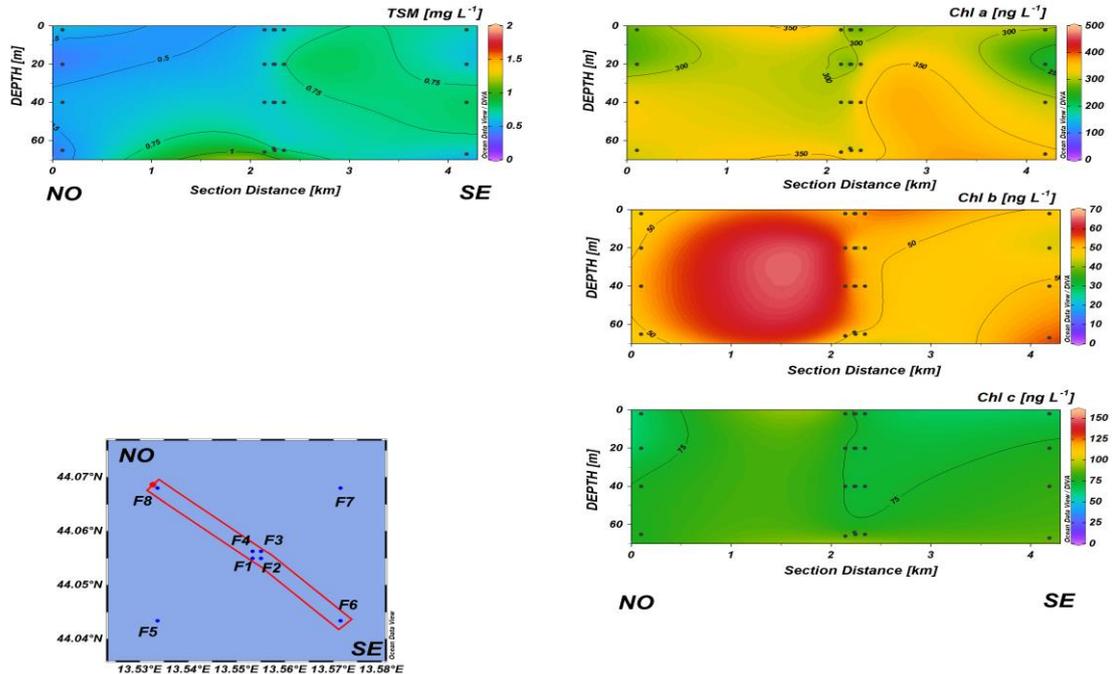
A **maggio** (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21) la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a  $223,7 \pm 152,0 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $509,2 \text{ ng L}^{-1}$  ed un minimo di  $69,2 \text{ ng L}^{-1}$  riscontrati



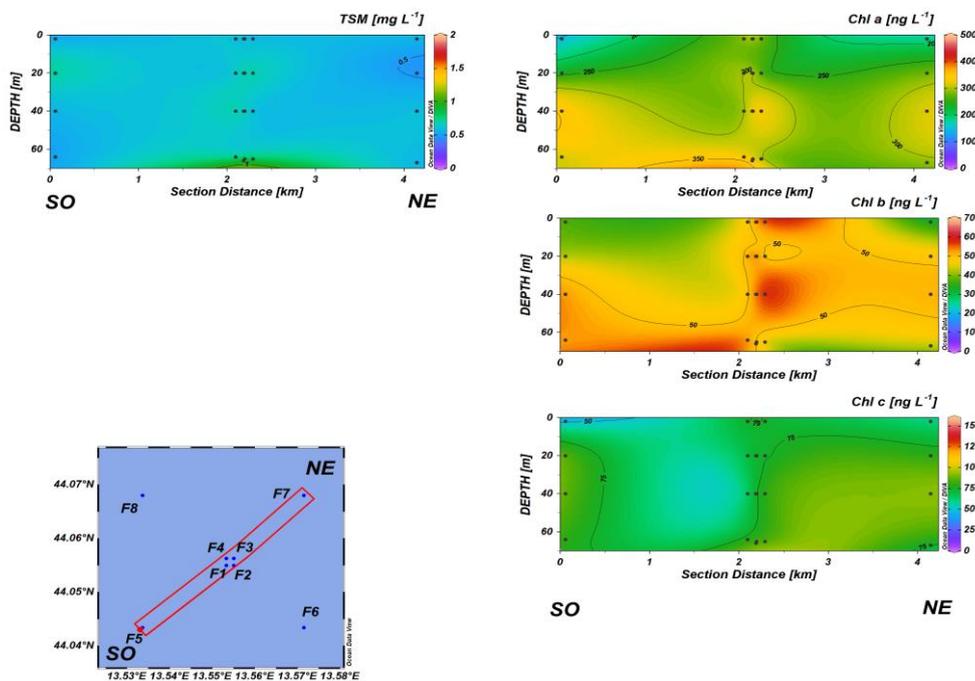
rispettivamente al fondo e in superficie nella stazione F1. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $22,9 \pm 19,9 \text{ ng L}^{-1}$  e  $55,6 \pm 43,7 \text{ ng L}^{-1}$ . Il valore massimo di Chl *b* ( $57,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione F1, mentre il minimo ( $4,4 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato in superficie nella stazione F6. Il massimo di Chl *c* ( $138,4 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione F4, mentre la concentrazione minima ( $14,4 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata in superficie della F5.

In generale si osserva un gradiente di concentrazione crescente tra la superficie e il fondo per i pigmenti clorofilliani.

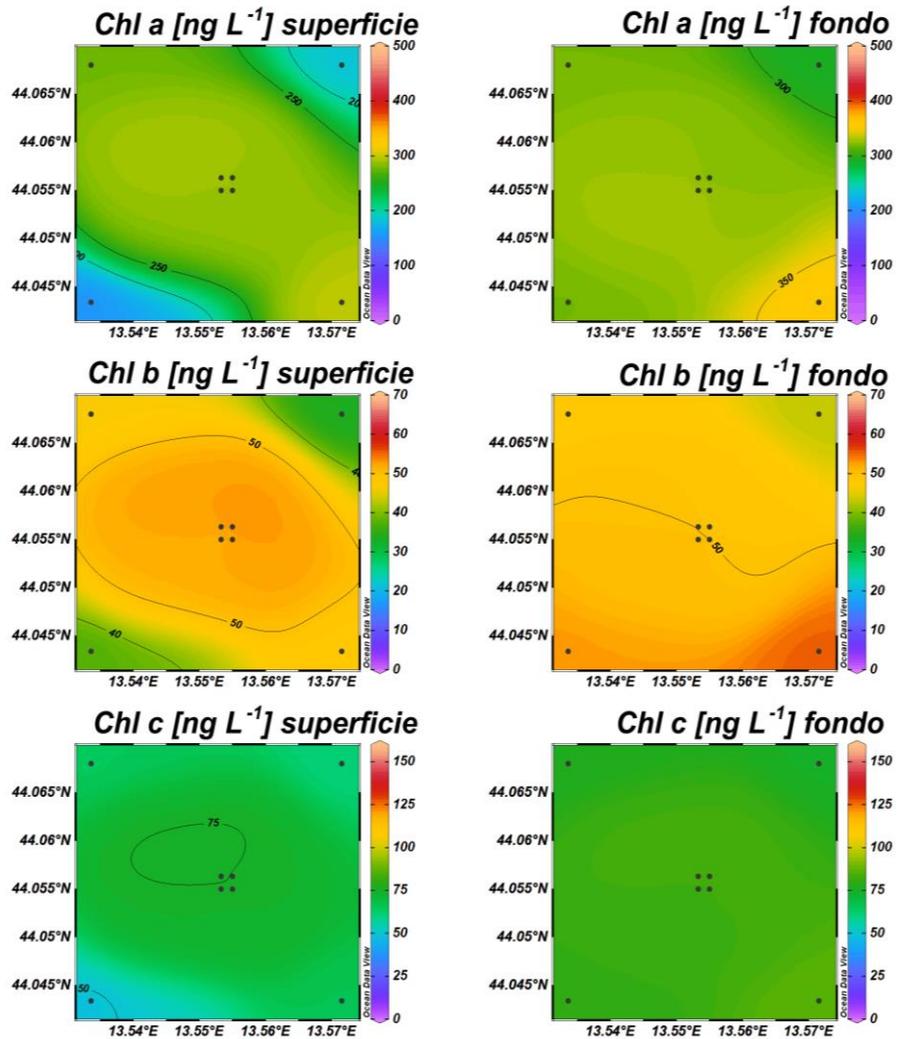
Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a  $0,6 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , analogamente a quanto osservato per i pigmenti clorofilliani, le concentrazioni più elevate di TSM sono state osservate nelle acque di fondo. Il massimo ( $1,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato registrato al fondo delle stazioni F3, F4, F5 e F7 mentre il valore minimo ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato a 20 m di profondità nella stazione F4.



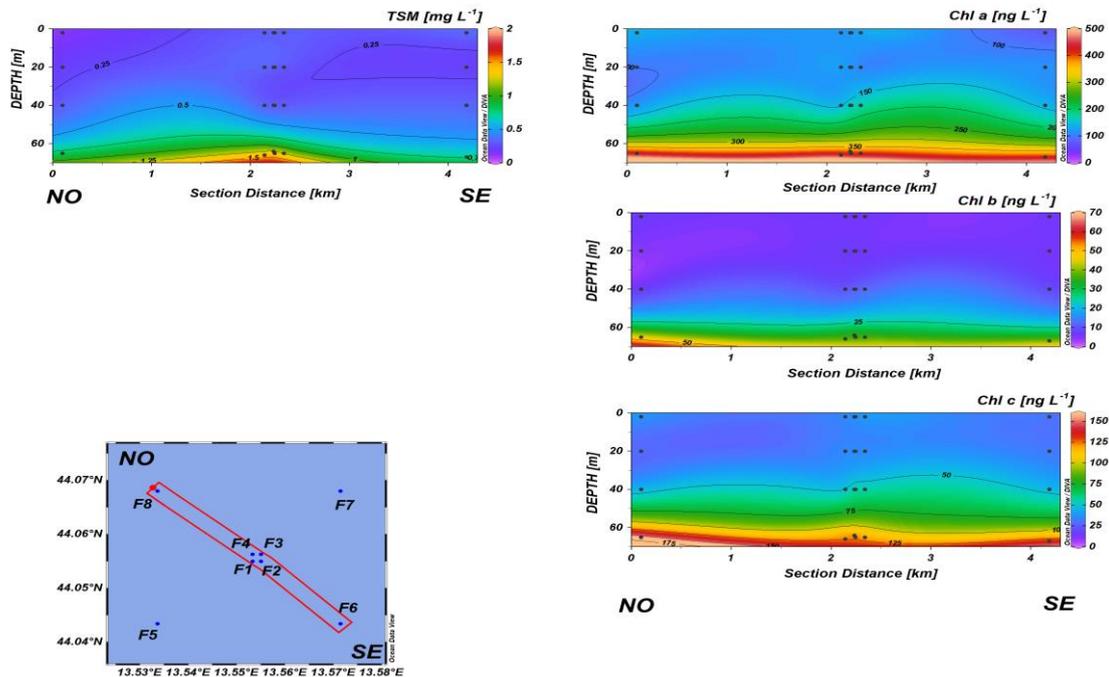
**Fig. 3.16a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



