

NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA

Adeguamento del sistema A7 - A10 - A12

MONITORAGGIO AMBIENTALE COMPONENTE IDRICO MARINO

RAPPORTO TRIMESTRALE OTTOBRE - DICEMBRE 2024

FASE: CORSO D'OPERA

Redatto	L'esperto	31/10/2024	Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita (DISTAV)
Controllato	Engineering Coordinator	31/10/2024	Dott. U. Angelini
Approvato	Technical Leader Monitoraggio Ambientale	31/10/2024	Dott. U. Angelini

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
-----------------------------	----------

ALLEGATI

1. RELAZIONE CORSO D'OPERA CAMPO PROVE CANALE DI CALMA PORTO GENOVA 09.2024
2. RELAZIONE CORSO D'OPERA CAMPO PROVE CANALE DI CALMA PORTO GENOVA 10.2024
3. RELAZIONE CORSO D'OPERA CAMPO PROVE CANALE DI CALMA PORTO GENOVA 11.2024
4. RELAZIONE CORSO D'OPERA CAMPO PROVE CANALE DI CALMA PORTO GENOVA 12.2024

1. INTRODUZIONE

Con il presente documento vengono presentati i primi risultati del monitoraggio ambientale della componente idrico marino relativi alla realizzazione dell'“Opera a Mare”, opera compresa nell'adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 – A10 – A12, “Gronda di Ponente”); i risultati sono afferenti alla fase di corso d'opera e sono riferiti alle attività svolte nel trimestre di riferimento; sono inoltre riportati i risultati del monitoraggio eseguito a settembre, mese in cui è iniziato il monitoraggio.

Le attività di monitoraggio eseguite hanno avuto lo scopo di controllare l'eventuale impatto dell'esecuzione di un campo prove (opera realizzata per testare l'efficacia di trattamenti colonnari in ghiaia sottostanti lo scanno di imbasamento dei cassoni cellulari in c.a. costituenti la conterminazione delle vasche di colmata della struttura di cui sopra) sulla matrice acque marine.

L'esecuzione di un campo prova lungo lo sviluppo della conterminazione a mare, si rende necessaria al fine di tarare opportunamente le caratteristiche dell'intervento e valutare l'effettiva efficacia del trattamento.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale recepisce la richiesta dalla Regione Liguria (prot. 2024-0289029) espressa in sede di Conferenza dei Servizi per approvazione del suddetto intervento e risponde alle richieste pervenute ad ASPI dall'Osservatorio Ambientale con nota GRO/2024/0000009/EU 21/03/2024. Recepisce inoltre la richiesta inoltrata da Regione Liguria, prot. 2024-0889942 del 20/06/2024, con la quale precisa di dovere ottemperare, prima dell'inizio dei lavori del Campo Prove opera a mare, a quanto richiesto da ARPAL nella nota n. 18078 del 14/06/2024, ovvero di esplicitare i tempi di reazione del sistema di allertamento, allarme e fermo-lavori in relazione agli scenari evolutivi di trasporto e dispersione di una eventuale torbida nell'intorno delle stazioni di campionamento.

In relazione a questo punto, la procedura di attenzione-allarme, in caso di livelli alti di torbidità, fa riferimento a quelle già determinate nell'ambito dei monitoraggi delle attività in corso nell'area portuale, trattandosi di operazioni portate avanti già all'interno del bacino portuale. Per i valori delle soglie di riferimento, sono stati utilizzati i risultati definiti nell'ambito di un progetto di ricerca tra l'Autorità di Sistema Portuale e il DISTAV mediante creazione di un database di valori di torbidità raccolte in campagne di monitoraggio effettuate nel periodo compreso tra il 23.06.2008 e il 29.06.2022 per un totale di 2832 valori di torbidità. Tali valori di soglia sono stati definiti in 9 NTU (attenzione) e 12 NTU (allarme).

2. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

Il PMA approvato prevede attività di monitoraggio solo nella fase di corso d'opera.

Il sistema di monitoraggio è costituito da stazioni di rilevamento mobili (monitoraggio a mezzo barca) ubicate in 4 punti e da 2 stazioni fisse installate sulla diga all'ingresso di ponente del Porto-foce Polcevera (FP) e all'ingresso di ponente del Canale di calma dell'Aeroporto verso Moltedo (FM).

Il protocollo di monitoraggio prevede le seguenti attività:

- nelle stazioni di rilevamento mobili:
 - Misure correntometriche mediante correntometro acustico profilante ad Effetto Doppler (ADCP) per la caratterizzazione delle correnti presenti in area di monitoraggio.
 - Misure mediante la sonda multiparametrica per la determinazione dei seguenti parametri: temperatura, torbidità, ossigeno disciolto, salinità.
- Nelle stazioni fisse:
 - l'acquisizione della dinamica, della torbidità e dell'ossigeno disciolto.

Le attività di monitoraggio sono svolte per conto di Tecne dal Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita (DISTAV) dell'Università di Genova sotto la direzione tecnico-scientifica del prof. Marco Capello.

3. SINTESI DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO

Per i risultati del monitoraggio eseguito nei mesi di settembre - dicembre 2024 si rimanda ai report allegati.

Si evidenzia che i valori dei parametri monitorati, contestualizzati alle condizioni di contorno, non hanno determinato l'attivazione delle procedure relative al superamento delle soglie.

**NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12**

**COMPONENTE ACQUE MARINE
CAMPO PROVA - OPERA A MARE**

**RELAZIONE DELLA FASE IN CORSO D'OPERA
SETTEMBRE 2024**

Il Responsabile Scientifico del DISTAV

Prof. Marco Capello

(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'“Opera a Mare” compresa nell'adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 – A10 – A12, “Gronda di Ponente”), e nello specifico dell'esecuzione di un campo prova nel Canale di calma del Porto di Genova, per testare l'efficacia di trattamenti colonnari in ghiaia sottostanti lo scanno di imbasamento dei cassoni cellulari in cemento armato costituenti la conterminazione delle vasche di colmata della struttura di cui sopra, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante le attività di preparazione (fase “corso d'opera”).

Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio a mezzo barca e il monitoraggio h24 tramite il sistema automatico formato da stazioni fisse. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nel mese di SETTEMBRE 2024.

