



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

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
CAMPO BONACCIA NW**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA DALL'INSTALLAZIONE DELLA  
PIATTAFORMA BONACCIA NW**

**INDAGINI SULLA COLONNA D'ACQUA**

**Rapporto Semestrale 2023**

**RAPPORTO n. 20**

**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**

**MARIA SAGGIOMO**

**GIUSEPPE SIENA**

**MIRENO BORGHINI**

**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.



**SHELTER**  
Socially poor business



## 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. Tasseti	

## 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
C. Balestra	OGS	Elaborazione dati inquinanti
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
R. Gallia	SZN	Campionamento in mare
V. Dituccio	SZN	Campionamento in mare
M. Saggiomo	SZN	Analisi, elaborazione e validazione dati clorofille
M. Borghini	CNR - ISMAR	Raccolta, elaborazione e validazione dati correntometrici



## INDICE

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.....	7
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI .....	8
3.	RISULTATI .....	17
3.1.	CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA .....	17
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	17
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX .....	42
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	48
3.1.6.	METALLI PESANTI .....	49
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE .....	56
4.	CONCLUSIONI.....	60
5.	BIBLIOGRAFIA.....	64
	ALLEGATI .....	I
	A1 .....	II
	A2.....	XI



## 1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 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 Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante la piattaforma alla già esistente Bonaccia. 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.

Bonaccia NW è installata in Adriatico centrale a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m nella zona delle sabbie pelitiche del largo. L’area in cui è stata posizionata la struttura è particolarmente interessante dal punto di vista idrodinamico in quanto, trovandosi sulla mid-line, non è influenzata in maniera consistente dalla circolazione generale dell’Adriatico (verso Nord nel versante croato e verso Sud in quello italiano). Tuttavia, in alcuni periodi dell’anno può essere soggetta a un maggiore idrodinamismo dovuto al passaggio sul fondo di acque dense formatesi nel Nord Adriatico durante la stagione invernale. Tali acque presentano caratteristiche chimico-fisiche differenti da quelle circostanti e possono modificare le caratteristiche biogeochimiche e la distribuzione spaziale dei sedimenti. La parte più superficiale della colonna d’acqua (10-20 m), vista l’ubicazione della piattaforma, può essere interessata da eventi di Bora anche abbastanza consistenti, che possono determinare variazioni brusche di correnti.

Essendosi concluso il monitoraggio quinquennale della piattaforma nella fase di esercizio (relativo a tutti i comparti marini: colonna d’acqua, sedimenti, bioaccumulo e biomarker in organismi marini, comunità bentonica e ittica, avvistamento di cetacei e rettili marini), a partire dal 1° semestre 2021, corrispondente al 6° anno post lavori di installazione della piattaforma, sono previste solamente le indagini riguardanti la colonna d’acqua, come indicato nel piano di monitoraggio (Tabella 1-I). A parte il posticipo al 2021 delle indagini omnicomprendenti previste nel 1° semestre 2020 a causa dell’emergenza COVID-19 (Spagnolo et al., 2021c), ad oggi il monitoraggio prosegue limitatamente alla colonna d’acqua e continuerà per tutta la durata della fase di esercizio della piattaforma. Nel presente rapporto sono riportati i risultati delle indagini effettuate su tale comparto nel primo semestre

del 2023.

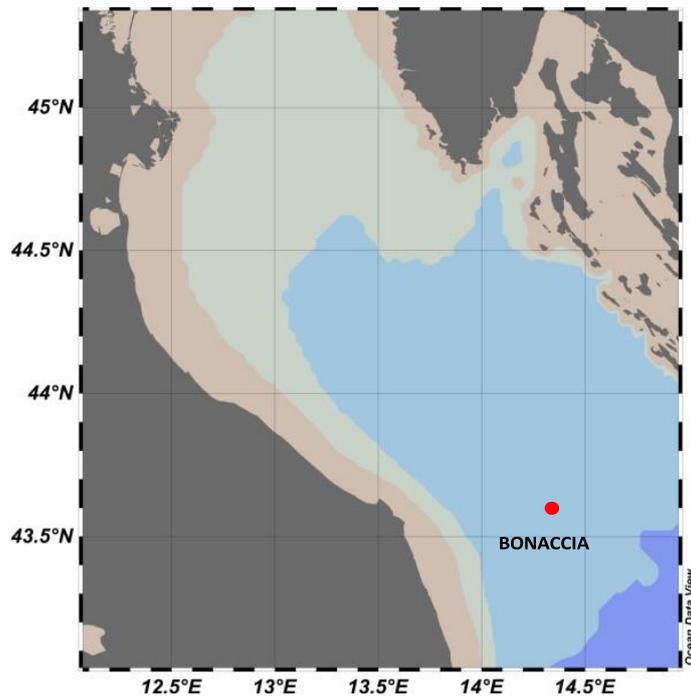
**Tab. 1-I** – Surveys previsti durante il programma di monitoraggio ambientale. In giallo le indagini terminate, in verde quelle ancora in corso.

Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Bonaccia NW
<b>Ante operam</b>	Colonna acqua	2 surveys
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 surveys
<b>Cantiere</b>	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
<b>Esercizio</b>	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
<b>Pre smantellamento</b>	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 surveys
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
<b>Smantellamento</b>	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
<b>Post smantellamento</b>	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 Bonaccia NW è ubicata a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m (fig. 2.1). Le coordinate del punto in cui è avvenuta l’installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I. I lavori di posa in opera sono terminati a fine gennaio del 2016.



**Fig. 2.1** - Ubicazione della piattaforma Bonaccia NW.

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

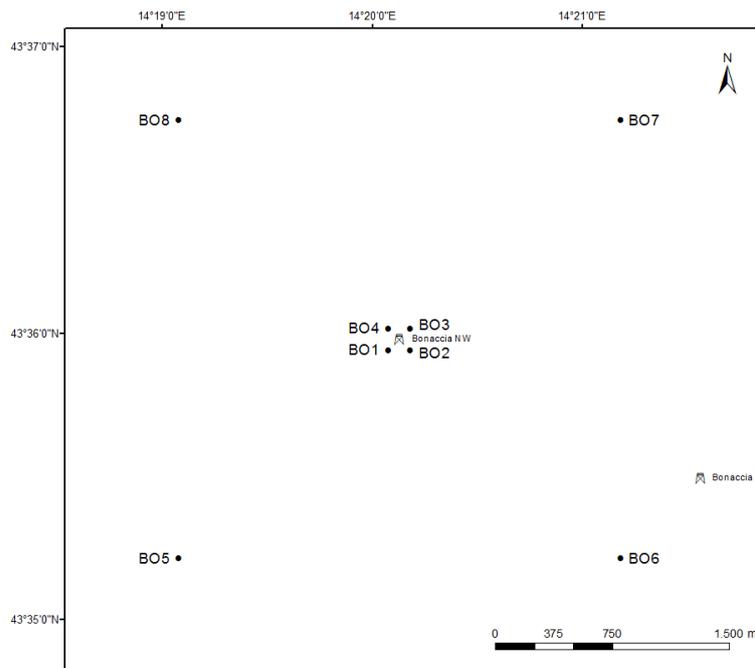
Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Bonaccia NW	43°35'59'',289N 14°20'08'',604E

## 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 Bonaccia NW per le indagini idrologiche.



**Tab. 2-II** - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini idrologiche condotte presso la piattaforma Bonaccia NW.

Stazioni di campionamento	Coordinate geografiche (LAT.)	Coordinate geografiche (LONG.)	Distanza dalla struttura (m)	Posizione rispetto alla struttura
BO1	43° 35' 57"N	14° 20' 05"E	100	SW
BO2	43° 35' 57"N	14° 20' 12"E	100	SE
BO3	43° 36' 02"N	14° 20' 12"E	100	NE
BO4	43° 36' 02"N	14° 20' 05"E	100	NW
BO5	43° 35' 13"N	14° 19' 06"E	2000	SW
BO6	43° 35' 14"N	14° 21' 12"E	2000	SE
BO7	43° 36' 45"N	14° 21' 11"E	2000	NE
BO8	43° 36' 45"N	14° 19' 05"E	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 lungo la colonna d'acqua sono stati effettuati profili verticali mediante sonda Sea-Bird Electronics mod. SBE9 plus per i seguenti parametri:

Lungo la colonna d'acqua 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).

Per ogni stazione del piano di campionamento sono stati effettuati profili verticali mediante sonda Sea-Bird Electronics mod. SBE9 plus. 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 5 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 Ortofosfato;
- 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.

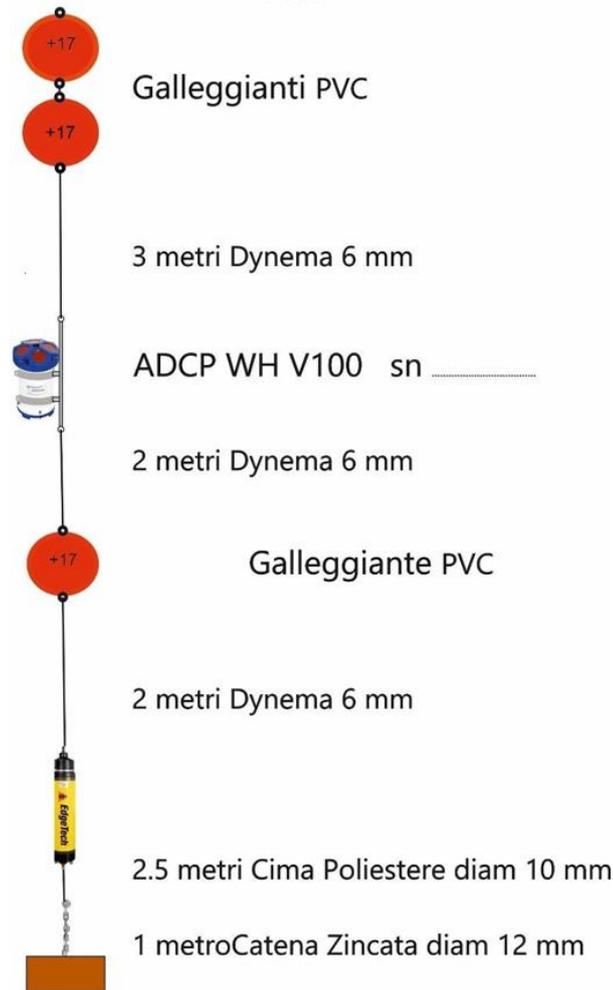
Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco e al buio fino al momento delle analisi ad eccezione dei campioni per l’analisi dei nutrienti ed i filtri per l’analisi dei solidi sospesi e dei pigmenti clorofilliani che sono stati conservati a -20°C.

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

### 2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nel 1° semestre 2023 i dati correntometrici in prossimità della piattaforma Bonaccia NW sono stati raccolti mediante un ormeggio correntometrico posizionato in prossimità della struttura (coordinate: 43° 35.490' N, 014° 21.611' E) su un fondale di circa 87 m.

L'ormeggio era costituito da un correntometro acustico Teledyne RDI (All. A1-II) del peso in acqua di circa 13 kg, da tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa 20 kg ciascuna, da uno sganciatore acustico Edge Tech e da una zavorra di ferro a perdere di circa 110 kg (fig. 2.3).



**Fig. 2.3** – Schema dell'ormeggio correntometrico utilizzato presso la piattaforma Bonaccia NW.

Tale strumento è stato periodicamente controllato e i dati sono stati scaricati. 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.

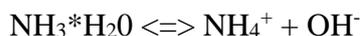
**Nutrienti inorganici** – per la determinazione dei nutrienti inorganici (nitriti, nitrati, ammonio, ortofosfati e silicati), i campioni di acqua di mare sono stati filtrati a bordo, mediante siringa, su filtri di fibra di vetro (Whatman GF/F, porosità nominale  $0,7 \mu m$  e  $\varnothing 47 mm$ ), pre-combusti a  $450^\circ C$  per 4 ore, raccolti in contenitori in polietilene (pre-trattati con acido cloridrico 1M) e conservati a  $-20^\circ C$  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 ( $NO_2$ ) è stata determinata attraverso una reazione di diazocopolazione che produce un composto azotato rosso-violaceo, letto a 520 nm.

I nitrati ( $NO_3$ ) 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 ammoniaca.

L’equilibrio tra l’ammoniaca ( $NH_3$ ) e l’ammonio ( $NH_4^+$ ) 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  $25^\circ C$  la forma prevalente (95%) è l’ammonio ( $NH_4^+$ ) e solo il 5% si trova come ammoniaca ( $NH_3$ ). 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
- NH<sub>4</sub>: 0,02 µM
- PO<sub>4</sub>: 0,01 µM
- Si(OH)<sub>4</sub>: 0,02 µM

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 µm e Ø 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 Å µM). L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µl e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 1 ml min<sup>-1</sup> 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  $\mu\text{m}$  e  $\varnothing$  47 mm), 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 è 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).

**Tab. 2-III** - Elenco degli inquinanti analizzati lungo la colonna d'acqua e metodi di analisi utilizzati.

<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	$\mu\text{g L}^{-1}$	6,8	0,4
<i>Arsenico</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,37	0,1
<i>Bario</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,69	0,1
<i>Cadmio</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,16	0,1
<i>Cromo totale</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,22	0,1
<i>Ferro</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	4,9	5
<i>Indio</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,079	0,1
<i>Mercurio</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,0067	0,05
<i>Nichel</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,14	0,1
<i>Piombo</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,14	0,1
<i>Rame</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,51	0,1
<i>Vanadio</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,31	0,1
<i>Zinco</i>	EPA 6020B 2014	$\mu\text{g L}^{-1}$	2,4	0,4
<i>Silicio</i>	EPA 200.7 1994	$\text{mg L}^{-1}$	0,021	0,1
<b>BTEX</b>				
<i>Benzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,01	0,01-0,05
<i>Etilbenzene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,01	0,01-0,05
<i>Stirene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,01	0,01-0,05
<i>Toluene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,05	0,05
<i>Xilene</i>	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,02	0,02-0,05
<b>ALTRE SOSTANZE</b>				
<i>Idrocarburi policiclici aromatici</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	$\mu\text{g L}^{-1}$	0,0028	0,0028
<i>idrocarburi alifatici C10-C32</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	$\mu\text{g L}^{-1}$	23	23
<i>Idrocarburi totali (espressi come n-esano) Calcolo</i>	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	$\mu\text{g L}^{-1}$	31	31
<i>Glicole monoetilenico</i>	EPA 8260D 2018	$\text{mg L}^{-1}$	1,5	1,5

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.



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>12</sub>) inclusi (frazione volatile).

*Analisi frazione volatile:* il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una sufficientemente elevata volatilità 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 rilevatore 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 rilevatore a fiamma (FID).

L'identificazione degli IA si è basata sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard di n-alcani fra C12 e C32, e la quantificazione è stata determinata dalle curve di



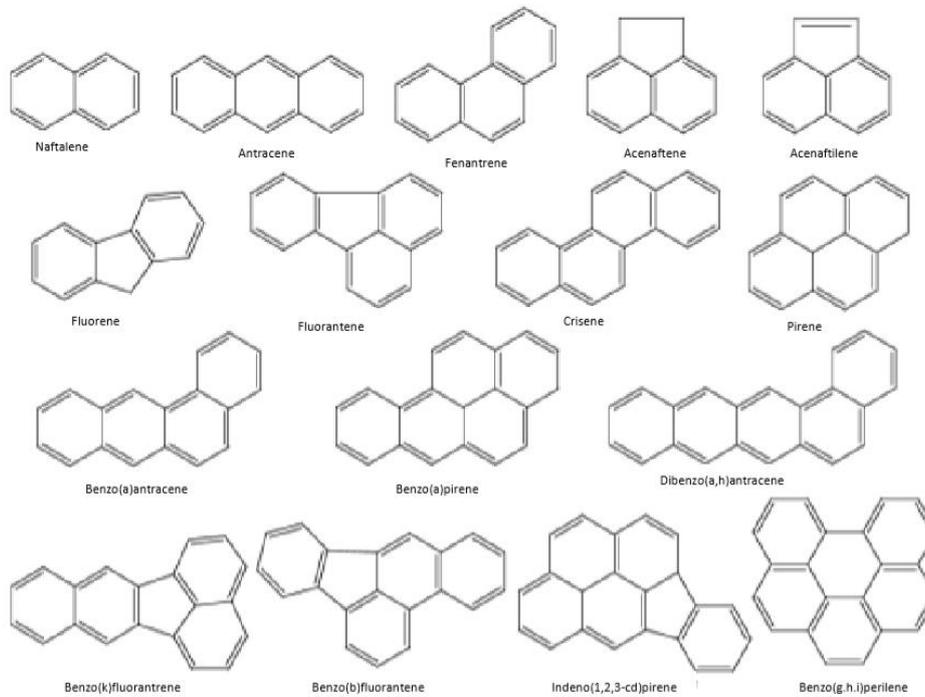
taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di quantificazione sono in funzione del primo punto di taratura e i campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura.

**Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)** - Utilizzando un cilindro graduato si sono misurati 900 ml di campione che sono stati travasati dal cilindro nell'imbutto separatore. Qui sono stati aggiunti 40 ml di diclorometano. Tale imbutto 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. CARATTERISTICHE 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

Nella campagna di **febbraio** (fig. 3.1) i profili verticali di temperatura hanno mostrato valori omogenei piuttosto bassi fino a circa 50m ovunque (media  $14,87 \pm 0,03^\circ\text{C}$ ), in diminuzione con la profondità fino ai valori minimi in uno strato omogeneo al fondo (media  $13,14 \pm 0,09^\circ\text{C}$ ). La diminuzione di temperatura ha inizio a quote meno profonde nelle stazioni di controllo orientali.

La salinità ha presentato una distribuzione verticale con valori massimi omogenei dalla superficie fino a circa 50m in tutte le stazioni (media  $38,91 \pm 0,01$  psu), valori variabili e generalmente in diminuzione verso il fondo e valori piuttosto uniformi nello strato più profondo (media  $38,86 \pm 0,02$  psu). I profili delle stazioni di controllo orientali mostrano nuovamente una maggiore variabilità alle quote intermedie.

La torbidità ha fatto registrare valori bassi ( $< 0,5 \text{ mg l}^{-1}$ ) ed omogenei in tutta la colonna d'acqua e in tutte le stazioni fino circa 60m di profondità, in incremento verso il fondo (massimo  $1,5 \text{ mg L}^{-1}$ , stazione BO5). Anche per la torbidità i profili delle stazioni di controllo orientali si discostano dalla media alle quote intermedie.

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha fatto registrare valori uniformi di poco inferiori al 100% dalla superficie al fondo ovunque (media  $97,7 \pm 0,4\%$ ).

Le mappe areali (fig. 3.2) confermano quanto osservato con i profili verticali, evidenziando la sostanziale omogeneità nella distribuzione di temperatura, con i valori massimi in superficie (media  $14,87^\circ\text{C} \pm 0,03^\circ\text{C}$ ) e i valori minimi al fondo (media  $13,11 \pm 0,04^\circ\text{C}$ ). Andamento analogo per la distribuzione orizzontale della salinità, con i massimi in superficie (media  $38,91 \pm 0,01$  psu) e valori meno elevati al fondo (media  $38,87 \pm 0,01$  psu).

La fluorescenza (fig. 3.3) ha fatto rilevare valori molto bassi in tutta la colonna d'acqua ovunque ( $< 0,5 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ ).



Nel mese di **aprile** (fig. 3.4) la distribuzione verticale di temperatura ha avuto un andamento uniforme in tutte le stazioni, con valori omogenei in progressiva diminuzione dai massimi in superficie (media  $14,53 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ) ai valori minimi al fondo (media  $12,71 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ).