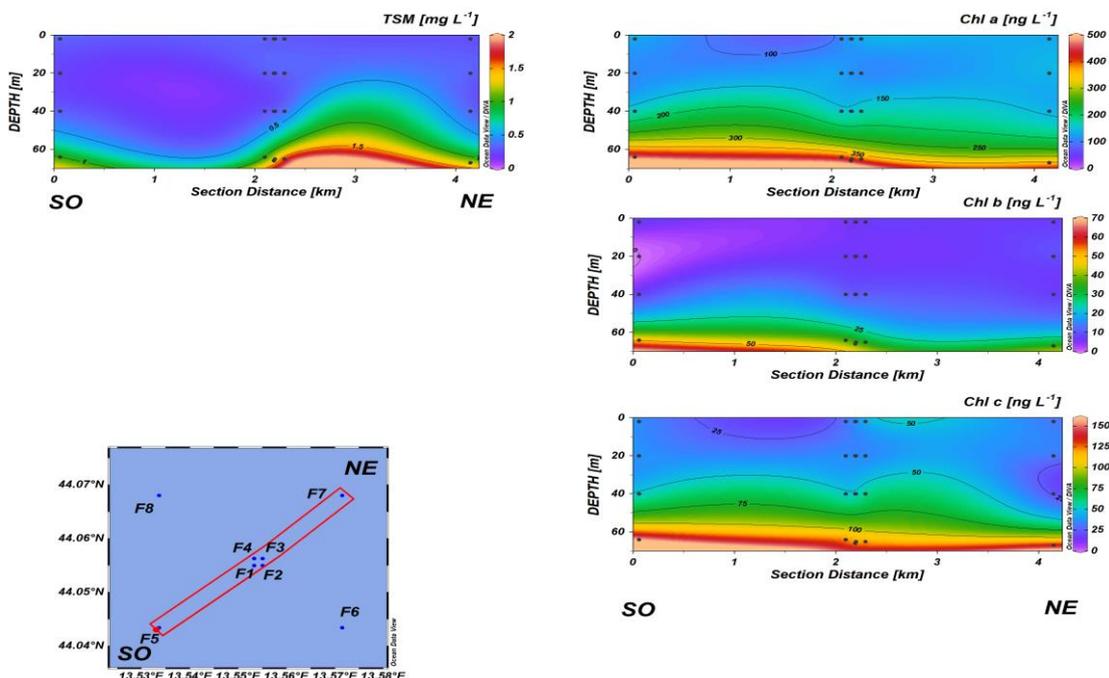
**Fig. 3.16b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



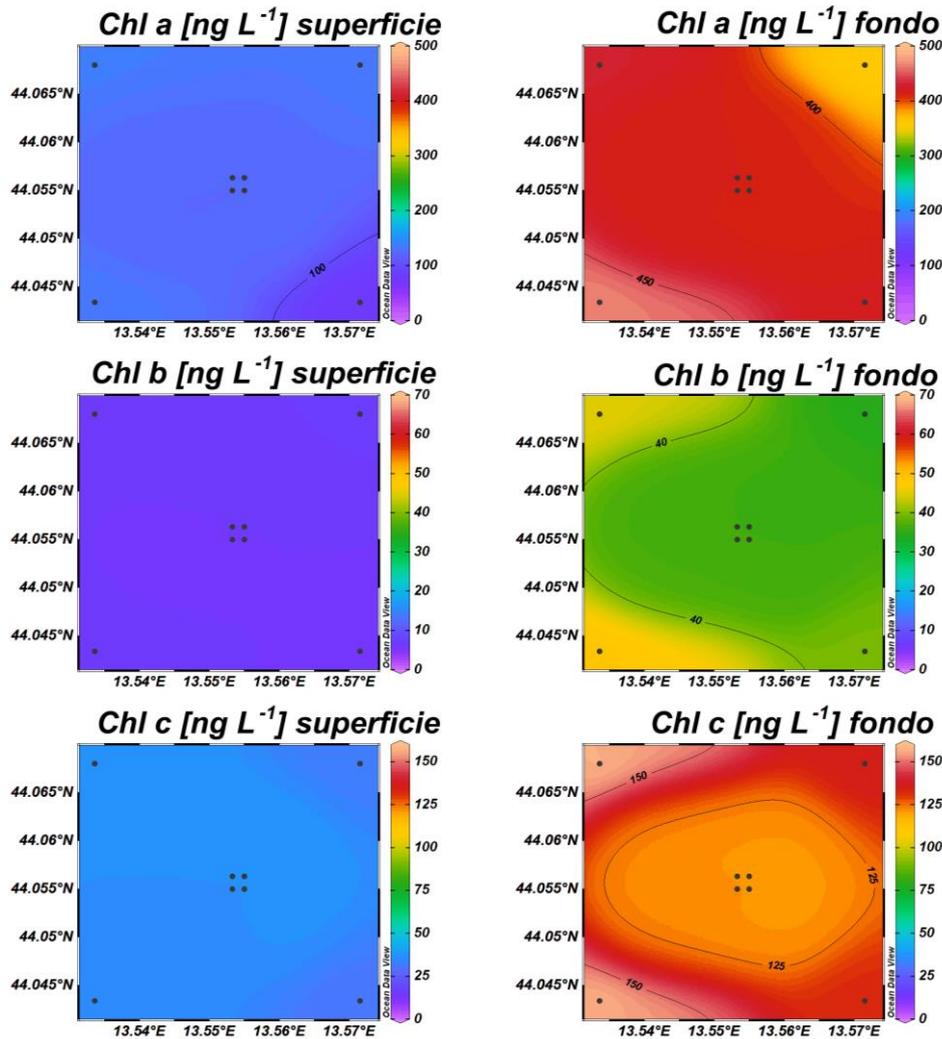
**Fig. 3.17** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



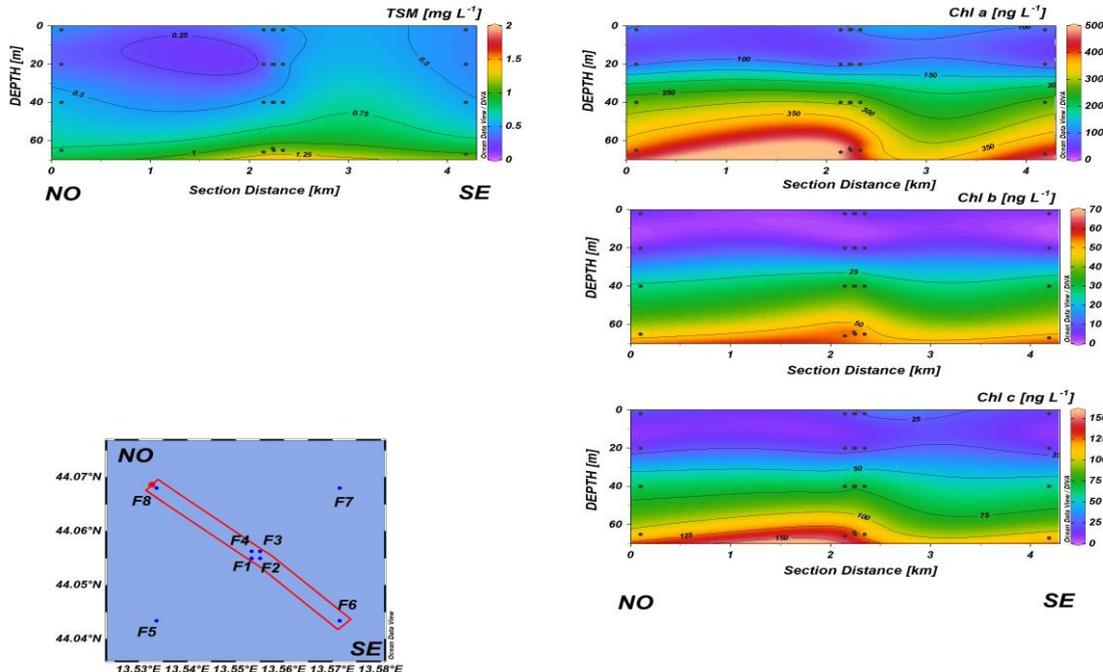
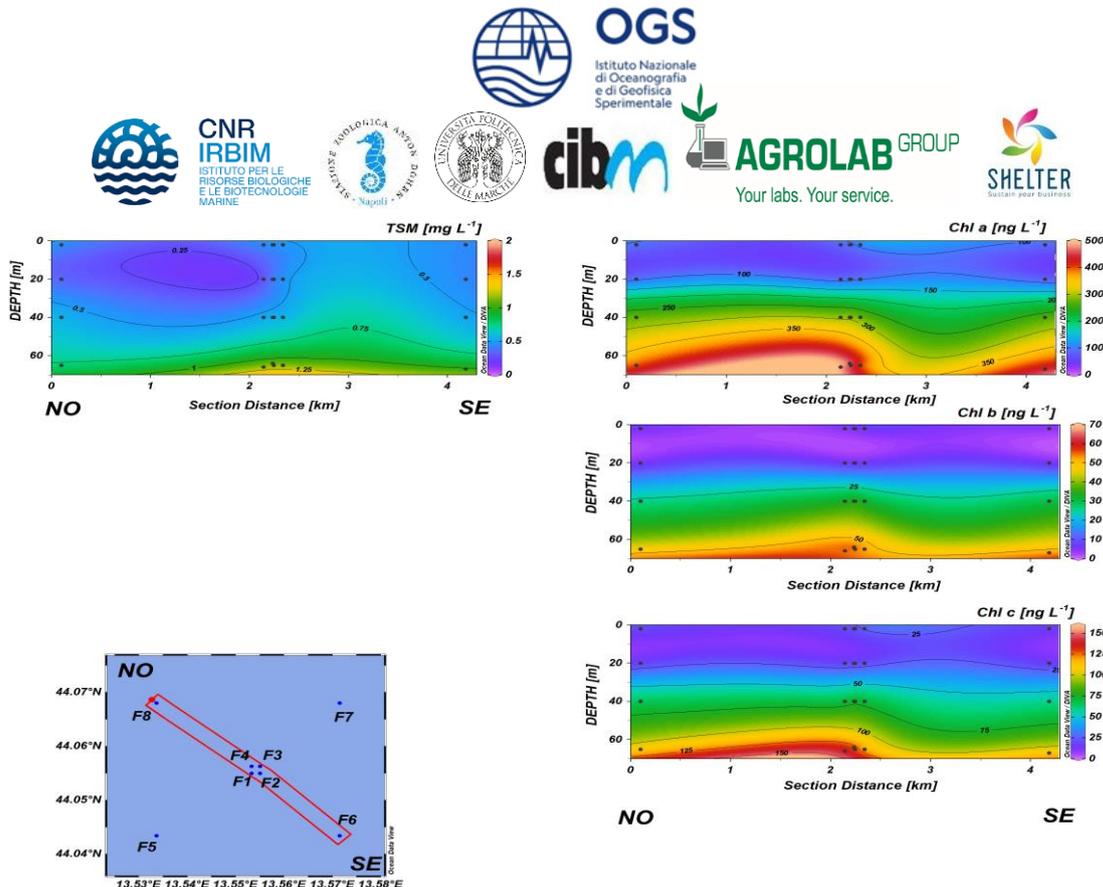
**Fig. 3.18a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