CORSO D'OPERA

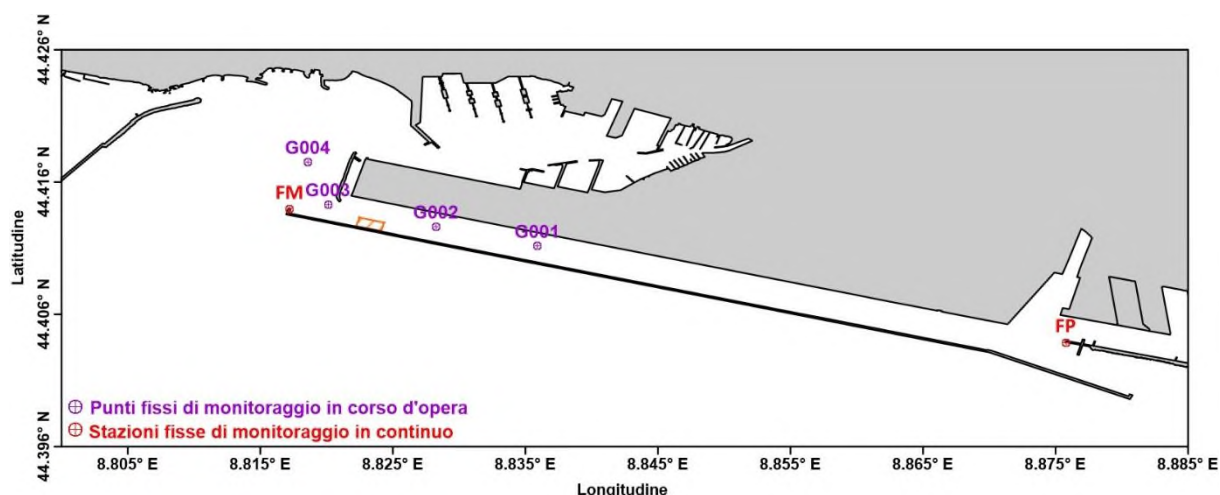
Durante le campagne di monitoraggio a mezzo barca, in punti sia fissi sia mobili, sono stati impiegati i seguenti strumenti e indagati i seguenti parametri:

- sonda multiparametrica CTD, con i sensori di temperatura, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto, calata lungo la colonna d'acqua per l'acquisizione in tempo reale di profili verticali dei diversi parametri;
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler (V-ADCP) con applicazione bottom track posizionato a scafo per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice verticale che attraversa la massa d'acqua sotto lo strumento.

Inoltre, il piano di monitoraggio ha previsto il controllo in continuo di torbidità, ossigeno disciolto e correnti grazie alle stazioni fisse di misura installate sulla diga all'ingresso di ponente del Portofoce Polcevera (FP) e all'ingresso di ponente del Canale di calma dell'Aeroporto verso Multedo (FM). Le stazioni fisse sono dotate di:

- sonda multiparametrica con sensore di torbidità e ossigeno disciolto, e
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler orizzontale (H-ADCP) per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice orizzontale che attraversa la massa d'acqua davanti allo strumento.

Di seguito è riportata la posizione delle stazioni fisse di misura in continuo e dei punti fissi da barca.



Mapa delle stazioni fisse e dei punti fissa di misura.

Si sottolinea che la stazione fissa FM, posizionata sul dente all'estremo ponente della diga del Canale di calma dell'aeroporto, è soggetta al mare mosso causato da una apertura presente nella diga stessa (apertura non presente in fase di posizionamento della stazione fissa). Questo fa sì che sia le manutenzioni ordinarie sia gli interventi necessari in caso di malfunzionamenti della stazione siano possibili solo in condizioni di mare calmo che permetta ai tecnici e al personale del DISTAV di scendere sulla diga e accedere alla stazione. In presenza anche di mare poco mosso, le onde entrano dall'apertura e rendono impossibile scendere sulla diga in sicurezza. Di seguito si riportano alcune fotografie dell'apertura nella diga e dell'effetto del moto ondoso sull'area.



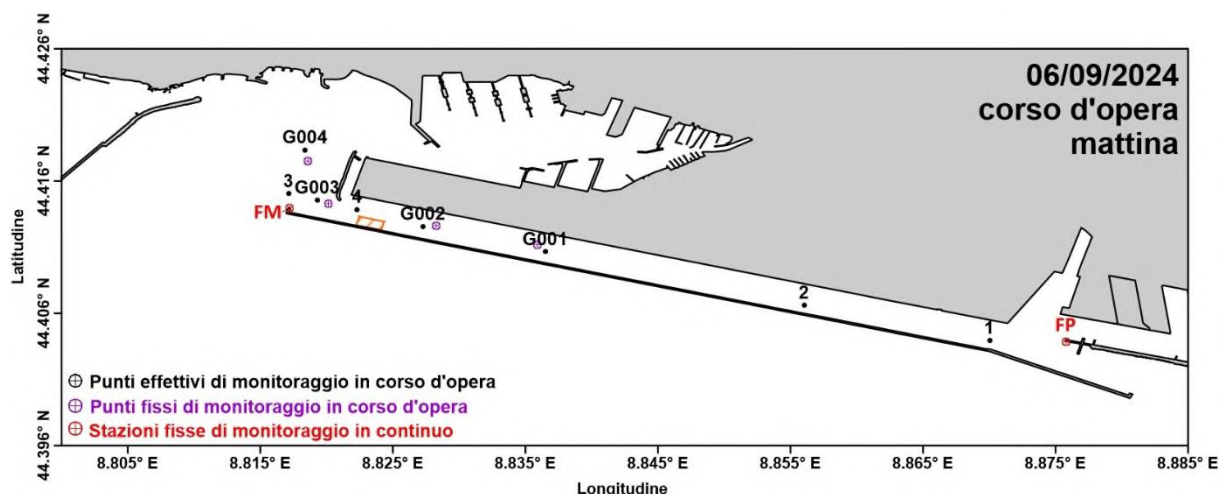


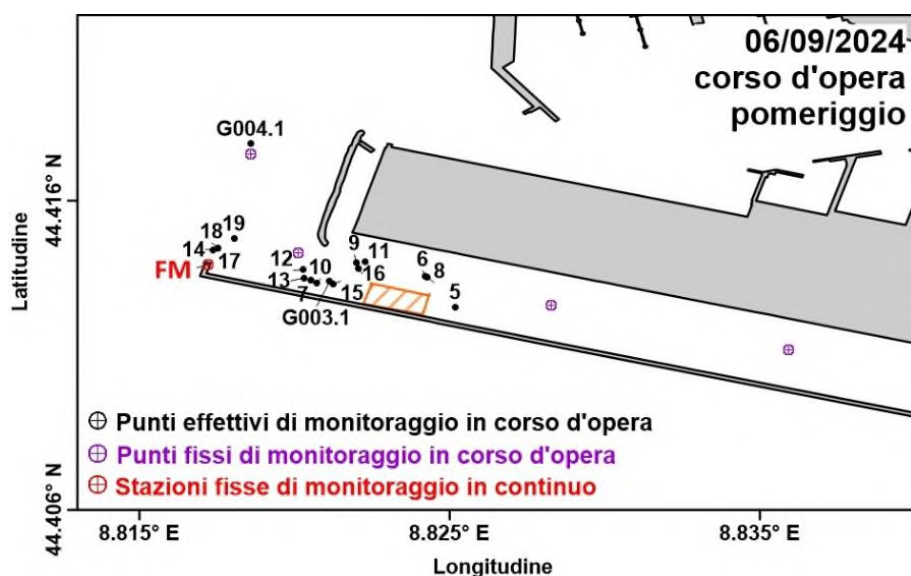


MONITORAGGIO A MEZZO BARCA – SETTEMBRE 2024

06/09/2024

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da debole a NE in rotazione a SE, onda lunga e cielo variabile. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 25 punti e misure correntometriche in 4 punti. Nel pomeriggio è avvenuto il primo scarico di materiale sul fondale nel Campo prova n.1. Le misure nei punti 1-4 e G001-G003 sono state effettuate durante la mattina prima dello scarico, per controllare come fossero le condizioni della colonna d'acqua prima delle operazioni. Nel pomeriggio, durante lo scarico del materiale sono state fatte misure nei punti 5-19 e G003.1-G004.1. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nelle seguenti figure.