La salinità ha mostrato valori piuttosto uniformi in tutte le stazioni, in aumento dalla superficie (media  $38,85 \pm 0,02$  psu) fino ai valori massimi registrati al fondo (media  $38,96 \pm 0,00$  psu).

La torbidità ha presentato valori bassi ovunque ( $< 0,5 \text{ mg L}^{-1}$ ), con valori in aumento alle quote intermedie (massimo  $0,6 \text{ mg L}^{-1}$ , stazione BO2).

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha fatto registrare valori medi di poco superiori al 100% ovunque fino a circa 60m di profondità, in diminuzione fino ai valori minimi in uno strato omogeneo al fondo (media  $94,8 \pm 0,4\%$ ).

Le mappe areali (fig. 3.5) evidenziano la distribuzione omogenea di temperatura con valori più elevati in superficie (media  $14,59^\circ\text{C} \pm 0,05^\circ\text{C}$ ) e valori minimi al fondo (media  $12,71 \pm 0,01^\circ\text{C}$ ).

Anche la salinità ha confermato la distribuzione omogenea a valori più bassi in superficie (media  $38,85 \pm 0,01$  psu) e valori più elevati al fondo (media  $38,96 \pm 0,00$  psu).

La fluorescenza (fig. 3.6) è stata ovunque molto bassa ( $< 0,3 \mu\text{g L}^{-1}$ ) dalla superficie fino a circa 60m e valori in aumento progressivo fino al fondo (massimo  $1,1 \mu\text{g L}^{-1}$ , stazione BO6).

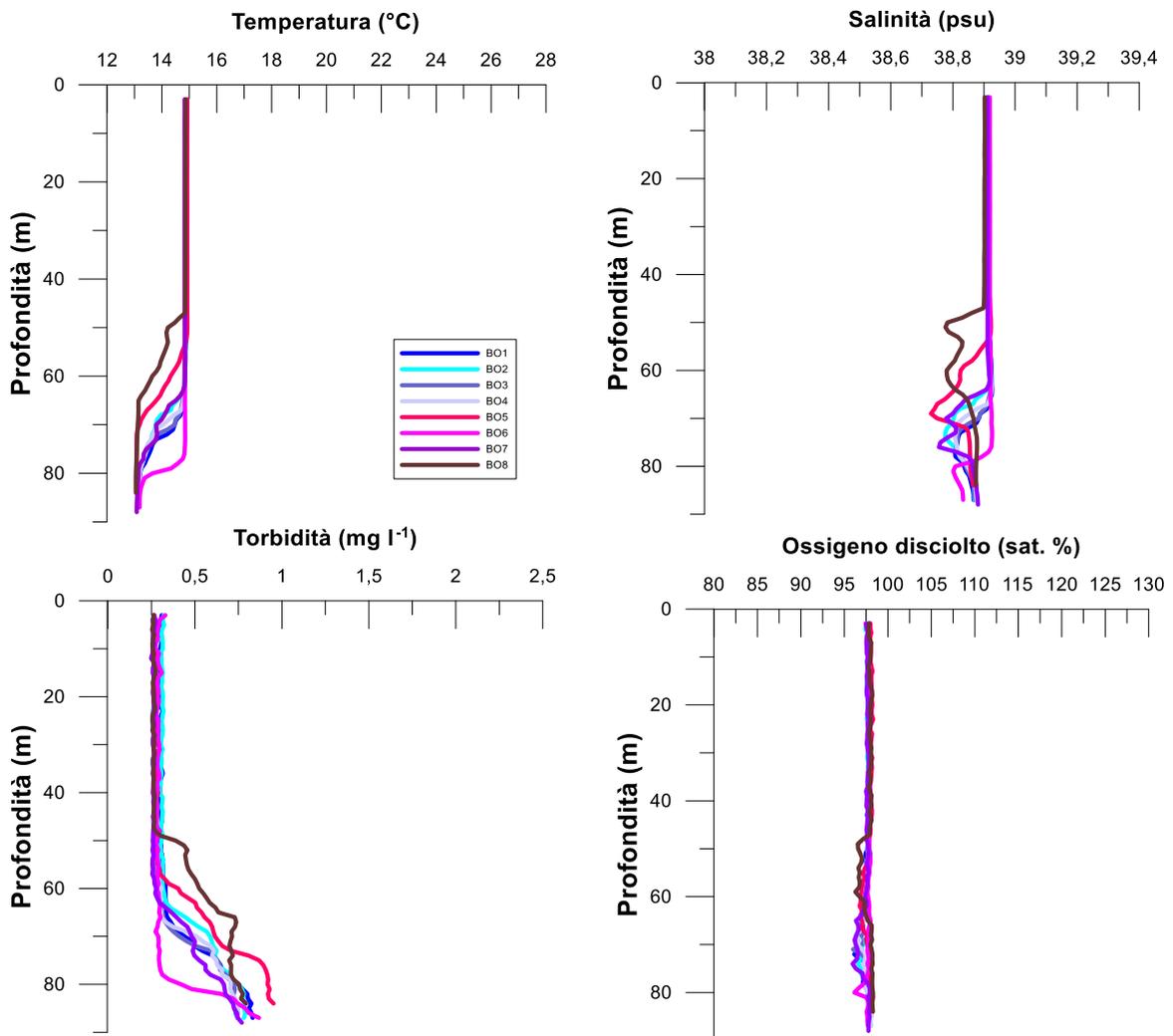
Nel mese di **maggio** (fig. 3.7) la distribuzione verticale di temperatura ha avuto un andamento omogeneo con valori progressivamente decrescenti dalla superficie (media  $17,88 \pm 0,30^\circ\text{C}$ ) al fondo (media  $13,41 \pm 0,26^\circ\text{C}$ ).

La salinità ha mostrato profili piuttosto uniformi ma variabili lungo la colonna d'acqua, con i valori minimi in superficie (media  $38,46 \pm 0,02$  psu) e i valori massimi registrati da quote intermedie fino al fondo (media  $38,89 \pm 0,01$  psu).

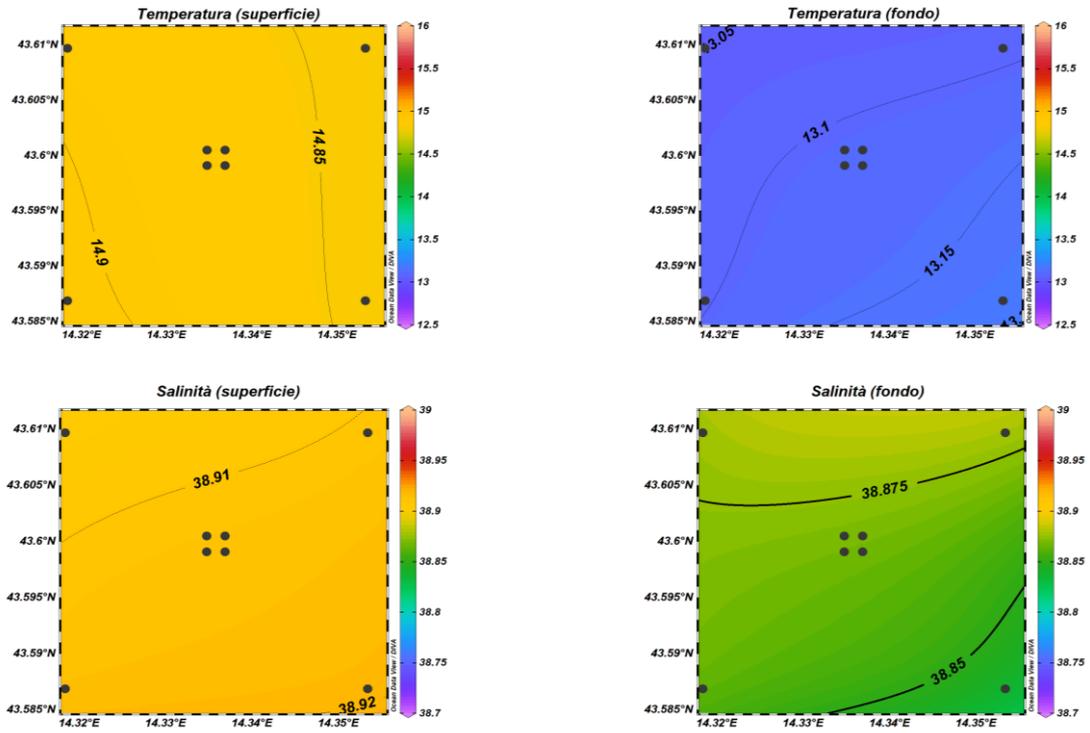
La torbidità ha presentato valori bassi ed omogenei ovunque fino a circa 65m di profondità (media  $0,2 \pm 0,0 \text{ mg L}^{-1}$ ), in aumento fino ai valori massimi al fondo (massimo  $0,8 \text{ mg L}^{-1}$ , stazione BO2).

L'ossigeno disciolto alla saturazione ha fatto registrare valori omogenei di poco inferiori al 100% nei primi 20m di profondità e valori variabili ed in diminuzione fino ai valori minimi al fondo (minimo 85,5%, stazione BO5).

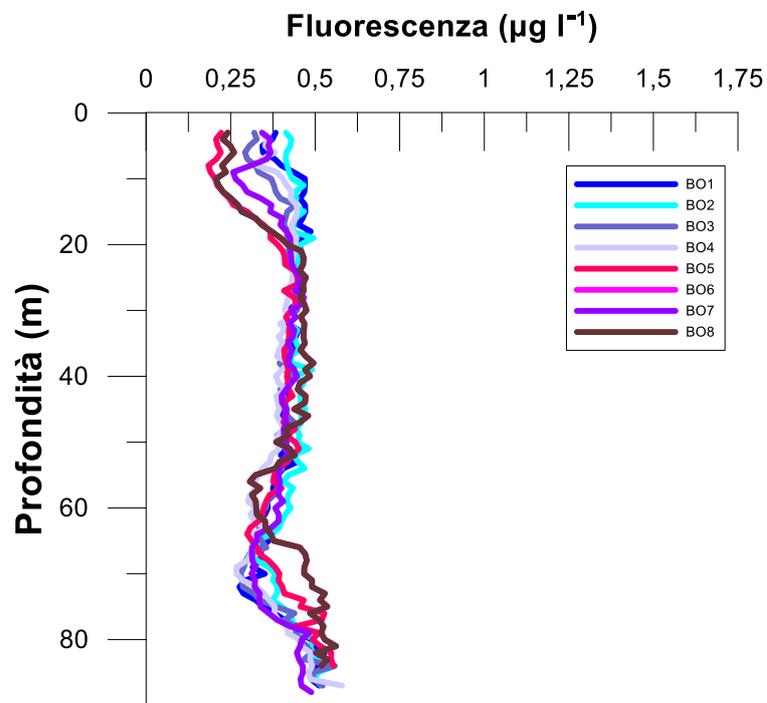
Le mappe areali (fig. 3.8) evidenziano la distribuzione omogenea di temperatura con valori piuttosto uniformi e più elevati in superficie (media  $18,21^{\circ}\text{C}\pm 0,11^{\circ}\text{C}$ ) e valori minimi al fondo (media  $13,33\pm 0,28^{\circ}\text{C}$ ), dove è stato rilevato un debole gradiente E-O ( $\Delta T > 0,5^{\circ}\text{C}$ ). La distribuzione di salinità ha confermato una bassa variabilità tra le stazioni in superficie (media  $38,67\pm 0,02$  psu) e valori massimi ed omogenei al fondo (media  $38,91\pm 0,01$  psu). La fluorescenza (fig. 3.9) è stata ovunque molto bassa nei primi 30m di profondità ( $< 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e alquanto variabile con valori in lieve aumento verso il fondo. Un picco di massimo è stato registrato in quasi tutte le stazioni a quote intermedie (massimo  $0,8 \mu\text{g L}^{-1}$ , stazione BO1).



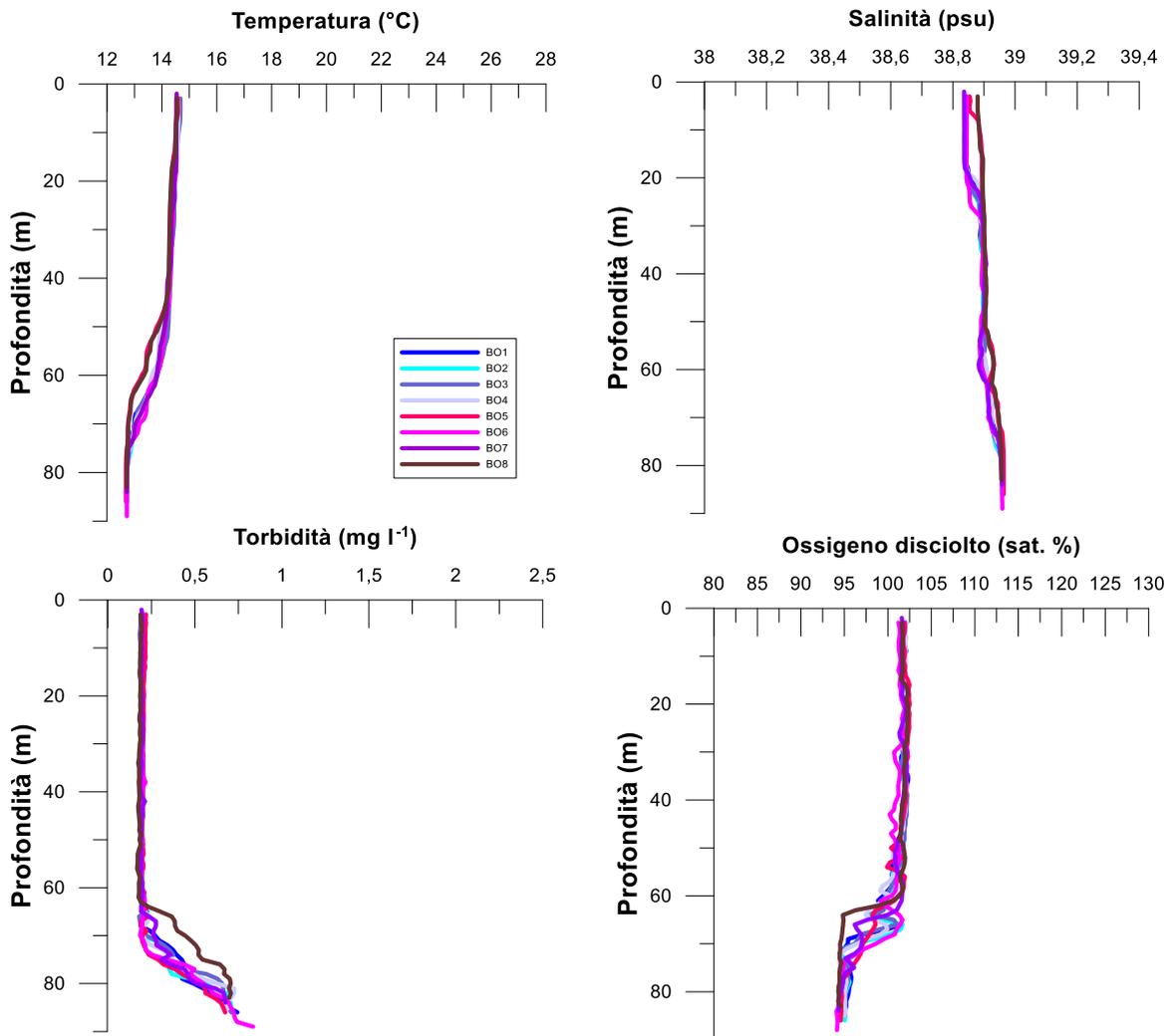
**Fig. 3.1** - Profili di temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), salinità (psu), torbidità ( $\text{mg L}^{-1}$ ) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Febbraio 2023.**



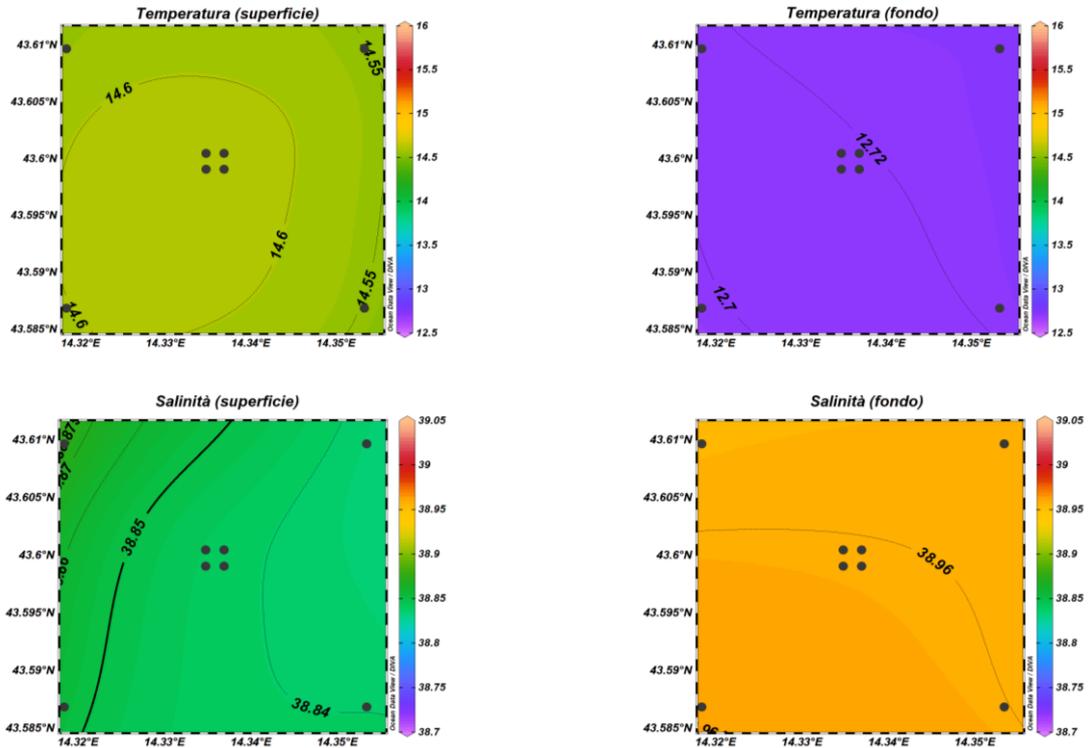
**Fig. 3.2** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



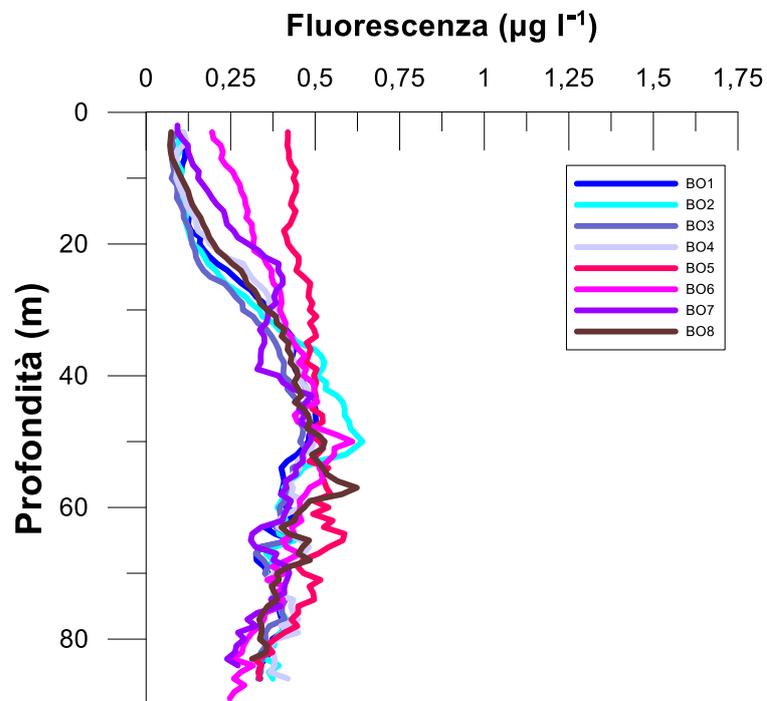
**Fig. 3.3** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Febbraio 2023**.