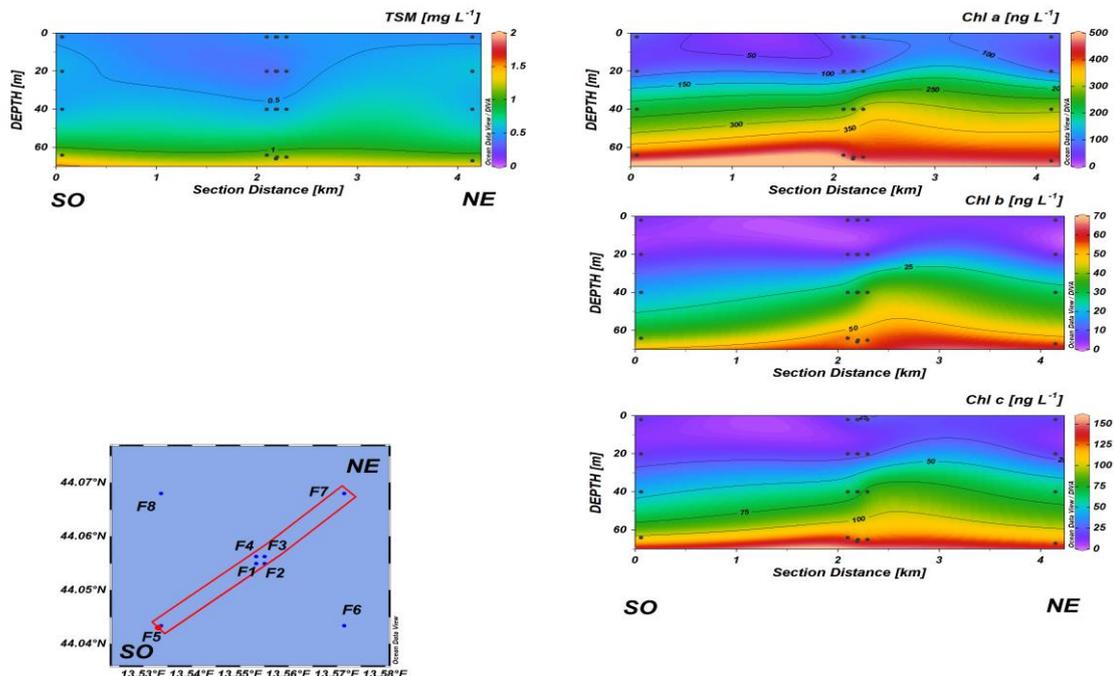
**Fig. 3.18b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



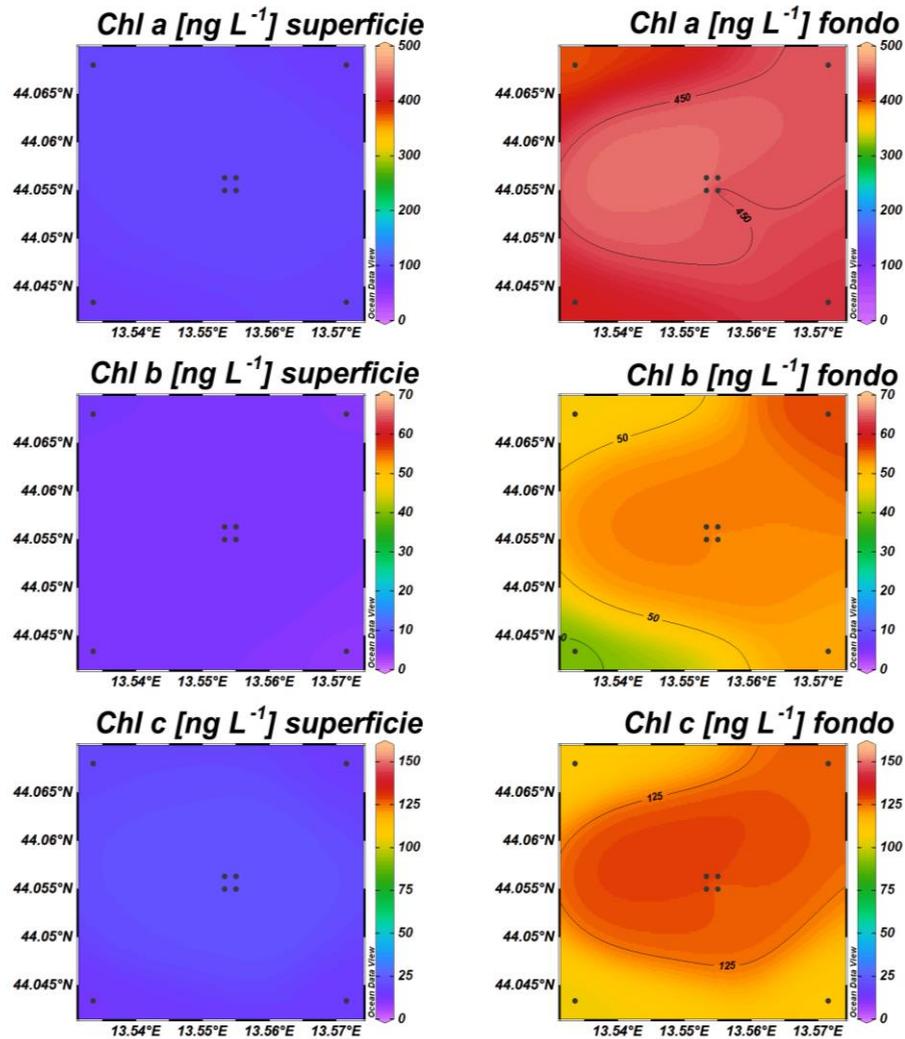
**Fig. 3.19** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L<sup>-1</sup>. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20a** - Sezioni NO-SE delle stazioni F8, F4, F1, F3, F2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L<sup>-1</sup>, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L<sup>-1</sup>. **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20b** - Sezioni SO-NE delle stazioni F5, F1, F2, F4, F3 e F7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in mg L<sup>-1</sup>, clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in ng L<sup>-1</sup>. **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.21** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).

### 3.1.4. IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX

Le concentrazioni degli **Idrocarburi totali (IT)**, **Idrocarburi Alifatici (IA)** e **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** ricercati, lungo tutta la colonna d'acqua, nelle stazioni campionate durante le 3 campagne di monitoraggio condotte nel 1° semestre 2023 espressi in  $\mu\text{g L}^{-1}$  sono riportati nelle tabelle 3-I - 3-III.

Le concentrazioni degli **Idrocarburi Totali** sono risultate sempre inferiori al limite di quantificazione del metodo analitico, come mostrato in Tab. 3-I.

**Tab. 3-I** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) di Idrocarburi Totali (n-esano) misurate nei tre surveys condotti nel 2023.

Stazione	Idrocarburi Totali (n-esano)		
	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	< 31	< 31	< 31
F1 20 m	< 31	< 31	< 31
F1 40 m	< 31	< 31	< 31
F1 fondo	< 31	< 31	< 31
F2 sup	< 31	< 31	< 31
F2 20 m	< 31	< 31	< 31
F2 40 m	< 31	< 31	< 31
F2 fondo	< 31	< 31	< 31
F3 sup	< 31	< 31	< 31
F3 20 m	< 31	< 31	< 31
F3 40 m	< 31	< 31	< 31
F3 fondo	< 31	< 31	< 31
F4 sup	< 31	< 31	< 31
F4 20 m	< 31	< 31	< 31
F4 40 m	< 31	< 31	< 31
F4 fondo	< 31	< 31	< 31
F5 sup	< 31	< 31	< 31
F5 20 m	< 31	< 31	< 31
F5 40 m	< 31	< 31	< 31
F5 fondo	< 31	< 31	< 31
F6 sup	< 31	< 31	< 31
F6 20 m	< 31	< 31	< 31
F6 40 m	< 31	< 31	< 31
F6 fondo	< 31	< 31	< 31
F7 sup	< 31	< 31	< 31
F7 20 m	< 31	< 31	< 31
F7 40 m	< 31	< 31	< 31
F7 fondo	< 31	< 31	< 31
F8 sup	< 31	< 31	< 31
F8 20 m	< 31	< 31	< 31
F8 40 m	< 31	< 31	< 31
F8 fondo	< 31	< 31	< 31

In Tab. 3-II sono riportate le concentrazioni degli **Idrocarburi Alifatici** che sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità del metodo analitico.

**Tab. 3-II** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) di Idrocarburi Alifatici (C10-C32) misurate nei tre surveys condotti nel 2023.

Stazione	Idrocarburi Alifatici (C10-C32)		
	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	< 23	< 23	< 23
F1 20 m	< 23	< 23	< 23
F1 40 m	< 23	< 23	< 23
F1 fondo	< 23	< 23	< 23
F2 sup	< 23	< 23	< 23
F2 20 m	< 23	< 23	< 23
F2 40 m	< 23	< 23	< 23
F2 fondo	< 23	< 23	< 23
F3 sup	< 23	< 23	< 23
F3 20 m	< 23	< 23	< 23
F3 40 m	< 23	< 23	< 23
F3 fondo	< 23	< 23	< 23
F4 sup	< 23	< 23	< 23
F4 20 m	< 23	< 23	< 23
F4 40 m	< 23	< 23	< 23
F4 fondo	< 23	< 23	< 23
F5 sup	< 23	< 23	< 23
F5 20 m	< 23	< 23	< 23
F5 40 m	< 23	< 23	< 23
F5 fondo	< 23	< 23	< 23
F6 sup	< 23	< 23	< 23
F6 20 m	< 23	< 23	< 23
F6 40 m	< 23	< 23	< 23
F6 fondo	< 23	< 23	< 23
F7 sup	< 23	< 23	< 23
F7 20 m	< 23	< 23	< 23
F7 40 m	< 23	< 23	< 23
F7 fondo	< 23	< 23	< 23
F8 sup	< 23	< 23	< 23
F8 20 m	< 23	< 23	< 23
F8 40 m	< 23	< 23	< 23
F8 fondo	< 23	< 23	< 23

Le concentrazioni degli **IPA** sono riportate in Tab. 3-III assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015. A febbraio ed aprile sono stati quantificati solo 4 campioni. In particolare, a febbraio è stato quantificato un campione nell'area di controllo, F6 in superficie ( $0,00062 \mu\text{g L}^{-1}$ ) attribuibile al fenantrene; ad aprile 2 campioni nell'area prossima alla piattaforma  $0,00065$  e  $0,00135 \mu\text{g L}^{-1}$  (F2 a 20 m e F3 in superficie rispettivamente), e uno nell'area di controllo (F6, 40m:  $0,00073 \mu\text{g L}^{-1}$ ) attribuibili a fenantrene, fluorene e antracene. A maggio gli IPA sono stati rilevati in 11 campioni (range

0,00066-0,00123  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) omogeneamente distribuiti tra la zona prossima alla piattaforma e quella di controllo e attribuibili unicamente al fenantrene. Le concentrazioni di benzo(a)pirene (Tab. 3-III) sono risultate invece sempre inferiori al limite di rilevanza strumentale.