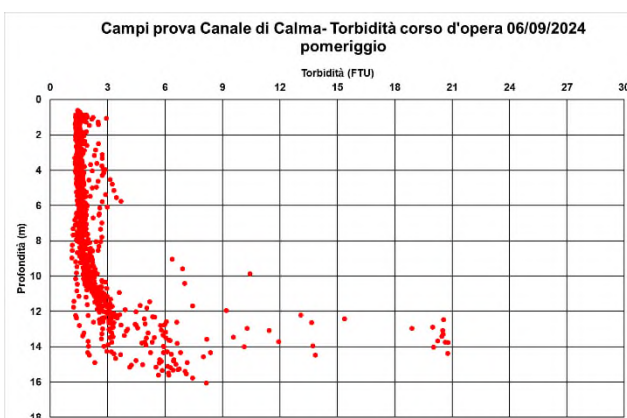
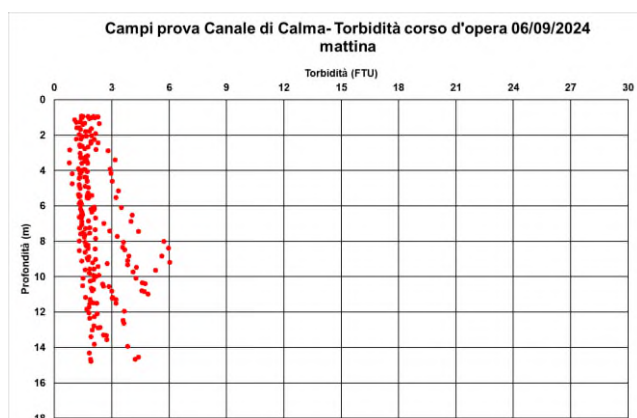


Durante la mattina, la torbidità è risultata compresa tra 0.8 e 6.0 FTU.

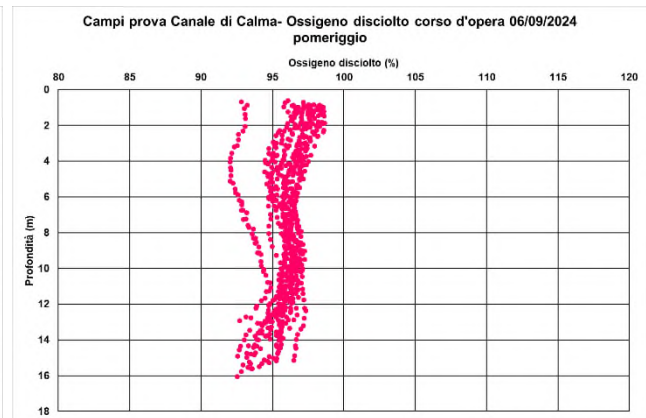
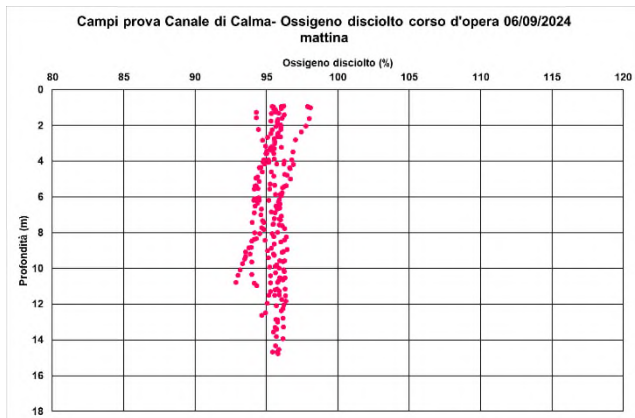
Durante le operazioni di scarico nel pomeriggio, la torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.1 e 20.8 FTU. I valori più alti (> 12 FTU, maggiori quindi della soglia di Allarme) sono stati misurati solo in prossimità del fondo nei punti 11, 15 e 16, effettuati nelle immediate vicinanze dell'area dei campi prova e quindi all'interno del Canale di calma; valori alti (> 9 FTU, maggiori della soglia di Attenzione, ma inferiori alla soglia di Allarme) sono stati misurati nel punto 10, ad una distanza maggiore dal pontone, ma sempre all'interno del Canale di calma. Nei punti 14, 17, 18 e 19 effettuati vicino alla stazione fissa i valori massimi misurati sono stati rispettivamente di 7.1, 8.1, 6.2 e 6.2 FTU nelle immediate vicinanze del fondo.

Non ci sono stati superamenti di torbidità al di fuori del Canale di calma.

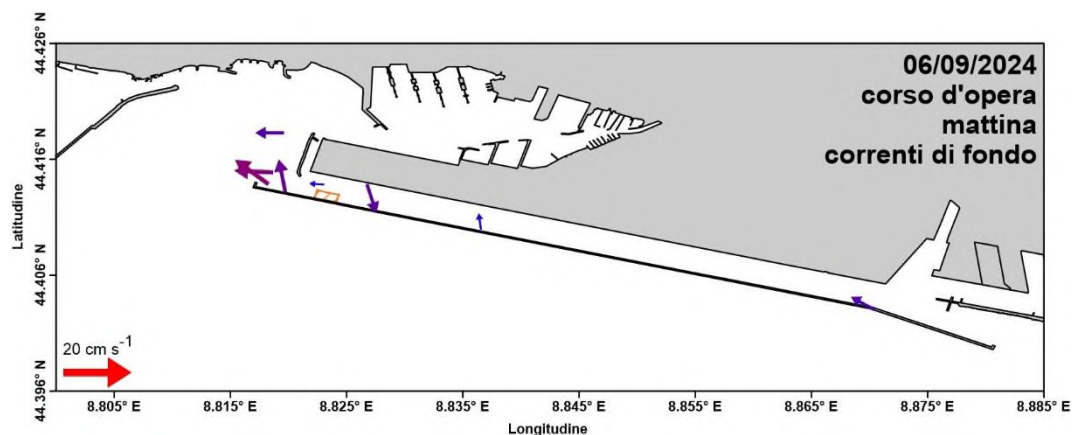
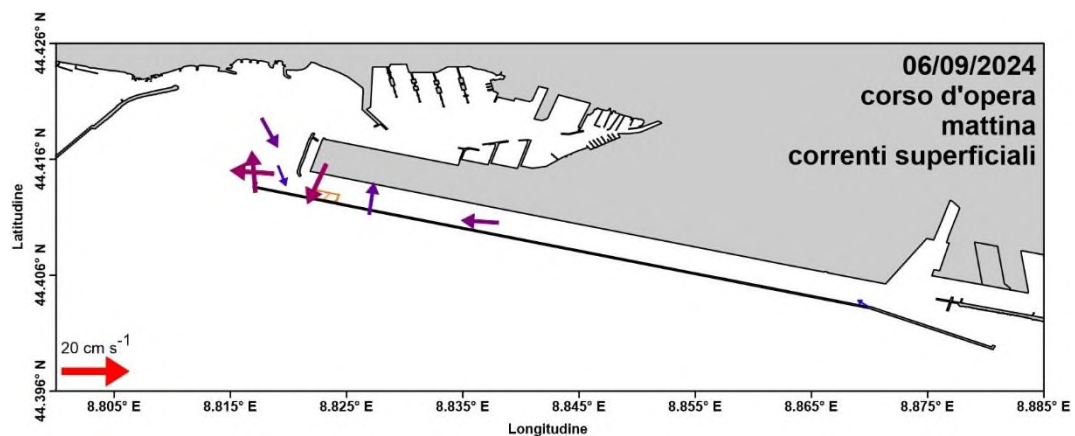
Di seguito sono riportati i grafici complessivi della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la mattina e il pomeriggio.