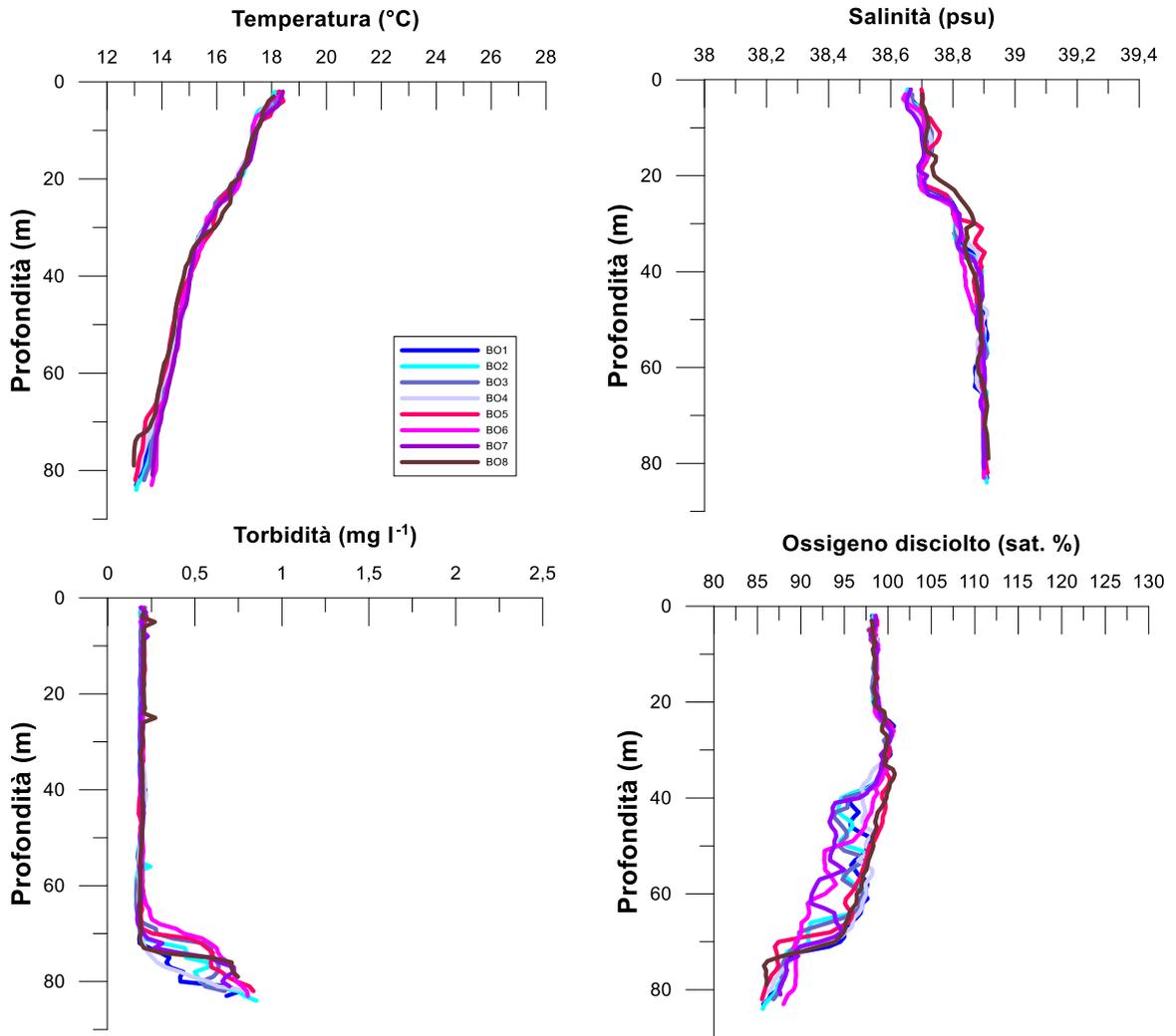
**Fig. 3.4-** Profili di temperatura (°C), salinità (psu), torbidità (mg L<sup>-1</sup>) e ossigeno disciolto in % di saturazione (% sat). **Aprile 2023.**



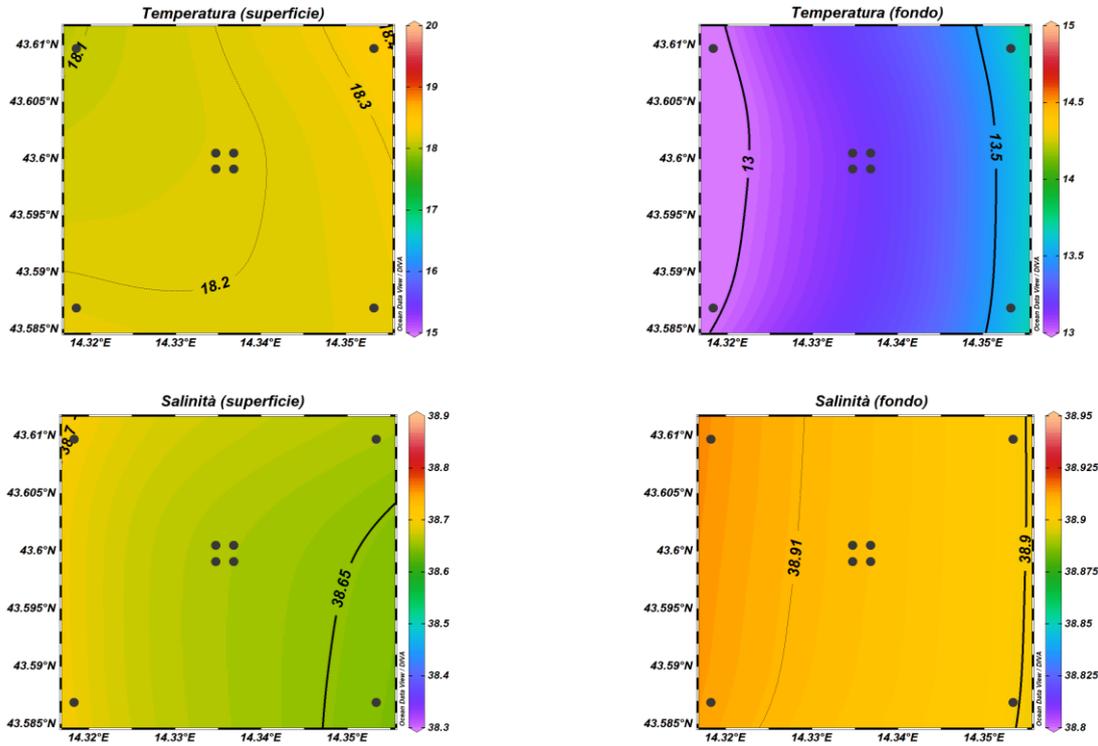
**Fig. 3.5** - Mappe areali rappresentanti la temperatura (°C) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



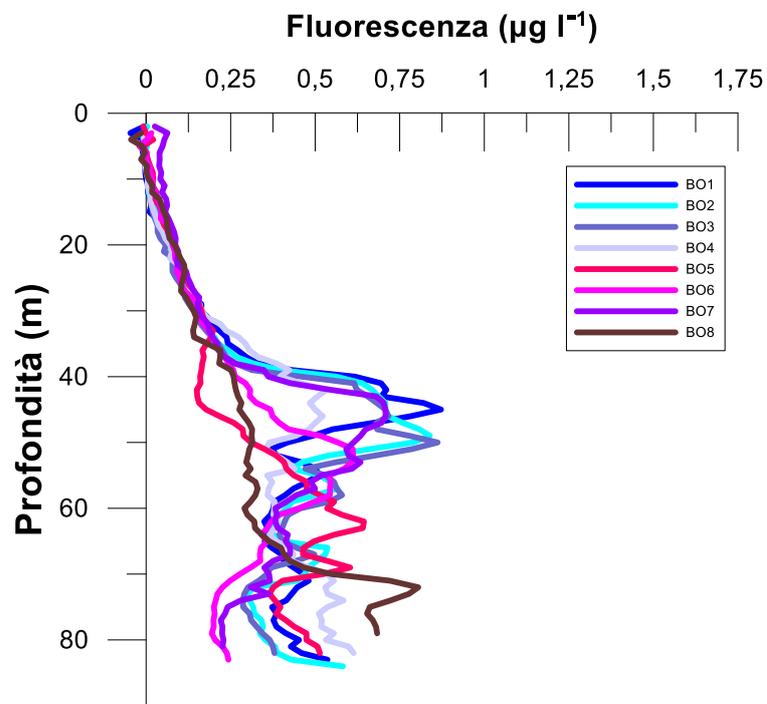
**Fig. 3.6** - Profili di fluorescenza ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ). **Aprile 2023**.



**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 (°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

Durante il campionamento di **febbraio** (figg. 3.10a, 3.10b, 3.11) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate piuttosto contenute e pari a  $0,44 \pm 0,08 \mu\text{M}$  per i nitrati ( $\text{NO}_3$ ),  $0,26 \pm 0,18 \mu\text{M}$  per i nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{M}$  per l'ammonio ( $\text{NH}_4$ ). I nitriti hanno presentato concentrazioni più elevate nelle acque più profonde, mentre per i nitrati e l'ammonio non è stato osservato alcun andamento particolare. Le concentrazioni di  $\text{NO}_3$  sono risultate piuttosto omogenee lungo la colonna d'acqua, il valore più elevato ( $0,60 \mu\text{M}$ ) è stato misurato in superficie della stazione BO7, mentre il minimo ( $0,27 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato al fondo della stazione BO8. La concentrazione media più elevata di  $\text{NO}_2$  ha caratterizzato la quota di fondo ed è risultata pari a  $0,56 \pm 0,02 \mu\text{M}$ , il massimo ( $0,60 \mu\text{M}$ ) è stato rilevato nella stazione BO5, mentre il minimo ( $0,15 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato a quote variabili tra la superficie e i 40 m nelle stazioni BO3, BO4, BO6 e BO7. La concentrazione massima di  $\text{NH}_4$  ( $0,04 \mu\text{M}$ ) è stata misurata in superficie nella Stazione BO3, mentre valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale sono stati riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni.

I fosfati ( $\text{PO}_4$ ) sono risultati generalmente contenuti ed omogenei, valori uguali o inferiori al limite di rilevabilità strumentale ( $0,01 \mu\text{M}$ ) hanno caratterizzato tutti i campioni.

La concentrazione media di silicati ( $\text{Si}(\text{OH})_4$ ) è stata di  $1,49 \pm 0,27 \mu\text{M}$ , valori lievemente più elevati hanno caratterizzato le acque di fondo ( $1,92 \pm 0,16 \mu\text{M}$ ), il massimo ( $2,23 \mu\text{M}$ ) ha caratterizzato il fondo della stazione BO6, mentre il minimo ( $1,17 \mu\text{M}$ ) è stato osservato nella stazione BO5 a 20 m.

Ad **aprile** (figg. 3.12a, 3.12b, 3.13) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,21 \pm 0,19 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,20 \pm 0,22 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $0,03 \pm 0,03 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$ ; i valori di nitriti e nitrati sono risultati più elevati alle quote di fondo, mentre l'ammonio è risultato omogeneamente distribuito.

Per i  $\text{NO}_3$  i valori più bassi sono stati osservati alla quota di 40 m ( $0,07 \pm 0,06 \mu\text{M}$ ), mentre al fondo i valori sono risultati in media  $0,50 \pm 0,15 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $0,70 \mu\text{M}$ ) riscontrato nella stazione BO6. La concentrazione media di  $\text{NO}_2$  al fondo è risultata pari a  $0,57 \pm 0,09 \mu\text{M}$  e il valore massimo ( $0,69 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato nella stazione BO5, mentre il minimo ( $0,03 \mu\text{M}$ ) è stato osservato a 40 m nella stazione BO3. Le concentrazioni di  $\text{NH}_4$  sono



variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, riscontrati a quote variabili in tutte le stazioni eccetto che nella BO6, e un massimo di  $0,12 \mu\text{M}$ , misurato al fondo della stazione BO8.

Per i fosfati i valori lievemente più elevati hanno caratterizzato le acque più profonde, dove le concentrazioni sono risultate in media pari a  $0,04 \pm 0,04 \mu\text{M}$  e  $0,04 \pm 0,03 \mu\text{M}$  al fondo e a 40 m rispettivamente, con il valore massimo ( $0,06 \mu\text{M}$ ) osservato nella stazione BO5 al fondo. Valori inferiori o prossimi al limite di rilevabilità strumentale sono stati osservati a quote variabili nelle stazioni BO1, BO3, BO4, BO6 e BO7.

La concentrazione media di silicati è stata di  $1,62 \pm 0,33 \mu\text{M}$ , i valori massimi sono stati riscontrati alle quote di fondo. La concentrazione media al fondo è risultata pari a  $2,11 \pm 0,11 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $2,28 \mu\text{M}$ ) nella stazione BO5, mentre nelle altre quote le concentrazioni sono risultate piuttosto omogenee ( $1,45 \pm 0,16 \mu\text{M}$ ).

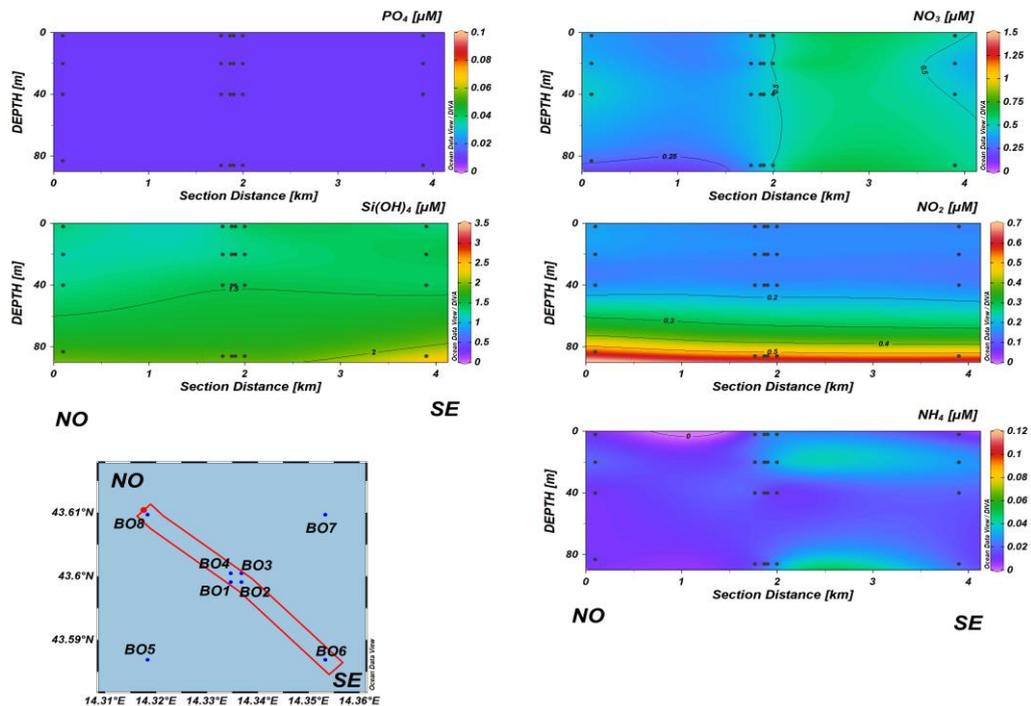
A **maggio** (figg. 3.14a, 3.14b, 3.15) le concentrazioni medie dei nutrienti azotati sono risultate pari a  $0,31 \pm 0,50 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_3$ ,  $0,03 \pm 0,04 \mu\text{M}$  per  $\text{NO}_2$ ,  $0,02 \pm 0,02 \mu\text{M}$  per  $\text{NH}_4$ ; i valori di nitriti e nitrati sono risultati più elevati alle quote di fondo, mentre l'ammonio è risultato omogeneamente distribuito.

Per i  $\text{NO}_3$  la concentrazione media più elevata, pari a  $1,15 \pm 0,11 \mu\text{M}$ , è stata rilevata al fondo, con il massimo  $1,31 \mu\text{M}$  misurato nella stazione BO7; nelle altre quote le concentrazioni sono variate tra valori inferiori al limite di rilevabilità strumentale, ed un massimo di  $0,17 \mu\text{M}$  rilevato a 40 m nella stazione BO7. La concentrazione media di  $\text{NO}_2$  al fondo e alla quota di 40 m è risultata pari a  $0,06 \pm 0,04 \mu\text{M}$ , e il valore massimo ( $0,15 \mu\text{M}$ ) è stato riscontrato a 40 m della stazione BO2; valori prossimi o inferiori al limite strumentale hanno caratterizzato i 20 m e la superficie 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 eccetto che nella BO2, e un massimo di  $0,07 \mu\text{M}$ , misurato a 20 m nella stazione BO3 e al fondo della BO7.

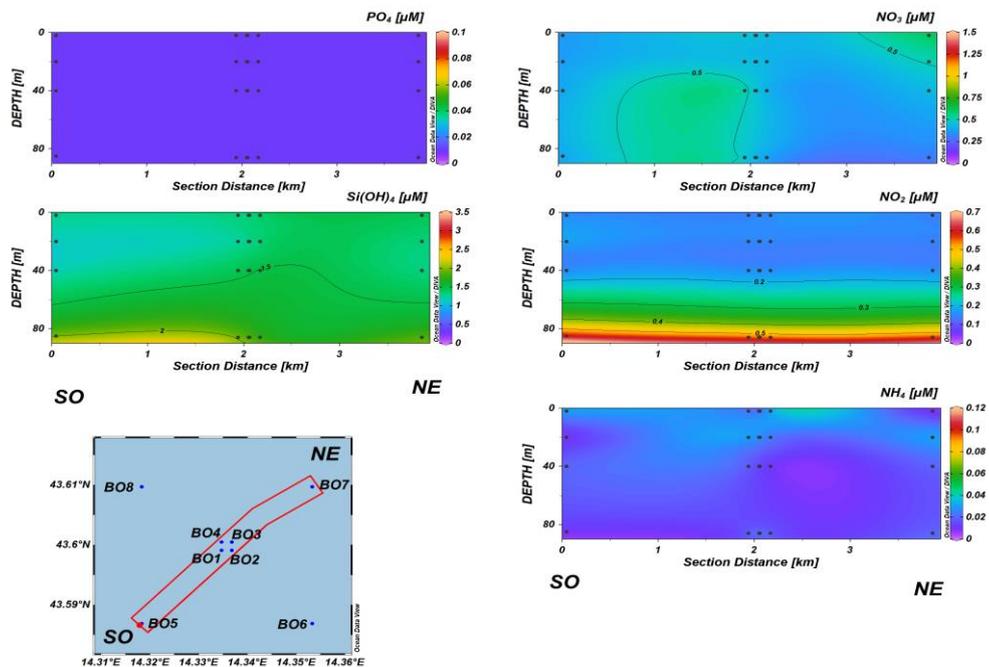
Per i fosfati non è stato osservato alcun andamento particolare, le concentrazioni sono risultate sempre prossime o inferiori al limite di rilevabilità strumentale, fatta eccezione per le quote di fondo e 40 m della stazione BO7, dove sono stati rilevati valori pari a  $0,04$  e  $0,05 \mu\text{M}$ .