**Tab. 3-III** - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ) della sommatoria dei 16 Idrocarburi Policiclici Aromatici ( $\Sigma$  16 IPA) e del Benzo(a)pirene misurate nei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. Per il calcolo di  $\Sigma$ IPA è stato utilizzato il criterio del *Lower Bound* che considera nullo il contributo di ogni addendo non rilevabile, applicando però la seguente modifica cautelativa: nel caso in cui le concentrazioni degli addendi siano non rilevabili, il risultato non è zero ma viene definito come inferiore al maggiore dei limiti di rilevanza dei parametri analitici sommati. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

DM 172/2015 SQA-MA SQA-CMA	IROCARBURI POLICICLICI AROMATICI ( $\Sigma$ 16 IPA)			Benzo(a)pirene		
	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
				0,00017	0,027	
<b>Stazione</b>	<b>Febbraio</b>	<b>Aprile</b>	<b>Maggio</b>	<b>Febbraio</b>	<b>Aprile</b>	<b>Maggio</b>
F1 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F1 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00112	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F1 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F1 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00081	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F2 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F2 20 m	<0,0028	0,00065	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F2 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F2 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F3 sup	<0,0028	0,00135	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F3 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00073	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F3 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F3 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F4 sup	<0,0028	<0,0028	0,0011	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F4 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F4 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F4 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00098	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F5 sup	<0,0028	<0,0028	0,00092	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F5 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F5 40 m	<0,0028	<0,0028	0,00077	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F5 fondo	<0,0028	<0,0028	0,00089	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F6 sup	0,00062	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F6 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F6 40 m	<0,0028	0,00073	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F6 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F7 sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F7 20 m	<0,0028	<0,0028	0,00102	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F7 40 m	<0,0028	<0,0028	0,00066	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F7 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F8 sup	<0,0028	<0,0028	0,00123	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F8 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F8 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
F8 fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014



I valori misurati per i **Solventi Organici Aromatici** (BTEX) sono riportati in Tab. 3-IV assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015.

Il **benzene** in febbraio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale, mentre ad aprile i valori sono risultati compresi tra 0,0113 e 0,023  $\mu\text{g L}^{-1}$ , e a maggio tra 0,01 e 0,024  $\mu\text{g L}^{-1}$ , inoltre non sono risultate differenze significative tra le stazioni vicine alla piattaforma ed i controlli.

L'**etilbenzene** è stato rilevato solo su 3 dei campioni analizzati durante il primo semestre di monitoraggio: a febbraio in F2 (0,0206  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e F8 (0,0161  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e a maggio in F4 (0,012  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) tutti in superficie.

Nel mese di febbraio è stato quantificato solo un valore di **stirene** in F2 superficie (0,0104  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) mentre a luglio è stato rilevato in soli 11 campioni (range 0,01- 0,036  $\mu\text{g L}^{-1}$ , massimo in F6 superficie). Nel mese di maggio è stato rilevato in quasi tutti i campioni e dalle medie dei due gruppi di stazioni F1-F4: 0,0033 $\pm$ 0,013  $\mu\text{g L}^{-1}$  e F5-F8: 0,023 $\pm$ 0,008  $\mu\text{g L}^{-1}$  non risultano differenze significative tra i due gruppi.

Il **toluene** ha mostrato valori inferiori al limite di rilevabilità in tutti i campioni analizzati.

Ad aprile e maggio non è stata rilevata la presenza di **xilene**, mentre nel mese di febbraio i 3 valori rilevati sono variati nel range di 0,036 - 0,127  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

**Tab. 3-IV --** Microinquinanti organici (BTEX;  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) determinati nel corso dei surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuale; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

DM 172/2015 SQA-MA SQA-CMA	Benzene			Etilbenzene			Stirene		
	8	50							
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	<0,010	<0,010	0,07	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F1 20 m	<0,010	0,016	0,01	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,03
F1 40 m	<0,010	0,021	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,024
F1 fondo	<0,010	0,013	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,033
F2 sup	<0,010	<0,010	0,23	0,0206	<0,010	<0,010	0,0104	0,01	0,022
F2 20 m	<0,010	0,016	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,027
F2 40 m	<0,010	0,022	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	0,036
F2 fondo	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	0,049
F3 sup	<0,010	<0,010	0,24	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	0,03
F3 20 m	<0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02
F3 40 m	<0,010	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,043
F3 fondo	<0,010	0,014	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,046
F4 sup	<0,010	<0,010	0,2	<0,010	<0,010	0,012	<0,010	<0,010	0,061
F4 20 m	<0,010	0,016	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,016	0,02
F4 40 m	<0,010	0,015	0,028	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014
F4 fondo	<0,010	0,013	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,033
F5 sup	<0,010	<0,010	0,078	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,018
F5 20 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,014
F5 40 m	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,026
F5 fondo	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,015	0,016
F6 sup	<0,010	<0,010	0,14	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,036	0,037
F6 20 m	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,02	0,025
F6 40 m	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,017	0,027
F6 fondo	<0,010	0,016	0,024	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,023	0,014
F7 sup	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,022
F7 20 m	<0,010	0,019	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	0,019
F7 40 m	<0,010	0,023	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,013	0,017
F7 fondo	<0,010	0,015	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,018	0,028
F8 sup	<0,010	0,023	0,021	0,0161	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
F8 20 m	<0,010	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,039
F8 40 m	<0,010	0,018	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,025	0,021
F8 fondo	<0,010	0,017	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,025

**Tab. 3-IV --** Microinquinanti organici (BTEX;  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) determinati nel corso dei surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile (continua).

	Toluene			Xilene		
DM 172/2015 SQA-MA	1			1		
SQA-CMA	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F1 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F1 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F1 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F2 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,127	<0,020	<0,020
F2 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F2 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F2 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,040	<0,020
F3 sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F3 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F3 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F3 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F4 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,036	<0,020	<0,020
F4 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F4 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F4 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F5 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,039	<0,020	<0,020
F5 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F5 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F5 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F6 sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F6 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F6 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F6 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F7 sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F7 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F7 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F7 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F8 sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,105	<0,020	<0,020
F8 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F8 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020
F8 fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,020

### 3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il **Glicole Etilenico** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale ovunque in entrambi i monitoraggi (Tab. 3-V).

**Tab. 3-V** - Concentrazioni (mg L<sup>-1</sup>) di Glicole etilenico registrate nel corso dei surveys condotti nel 1° semestre 2023.

Stazione	Glicole Etilenico		
	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F1 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F1 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F1 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F2 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F2 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F2 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F2 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F3 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F3 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F3 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F3 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F4 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F4 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F4 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F4 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F5 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F5 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F5 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F5 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F6 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F6 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F6 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F6 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F7 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F7 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F7 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F7 fondo	<1,5	<1,5	<1,5
F8 sup	<1,5	<1,5	<1,5
F8 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
F8 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
F8 fondo	<1,5	<1,5	<1,5



### 3.1.6. METALLI PESANTI

Le concentrazioni dei metalli determinati nella colonna d'acqua nelle campagne condotte in febbraio, aprile e maggio 2023 sono riportate in Tab. 3-VI assieme agli Standard di Qualità Ambientale basati sulla media annuale (SQA-MA) e sulla concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA) come indicato nel DM 172/2015.

**Alluminio** – Le concentrazioni più elevate sono state rilevate in febbraio con medie simili nei due gruppi di stazioni ( $26,47 \pm 6,40$  e  $28,51 \pm 5,70$   $\mu\text{g L}^{-1}$  in F1-F4 e F5-F8, rispettivamente). Ad aprile e maggio sono stati rilevati nel complesso 17 campioni e fatta eccezione per il massimo isolato ( $13,2$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) osservato in aprile nella stazione di controllo F5 40m, i valori sono risultati nel range ( $0,414$ - $3,42$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Arsenico** - I valori di concentrazione registrati per l'arsenico sono risultati omogenei dal punto di vista geografico. Nel mese di febbraio i valori sono risultati più elevati, sebbene non risultino evidenti differenze tra l'area prossima alla piattaforma (media  $1,83 \pm 0,27$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e quella di controllo (media  $2,08 \pm 0,24$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Diversamente ad aprile e maggio tutti i valori sono risultati inferiori al limite di rilevabilità.

**Bario** - Il bario ha mostrato un'accentuata omogeneità spaziale. Anche per questo elemento nel mese di febbraio i valori sono risultati più elevati (range di  $3,10$ - $20,00$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) non si osserva tuttavia differenze significative tra i due gruppi di stazioni ( $9,36 \pm 1,74$  e  $7,18 \pm 4,19$   $\mu\text{g L}^{-1}$  in F1-F4 e F5-F8, rispettivamente). In aprile i valori sono stati rilevabili solamente nell'area di controllo (media  $0,36 \pm 0,24$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), mentre in maggio solo 4 valori sono risultati superiori a limite di variabilità (range  $0,11$ - $0,22$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Cadmio** - Le concentrazioni di cadmio sono sempre risultate inferiori ai limiti di rilevabilità del metodo analitico nel primo semestre di monitoraggio.

**Cromo** – A febbraio il cromo è stato rilevato in 4 campioni nell'area prossima alla piattaforma ( $0,25$ - $2,3$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e solo in F5 20m nell'area di controllo ( $3,9$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ). In aprile, fatta eccezione per il valore più elevato, rilevato sempre in F5 alla quota di 40m ( $3,23$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), le concentrazioni sono risultate omogeneamente e contenute ( $0,13 \pm 0,03$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ) in tutta l'area, mentre a maggio il cromo è risultato sempre al di sotto del limite di quantificazione, fatta eccezione per il campione a 20m nella stazione F5 a dicembre ( $0,15$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Ferro** - Le concentrazioni di ferro nel 1° semestre 2023, fatta eccezione per il massimo isolato in F5-40m ad aprile ( $10$   $\mu\text{g L}^{-1}$ ), sono risultate sempre inferiori ai limiti di rilevabilità.



**Mercurio** - Il mercurio è risultato inferiore ai limiti di quantificazione in tutti i campioni nei mesi di aprile e maggio, mentre a febbraio è stato rilevato in quasi tutti i campioni e sebbene 16 valori eccedano il limite SQA-CMA stabilito per legge, non si osservano differenze significative tra le concentrazioni medie delle due aree ( $0,10 \pm 0,07$  e  $0,14 \pm 0,11 \mu\text{g L}^{-1}$  in F1-F4 e F5-F8).

**Nichel** - Nel primo semestre 2023 il nichel è stato rilevato solamente nella stazione F5 alla quota di 40m in aprile ( $0,78 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e alla quota di 20m ( $0,16 \mu\text{g L}^{-1}$ ) a maggio.

**Piombo** - Le concentrazioni di piombo sono risultate quasi sempre inferiori ai limiti di rilevabilità, fanno eccezione le concentrazioni rilevate alle quote superficiali delle stazioni F4 ( $0,43 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e F5 ( $0,25 \mu\text{g L}^{-1}$ ) a febbraio e in F5 40m ( $0,387 \mu\text{g L}^{-1}$ ) ad aprile risultate superiori al LR.

**Rame** - A febbraio nonostante i valori siano risultati più elevati, non si osserva differenze significative tra le due aree (media  $3,58 \pm 1,23$  e  $4,33 \pm 1,07 \mu\text{g L}^{-1}$  in F1-F4 e F5-F8 rispettivamente). Concentrazioni inferiori al limite di quantificazione hanno caratterizzato il mese di maggio e l'area prossima alla piattaforma in aprile, mentre nello stesso mese nell'area di controllo i valori sono variati tra  $0,225$  e  $0,950 \mu\text{g L}^{-1}$ .

**Vanadio** - Valori più elevati ma omogenei lungo l'area di campionamento sono stati rilevati in febbraio (media,  $3,33 \pm 0,53 \mu\text{g L}^{-1}$ ); diversamente ad aprile e maggio, fatta eccezione per F5 40m in aprile ( $0,307 \mu\text{g L}^{-1}$ ), i valori sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità.