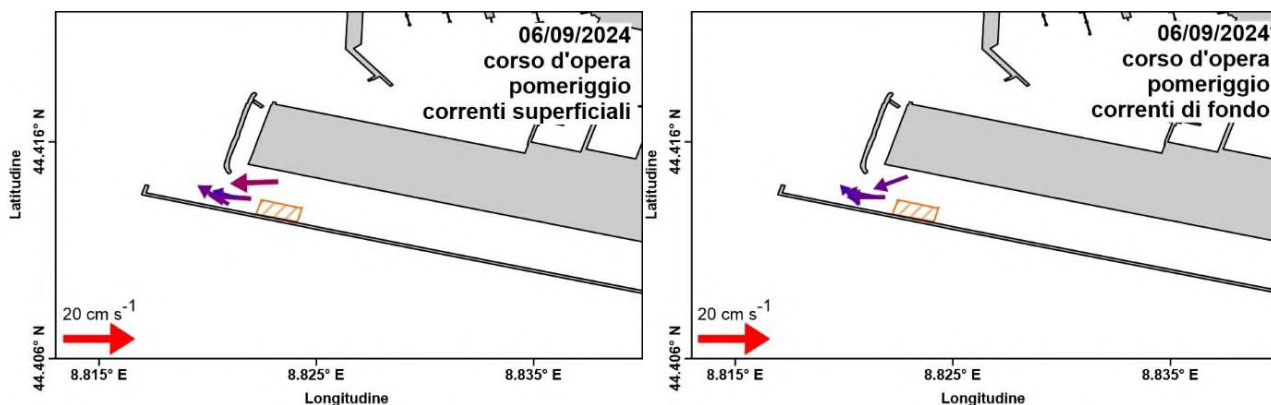


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 93 e 98% durante la mattina e tra 92 e 99% durante il pomeriggio. Di seguito sono riportati i grafici complessivi della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la mattina e il pomeriggio.



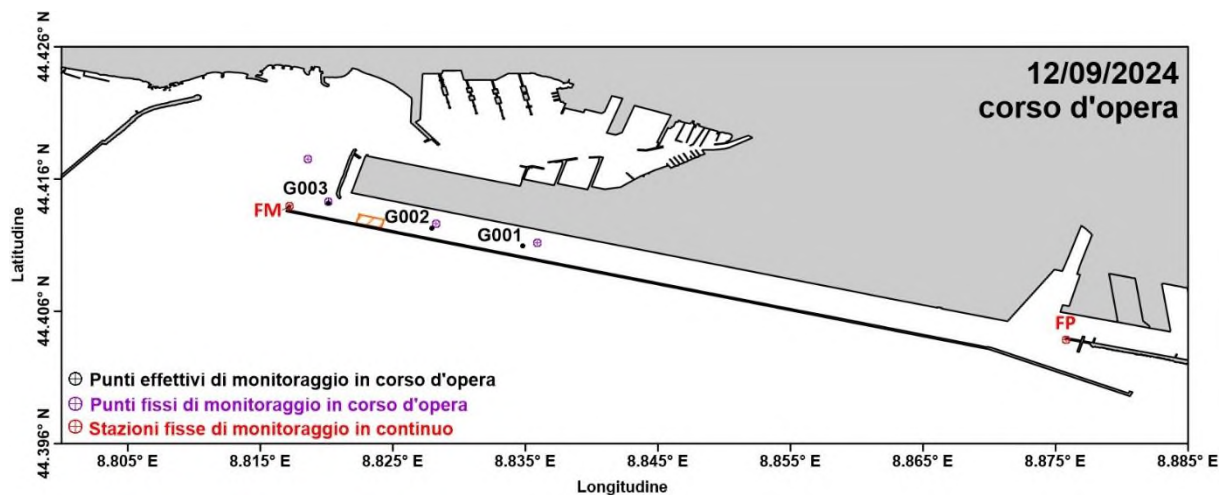
Le velocità della corrente erano comprese tra 0.4 e 21.7 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione della corrente era prevalente ad uscire dal Canale a ponente. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo durante la mattina e il pomeriggio.





12/09/2024

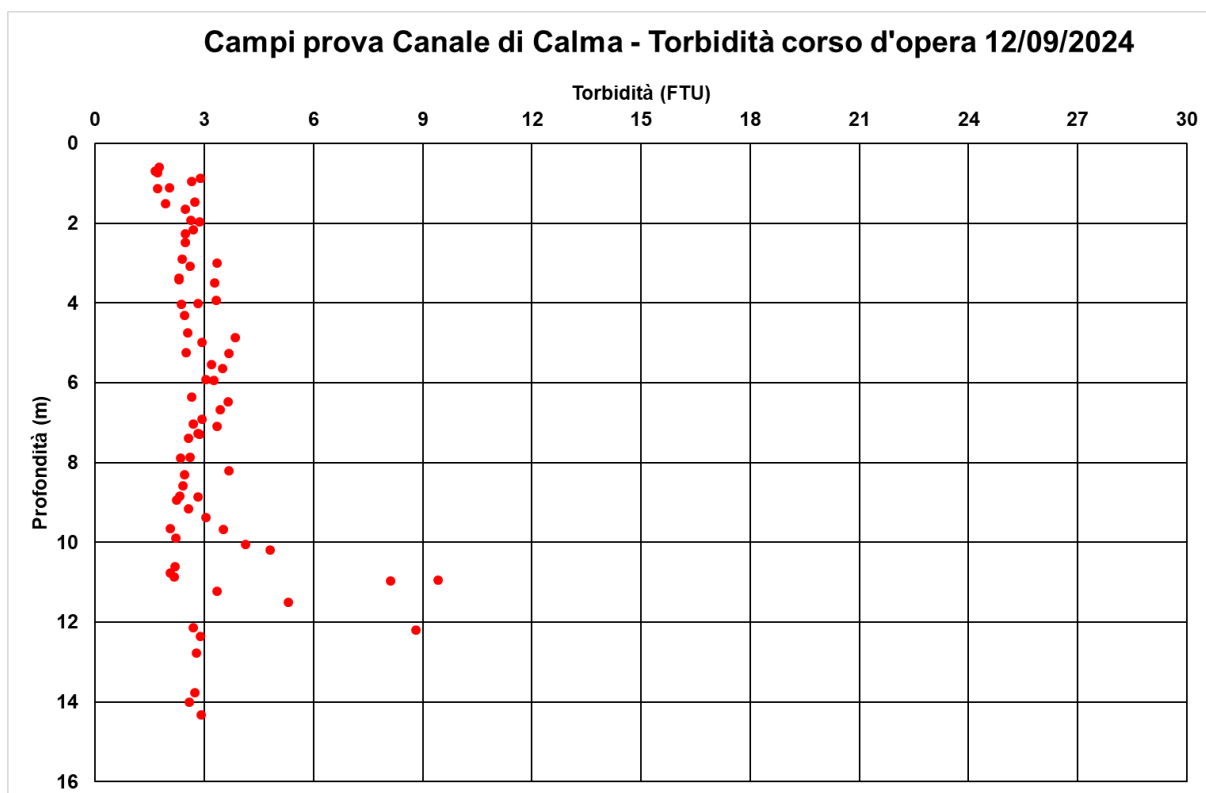
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da N, mare molto mosso e cielo coperto. Le operazioni di scarico sono state effettuate nel pomeriggio il giorno 11 settembre e la torbidità è stata controllata da remoto tramite le stazioni fisse. Il giorno 12 settembre i ricercatori del DISTAV, nonostante il mare mosso, si sono recati nel Canale di calma per controllare lo stato della torbidità dell'acqua, perché il sensore della stazione fissa segnava valori intorno a 9 FTU, anche se i lavori erano fermi. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in soli tre punti e non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa dello stato del mare. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