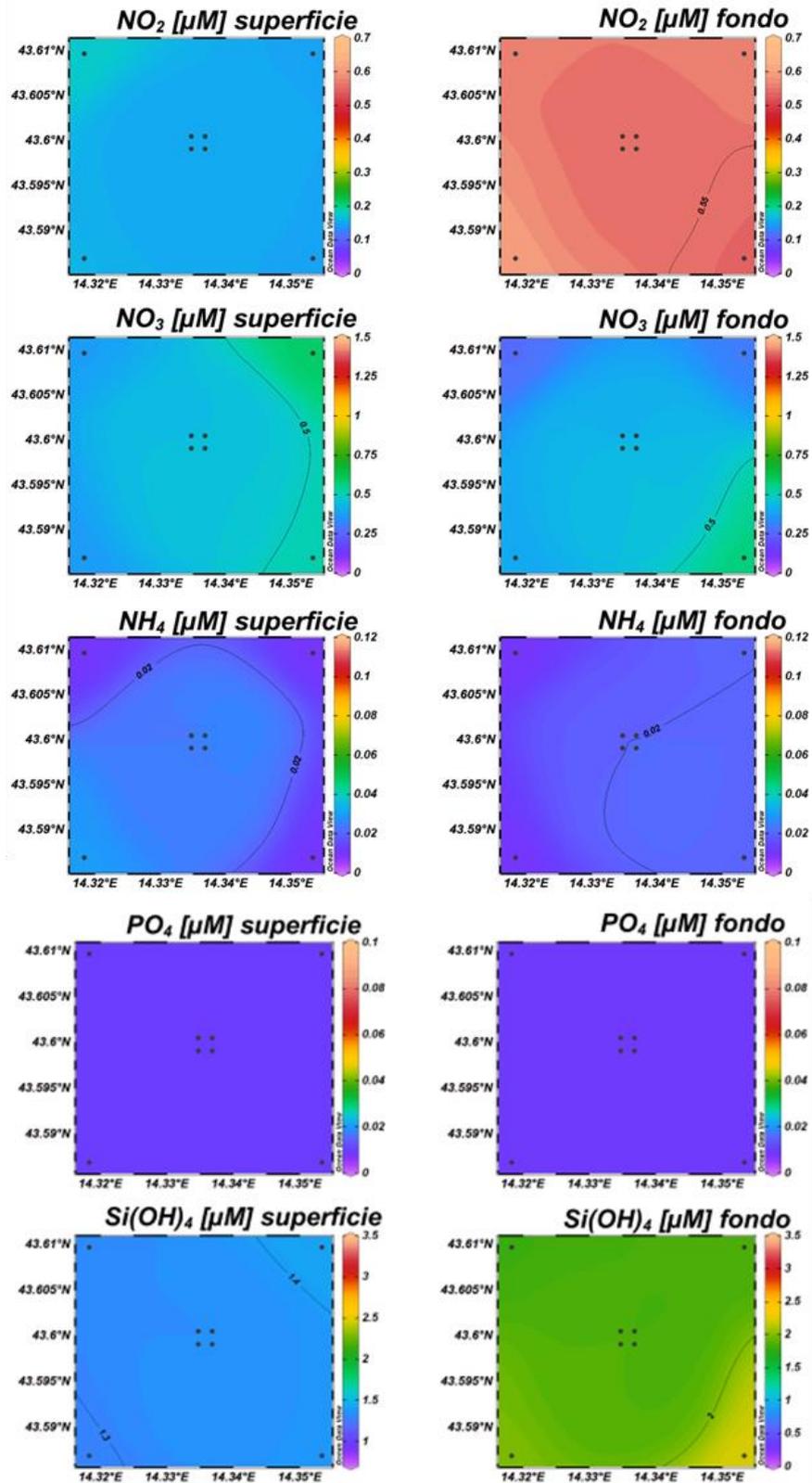
La concentrazione media di silicati è stata di  $1,43 \pm 0,78 \mu\text{M}$ . I valori massimi sono stati riscontrati nelle quote di fondo, caratterizzate da concentrazioni medie di  $2,69 \pm 0,29 \mu\text{M}$ , con il massimo ( $3,21 \mu\text{M}$ ) nella stazione BO6, mentre il minimo ( $0,77 \mu\text{M}$ ) è stato osservato in superficie nella stazione BO7.



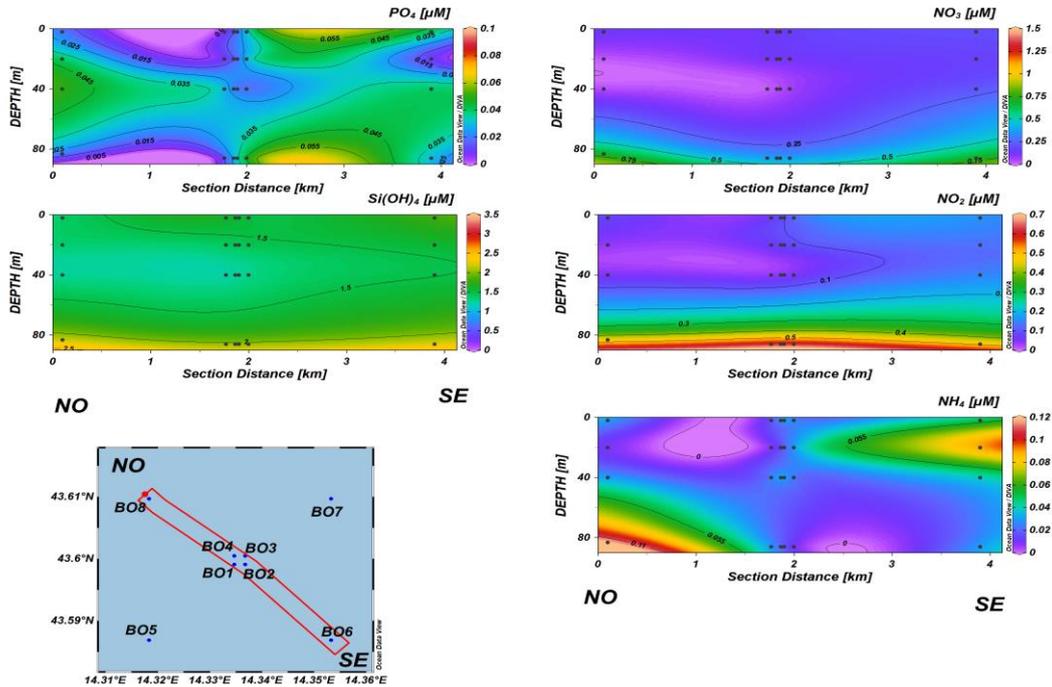
**Fig. 3.10a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



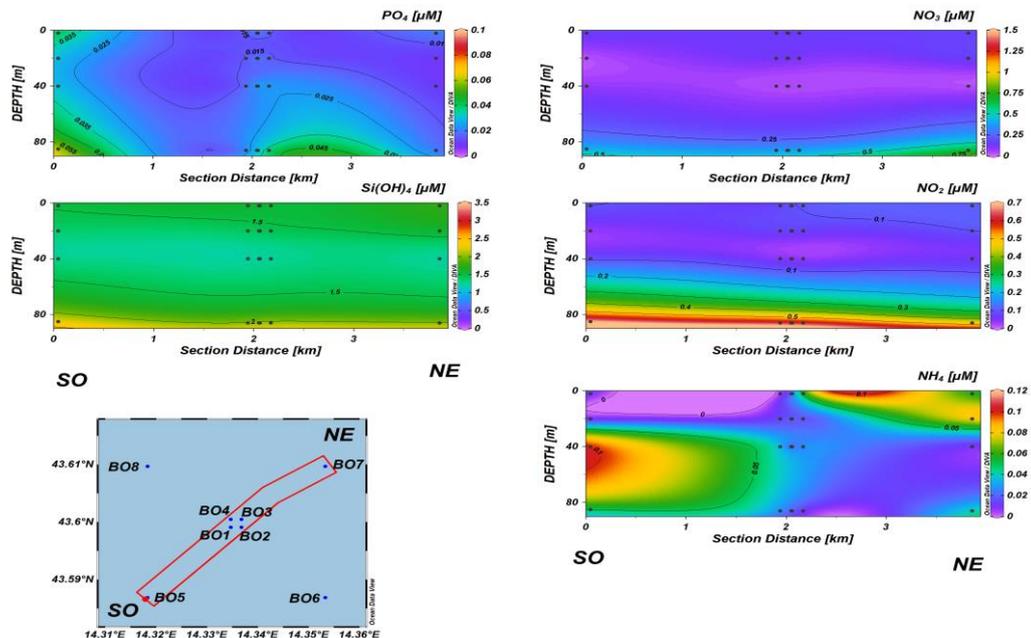
**Fig. 3.10b** - Sezioni SO-NE delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



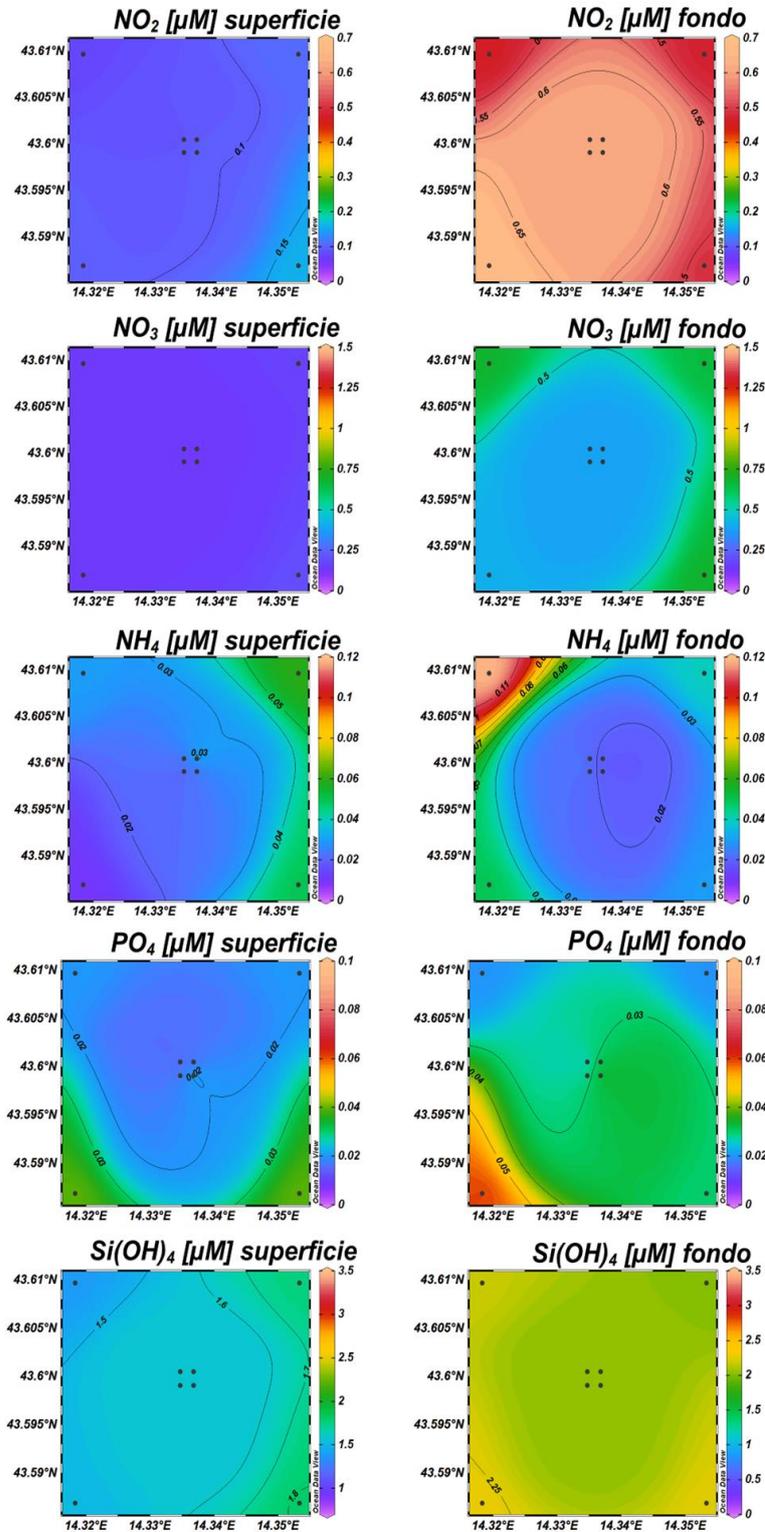
**Fig. 3.11** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $\text{PO}_4$ ), silicati ( $\text{Si(OH)}_4$ ), nitrati ( $\text{NO}_3$ ), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) e ammonio ( $\text{NH}_4$ ) espresse in  $\mu\text{M}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante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



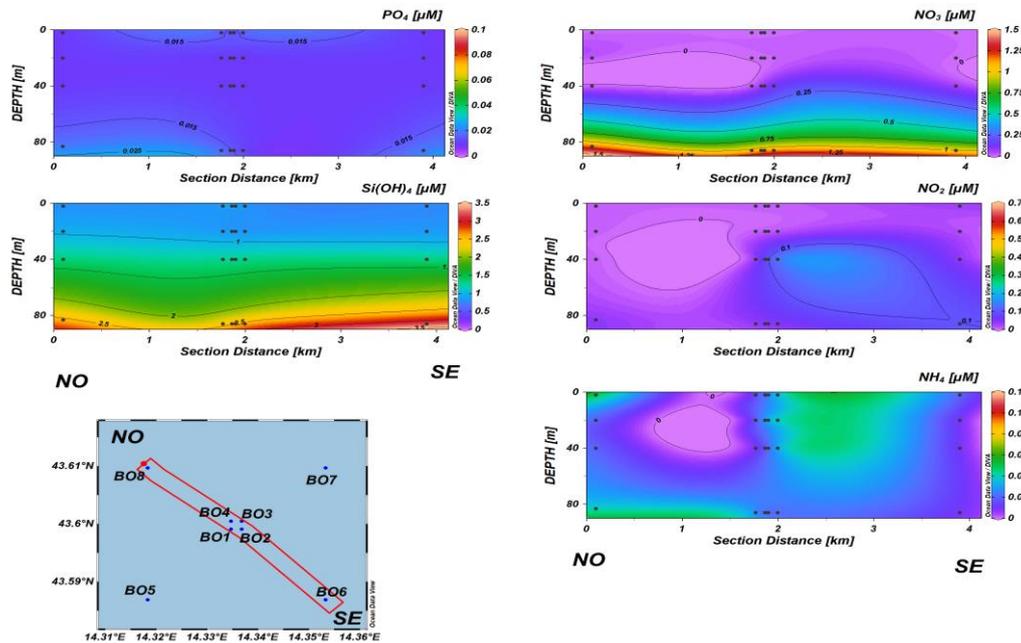
**Fig. 3.12a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



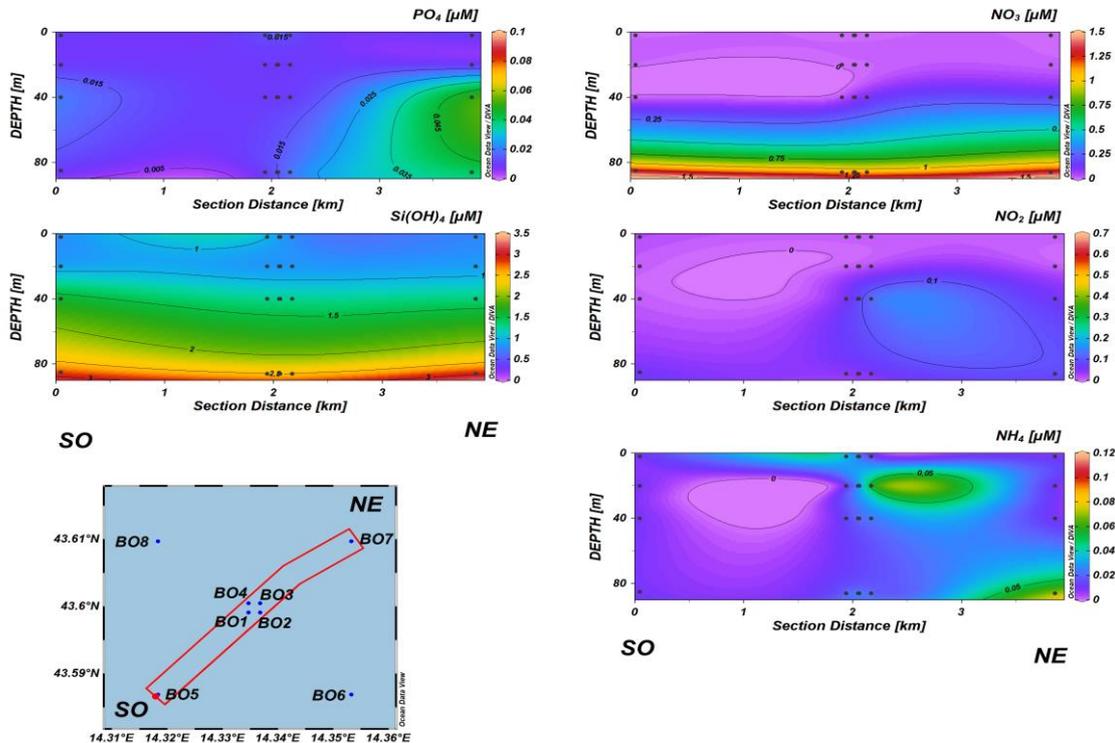
**Fig. 3.12b** - Sezioni SO-NE delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di fosfati ( $PO_4$ ), silicati ( $Si(OH)_4$ ), nitrati ( $NO_3$ ), nitriti ( $NO_2$ ) e ammonio ( $NH_4$ ) espresse in  $\mu M$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