**Zinco** - A maggio le concentrazioni di zinco sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità, ad aprile è stato rilevato solamente in 5 campioni nell'area di controllo con valori contenuti e compresi tra  $0,46$  e  $3,14 \mu\text{g L}^{-1}$ , mentre a febbraio i valori sebbene più elevati, sono risultati geograficamente omogeneamente distribuiti tra le due aree (media  $6,20 \pm 3,37$  e  $7,13 \pm 2,84 \mu\text{g L}^{-1}$  in F1-F4 e F5-F8 rispettivamente).

**Indio** - Concentrazioni inferiori ai limiti di variabilità hanno caratterizzato tutti i campioni del primo semestre 2023.

**Silicio** - Le concentrazioni del silicio sono risultate geograficamente omogeneamente distribuite e comprese tra  $0,032$  e  $0,34 \text{ mg L}^{-1}$  a febbraio e ad aprile fatta eccezione per il massimo isolato in F3 20m ( $38 \text{ mg L}^{-1}$ ) comprese tra  $0,058$  e  $0,43 \text{ mg L}^{-1}$ , diversamente a maggio sono risultate sempre inferiori al limite di rilevabilità.

**Tab. 3- VI - Concentrazioni ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ; Si in  $\text{mg L}^{-1}$ ) di Metalli Pesanti registrate nel corso dei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuale; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.**

DM 172/2015	Alluminio (Al)			Arsenico (As)			Bario (Ba)		
SQA-MA				5					
SQA-CMA									
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	23,9	<0,40	0,54	1,99	<0,10	<0,10	8,1	<0,10	<0,10
F1 20 m	21,1	<0,40	<0,40	2,26	<0,10	<0,10	9,3	<0,10	<0,10
F1 40 m	15	<0,40	<0,40	2,09	<0,10	<0,10	9,0	<0,10	0,22
F1 fondo	25,1	0,86	<0,40	1,87	<0,10	<0,10	11	<0,10	<0,10
F2 sup	14	<0,40	<0,40	1,94	<0,10	<0,10	10	<0,10	<0,10
F2 20 m	23,6	<0,40	<0,40	1,80	<0,10	<0,10	12	<0,10	<0,10
F2 40 m	20	<0,40	0,57	2,12	<0,10	<0,10	10	<0,10	<0,10
F2 fondo	36,9	<0,40	<0,40	2,14	<0,10	<0,10	9,0	<0,10	<0,10
F3 sup	21,4	<0,40	<0,40	1,98	<0,10	<0,10	8,0	<0,10	<0,10
F3 20 m	23,0	<0,40	<0,40	1,41	<0,10	<0,10	8,2	<0,10	0,11
F3 40 m	16	<0,40	<0,40	1,88	<0,10	<0,10	8,3	<0,10	<0,10
F3 fondo	26,5	<0,40	<0,40	1,68	<0,10	<0,10	7,5	<0,10	<0,10
F4 sup	24,2	<0,40	<0,40	1,47	<0,10	<0,10	8,8	<0,10	<0,10
F4 20 m	40,9	1,31	<0,40	1,44	<0,10	<0,10	14	<0,10	0,14
F4 40 m	24,6	<0,40	<0,40	1,54	<0,10	<0,10	7,5	<0,10	<0,10
F4 fondo	16	0,484	<0,40	1,61	<0,10	<0,10	9,1	<0,10	<0,10
F5 sup	31,2	0,465	<0,40	2,09	<0,10	<0,10	5,0	0,283	<0,10
F5 20 m	27,0	1,35	0,46	2,62	<0,10	<0,10	20	0,277	<0,10
F5 40 m	19	13,2	<0,40	1,88	<0,10	<0,10	3,1	0,708	<0,10
F5 fondo	30,2	0,59	<0,40	2,12	<0,10	<0,10	4,1	0,301	<0,10
F6 sup	17	1,95	<0,40	2,20	<0,10	<0,10	3,4	0,3	<0,10
F6 20 m	27,4	0,484	<0,40	1,84	<0,10	<0,10	4,0	0,269	<0,10
F6 40 m	18	<0,40	<0,40	2,29	<0,10	<0,10	5,3	0,264	0,11
F6 fondo	27,7	1,48	<0,40	1,89	<0,10	<0,10	6,8	0,28	<0,10
F7 sup	22,8	0,414	<0,40	1,98	<0,10	<0,10	6,5	0,276	<0,10
F7 20 m	14	<0,40	<0,40	1,83	<0,10	<0,10	8,6	0,271	<0,10
F7 40 m	15	<0,40	<0,40	2,32	<0,10	<0,10	4,4	0,26	<0,10
F7 fondo	21,7	3,42	1,1	1,97	<0,10	<0,10	5,2	0,284	<0,10
F8 sup	40,1	0,7	<0,40	1,89	<0,10	<0,10	9,5	1,18	<0,10
F8 20 m	19	<0,40	<0,40	1,76	<0,10	<0,10	9,3	0,292	<0,10
F8 40 m	16	<0,40	<0,40	2,16	<0,10	<0,10	11	0,296	<0,10
F8 fondo	15	<0,40	<0,40	2,36	<0,10	<0,10	8,6	0,268	<0,10

Tab. 3- VI – Continua.

DM 172/2015	Cadmio (Cd)			Cromo totale			Ferro (Fe)		
SQA-MA	0,2			4					
SQA-CMA									
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,165	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F1 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,145	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F1 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,149	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F1 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,2	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F2 sup	<0,16	<0,10	<0,10	0,75	0,131	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F2 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F2 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,116	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F2 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,145	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F3 sup	<0,16	<0,10	<0,10	0,25	0,125	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F3 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,131	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F3 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,121	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F3 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,133	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F4 sup	<0,16	<0,10	<0,10	1,2	0,131	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F4 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	2,3	0,155	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F4 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,121	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F4 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,127	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F5 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,133	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F5 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	3,9	0,113	0,15	<4,9	<5,0	<5,0
F5 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	3,23	<0,10	<4,9	10,3	<5,0
F5 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F6 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,104	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F6 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F6 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F6 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,102	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F7 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,111	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F7 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,111	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F7 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F7 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,129	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F8 sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,198	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F8 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F8 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,107	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
F8 fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0

Tab. 3- VI – Continua.

DM 172/2015	Mercurio (Hg)			Nichel (Ni)			Piombo (Pb)		
SQA-MA	0,07			8,6			1,3		
SQA-CMA	0,07			34			14		
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	0,08	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F1 20 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F1 40 m	0,114	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F1 fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F2 sup	0,250	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F2 20 m	0,104	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F2 40 m	0,04	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F2 fondo	0,188	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F3 sup	0,02	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F3 20 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F3 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F3 fondo	0,112	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F4 sup	0,08	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	0,43	<0,10	<0,10
F4 20 m	0,08	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F4 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F4 fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F5 sup	0,247	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	0,25	<0,10	<0,10
F5 20 m	0,430	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	0,16	<0,14	<0,10	<0,10
F5 40 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	0,78	<0,10	<0,14	0,387	<0,10
F5 fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F6 sup	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F6 20 m	0,166	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F6 40 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F6 fondo	0,09	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F7 sup	0,303	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F7 20 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F7 40 m	0,06	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F7 fondo	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F8 sup	0,203	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F8 20 m	0,149	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F8 40 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
F8 fondo	0,09	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10

Tab. 3- VI – Continua.

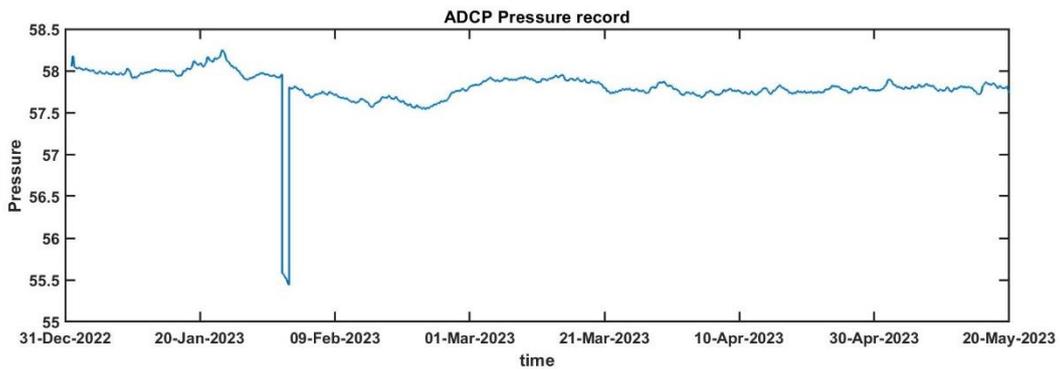
DM 172/2015	Rame (Cu)			Vanadio (V)			Zinco (Zn)		
SQA-MA SQA-CMA									
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	4,0	<0,10	<0,10	3,9	<0,10	<0,10	11	<0,40	<0,40
F1 20 m	4,2	<0,10	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F1 40 m	2,3	<0,10	<0,10	2,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F1 fondo	2,2	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F2 sup	4,5	<0,10	<0,10	3,0	<0,10	<0,10	10	<0,40	<0,40
F2 20 m	2,3	<0,10	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F2 40 m	5,6	<0,10	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F2 fondo	2,9	<0,10	<0,10	2,4	<0,10	<0,10	3,1	<0,40	<0,40
F3 sup	3,3	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	6,4	<0,40	<0,40
F3 20 m	3,9	<0,10	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	2,4	<0,40	<0,40
F3 40 m	3,5	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	2,6	<0,40	<0,40
F3 fondo	2,6	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	4,2	<0,40	<0,40
F4 sup	2,3	<0,10	<0,10	3,8	<0,10	<0,10	9,6	<0,40	<0,40
F4 20 m	3,3	<0,10	<0,10	4,4	<0,10	<0,10	8,8	<0,40	<0,40
F4 40 m	3,9	<0,10	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	3,9	<0,40	<0,40
F4 fondo	6,5	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F5 sup	3,7	0,269	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F5 20 m	5,4	0,263	<0,10	4,7	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F5 40 m	3,8	0,94	<0,10	2,8	0,307	<0,10	<2,4	3,14	<0,40
F5 fondo	2,8	0,283	<0,10	2,7	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F6 sup	5,0	0,95	<0,10	4,1	<0,10	<0,10	9,2	<0,40	<0,40
F6 20 m	5,7	0,308	<0,10	3,8	<0,10	<0,10	<2,4	0,461	<0,40
F6 40 m	5,4	0,225	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F6 fondo	6,2	0,251	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F7 sup	2,7	0,267	<0,10	3,8	<0,10	<0,10	<2,4	1,07	<0,40
F7 20 m	3,8	0,25	<0,10	3,0	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F7 40 m	3,2	0,24	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F7 fondo	4,9	0,281	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F8 sup	5,0	0,91	<0,10	3,2	<0,10	<0,10	8,3	1,42	<0,40
F8 20 m	4,1	0,249	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	3,9	1,00	<0,40
F8 40 m	4,1	0,269	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
F8 fondo	3,4	0,233	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40

Tab. 3- VI – Continua.