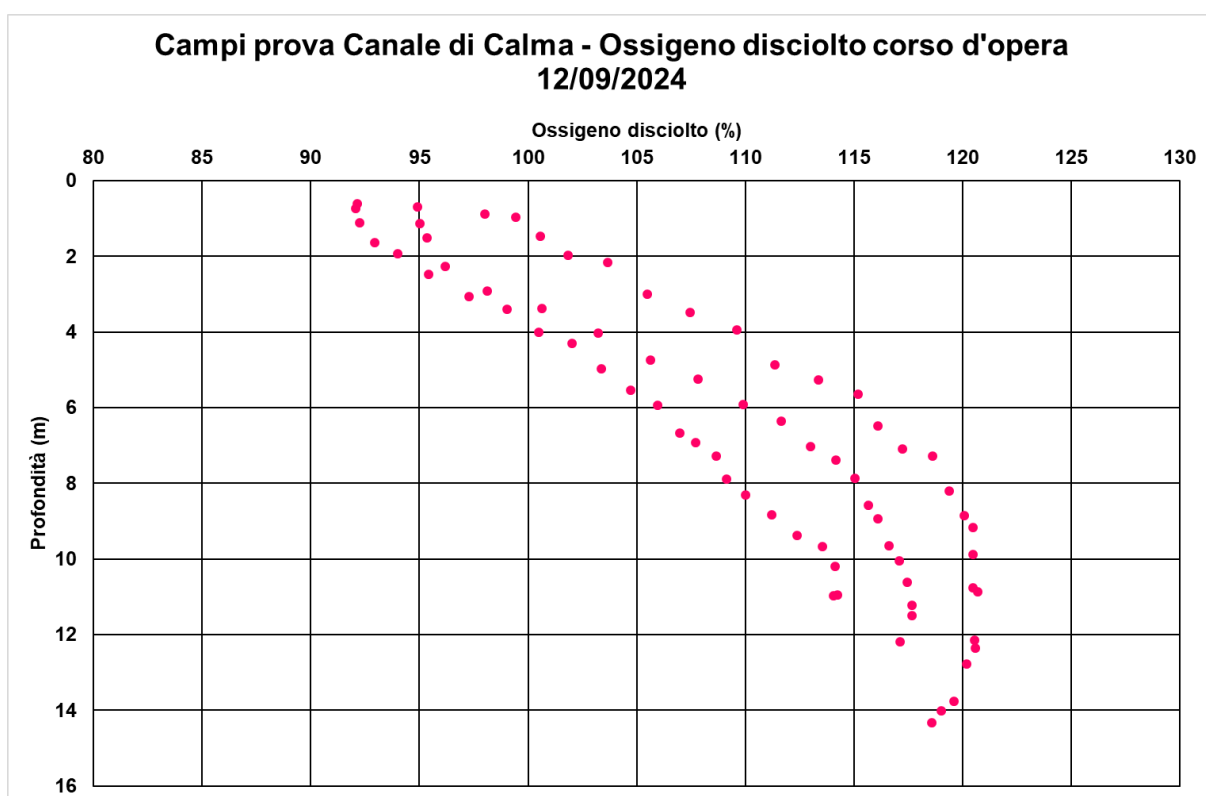
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.6 e 9.4 FTU. I valori intorno a 9 FTU sono stati misurati in prossimità del fondo nei punti G001 e G002, mentre nel punto G003, il più prossimo alla stazione fissa, la torbidità massima è risultata essere 3.9 FTU lungo tutta la colonna d'acqua.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.

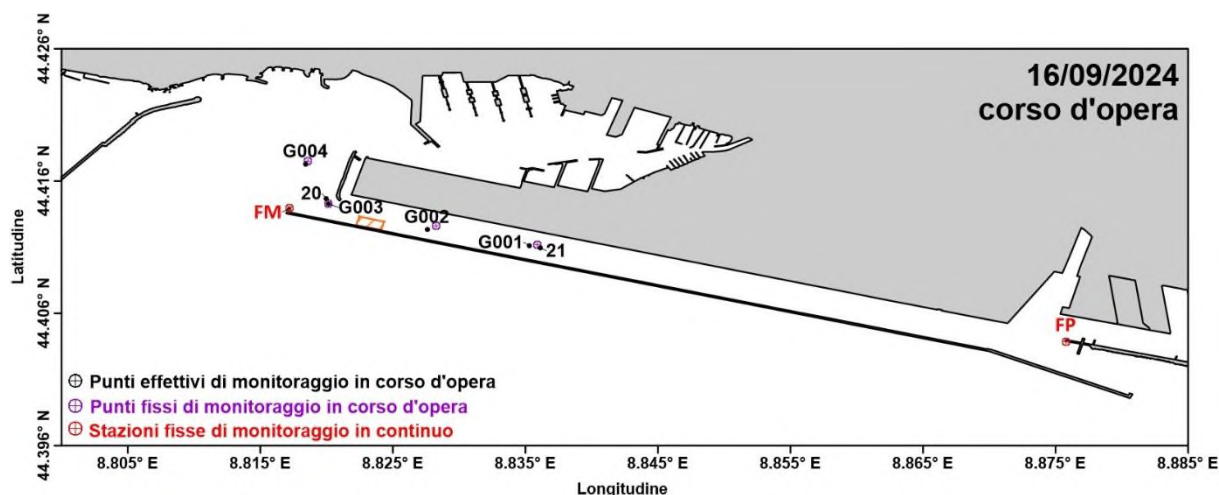


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 92 e 121%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