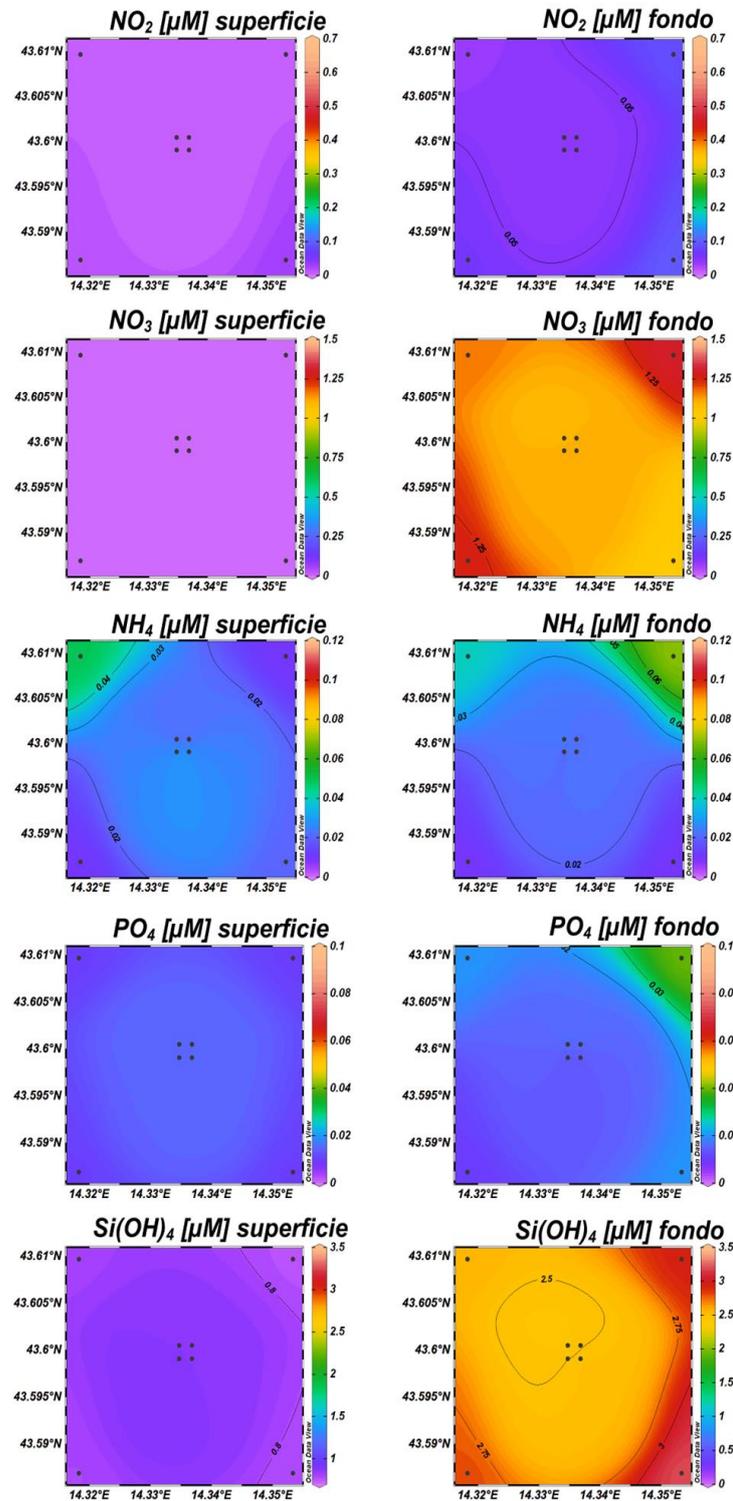
**Fig. 3.13** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di fosfati (PO<sub>4</sub>), silicati (Si(OH)<sub>4</sub>), nitrati (NO<sub>3</sub>), nitriti (NO<sub>2</sub>) e ammonio (NH<sub>4</sub>) espresse in  $\mu$ M. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software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



**Fig. 3.14a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 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 BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 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 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. **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  $262,8 \pm 59,9 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $391,6 \text{ ng L}^{-1}$  ed un minimo di  $175,5 \text{ ng L}^{-1}$  misurati rispettivamente al fondo nella stazione BO1 ed in superficie della BO4. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $24,1 \pm 6,1 \text{ ng L}^{-1}$  e  $68,8 \pm 8,1 \text{ ng L}^{-1}$ . La concentrazione massima di Chl *b* ( $38,2 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata misurata al fondo nella stazione BO1, analogamente a quanto osservato per la Chl *a*, mentre la concentrazione minima ( $17,0 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata riscontrata in superficie della stazione BO5. Il massimo ( $88,0 \text{ ng L}^{-1}$ ) e il minimo ( $52,0 \text{ ng L}^{-1}$ ) di Chl *c* sono stati riscontrati nella stazione BO8 al fondo e in superficie rispettivamente. In generale le concentrazioni di pigmenti clorofilliani hanno presentato concentrazioni più elevate al fondo.

Il materiale particellato (TSM), ha presentato una concentrazione media pari a  $0,6 \pm 0,4 \text{ mg L}^{-1}$ . Generalmente una maggiore concentrazione è stata riscontrata al fondo nelle stazioni di controllo. Il massimo ( $1,4 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione BO7, mentre il minimo ( $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato riscontrato a 20 m nella medesima stazione.

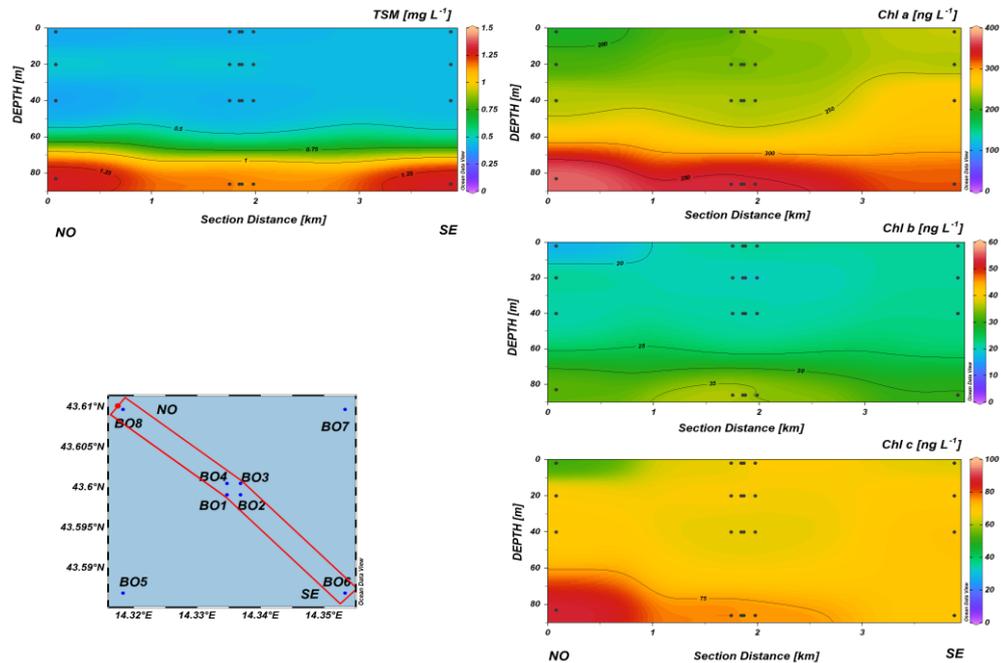
Ad **aprile** (figg. 3.18a, 3.18b, 3.19) la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a  $162,9 \pm 29,6 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $240,6 \text{ ng L}^{-1}$  misurato a 40 m della stazione BO2 ed un minimo di  $96,2 \text{ ng L}^{-1}$  riscontrato al fondo nella BO6. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $12,8 \pm 4,1 \text{ ng L}^{-1}$  e  $45,3 \pm 10,7 \text{ ng L}^{-1}$ . Il valore massimo di Chl *b* ( $21,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) e il minimo ( $6,9 \text{ ng L}^{-1}$ ) sono stati riscontrati nella stazione BO2 al fondo e nella stazione BO4 in superficie rispettivamente. Il massimo di Chl *c* ( $67,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato a 40 m della stazione BO2, analogamente a quanto osservato per la Chl *a*, mentre la concentrazione minima ( $29,7 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stata osservata in superficie della stazione della BO8. In generale non si osserva alcun andamento delle concentrazioni di pigmenti clorofilliani lungo la colonna d'acqua.

Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a  $0,4 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ , e le concentrazioni più elevate sono state osservate nelle acque di fondo ( $0,8 \pm 0,2 \text{ mg L}^{-1}$ ), con il massimo ( $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) nelle stazioni BO3 e BO8, mentre il valore minimo ( $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato a 20 m di profondità nella stazione BO2.

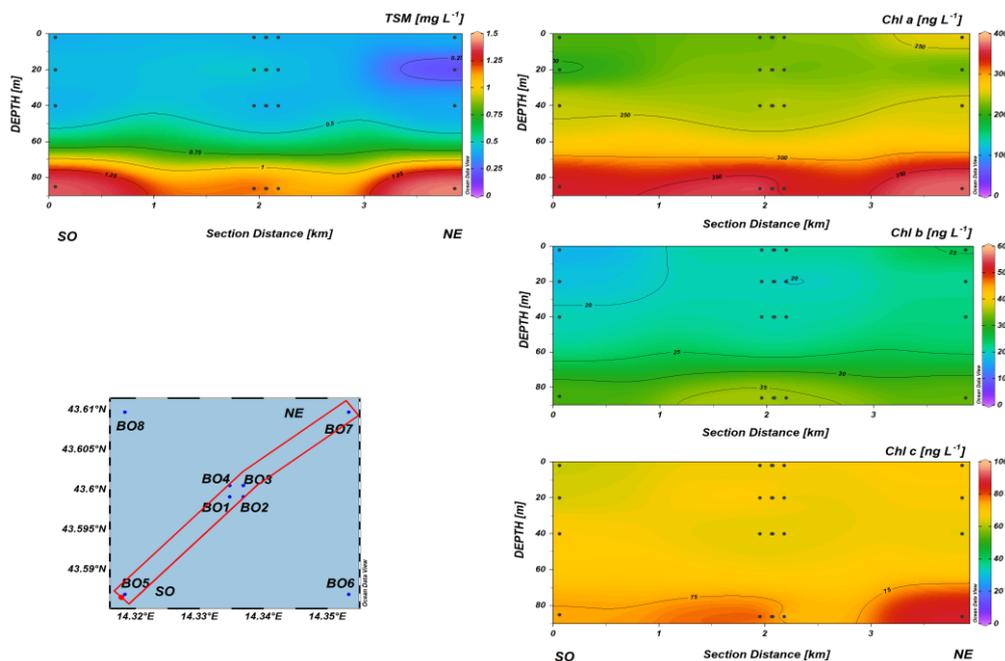


A **maggio** (figg. 3.20a, 3.20b, 3.21) la concentrazione media di Chl *a* è risultata pari a  $155,1 \pm 77,0 \text{ ng L}^{-1}$ , con un massimo di  $323,6 \text{ ng L}^{-1}$  misurato alla profondità di 40 m della stazione BO1 ed un minimo di  $78,0 \text{ ng L}^{-1}$  riscontrato in superficie della BO5. La clorofilla *b* (Chl *b*) e la clorofilla *c* (Chl *c*) hanno presentato concentrazioni medie rispettivamente pari a  $18,6 \pm 15,2 \text{ ng L}^{-1}$  e  $39,7 \pm 25,9 \text{ ng L}^{-1}$ . Il valore massimo di Chl *b* ( $55,6 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione BO8, mentre il minimo ( $4,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato riscontrato in superficie nella stazione BO5. Il massimo di Chl *c* ( $98,5 \text{ ng L}^{-1}$ ) è stato misurato al fondo della stazione BO8, mentre la concentrazione minima ( $13,8 \text{ ng L}^{-1}$ ), analogamente a quanto osservato per la Chl *a* e Chl *b*, è stata osservata alla quota superficiale della BO5. In generale le concentrazioni più elevate di pigmenti clorofilliani sono state rilevate nelle acque più profonde, con un gradiente di concentrazione decrescente tra NO-SE.

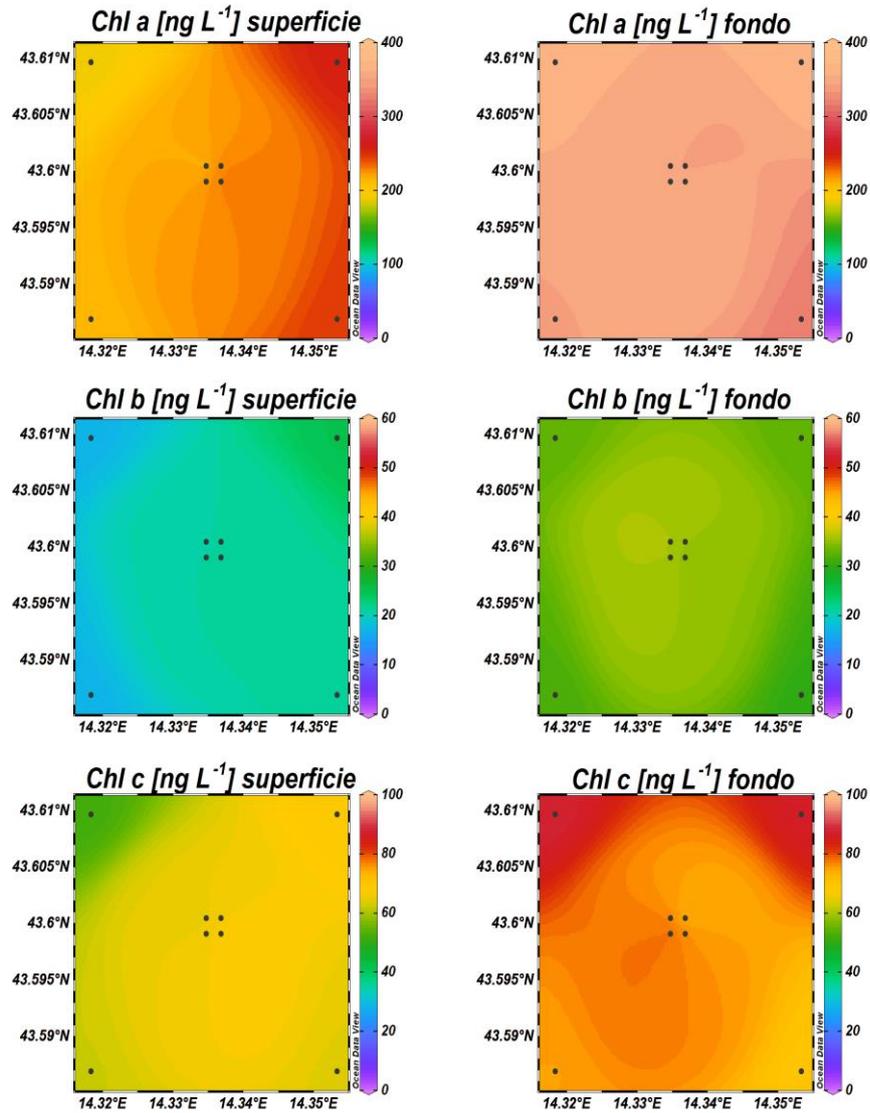
Il TSM ha presentato una concentrazione media pari a  $0,6 \pm 0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , analogamente a quanto osservato per i pigmenti clorofilliani, le concentrazioni più elevate di TSM sono state osservate nelle acque di fondo. Il massimo ( $1,2 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato registrato al fondo della stazione BO4, mentre il valore minimo ( $0,1 \text{ mg L}^{-1}$ ) è stato misurato nella stazione BO8 a 20 m di profondità.



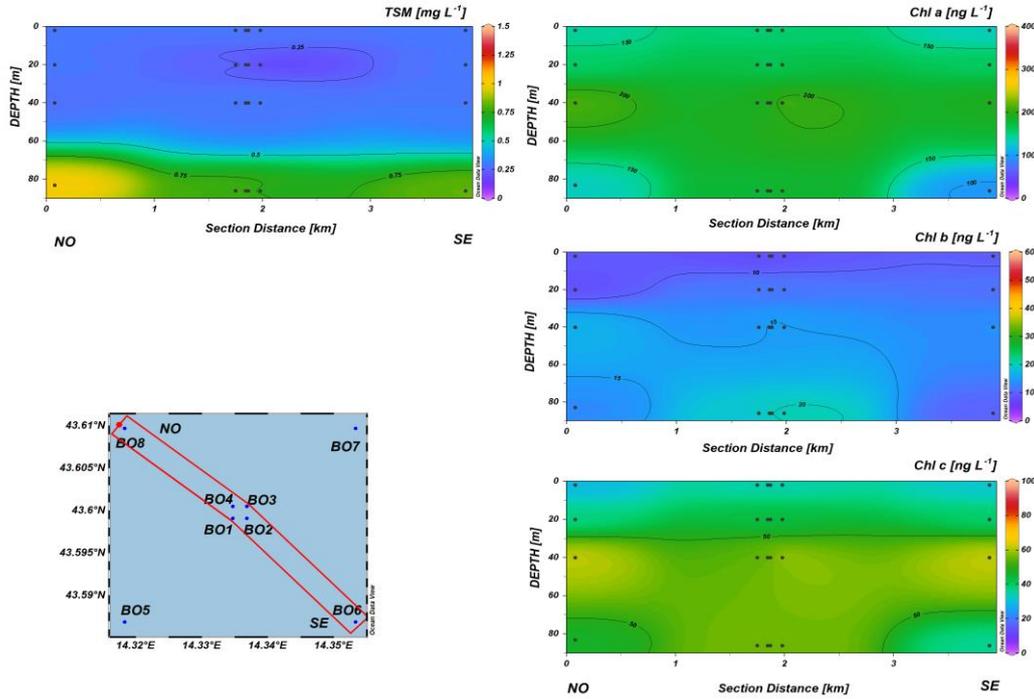
**Fig. 3.16a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



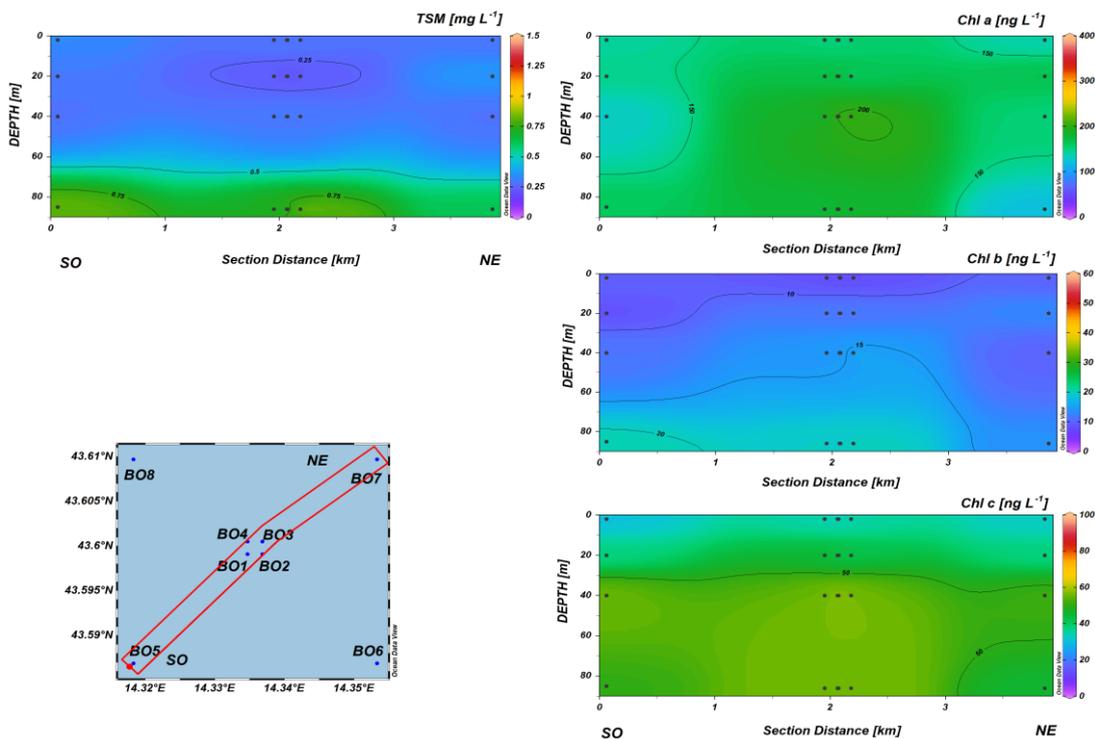
**Fig. 3.16b** - Sezioni SO-NE delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