DM 172/2015	Indio (In)			Silicio		
SQA-MA						
SQA-CMA						
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
F1 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,25	0,12	<0,10
F1 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
F1 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,11	<0,10
F1 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
F2 sup	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
F2 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
F2 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,13	<0,10
F2 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,1	<0,10
F3 sup	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,33	<0,10
F3 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,081	38	<0,10
F3 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	<0,021	<0,10
F3 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,19	<0,10
F4 sup	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,43	<0,10
F4 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,041	<0,021	<0,10
F4 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	<0,021	<0,10
F4 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,34	<0,10
F5 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,083	<0,10
F5 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,088	0,12	<0,10
F5 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,092	<0,10
F5 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,24	0,086	<0,10
F6 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,13	0,066	<0,10
F6 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,14	0,12	<0,10
F6 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,047	0,068	<0,10
F6 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,12	0,12	<0,10
F7 sup	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,088	<0,10
F7 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,086	<0,10
F7 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,058	<0,10
F7 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,17	0,13	<0,10
F8 sup	<0,08	<0,10	<0,10	0,071	0,09	<0,10
F8 20 m	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,081	<0,10
F8 40 m	<0,08	<0,10	<0,10	0,34	0,077	<0,10
F8 fondo	<0,08	<0,10	<0,10	0,032	0,16	<0,10

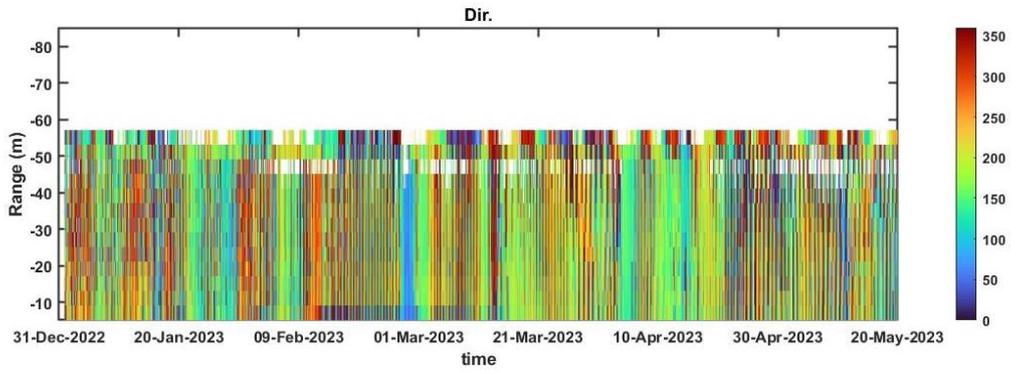
### 3.1.7. MISURE CORRENTOMETRICHE

Il grafico della pressione (fig. 3.22) denota il buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero periodo di osservazione. Infatti, non si notano abbattimenti significativi del correntometro tali da poter creare problemi alle misure. Le variazioni di pressione nel mese di febbraio, è dovuta al recupero e successiva messa in mare dell'ormeggio.

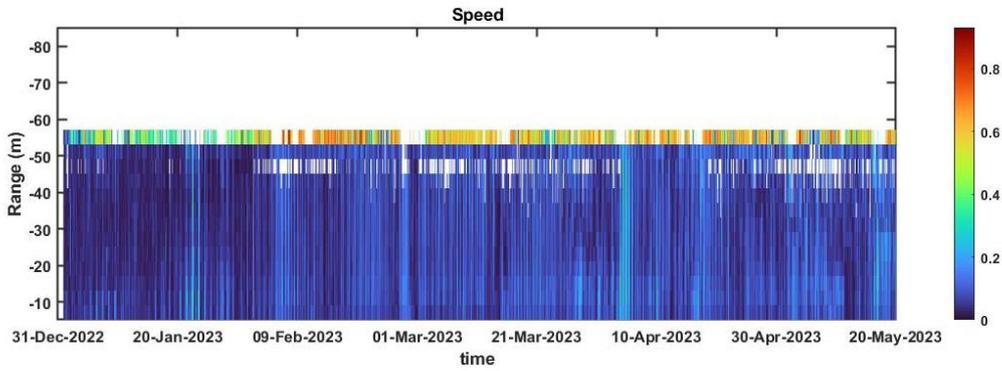


**Fig. 3.22** – Pressione misurata nel periodo gennaio – maggio 2023 dal correntometro posizionato presso Fauzia.

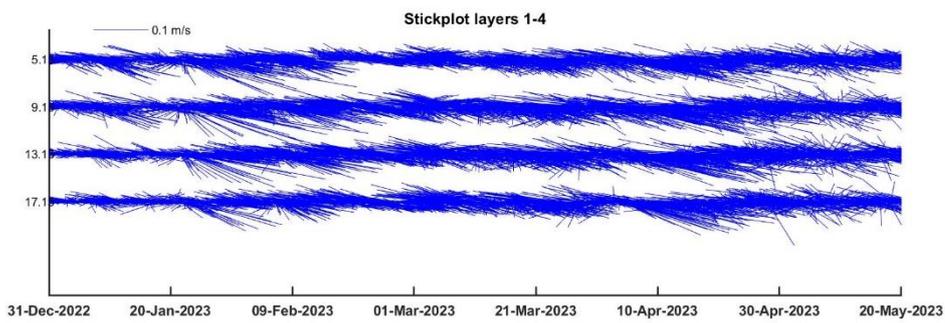
Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.23 – 3.25) durante la prima parte del periodo di misura (gennaio – febbraio) la direzione della corrente ha avuto un comportamento uniforme su tutta la colonna d'acqua, oscillando tra le direzioni Sud/Sud-Est e Nord-Ovest, con picchi di velocità fino a  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Nel mese di marzo la corrente ha avuto direzione Sud con rotazioni tra Nord-Ovest e Nord-Est, picchi di velocità fino a  $0,2 \text{ m s}^{-1}$ . Nel mese di aprile la direzione della corrente è stata prevalentemente verso Nord-Est, con sporadiche rotazioni verso Nord-Ovest e picchi di velocità di  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Durante il mese di aprile e in alcuni giorni di maggio la direzione della corrente è stata prevalentemente a carattere meridionale, oscillando tra Sud-Est e Sud-Ovest, con picchi di velocità fino a  $0,3 \text{ m s}^{-1}$ . In fine nel mese di maggio la direzione della corrente è stata verso Sud-Est con rotazioni verso Nord-Est con velocità inferiori ai  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ .

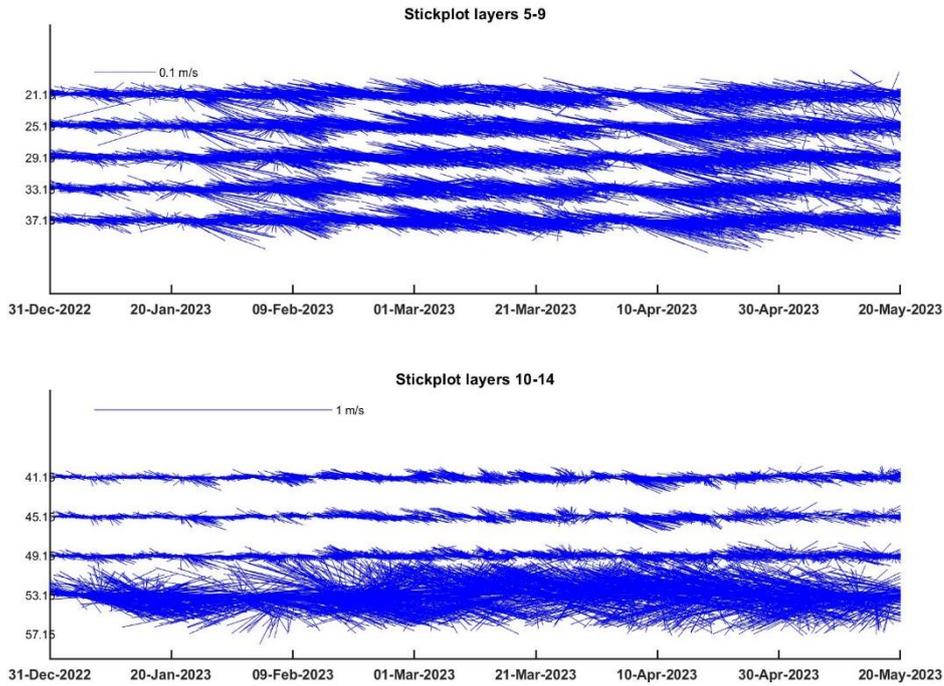


**Fig. 3.23** - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



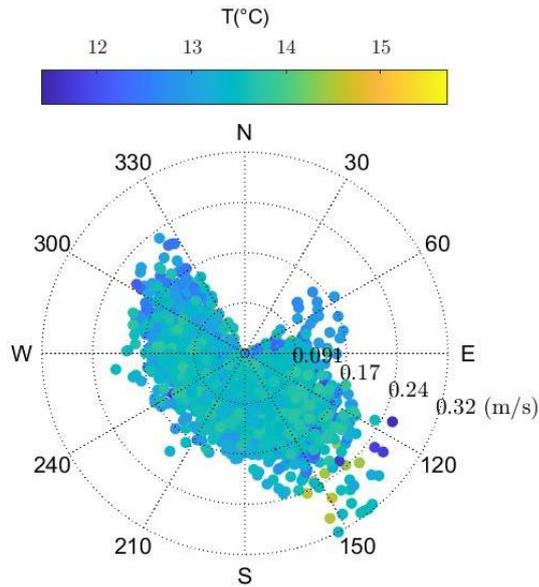
**Fig. 3.24** - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



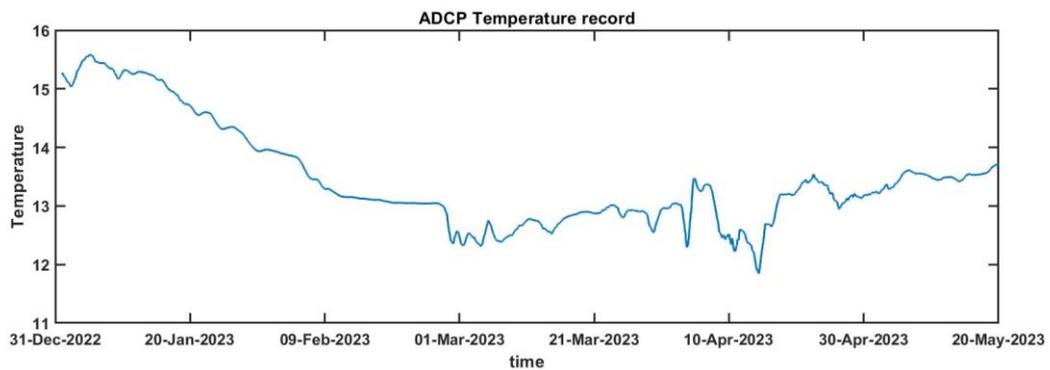


**Fig. 3.25** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.

L'andamento della temperatura rilevata dall'ADCP (fig. 3.26- 3.27) nel periodo preso in considerazione ha mostrato una diminuzione nei mesi invernali (gennaio-marzo) da circa 15,5 °C a 13°C; la temperatura è oscillata attorno ai 13°C fino a metà aprile, periodo in cui si è notato un lieve rialzo della temperatura che è continuata ad aumentare fino alla fine di maggio raggiungendo quasi 14°C.



**Fig. 3.26-** Scatter polare della temperatura rilevata con l'ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023



**Fig. 3.27-** Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



#### 4. CONCLUSIONI

In riferimento al DVADEC-2013-0000103 del 15/04/2013 emesso dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l’installazione della piattaforma Fauzia e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma a Barbara B. A partire dal 2022, tale monitoraggio è proseguito per opera del nuovo RTI costituito dal Mandatario OGS e dai Mandanti CNR-IRBIM di Ancona, SZN di Napoli, AGROLAB Ambiente S.r.l. di Carrara, CIBM di Livorno, UNIVPM di Ancona e Shelter di Milano.