16/09/2024

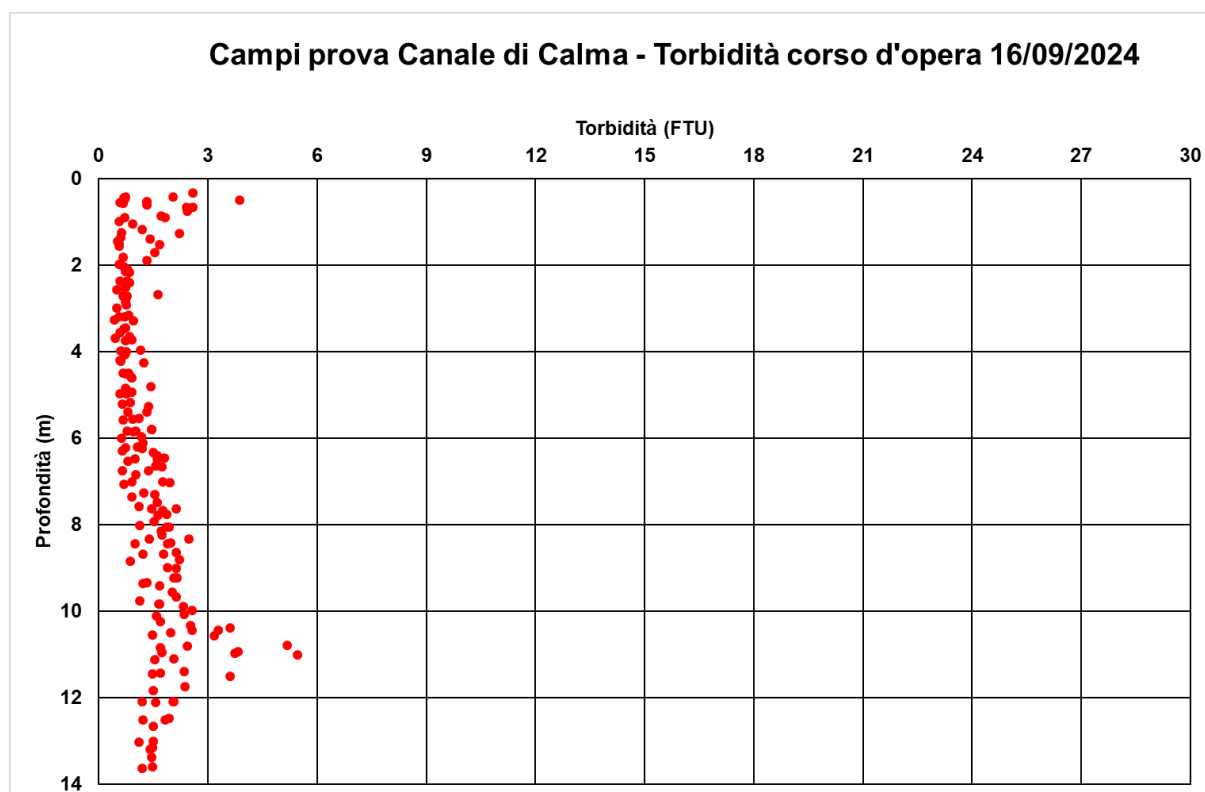
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da N in rotazione a SE, mare mosso e cielo variabile. Nel pomeriggio è stato effettuato lo scarico del materiale. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 6 punti e misure correntometriche in 4 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



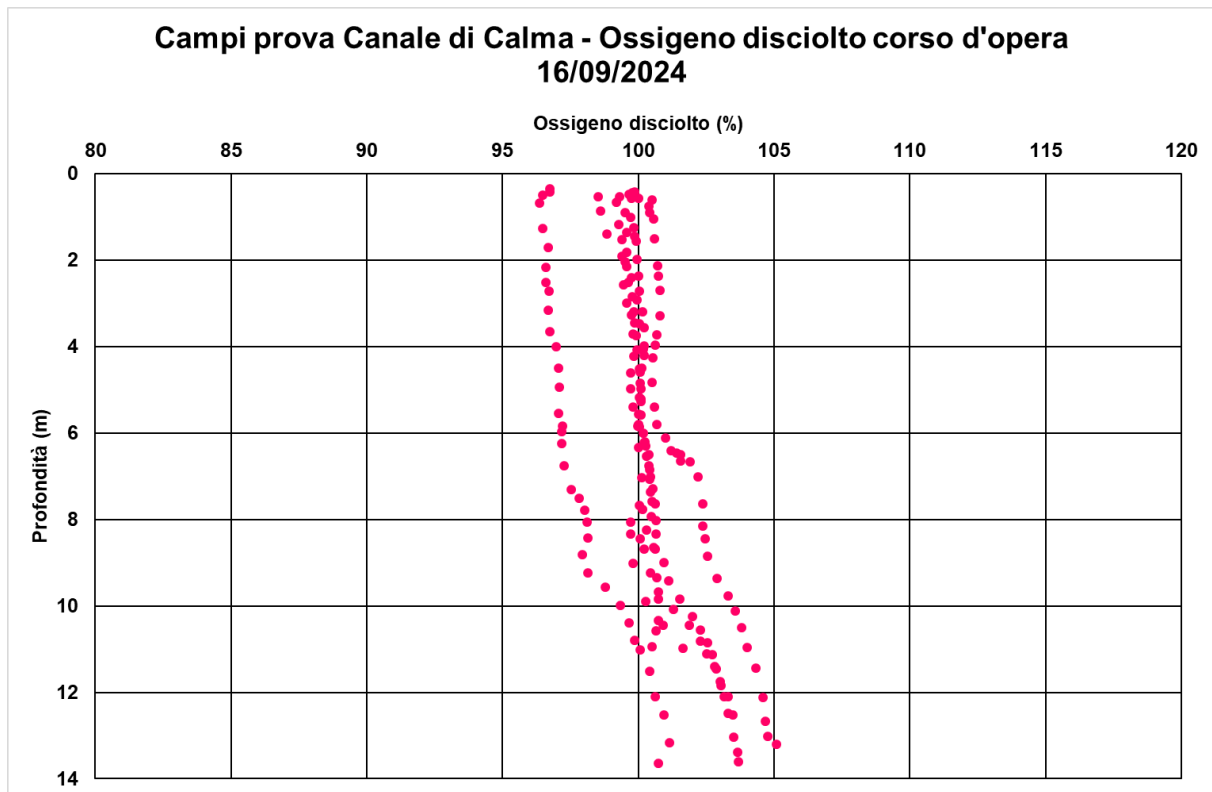
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.4 e 5.59 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

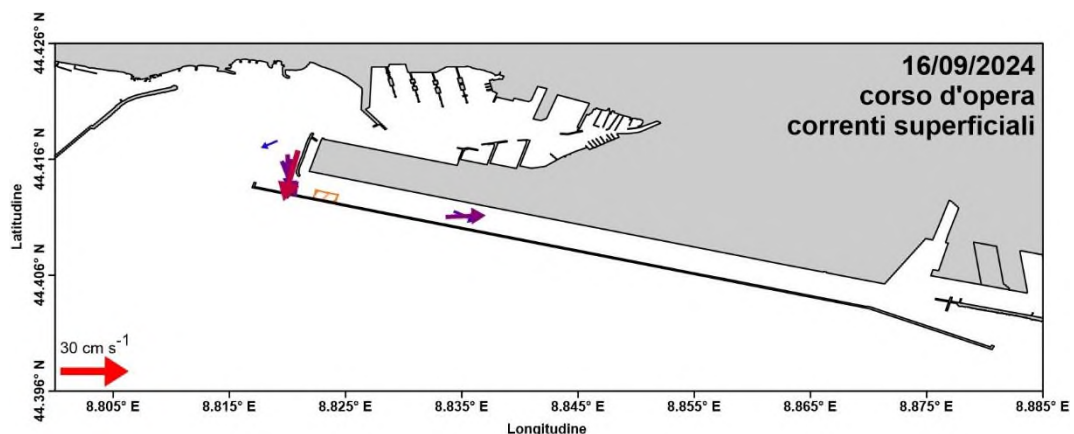
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.