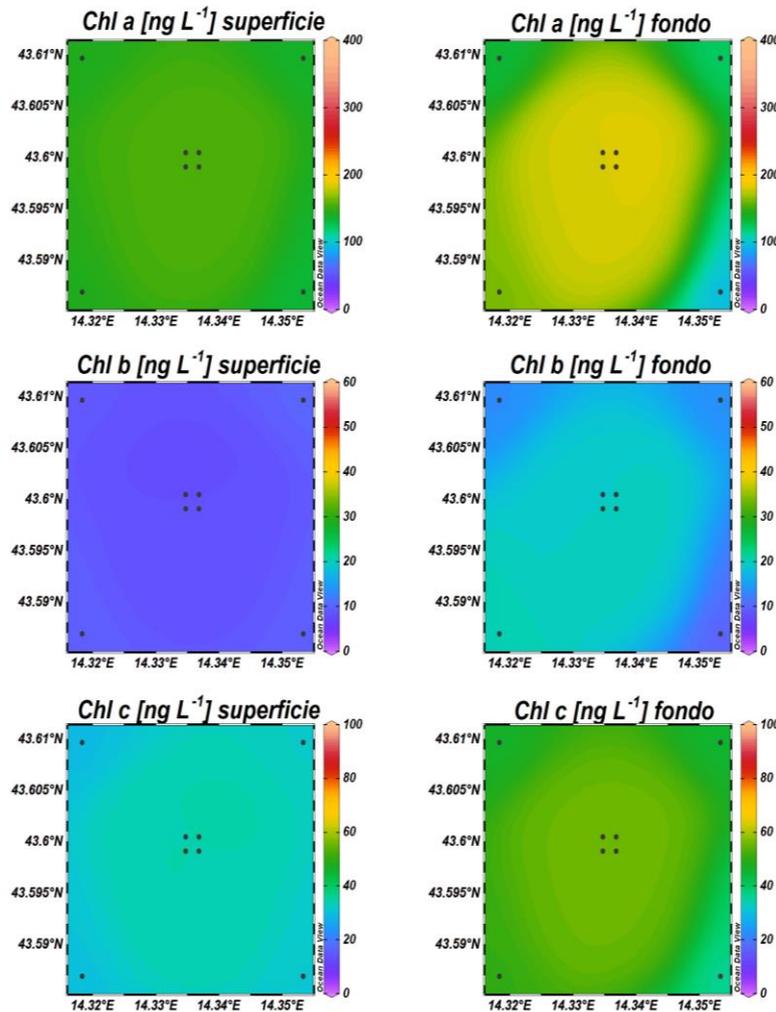
**Fig. 3.17** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Febbraio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



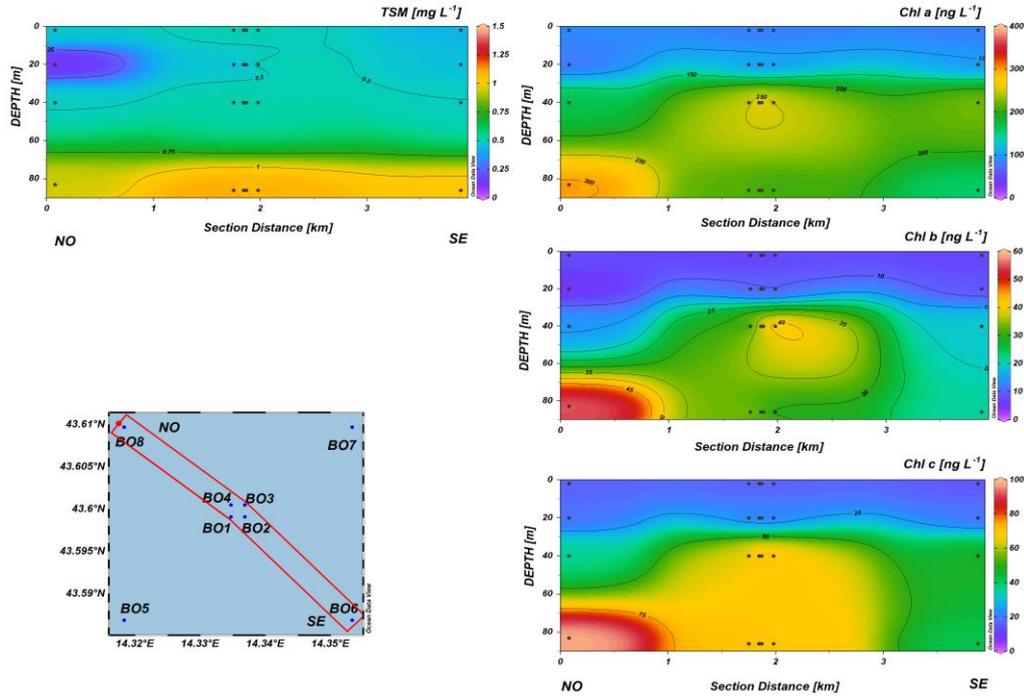
**Fig. 3.18a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e F6 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



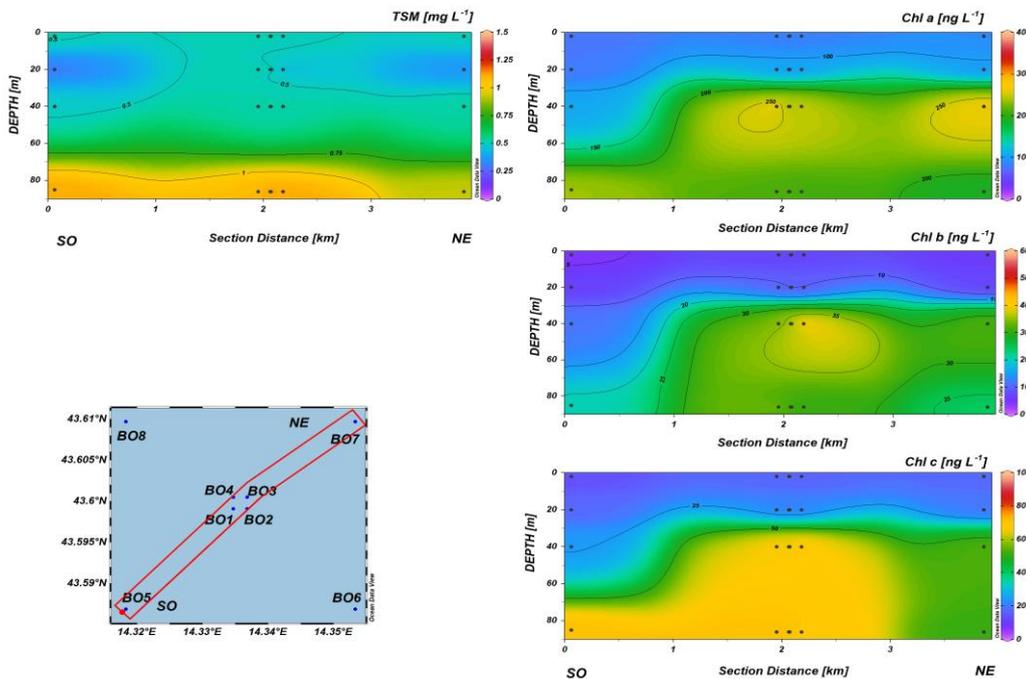
**Fig. 3.18b** - Sezioni SO-NE delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (TSM) espresso in  $\text{mg L}^{-1}$ , clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b), clorofilla c (Chl c), espresse in  $\text{ng L}^{-1}$ . **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



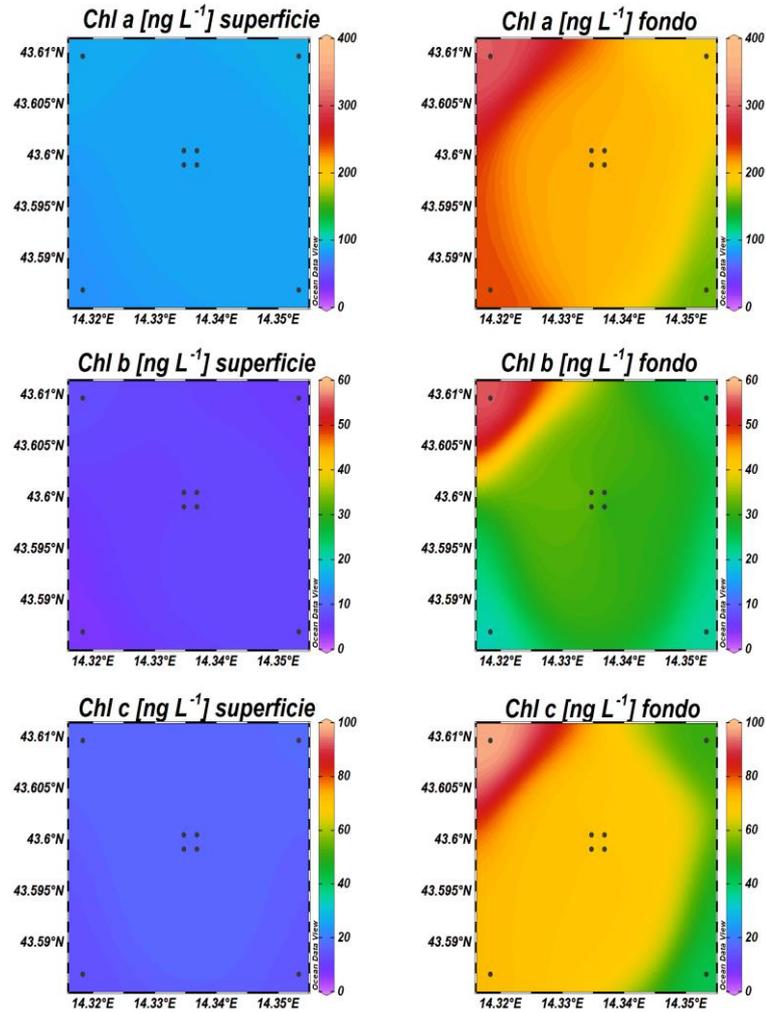
**Fig. 3.19** - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di clorofilla a (Chl a), clorofilla b (Chl b) e clorofilla c (Chl c) espresse in ng L<sup>-1</sup>. **Aprile 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20a** - Sezioni NO-SE delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2 e BO6 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  $\text{ng L}^{-1}$ . **Maggio 2023**. Grafico realizzato mediante il software Ocean Data View – ODV (© 2016 Reiner Schlitzer).



**Fig. 3.20b** - Sezioni SO-NE delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3 e BO7 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  $\text{ng l}^{-1}$ . **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 ng L<sup>-1</sup>. **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)** rilevati 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 tre surveys condotti nel 1° semestre 2023.

Stazione	Idrocarburi Totali (n-esano)		
	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	< 31	< 31	< 31
BO1 20 m	< 31	< 31	< 31
BO1 40 m	< 31	< 31	< 31
BO1 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO2 Sup	< 31	< 31	< 31
BO2 20 m	< 31	< 31	< 31
BO2 40 m	< 31	< 31	< 31
BO2 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO3 Sup	< 31	< 31	< 31
BO3 20 m	< 31	< 31	< 31
BO3 40 m	< 31	< 31	< 31
BO3 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO4 Sup	< 31	< 31	< 31
BO4 20 m	< 31	< 31	< 31
BO4 40 m	< 31	< 31	< 31
BO4 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO5 Sup	< 31	< 31	< 31
BO5 20 m	< 31	< 31	< 31
BO5 40 m	< 31	< 31	< 31
BO5 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO6 Sup	< 31	< 31	< 31
BO6 20 m	< 31	< 31	< 31
BO6 40 m	< 31	< 31	< 31
BO6 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO7 Sup	< 31	< 31	< 31
BO7 20 m	< 31	< 31	< 31
BO7 40 m	< 31	< 31	< 31
BO7 Fondo	< 31	< 31	< 31
BO8 Sup	< 31	< 31	< 31
BO8 20 m	< 31	< 31	< 31
BO8 40 m	< 31	< 31	< 31
BO8 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 in tutti i campioni effettuati.

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

Stazione	Idrocarburi Alifatici (C10-C32)		
	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	< 23	< 23	< 23
BO1 20 m	< 23	< 23	< 23
BO1 40 m	< 23	< 23	< 23
BO1 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO2 Sup	< 23	< 23	< 23
BO2 20 m	< 23	< 23	< 23
BO2 40 m	< 23	< 23	< 23
BO2 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO3 Sup	< 23	< 23	< 23
BO3 20 m	< 23	< 23	< 23
BO3 40 m	< 23	< 23	< 23
BO3 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO4 Sup	< 23	< 23	< 23
BO4 20 m	< 23	< 23	< 23
BO4 40 m	< 23	< 23	< 23
BO4 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO5 Sup	< 23	< 23	< 23
BO5 20 m	< 23	< 23	< 23
BO5 40 m	< 23	< 23	< 23
BO5 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO6 Sup	< 23	< 23	< 23
BO6 20 m	< 23	< 23	< 23
BO6 40 m	< 23	< 23	< 23
BO6 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO7 Sup	< 23	< 23	< 23
BO7 20 m	< 23	< 23	< 23
BO7 40 m	< 23	< 23	< 23
BO7 Fondo	< 23	< 23	< 23
BO8 Sup	< 23	< 23	< 23
BO8 20 m	< 23	< 23	< 23
BO8 40 m	< 23	< 23	< 23
BO8 Fondo	< 23	< 23	< 23

**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 rilevabilità dei parametri analitici sommati. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; SQA-CMA= Standard Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile.

	IROCARBURI POLICICLICI AROMATICI ( $\Sigma$ 16 IPA)			Benzo(a)pirene		
<b>DM 172/2015</b>						
<b>SQA-MA</b>					<b>0,00017</b>	
<b>SQA-CMA</b>					<b>0,027</b>	
<b>Stazione</b>	<b>Febbraio</b>	<b>Aprile</b>	<b>Maggio</b>	<b>Febbraio</b>	<b>Aprile</b>	<b>Maggio</b>
BO1 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO1 20 m	<0,0028	<0,0028	0,0006	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO1 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO1 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO2 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO2 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO2 40 m	<0,0028	0,00068	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO2 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO3 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO3 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO3 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO3 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO4 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO4 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO4 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO4 Fondo	<0,0028	<0,0028	0,00083	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO5 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO5 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO5 40 m	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO5 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO6 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO6 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO6 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO6 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO7 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO7 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO7 40 m	<0,0028	0,00072	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO7 Fondo	<0,0028	0,0009	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO8 Sup	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO8 20 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO8 40 m	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014
BO8 Fondo	<0,0028	<0,0028	<0,0028	<0,00014	<0,00014	<0,00014



Le concentrazioni degli **IPA**, riportati 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. Nei mesi di aprile e maggio gli IPA sono stati rilevati solo in 6 campioni compresi tra 0,0006 e 0,0009  $\mu\text{g L}^{-1}$ , tutti attribuibili al fenantrene, mentre a febbraio i valori sono risultati tutti inferiori al limite di rilevabilità strumentale. Le concentrazioni di benzo(a)pirene (Tab. 3-III) sono risultate invece sempre inferiori al limite di rilevabilità.

I valori misurati per i **Solventi Organici Aromatici (BTEX)** sono riportati in Tab. 3-IV.

Il **benzene** non è mai stato rilevato nei campionamenti di febbraio e maggio. In aprile è stato rilevato solo nell'area di controllo in 5 campioni e le concentrazioni sono variate tra 0,011 e 0,014  $\mu\text{g L}^{-1}$ . L'**etilbenzene** e il **toluene** hanno mostrato valori inferiori al limite di rilevabilità in tutti i campioni

Nel mese di febbraio e maggio lo **stirene** è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale, mentre nel mese di aprile è stato rilevato in quasi tutti i campioni e le concentrazioni sono variate tra 0,011 e 0,027  $\mu\text{g L}^{-1}$  risultando in media  $0,02 \pm 0,01 \mu\text{g L}^{-1}$ .

Nei surveys di aprile e maggio non è stata rilevata presenza di **xilene**, mentre nel mese di febbraio è stato rilevato in 6 campioni nel range 0,0102-0,068  $\mu\text{g L}^{-1}$ .



**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.



**SHELTER**  
Sustain your business

**Tab. 3-IV --** Microinquinanti organici (BTEX;  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) determinati nel corso dei tre surveys condotti nel 1° semestre 2023. SQA-MA= Standard Qualità Ambientale - Media Annuia; 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
BO1 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO1 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,012	<0,05
BO1 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO1 Fondo	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,024	<0,05
BO2 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,027	<0,05
BO2 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,012	<0,05
BO2 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,025	<0,05
BO2 Fondo	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,014	<0,05
BO3 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,016	<0,05
BO3 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO3 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,011	<0,05
BO3 Fondo	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,024	<0,05
BO4 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO4 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,015	<0,05
BO4 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,017	<0,05
BO4 Fondo	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,012	<0,05
BO5 Sup	<0,010	0,011	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,016	<0,05
BO5 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,024	<0,05
BO5 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,014	<0,05
BO5 Fondo	<0,010	0,011	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO6 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,011	<0,05
BO6 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,019	<0,05
BO6 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,012	<0,05
BO6 Fondo	<0,010	0,014	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO7 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,014	<0,05
BO7 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,013	<0,05
BO7 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,02	<0,05
BO7 Fondo	<0,010	0,012	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO8 Sup	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO8 20 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05
BO8 40 m	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	0,019	<0,05
BO8 Fondo	<0,010	0,014	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05	<0,010	<0,010	<0,05

**Tab. 3-IV --** Microinquinanti organici (BTEX;  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) determinati 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 (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
BO1 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO1 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO1 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO1 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO2 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,068	<0,020	<0,05
BO2 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO2 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO2 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO3 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,0102	<0,020	<0,05
BO3 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO3 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO3 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO4 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,039	<0,020	<0,05
BO4 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO4 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO4 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO5 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,051	<0,020	<0,05
BO5 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO5 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO5 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO6 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO6 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO6 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO6 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO7 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,067	<0,020	<0,05
BO7 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO7 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO7 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO8 Sup	<0,050	<0,050	<0,050	0,035	<0,020	<0,05
BO8 20 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO8 40 m	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05
BO8 Fondo	<0,050	<0,050	<0,050	<0,020	<0,020	<0,05

### 3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il **Glicole Etilenico** è sempre risultato inferiore al limite di rilevabilità strumentale (Tab. 3-III).

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

Stazione	Glicole Etilenico		
	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO1 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO1 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO1 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO2 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO2 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO2 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO2 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO3 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO3 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO3 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO3 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO4 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO4 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO4 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO4 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO5 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO5 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO5 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO5 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO6 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO6 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO6 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO6 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO7 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO7 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO7 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO7 Fondo	<1,5	<1,5	<1,5
BO8 Sup	<1,5	<1,5	<1,5
BO8 20 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO8 40 m	<1,5	<1,5	<1,5
BO8 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 di alluminio nel mese di novembre sono state rilevate in tutti i campioni nel range  $7\text{-}39 \mu\text{g L}^{-1}$ , nonostante tali valori siano superiori a quanto osservato nei mesi successivi, non si osserva alcuna differenza tra i due gruppi di stazioni (media  $21,06 \pm 9,67$  e  $26,38 \pm 7,94 \mu\text{g L}^{-1}$  in BO1-BO4 e BO5-BO8 rispettivamente). In aprile le concentrazioni dei 13 campioni rilevati sono variate tra  $0,401$  e  $1,48 \mu\text{g L}^{-1}$  rispettivamente in BO4 fondo e BO5 20m, mentre in maggio l'unico valore rilevato ( $0,550 \mu\text{g L}^{-1}$ ) ha caratterizzato il campione BO7 20m.

**Arsenico** – L'arsenico è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità ad aprile, mentre in maggio è stato rilevato solamente in BO5 20m ( $0,13 \mu\text{g L}^{-1}$ ). A febbraio è stato rilevato ovunque e sebbene le concentrazioni siano piuttosto elevate i valori medi sono risultati comparabili tra le stazioni prossime alla piattaforma e le stazioni di controllo (media  $2,02 \pm 0,20$  e  $2,13 \pm 0,39 \mu\text{g L}^{-1}$  rispettivamente).