Gli aspetti indagati contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle conoscenze acquisite dal CNR- IRBIM di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell’oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; c) alle numerose esperienze effettuate dal CNR- IRBIM di Ancona dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione off-shore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Emilio, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Tea, Guendalina, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2 & 3, Bonaccia NW, Clara NW, Elettra); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Fauzia.

Nel 1° semestre 2019 si è concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di produzione, che ha previsto indagini su tutti i comparti marini (colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini) e i relativi risultati e considerazioni sono stati riportati nel rapporto finale n. 16 (Spagnolo *et al.*, 2020a).

In base al parere n. 1055 CTVA del 05/10/2012 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, a partire dal 2° semestre 2019 presso la piattaforma Fauzia si sono condotte solo le indagini riguardanti la colonna d’acqua che proseguiranno per tutta la durata di produzione.

Nel presente rapporto, sono riportati i risultati relativi alle campagne di campionamento effettuate nel 1° semestre 2023.



**Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua** – Le caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua osservate nel 1° semestre 2023 sono in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998).

Anche le concentrazioni di nutrienti sono rientrate nei range dei valori noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998; Marini *et al.*, 2008). Tutti i nutrienti hanno presentato mediamente concentrazioni contenute e non hanno mostrato distribuzioni spaziali correlate alla piattaforma. Le concentrazioni medie di nitriti e nitrati sono risultate comparabili a quelle osservate nei campionamenti precedenti, sebbene più contenute rispetto al 2019, mentre le concentrazioni dell'ammonio sono risultate comparabili al 1° semestre 2022, ma inferiori agli anni precedenti. I fosfati e i silicati sono risultati in media paragonabili a quanto ottenuto nel 1° semestre 2022 e 2019, ma più contenuti rispetto al 2020 e 2021.

Sia la concentrazione media di clorofilla *a* che quelle di clorofilla *b* (caratteristica delle alghe verdi -Prasinophyceae- e delle Euglenophyta) e di clorofilla *c* (caratteristica delle diatomee) sono risultate nei range di valori noti per il bacino (Zavatarelli *et al.*, 1998). Le medie semestrali di Chl *a* e Chl *c* sono risultate comparabili a quelle osservate nel primo semestre 2022, ma più contenute rispetto al triennio 2019- 2021, mentre i dati delle Chl *b* sono risultate più elevate rispetto a quanto osservato negli anni precedenti. I valori non hanno mostrato distribuzioni spaziali correlate alla piattaforma. Il carico solido sospeso è risultato nei limiti dei valori riscontrati nei precedenti campionamenti, paragonabile a quello osservato nel 1° semestre 2021 e 2022, più contenuto a quanto osservato nel 2019 e nel 2020. I valori maggiori sono stati osservati generalmente alle quote di fondo, in particolare nel primo campionamento di maggio, probabilmente a causa di processi di risospensione e trasporto di sedimenti di fondo (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

In definitiva, non sono apparse evidenti alterazioni nei parametri oceanografici e idrochimici da attribuire alle attività di estrazione in corso sulla piattaforma Fauzia, confermando i risultati precedenti.

Per quanto concerne la ricerca di inquinanti, idrocarburi totali (IT), idrocarburi alifatici (IA), Idrocarburi policiclici aromatici (IPA), BTEX e glicole etilenico lungo la colonna d'acqua, non sono emerse particolari criticità nell'intera area d'indagine dal momento che valori inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale o comunque molto contenuti sono stati misurati in tutti i campioni.



Sebbene alcuni metalli abbiano presentato valori più elevati durante il campionamento di febbraio, e per il mercurio siano stati misurati parecchi valori superiori allo SQA-CMA stabilito per legge, la generale comparabilità delle concentrazioni misurate vicino alla piattaforma e nei controlli suggerisce che tale incremento non sia inequivocabilmente dovuto all'attività della piattaforma. Si rimanda alla nota tecnica (All. A2) per dettagli inerenti agli aspetti metodologici.

Nei mesi di aprile e maggio le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute e non è emersa alcuna differenziazione statisticamente valida tra le stazioni prossime alla piattaforma (F1-F4) e quelle di controllo (F5-F8), il che porta alla conclusione che l'effetto della presenza di Fauzia sull'ambiente marino circostante possa essere considerato trascurabile.

**Correntometria** – Anche nel 1° semestre 2023, così come negli anni precedenti, la corrente nell'area in cui è installata la piattaforma Fauzia ha avuto un regime variabile, seppure la direzione prevalente si sia confermata NW. La velocità è stata come di consueto attorno a  $0,1 \text{ m s}^{-1}$  con incrementi per brevi periodi, anche nell'anno 2023, che hanno portato a picchi fino a un massimo di  $0,3 \text{ m s}^{-1}$  in aprile.



## 5. BIBLIOGRAFIA

- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure. *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1492– 1514.
- Carpenter J.H. 1965. The Chesapeake bay institute technique for the winkler dissolved oxygen method. *Lim. Ocean.*, 10(1): 141-143.
- Hansen H.P., Koroleff F. 1999. Determination of nutrients. Methods of seawater analysis. K Grasshof: 159–228.
- Khoo K.H., Culbertson C.H., Bates R.G. 1977. Thermodynamics of the dissociation of ammonium ion in seawater from 5 to 40°C. *J. Solution Chem.*, 6(4): 281–290.
- Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. 2008. Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *J. Geophys. Res.*, 113., C05S90. doi:10.1029/2007JC004370
- Saggiomo V., Catalano G., Ribera d’Alcalà M. 2010. Ossigeno disciolto. Pagg. 21-32, in: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (Eds.), *Metodologie di studio del Plancton marino*. Manuali e Linee Guida 56/2010, ISPRA, SIBM Roma.
- Schlitzer R., 2014. Ocean Data View. <http://odv.awi.de>.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- UNESCO. 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. *Tech. Pap. Mar. Sci.*, 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. The acquisition, calibration, and analysis of CTD data. *Tech. Pap. Mar. Sci.*, 54. 59 pp.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J.C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*, 18(12): 2377-2382.
- Wang, X.H., Pinardi N. 2002. Modeling the dynamics of sediment transport and resuspension in the northern Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.*, 107(C12): 1-23.
- Wang, X.H., Pinardi N., Malacic V. 2006. Sediment transport and resuspension due to combined motion of wave and current in the northern Adriatic Sea during a Bora event in January 2001: A numerical modelling study. *Cont. Shelf Res.*, 27(5): 613 – 633.
- Whitfield M. 1974. The hydrolysis of ammonium ions in seawater - a theoretical study. *J. Mar. Biol. Ass. United Kingdom*, 54: 565-580.
- Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A., 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-26.

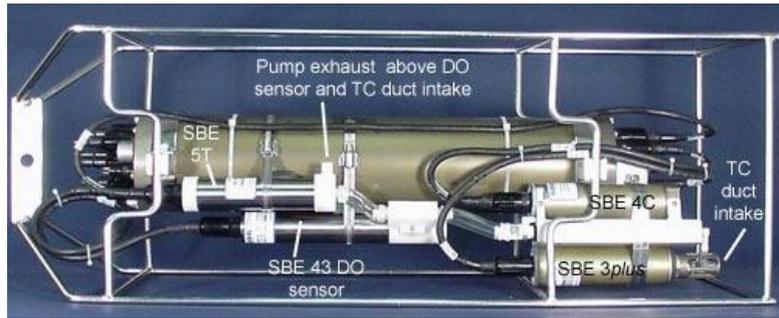


## ALLEGATI

# A1

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA NELLE INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

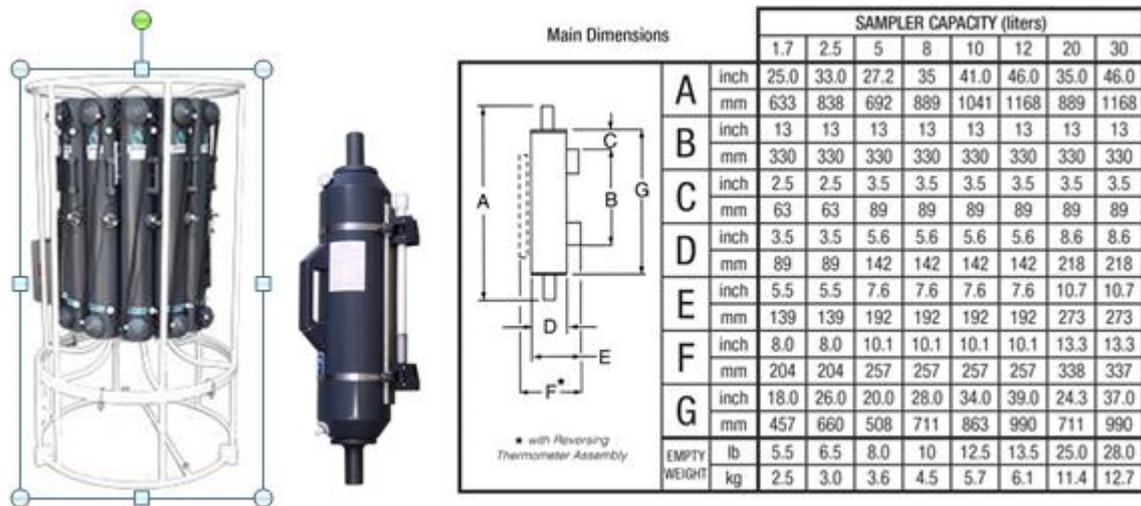
### A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



**CTD:** Sonda multiparametrica CTD SBE 9plus dotata dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo misura	di	Data ultima calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	SBE 3 plus	± 0,001 °C	-5 : +35°C		21/05/2019
Conducibilità	Sea Bird Electronics	SBE 4C	± 0,0003 S m <sup>-1</sup>	0 : 7 S m <sup>-1</sup>		21/05/2019
Pressione	Paroscientific DigiQuartz®	Series 8000	± 0,01 % Fondo Scala	0: 6800 m		15/04/2009
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	± 2% saturazione	120% saturazione in superficie		Calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	WET Labs	ECO FLNTU(RT)D	± 0,01 µg L <sup>-1</sup>	0 : 50 µg L <sup>-1</sup>		Calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Turbidimetro	WET Labs	ECO FLNTU(RT)D	± 0,01 NTU	0 : 25 NTU		Calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna

**Campionatore:** SBE32 Carousel Water Sampler (“rosette”) con bottiglie OTE (Ocean Test Equipment), mod. 110B.



## **A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)**



<b>Strumento</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Accuratezza</b>	<b>Intervallo di misura</b>	<b>Calibrazione</b>
ADCP	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1 cm/s	± 0,3 cm/s	± 5 m/s (default) ±20 m/s (maximum)	Ad ogni deployment

<b>Sensore</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Risoluzione</b>	<b>Accuratezza</b>	<b>Intervallo di misura</b>	<b>Calibrazione</b>
Temperatura	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1°C	± 0,4 cm/s	da -5°C a + 45°C	ad ogni deployment