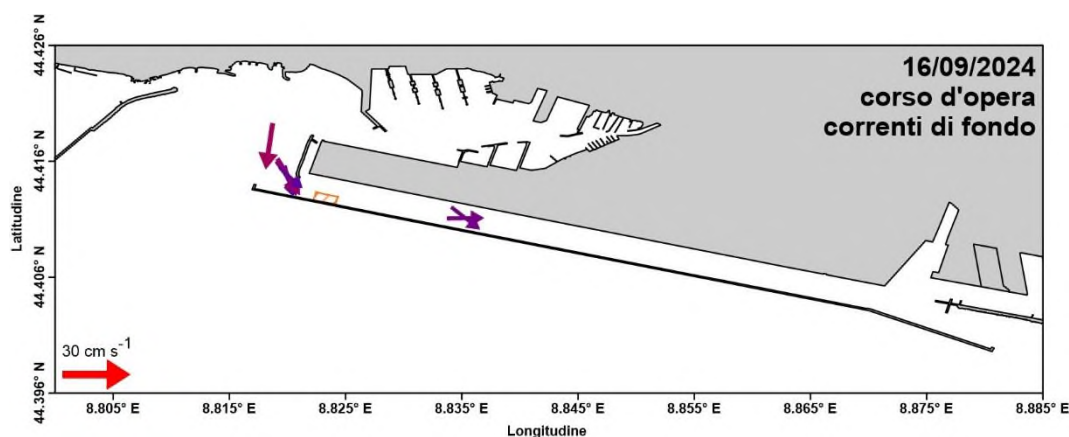


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 96 e 105%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 1.0 e 23.3 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente in ingresso nel Canale da ponente. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.





CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO A MEZZO BARCA: MESE DI SETTEMBRE 2024

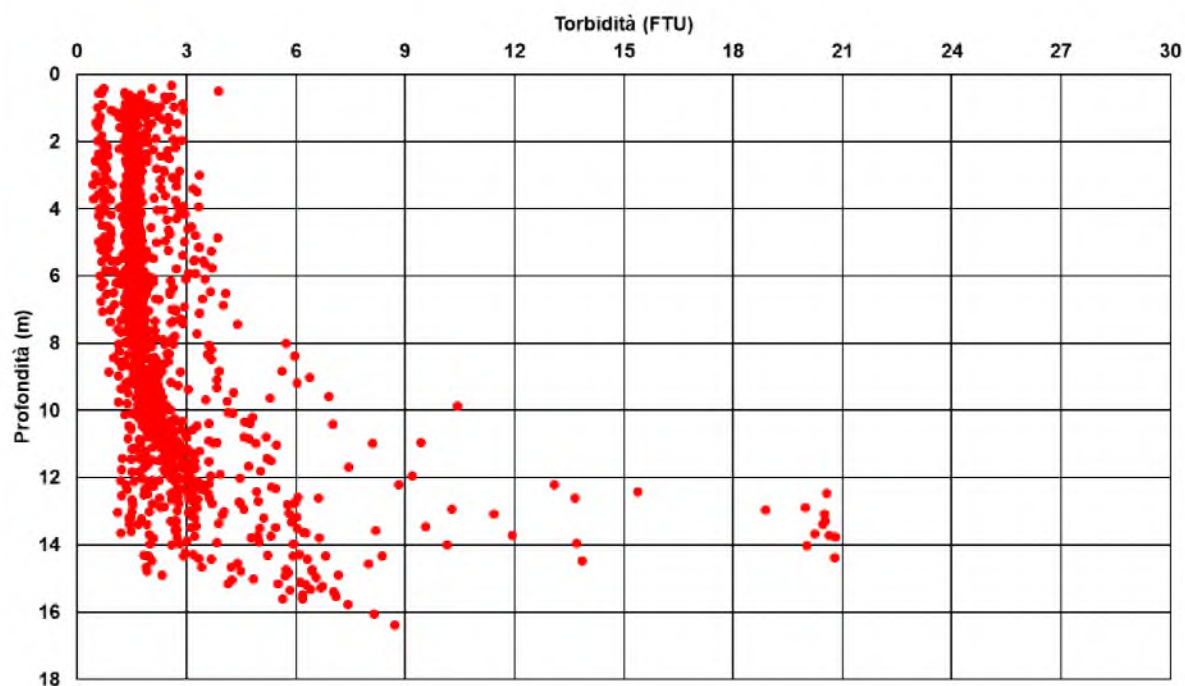
Nel complesso del periodo di monitoraggio di settembre, la torbidità misurata ha mostrato valori compresi tra 0.4 e 20.8 FTU. I valori più alti di torbidità sono stati misurati in prossimità dell'area di scarico e nessun superamento dei limiti è stato segnalato.

L'ossigeno disciolto misurato ha mostrato valori compresi tra 92 e 121%.

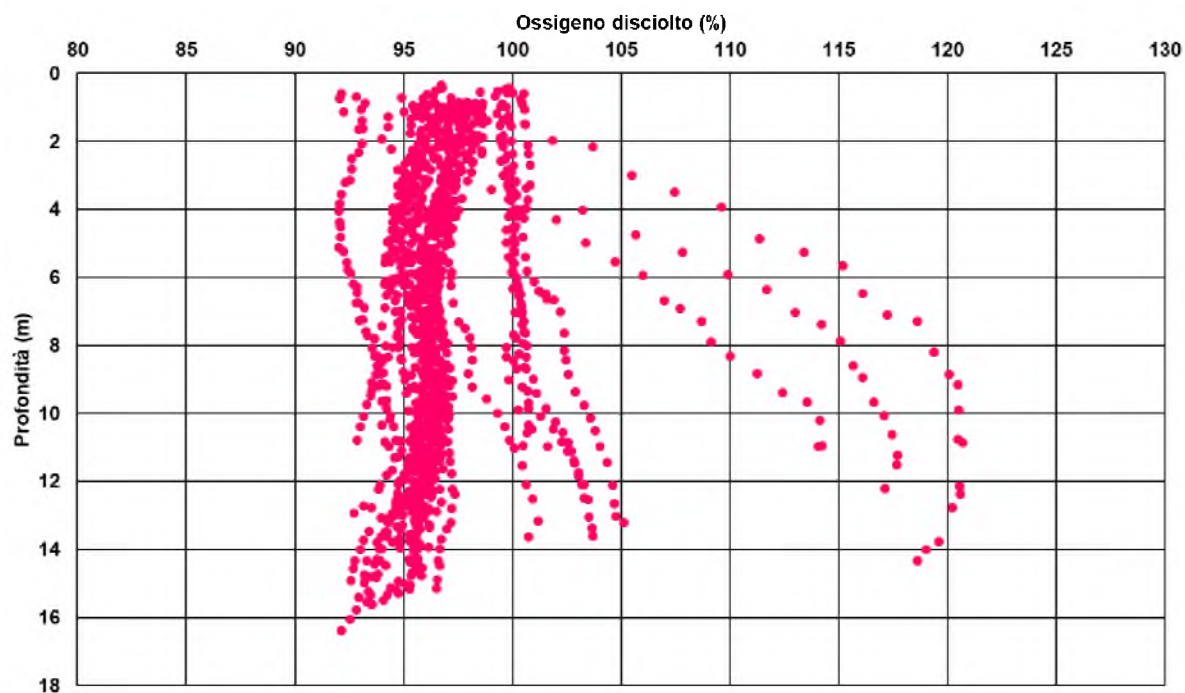
Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si descrivono di seguito anche i valori complessivi di temperatura e salinità misurati nel periodo. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 22.8 e 26.6°C ed ha evidenziato l'effetto delle piogge sulle masse d'acqua portuali. La salinità ha mostrato valori compresi tra 36.5 e 38.7, con i valori più bassi misurati nello strato superficiale.