**Bario** – Anche per il bario nonostante le concentrazioni più elevate abbiano caratterizzato il mese di febbraio (media complessiva  $10,28 \pm 1,59 \mu\text{g L}^{-1}$ ), i valori sono risultati geograficamente omogenei. Ad aprile i valori, più contenuti, sono variati tra  $0,112$  e  $1,79 \mu\text{g L}^{-1}$ , mentre a maggio è stato rilevato solamente in BO5 20m ( $0,28 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Cadmio** – Le concentrazioni di cadmio, nel primo semestre di campionamento, sono sempre risultate inferiori al limite di rilevabilità del metodo analitico in tutte le stazioni.

**Cromo** – Nel mese di febbraio, fatta eccezione per il massimo isolato in BO4 sup ( $6,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) risultato superiore allo SQA-MA fissato per legge, sono risultati rilevabili ancora 3 valori nell'area di controllo nel range  $0,31\text{-}1,9 \mu\text{g L}^{-1}$ . Ad aprile è stato rilevato in tutti i campioni con concentrazioni contenute e geograficamente omogenee (media  $0,17 \pm 0,02 \mu\text{g L}^{-1}$ , rispettivamente), mentre a maggio è risultato rilevabile solamente il campione BO2 fondo ( $0,2 \mu\text{g L}^{-1}$ ).

**Ferro** – Nel primo semestre le concentrazioni di ferro sono state quantificate solo a febbraio su 4 campioni tutti nell'area di controllo, in un range piuttosto elevato ( $9,9\text{-}31,0 \mu\text{g L}^{-1}$ ). Ad



aprile e maggio tutti i valori sono risultati inferiori al limite di rilevabilità.

**Mercurio** – Le concentrazioni di mercurio sono state quantificate nel mese di febbraio nella maggior parte dei campioni nel range 0,03-0,335  $\mu\text{g L}^{-1}$  risultando superiori allo SQA-CMA fissato per questo parametro in quasi tutti i campioni della zona prossima alla piattaforma e in 4 campioni nell’area di controllo. Ad aprile e maggio le concentrazioni sono risultate invece tutte inferiori al limite di quantificazione.

**Nichel** – Nel mese di febbraio il nichel è stato rilevato nella metà dei campioni, quasi tutti nell’area prossima alla piattaforma (range 0,15-1,79  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Diversamente ad aprile e maggio la quasi totalità dei campioni è risultata inferiore al limite di rilevabilità, fanno eccezione solamente due campioni a maggio BO2 (0,13  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e BO4 (0,47  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) entrambi alle quote di fondo

**Piombo** – I valori di piombo non hanno mai superato i limiti di rilevabilità del metodo analitico.

**Rame** – A febbraio ed aprile il rame è stato quantificato nella metà dei campioni, quasi tutti nell’area di controllo. I valori sono risultati nel range di 0,98-4,3  $\mu\text{g L}^{-1}$  a febbraio, mentre ad aprile i valori rilevati sono risultati più contenuti (0,123-0,292  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). A maggio tutte le concentrazioni sono risultate inferiori ai limiti di rilevabilità.

**Vanadio** – Nel mese di febbraio le concentrazioni di vanadio sono risultate più elevate, ma omogenee tra le due aree (media BO1-BO4: 3,15 $\pm$  0,46  $\mu\text{g L}^{-1}$  e BO5-BO8: 4,14  $\pm$  0,83  $\mu\text{g L}^{-1}$ ). Ad aprile e maggio tutti i valori sono stati inferiori al limite di rilevabilità.

**Zinco** – Anche le concentrazioni di zinco a febbraio sono risultate più elevate (range complessivo di 2,4 - 9,2  $\mu\text{g L}^{-1}$  con il massimo in BO2 in superficie), ma geograficamente omogenee tra le due aree (4,80  $\pm$  2,46 e 4,08  $\pm$  1,34  $\mu\text{g L}^{-1}$  in BO1-BO4 e BO5-BO8 rispettivamente). Valori più contenuti hanno caratterizzato il mese di aprile (media 0,67 $\pm$  0,28  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), mentre a maggio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità.

**Indio** – Nel primo semestre di monitoraggio l’indio è risultato sempre inferiore al limite di rilevabilità strumentale.

**Silicio** – Fatta eccezione per il massimo isolato in BO7 in superficie (2,7  $\text{mg L}^{-1}$ ) a febbraio, le concentrazioni di silicio sono risultate piuttosto contenute e in media pari a 0,12  $\pm$  0,04 e 0,19 $\pm$  0,05  $\text{mg L}^{-1}$  a febbraio e aprile rispettivamente e sempre inferiori al limite di rilevabilità in maggio.



**Tab. 3- VII -** Concentrazioni ( $\mu\text{g/L}$ ; Si in  $\text{mg/L}$ ) 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)		
				5					
SQA-MA									
SQA-CMA									
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	18,0	<0,40	<0,40	1,97	<0,10	<0,10	8,6	<0,10	<0,10
BO1 20 m	22,8	<0,40	<0,40	2,28	<0,10	<0,10	12	<0,10	<0,10
BO1 40 m	8,2	<0,40	<0,40	2,05	<0,10	<0,10	12	<0,10	<0,10
BO1 Fondo	33,5	<0,40	<0,40	2,00	<0,10	<0,10	12	<0,10	<0,10
BO2 Sup	18,0	<0,40	<0,40	1,81	<0,10	<0,10	9,9	<0,10	<0,10
BO2 20 m	31,2	<0,40	<0,40	1,83	<0,10	<0,10	9,1	<0,10	<0,10
BO2 40 m	18,0	<0,40	<0,40	2,15	<0,10	<0,10	11	<0,10	<0,10
BO2 Fondo	22,7	<0,40	<0,40	1,92	<0,10	<0,10	11	0,112	<0,10
BO3 Sup	27,4	<0,40	<0,40	1,92	<0,10	<0,10	13	<0,10	<0,10
BO3 20 m	25,2	<0,40	<0,40	2,12	<0,10	<0,10	9,5	<0,10	<0,10
BO3 40 m	20,7	<0,40	<0,40	1,69	<0,10	<0,10	11	<0,10	<0,10
BO3 Fondo	23,3	<0,40	<0,40	1,72	<0,10	<0,10	11	<0,10	<0,10
BO4 Sup	33,4	<0,40	<0,40	2,10	<0,10	<0,10	14	0,256	<0,10
BO4 20 m	7,1	0,432	<0,40	2,30	<0,10	<0,10	8,7	0,276	<0,10
BO4 40 m	8,9	0,45	<0,40	2,17	<0,10	<0,10	12	0,25	<0,10
BO4 Fondo	9,4	0,401	<0,40	2,33	<0,10	<0,10	13	0,258	<0,10
BO5 Sup	24,2	0,591	<0,40	2,29	<0,10	<0,10	10	1,79	<0,10
BO5 20 m	7,7	1,48	<0,40	1,70	<0,10	0,13	7,8	0,272	0,28
BO5 40 m	26,7	0,611	<0,40	2,11	<0,10	<0,10	8,6	0,25	<0,10
BO5 Fondo	21,7	0,477	<0,40	1,93	<0,10	<0,10	10	0,254	<0,10
BO6 Sup	22,1	<0,40	<0,40	2,22	<0,10	<0,10	10	0,276	<0,10
BO6 20 m	25,0	<0,40	<0,40	1,92	<0,10	<0,10	9,0	0,251	<0,10
BO6 40 m	23,5	<0,40	<0,40	2,06	<0,10	<0,10	8,6	0,247	<0,10
BO6 Fondo	19,0	0,9	<0,40	1,78	<0,10	<0,10	9,1	0,268	<0,10
BO7 Sup	28,3	<0,40	<0,40	2,86	<0,10	<0,10	9,4	0,199	<0,10
BO7 20 m	38,5	0,456	0,55	2,97	<0,10	<0,10	10	0,327	<0,10
BO7 40 m	32,7	0,577	<0,40	2,62	<0,10	<0,10	7,6	0,247	<0,10
BO7 Fondo	23,0	0,82	<0,40	2,05	<0,10	<0,10	11	0,248	<0,10
BO8 Sup	32,8	0,511	<0,40	1,69	<0,10	<0,10	9,4	0,306	<0,10
BO8 20 m	36,8	<0,40	<0,40	2,09	<0,10	<0,10	8,7	0,254	<0,10
BO8 40 m	16,0	<0,40	<0,40	1,67	<0,10	<0,10	11	0,193	<0,10
BO8 Fondo	18,0	0,401	<0,40	2,10	<0,10	<0,10	11	0,261	<0,10

Tab. 3- VIII - Continua.

DM 172/2015	Cadmio (Cd)			Cromo totale			Ferro (Fe)		
SQA-MA SQA-CMA	0,2			4					
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,184	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO1 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,188	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO1 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,185	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO1 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,125	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO2 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,172	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO2 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,172	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO2 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,184	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO2 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,187	0,2	<4,9	<5,0	<5,0
BO3 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,167	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO3 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,153	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO3 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,178	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO3 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,172	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO4 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<b>6,4</b>	0,182	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO4 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,184	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO4 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,196	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO4 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,19	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO5 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,154	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO5 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,205	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO5 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	0,64	0,18	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO5 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,175	<0,10	13,0	<5,0	<5,0
BO6 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,177	<0,10	9,9	<5,0	<5,0
BO6 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,154	<0,10	31,0	<5,0	<5,0
BO6 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,194	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO6 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	1,9	0,162	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO7 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	0,31	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO7 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,148	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO7 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,134	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO7 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,143	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO8 Sup	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,106	<0,10	25,0	<5,0	<5,0
BO8 20 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,134	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO8 40 m	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	<0,10	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0
BO8 Fondo	<0,16	<0,10	<0,10	<0,22	0,14	<0,10	<4,9	<5,0	<5,0

Tab. 3- VIII - Continua.

DM 172/2015	Mercurio (Hg)			Nichel (Ni)			Piombo (Pb)		
SQA-MA				8,6			1,3		
SQA-CMA	0,07			34			14		
Stazione <sup>2</sup>	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	0,142	<0,050	<0,050	1,79	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO1 20 m	0,184	<0,050	<0,050	0,70	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO1 40 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO1 Fondo	0,335	<0,050	<0,050	1,52	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO2 Sup	0,09	<0,050	<0,050	0,39	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO2 20 m	0,261	<0,050	<0,050	0,25	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO2 40 m	0,104	<0,050	<0,050	0,15	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO2 Fondo	0,282	<0,050	<0,050	0,26	<0,10	0,13	<0,14	<0,10	<0,10
BO3 Sup	0,161	<0,050	<0,050	0,68	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO3 20 m	0,215	<0,050	<0,050	0,71	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO3 40 m	0,148	<0,050	<0,050	1,48	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO3 Fondo	0,210	<0,050	<0,050	0,87	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO4 Sup	0,308	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO4 20 m	0,176	<0,050	<0,050	0,24	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO4 40 m	0,177	<0,050	<0,050	0,462	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO4 Fondo	0,149	<0,050	<0,050	0,39	<0,10	0,47	<0,14	<0,10	<0,10
BO5 Sup	0,04	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO5 20 m	0,04	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO5 40 m	0,06	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO5 Fondo	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO6 Sup	0,06	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO6 20 m	0,07	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO6 40 m	<0,01	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO6 Fondo	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO7 Sup	0,146	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO7 20 m	0,03	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO7 40 m	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO7 Fondo	0,04	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO8 Sup	0,155	<0,050	<0,050	0,80	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO8 20 m	0,170	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO8 40 m	0,234	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10
BO8 Fondo	0,05	<0,050	<0,050	<0,14	<0,10	<0,10	<0,14	<0,10	<0,10

Tab. 3- VIIV - Continua.

DM 172/2015	Rame (Cu)			Vanadio (V)			Zinco (Zn)		
SQA-MA									
SQA-CMA									
Stazione	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
BO1 Sup	<0,51	<0,10	<0,10	2,9	<0,10	<0,10	2,8	<0,40	<0,40
BO1 20 m	<0,51	<0,10	<0,10	3,6	<0,10	<0,10	<2,4	0,69	<0,40
BO1 40 m	<0,51	<0,10	<0,10	3,8	<0,10	<0,10	3,8	<0,40	<0,40
BO1 Fondo	<0,51	<0,10	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO2 Sup	<0,51	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	9,2	1,21	<0,40
BO2 20 m	<0,51	<0,10	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	7,3	<0,40	<0,40
BO2 40 m	<0,51	<0,10	<0,10	3,5	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO2 Fondo	<0,51	<0,10	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	4,1	<0,40	<0,40
BO3 Sup	<0,51	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	<2,4	0,98	<0,40
BO3 20 m	<0,51	<0,10	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO3 40 m	<0,51	<0,10	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	3,0	<0,40	<0,40
BO3 Fondo	<0,51	<0,10	<0,10	3,0	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO4 Sup	1,6	0,178	<0,10	2,7	<0,10	<0,10	3,4	<0,40	<0,40
BO4 20 m	<0,51	0,193	<0,10	2,3	<0,10	<0,10	<2,4	0,498	<0,40
BO4 40 m	<0,51	0,183	<0,10	2,4	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO4 Fondo	<0,51	0,172	<0,10	2,8	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO5 Sup	2,0	0,18	<0,10	4,5	<0,10	<0,10	3,5	0,63	<0,40
BO5 20 m	0,98	0,288	<0,10	3,9	<0,10	<0,10	5,2	0,486	<0,40
BO5 40 m	2,2	0,166	<0,10	4,1	<0,10	<0,10	4,2	0,436	<0,40
BO5 Fondo	2,2	0,194	<0,10	4,5	<0,10	<0,10	2,4	<0,40	<0,40
BO6 Sup	1,3	0,166	<0,10	3,4	<0,10	<0,10	6,4	<0,40	<0,40
BO6 20 m	2,5	0,147	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	6,3	<0,40	<0,40
BO6 40 m	4,3	0,178	<0,10	4,3	<0,10	<0,10	2,9	<0,40	<0,40
BO6 Fondo	3,1	0,158	<0,10	4,9	<0,10	<0,10	3,4	<0,40	<0,40
BO7 Sup	3,6	0,126	<0,10	5,5	<0,10	<0,10	5,8	<0,40	<0,40
BO7 20 m	3,4	0,292	<0,10	5,4	<0,10	<0,10	3,8	<0,40	<0,40
BO7 40 m	1,9	0,147	<0,10	5,2	<0,10	<0,10	3,2	<0,40	<0,40
BO7 Fondo	1,4	0,152	<0,10	3,9	<0,10	<0,10	3,7	<0,40	<0,40
BO8 Sup	<0,51	0,145	<0,10	2,6	<0,10	<0,10	2,4	0,459	<0,40
BO8 20 m	<0,51	0,145	<0,10	3,7	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40
BO8 40 m	<0,51	0,123	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	3,9	<0,40	<0,40
BO8 Fondo	<0,51	0,184	<0,10	3,3	<0,10	<0,10	<2,4	<0,40	<0,40

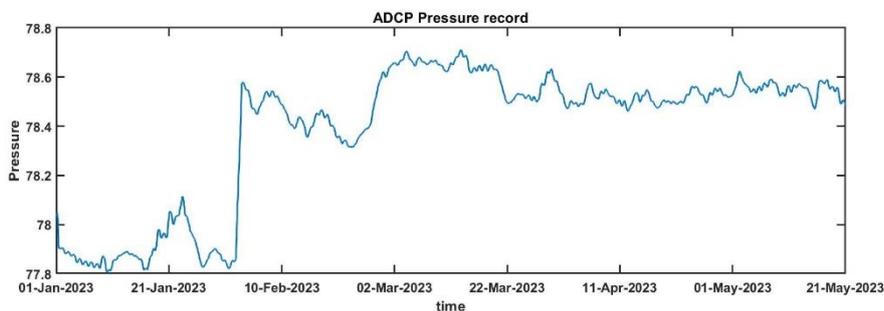


Tab. 3- VIV - Continua.

DM 172/2015	Indio (In)			Silicio		
	Febbraio	Aprile	Maggio	Febbraio	Aprile	Maggio
<b>SQA-MA</b>						
<b>SQA-CMA</b>						
<b>Stazione</b>						
<b>BO1 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,15	0,19	<0,10
<b>BO1 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,11	0,17	<0,10
<b>BO1 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,16	0,17	<0,10
<b>BO1 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,19	0,22	<0,10
<b>BO2 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,15	0,2	<0,10
<b>BO2 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,18	<0,10
<b>BO2 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,086	0,16	<0,10
<b>BO2 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,14	0,26	<0,10
<b>BO3 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,15	0,19	<0,10
<b>BO3 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,13	0,15	<0,10
<b>BO3 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,12	0,15	<0,10
<b>BO3 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,19	0,23	<0,10
<b>BO4 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,13	0,2	<0,10
<b>BO4 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,096	0,19	<0,10
<b>BO4 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,10	0,16	<0,10
<b>BO4 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,16	0,23	<0,10
<b>BO5 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
<b>BO5 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,2	<0,10
<b>BO5 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,14	<0,10
<b>BO5 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,12	<0,10
<b>BO6 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,13	<0,10
<b>BO6 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,034	0,18	<0,10
<b>BO6 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,11	0,24	<0,10
<b>BO6 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,026	0,23	<0,10
<b>BO7 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	2,7	0,2	<0,10
<b>BO7 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,13	<0,10
<b>BO7 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,18	<0,10
<b>BO7 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	<0,021	0,2	<0,10
<b>BO8 Sup</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,12	0,38	<0,10
<b>BO8 20 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,12	0,18	<0,10
<b>BO8 40 m</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,092	0,13	<0,10
<b>BO8 Fondo</b>	<0,08	<0,10	<0,10	0,15	0,16	<0,10

### 3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

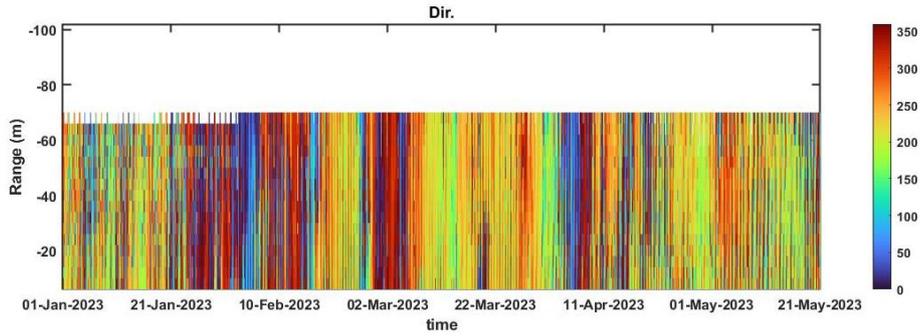
Il grafico della pressione (fig. 3.41) relativo alle registrazioni effettuate dal 1 gennaio al 26 maggio 2023 denota il buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero periodo di osservazione. Infatti, non si notano abbattimenti significativi del correntometro tali da poter creare problemi alle misure. Le variazioni di pressione sono dovute al recupero e successiva messa in mare dell'ormeggio, descritte in precedenza.



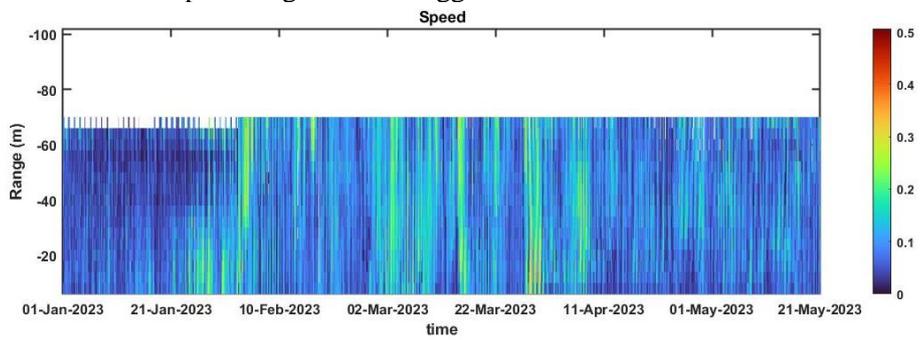
**Fig 3.41** - Pressione misurata nel periodo gennaio - maggio 2023 dal correntometro posizionato presso Bonaccia NW.