**CNR  
IRBIM**  
ISTITUTO PER LE  
RISORSE BIOLOGICHE  
E LE BIOTECNOLOGIE  
MARINE



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



**AGROLAB GROUP**  
Your labs. Your service.



## A1-III OSSIGENO DISCIOLTO

**Titolatore automatico Mettler Toledo T50 per la misura dell'ossigeno disciolto tramite il metodo di Winkler**



### Potenzialità analitiche

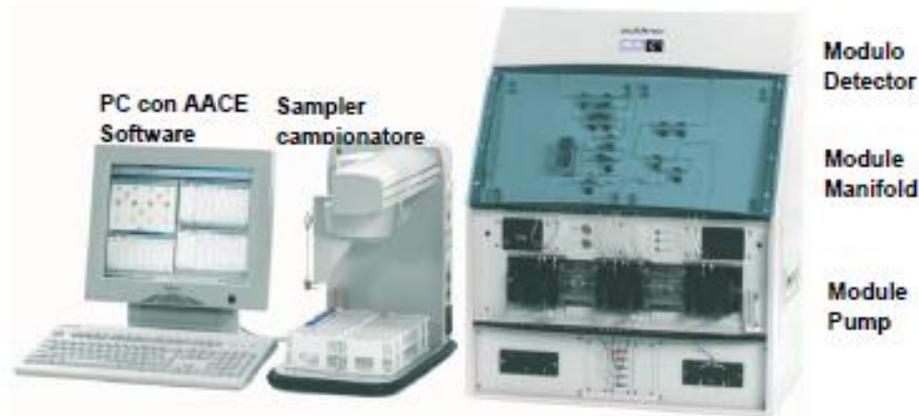
<b>Tipi di titolazione</b>	Acido-base acquose e non-acquose, precipitazione, redox, complessometria Titolazione diretta, retrotitolazione, determinazione del bianco, titolazione a due fasi
<b>Modi di titolazione</b>	Ai punti equivalenti, ai punti finali, pH-stat, Karl Fischer
<b>Tipi di indicazione</b>	Elettrochimica (potenziometria, voltammetria, amperometria) fotometrica, torbidimetrica, conduttimetrica.
<b>Dosaggio reagente</b>	Aggiunta dinamica, incrementale, continua
<b>Acquisizione dati</b>	Equilibrio e tempo fisso
<b>Valutazione</b>	Curve simmetriche, asimmetriche, segmentate, minimo, massimo, pK
<b>Calcolo</b>	Formule liberamente definibili, con funzioni logaritmiche, esponenziali, funzioni matematiche
<b>Misure</b>	pH e temperatura Conducibilità con compensazione temperatura Potenziale redox Iono-selettive dirette e con aggiunte standard Funzionalità "test sensore" integrata

### Panoramica delle principali funzioni

<b>One Click™ Titration</b>	Tasti di scelta rapida per ciascun utente	12
	Numero utenti	30
<b>Funzione Plug &amp; Play</b>	Riconoscimento automatico buretta	si
	Elettrodi	si
	Motore buretta	si
	Chiavetta USB	si, per metodi/risultati
	Scambiatore di campioni Rondo	si
	Stralivo di titolazione autom. Rondolino	si
<b>Motori per burette</b>	Per titolazione	1 interno
	Per dosaggio	3 esterni
	Risoluzione motore buretta	1/20.000 volume buretta
	Volimi burette intercambiabili	1, 5, 10 e 20 mL
<b>Metodi e serie</b>	Titolazione auto-apprendimento	si
	Numero di campioni per serie	120
	Metodi METTLER TOLEDO predefiniti	> 30
	Numero max.metodi	120
<b>Ingressi sensore</b>	Potenziometrico	2
	Polarizzato	1
	Riferimento	1
	Temperatura PT1000	1
	Conducibilità	1 opzionale
<b>Interfacce</b>	Ethernet	1
	COM	3
	USB host	1
	USB client	1
	Bus CAN	si
	Pompa/agitatore/Solvent Manager™	3
	TTL I/O	1
<b>Terminale</b>	Controllo	Touch Screen
	Schermo	Display TFT a colori 5.7" ¼ VGA
	Risoluzione	320 x 240 pixel
	Inclinazione	Regolabile in tre posizioni

## A1-IV NUTRIENTI

**Analizzatore a flusso continuo (continuous-flow analysis CFA) a quattro canali  
'QuAAtro, Seal Analytical'**



QuAAtro è un moderno analizzatore a chimica umida che è utilizzato per automatizzare reazioni chimiche complesse.

<b>Modello</b>	QuAAtro
<b>Produttore</b>	Seal Analytical
<b>Campioni analizzabili</b>	acqua di mare, acqua dolce, estratti di suolo, bevande o altri prodotti
<b>Principio</b>	flusso continuo segmentato , campioni mescolati ai reagenti in flusso continuo e segmentati e separati da bolle d'aria
<b>Componenti</b>	campionatore, pompa, modulo manifold e modulo detector
<b>Software di controllo</b>	AACE

## A1-V HPLC

### High Performance Liquid Chromatography - Agilent 1100 series



Modulo	Costruttore	Modello	Caratteristiche
Agilent 1100 Vacuum Degasser	Agilent	G 1379A	Degasatore
Agilent 1100 Series Quaternary Pump	Agilent	G 1311A	Pompa quaternaria
Agilent 1100 Thermostated Column Compartment	Agilent	G 1316A	Termostato per colonna
Agilent 1100 Series DAD	Agilent	G 1315B	Rivelatore ad array di diodi
Agilent 1100 Series Fluorescence Detector	Agilent	G 1321A	Rivelatore di fluorescenza

## **A1-VI ANALISI METALLI PESANTI**

**Spettrofotometro di massa ICP-MS Agilent 7900 series con autocampionatore**



## **A1-VII ANALISI SILICIO**

**Spettrometro a emissione atomica AGILENT - ICP-OES 5100 SVDV**



## **A1-VIII ANALISI BTEX**

**Agilent – Sistema P&T Evolution, GC 7890B**



## **A1-IX IDROCARBURI TOTALI**

**Frazione volatile - Agilent, con autocampionatore G4513A e colonna cromatografica ZB-5HT**



**Frazione estraibile - Agilent, CTC PAL RSi 85, GC 7890B e colonna cromatografica DB-624**



## **A1-X IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA)**

**Agilent G4513A, GC 7890B, QqQ 7000C e colonna cromatografica DB-EUPAH**





A2

## NOTA TECNICA INERENTE LE ANALISI DEI CONTAMINANTI

**AGROLAB Italia S.r.l.**

Via Retrone 29/31, 36077 Altavilla Vicentina VI, Italy  
Tel.: +39 0444 349040, Fax: +39 0444 349041  
[altavilla@agrolab.it](mailto:altavilla@agrolab.it) [www.agrolab.it](http://www.agrolab.it)



### OGGETTO: NOTA TECNICA PER VARIAZIONE STRUMENTO

Per il monitoraggio delle acque dalla campagna di febbraio 2023 è stato necessario, a causa di problemi al parco strumenti in dotazione al sito produttivo di Priolo Gargallo (SR) storicamente usato per tali determinazioni, effettuare le analisi dei metalli presso la sede di Carrara diversamente da quanto fatto nelle campagne precedenti.

Le analisi eseguite nei campioni di febbraio 2023 sono state effettuate su strumentazione Agilent Technologies con una pre diluizione in rapporto 1:5 e primo punto di taratura studiato di conseguenza a tale diluizione. Per le acque in oggetto sono state necessarie diluizioni aggiuntive in rapporto 1:10 e/o 1:20 perché la sola prediluizione non permetteva abbattimento degli interferenti e rivelazione degli standard interni rendendo di conseguenza non valutabile il dato sperimentale ottenuto.

A seguito della dismissione del vecchio ICP-MS Thermo le successive campagne sono state effettuate presso la sede di Priolo Gargallo (SR) utilizzando Agilent 7900 ICP-MS con autocampionatore Agilent SPS 4 Autosampler. Le analisi sono effettuate in modalità No Gas per i metalli Berillio, Boro e Mercurio; mentre per il resto dei metalli si procede in modalità He (che sarebbe equiparabile alla modalità KED dell'ICP-MS Thermo).

Il campione d'acqua viene ridotto di volume dopo ebollizione su piastra riscaldante, si esegue un'acidificazione e una lettura in ICP-MS col metodo EPA6020B:2014, utilizzando acidi di grado analitico.

I campioni vengono analizzati in batch contenenti 20 campioni ciascuno riportanti la seguente struttura.

Bianco di calibrazione

Retta di calibrazione (6 punti)

ICV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)

SIC

MB ( $<1/2$  LOQ)

LCS ( $\pm 20\%$ )

LCSD ( $\pm 20\%$ )

10 campioni

CCV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)

10 campioni

MS ( $\pm 25\%$ )

MSD ( $\pm 25\%$ )

CCV ( $\pm 10\%$ )

CCB ( $<1/2$  LOQ)



## AGROLAB Italia S.r.l.

Via Retrone 29/31, 36077 Altavilla Vicentina VI, Italy  
 Tel.: +39 0444 349040, Fax: +39 0444 349041  
[altavilla@agrolab.it](mailto:altavilla@agrolab.it) [www.agrolab.it](http://www.agrolab.it)



### Bianco di calibrazione

Il Bianco di calibrazione è una soluzione preparata con le medesime modalità degli standard di calibrazione ma priva degli analiti di interesse.

### Standard di calibrazione

Soluzioni utilizzate per la calibrazione dello strumento, preparate da stock solution o da standard certificati.

### Verifica iniziale della curva di Calibrazione (ICV)

Il ICV è la soluzione per la verifica della curva, cioè uno standard di controllo preparato da sorgente diversa (altro lotto) dei punti di curva, utilizzato per verificare inizialmente la taratura.

### Soluzione di controllo delle interferenze (SIC)

E' una soluzione contenente concentrazioni note di elementi ricercati e le possibili interferenze. La determinazione corretta degli analiti dimostra l'assenza d'interferenze.

### Bianco del metodo (MB)

Il Bianco del metodo è costituito da una matrice pulita sottoposta allo stesso trattamento del campione, sia per quanto riguarda la preparazione, sia per quanto riguarda l'analisi. Viene utilizzato per evidenziare l'assenza di contaminazioni durante la preparazione e l'analisi del batch dei campioni. Deve essere inferiore alla metà del primo punto della retta di calibrazione.

### Campione di Controllo del laboratorio (LCS) e duplicato (LCSD)

Il Campione di controllo del laboratorio è costituito da una matrice pulita a cui viene aggiunta una concentrazione nota degli analiti di interesse. Di norma per ogni batch analitico vengono preparate due soluzioni di controllo.

### Verifica della curva di calibrazione (CCV)

Il CCV è la soluzione per la verifica della curva, cioè uno standard di controllo preparato dalla solita sorgente dei punti di curva, utilizzato per verificare periodicamente la taratura. Il suo valore è vicino alla concentrazione mediana del range di taratura.

### Controllo Continuativo del Bianco (CCB)

o Continuing Calibration Blank, (CCB) sono bianchi di calibrazione letti come campioni, e che devono risultare inferiori alla metà del primo punto di calibrazione. La loro conformità accerta l'assenza di contaminazioni strumentali.

### Aggiunta dell'analita (MS e MSD)

L'aggiunta dell'analita è costituita da un campione analitico a cui viene aggiunta un'aliquota nota di materiale di riferimento contenente gli stessi analiti presenti nel campione in analisi, e che viene sottoposto alla stessa procedura di analisi del campione. Viene utilizzato per valutare le interferenze di matrici del campione e il recupero degli analiti.