I risultati delle misure correntometriche ottenuti nella finestra temporale dal 1 gennaio al 26 maggio 2023 sono graficati nelle figure 3.42- 3.44.

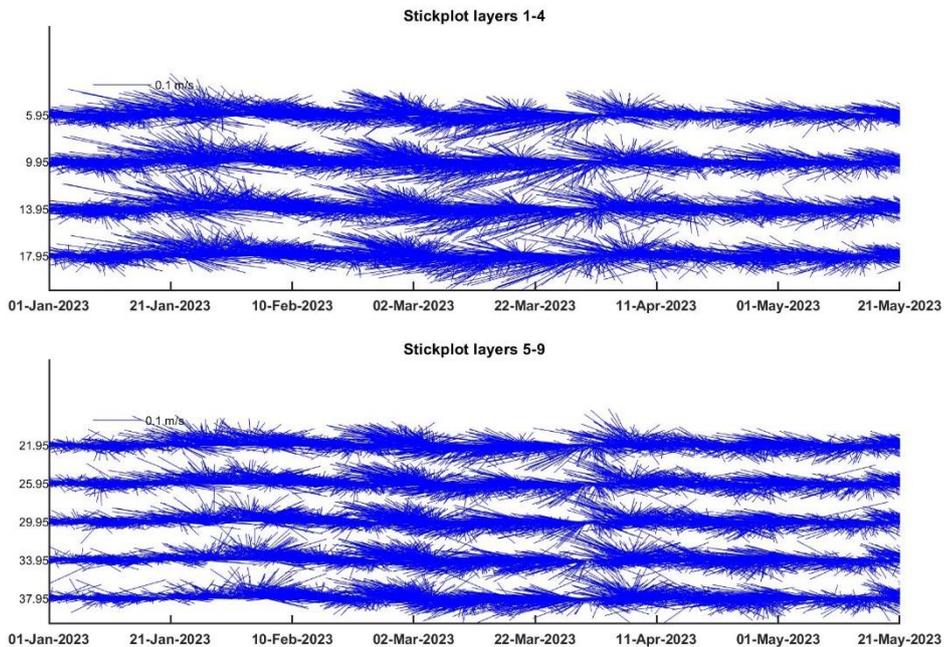
Durante il periodo preso in esame la corrente è stata caratterizzata da una direzione prevalentemente settentrionale con rotazioni verso Sud-Est e Sud-Ovest. In particolare, durante la prima metà di gennaio la direzione prevalente è stata Nord-Ovest, con rotazioni verso Nord-Est. Successivamente, la direzione della corrente è stata Sud-Ovest con rotazioni verso Sud-Est, fino a metà febbraio. Velocità sempre intorno ai  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Da metà febbraio fino a fine mese, la direzione della corrente è stata Nord-Ovest con rotazione verso Sud-Ovest e picchi di velocità fino a  $0,3 \text{ m s}^{-1}$ . Durante il mese di marzo la corrente ha avuto una direzione prevalente verso Sud-Ovest, con frequenti rotazioni verso Nord-Ovest. Nel mese di aprile la direzione della corrente è stata essenzialmente settentrionale, oscillando tra Nord-Ovest e Nord-Est, con brevi rotazioni verso Sud e velocità intorno ai  $0,1 \text{ m s}^{-1}$ . Nel mese di maggio la direzione della corrente ha avuto carattere meridionale (Sud-Est, Sud-Ovest) con rare rotazioni verso Nord-Est e Nord-Ovest.

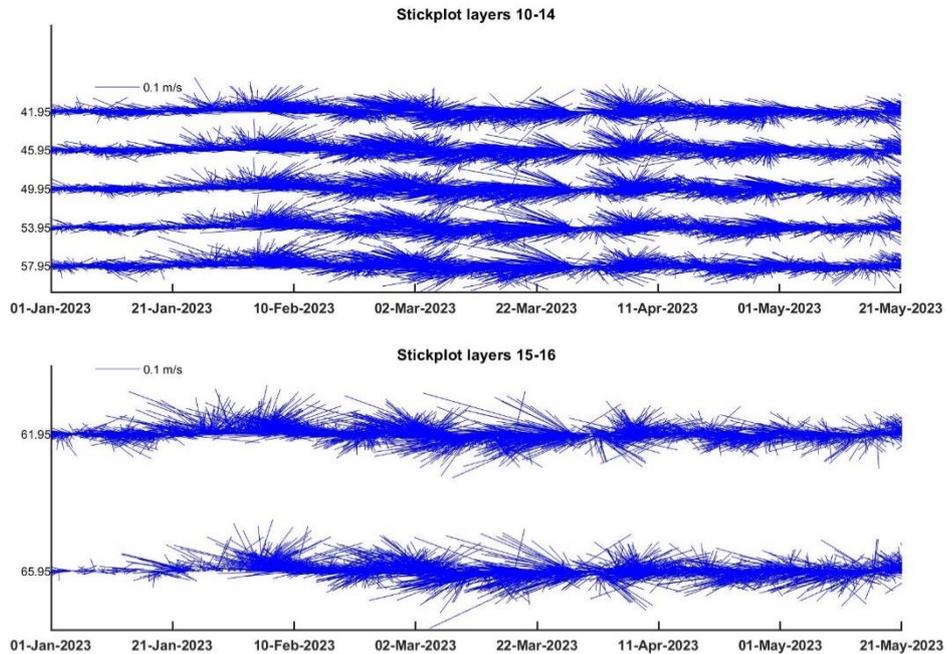


**Fig. 3.42** - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023



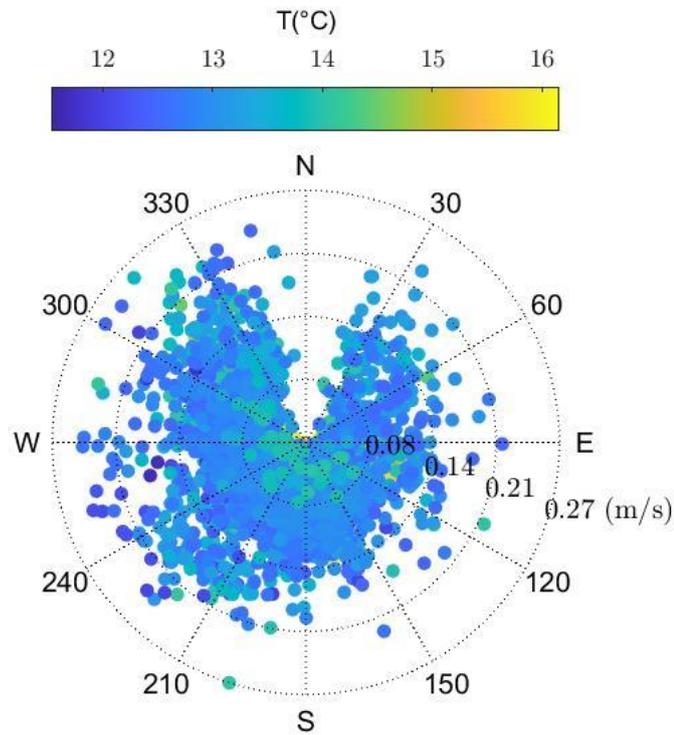
**Fig. 3.43** - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuto con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



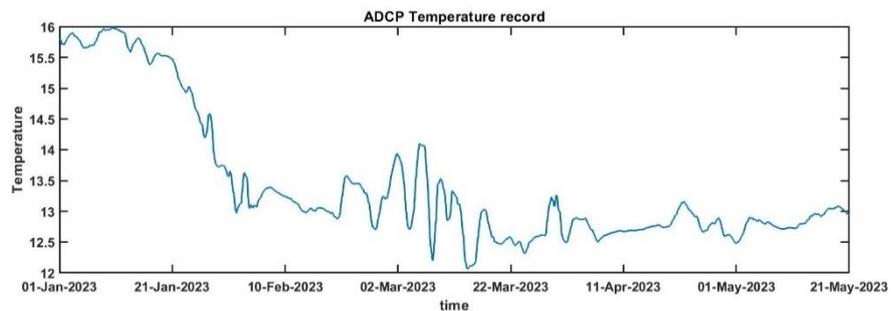


**Fig. 3.44** - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d’acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.

L’andamento della temperatura rilevata dall’ADCP (fig. 3.45, 3.46) nel periodo preso in considerazione mostra una diminuzione nei periodi invernali (gennaio-marzo) passando dai 16°C fino ad arrivare intorno ai 12°C e stabilizzandosi intorno ai 13°C fino al mese di maggio.



**Fig. 3.45-** Scatter polare della temperatura rilevata con l'ADCP nel periodo da gennaio a maggio 2023



**Fig. 3.46-** Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - maggio 2023.



#### 4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 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 Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Bonaccia. Tale monitoraggio a partire dal 2022 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 prescrizioni dell’ARPAM; c) 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; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-IRBIM 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, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra, Clara NW; Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015a; 2016a; 2017a; Franzo *et al.* 2022; Spagnolo *et al.*, 2020a; 2021a; 2022a); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Bonaccia NW.

Per quanto concerne la piattaforma, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti la colonna d’acqua (studio delle correnti, caratteristiche fisiche e chimiche), le comunità fito- e zooplanctoniche (solo nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione), i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo e biomarker in policheti, quest’ultimo aspetto a partire dal 2019), la ricerca di inquinanti e lo studio di biomarker in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* insediati sulle parti sommerse della struttura, la composizione qualitativa della comunità bentonica e del popolamento ittico il rilevamento di cetacei e rettili marini.

Il monitoraggio comprende diverse fasi:



- a. fase precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- b. fase di installazione e perforazione dei pozzi;
- c. fase di esercizio;
- d. fase di fine esercizio.

Nel dicembre 2020 è terminato il monitoraggio relativo alla fase di esercizio di Bonaccia NW per cui, a partire dal 1° semestre 2021, sarebbero dovute proseguire esclusivamente le campagne oceanografiche per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua nonché la registrazione delle correnti. Tuttavia, nel 1° semestre 2020 parte delle indagini previste non sono state effettuate a causa dell'emergenza COVID-19 che ha di fatto bloccato con il lockdown tutte le attività a partire dal 9 marzo (Spagnolo *et al.*, 2021c). Tali indagini non concluse sono state ripetute nel 1° semestre 2021 e i risultati sono riportati in Spagnolo *et al.*, 2022c.

Nella presente relazione, sono riportati i risultati relativi alle indagini oceanografiche condotte nel 1° semestre 2023.

**Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua** – – Le caratteristiche fisico-chimiche della colonna d'acqua osservate nel 1° semestre del 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 distanza dalla piattaforma. Le concentrazioni medie di nitrati e dei silicati sono risultate comparabili a quelle osservate nel 1° semestre del 2019 e del 2022 ma più contenute rispetto al 2020 e 2021 e le concentrazioni di nitriti e dei fosfati sono risultate paragonabili a quanto osservato nel 1° semestre degli anni 2019, 2021 e 2022 sebbene più contenute rispetto al 2020. Per l'ammonio le concentrazioni sono risultate paragonabili al 1° semestre 2021 e 2022 e più contenute rispetto a quanto osservato nel 2019 e 2020.

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). I valori di clorofilla a che quelle di clorofilla c sono risultati paragonabili a quanto osservato nel I semestre 2020 sebbene lievemente più contenuti rispetto a quanto osservato nel 2019, 2021



e 2022; diversamente i valori di clorofilla b risultano paragonabili a quanto osservato nel 1° semestre 2021 e 2022 e lievemente inferiori a quelli del 2019 e 2020.

I valori non hanno mostrato distribuzioni spaziali correlate alla piattaforma. Il carico solido sospeso è risultato nei limiti dei valori riscontrati nei due anni precedenti e lievemente inferiore rispetto al primo semestre degli anni 2019 e 2020. I valori maggiori sono stati osservati generalmente alle quote di fondo, probabilmente a causa di processi di risospensione e trasporto di sedimenti di fondo (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

In generale non sono emerse particolari differenze tra i siti vicini e quelli lontani da Bonaccia NW per i vari parametri analizzati.

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

Per quanto riguarda i contaminanti, le concentrazioni di idrocarburi totali (IT), idrocarburi alifatici (IA), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), BTEX e glicole etilenico non hanno indicato particolari criticità nell'intera area d'indagine dal momento che hanno presentato valori inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale o comunque molto contenuti. Non è emersa neanche una differenziazione statisticamente valida tra le stazioni campionate a 100 m di distanza dalla piattaforma (BO1-BO4) e quelle di controllo (BO5-BO8), il che porta alla conclusione che l'effetto della presenza Bonaccia NW sull'ambiente marino circostante possa essere considerato trascurabile.

Sebbene alcuni metalli a febbraio abbiano presentato valori più elevati rispetto alle altre campagne, 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 è inequivocabilmente dovuto all'attività della piattaforma. Si riporta inoltre un unico superamento dell'SQA-MA per il cromo in BO4 superficie ( $6,4 \mu\text{g L}^{-1}$ ) che non sembra dare preoccupazioni in quanto nei mesi successivi non sono stati osservati valori analoghi. Si rimanda alla nota tecnica (All.2) per dettagli inerenti gli aspetti metodologici.

Nei mesi di aprile e maggio le concentrazioni sono risultate piuttosto contenute e non essendo emersa alcuna differenziazione statisticamente valida tra le stazioni prossime alla piattaforma (BO1-BO4) e quelle di controllo (BO5-BO8), è possibile confermare che



l'effetto della presenza di Bonaccia NW sull'ambiente marino circostante possa essere considerato trascurabile.

**Correntometria** – In generale, l'area in cui è installata Bonaccia NW ha avuto un regime variabile, seppure la direzione prevalentemente settentrionale sia stata confermata anche nel 2023. La velocità è stata come di consueto attorno a  $0,1 \text{ m s}^{-1}$  con incrementi per brevi periodi. Le velocità sono risultate piuttosto modeste in linea con quanto osservato in precedenza.



## 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.
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- Carpenter J.H. 1965. The Chesapeake Bay institute technique for the Winkler dissolved oxygen method. *Lim. Ocean.*, 10(1): 141-143.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine.* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G. De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008).* Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi*



*di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008). Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + XLVI pp.*

Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010). Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 251 + XLIV pp.*

Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A. De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione). Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.*

Fabi G., Bernardi Aubry F., Camatti E., Cassin D., De Biasi A., Kozinkova L., Salvalaggio V., Spagnolo A. 2016b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW. Fase di posa in opera (aprile 2015 - gennaio 2016). Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti, indagini sulle comunità planctoniche, indagini sedimentologiche e indagini sulla comunità bentonica. Rapporto n. 2. Rapporto per ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS. 152 + XXVI pp.*

Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gaetani A., Gomiero A., Kozinkova L. 2017a. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini e del sea-line collegante i pozzi con la piattaforma Bonaccia. Rapporto finale dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione (2009 - 2013). Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 236 + XCV pp.*

Franzo A., Saggiomo M., Borghini M., Siena G., Kralj M. 2022. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma - Indagini sulla colonna d'acqua. Rapporto semestrale 2022. Rapporto n. 18. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 53 + X pp.*

Hansen H.P., Koroleff F. 1999. Determination of nutrients. Methods of seawater analysis. *K Grasshof*: 159–228.

Khoo K.H., Culberson 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., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2016



- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Siena G., Saggiomo M. 2020a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 5° anno della fase di produzione - Rapporto finale - Rapporto n. 16.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 292 + CLXX pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Minelli A., Regoli F., Saggiomo M., Siena G. 2021a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Elettra. 5° anno della fase di produzione - Rapporto finale. Rapporto n. 16.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 283 + CXXIII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Ferrà Vega C., Manarini T., Siena G., Saggiomo M., Urbini L. 2021c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW. Fase di produzione - Rapporto semestrale 5° anno (2020). Rapporto n. 14.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 85 + XV pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., Ferrà Vega C., Minelli A., Montagnini L., Saggiomo M., Siena G., Urbini L. 2022a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - Rapporto finale 5° anno (2020). Rapporto n. 17.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 302 + CXXXVII pp.
- Spagnolo A., Fabi G., Borghini M., De Biasi A.M., Ferrà Vega C., Gomiero A., Kozinkova Regoli F., Saggiomo M., Salvalaggio V., Siena G., Tasseti A.N., Urbini L. 2022c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Bonaccia NW. Fase di produzione - Rapporto semestrale 2021. Rapporto n. 16.* Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 227+ LII pp.
- 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.

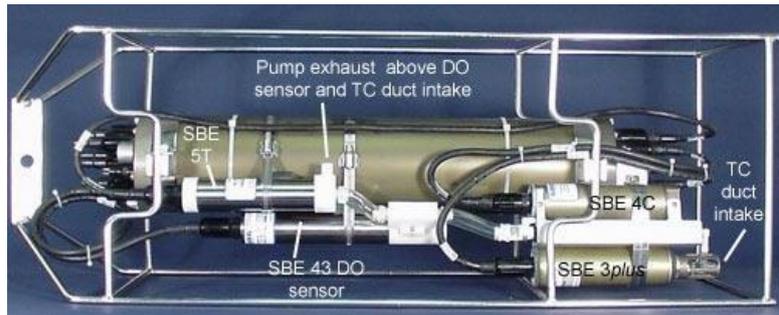


## ALLEGATI

## A1

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

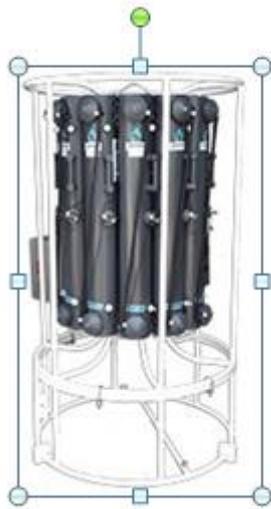
### A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



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

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



**Main Dimensions**

		SAMPLER CAPACITY (liters)							
		1.7	2.5	5	8	10	12	20	30
<b>A</b>	inch	25.0	33.0	27.2	35	41.0	46.0	35.0	46.0
	mm	633	838	692	889	1041	1168	889	1168
<b>B</b>	inch	13	13	13	13	13	13	13	13
	mm	330	330	330	330	330	330	330	330
<b>C</b>	inch	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	mm	63	63	89	89	89	89	89	89
<b>D</b>	inch	3.5	3.5	5.6	5.6	5.6	5.6	8.6	8.6
	mm	89	89	142	142	142	142	218	218
<b>E</b>	inch	5.5	5.5	7.6	7.6	7.6	7.6	10.7	10.7
	mm	139	139	192	192	192	192	273	273
<b>F</b>	inch	8.0	8.0	10.1	10.1	10.1	10.1	13.3	13.3
	mm	204	204	257	257	257	257	338	337
<b>G</b>	inch	18.0	26.0	20.0	28.0	34.0	39.0	24.3	37.0
	mm	457	660	508	711	863	990	711	990
EMPTY WEIGHT	lb	5.5	6.5	8.0	10	12.5	13.5	25.0	28.0
	kg	2.5	3.0	3.6	4.5	5.7	6.1	11.4	12.7

\* with Reversing Thermometer Assembly

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



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
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

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



<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 reganti 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



<b>Modulo</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Modello</b>	<b>Caratteristiche</b>
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 perchè 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.