Di seguito sono riportati i grafici complessivi dei valori di torbidità, ossigeno disciolto, temperatura e salinità.

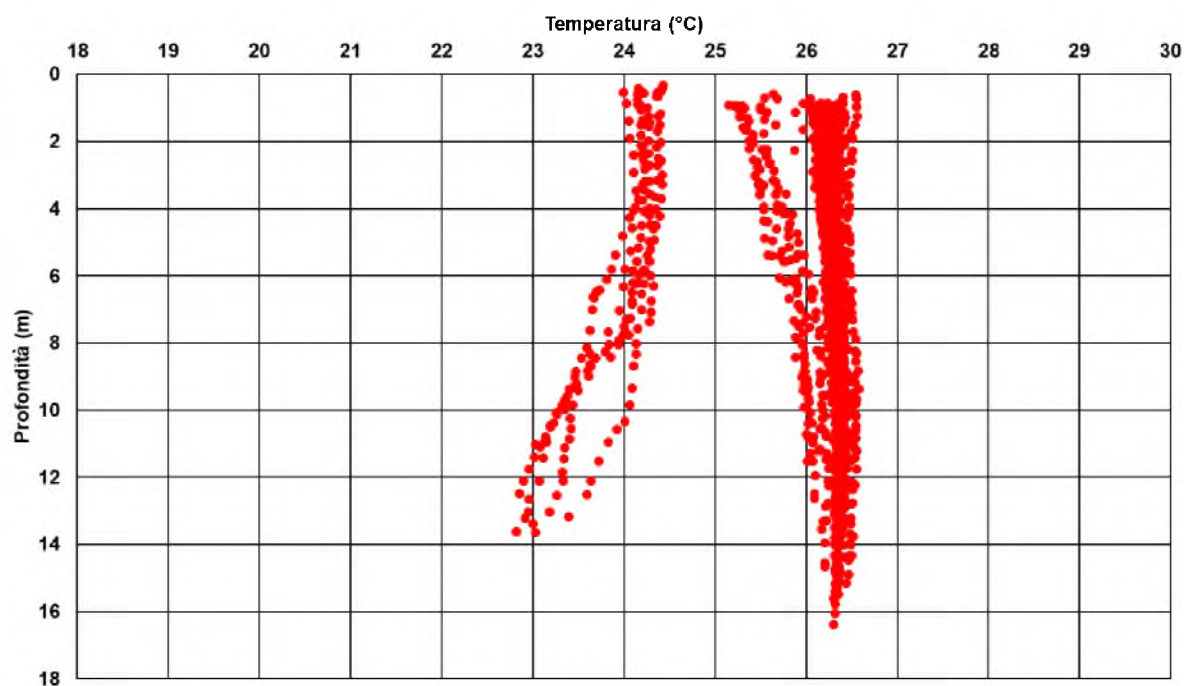
Campi prova Canale di Calma- Torbidità corso d'opera Settembre 2024



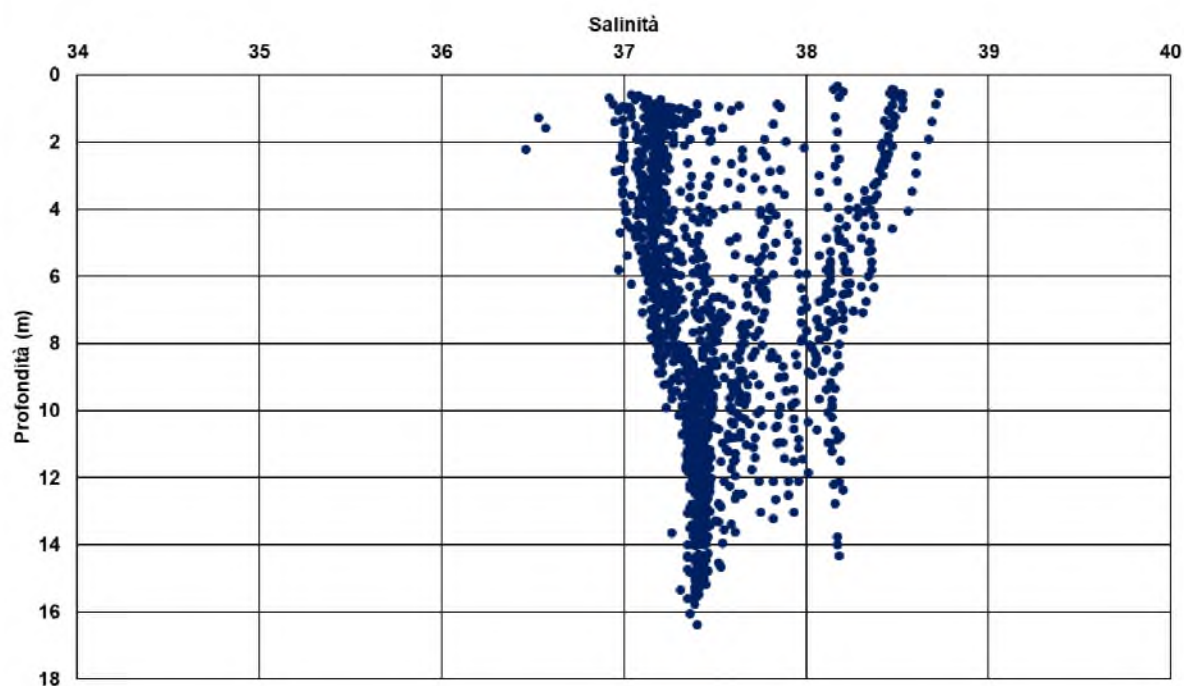
Campi prova Canale di Calma- Ossigeno disciolto corso d'opera Settembre 2024



Campi prova Canale di Calma - Temperatura corso d'opera Settembre 2024



Campi prova Canale di Calma - Salinità corso d'opera Settembre 2024

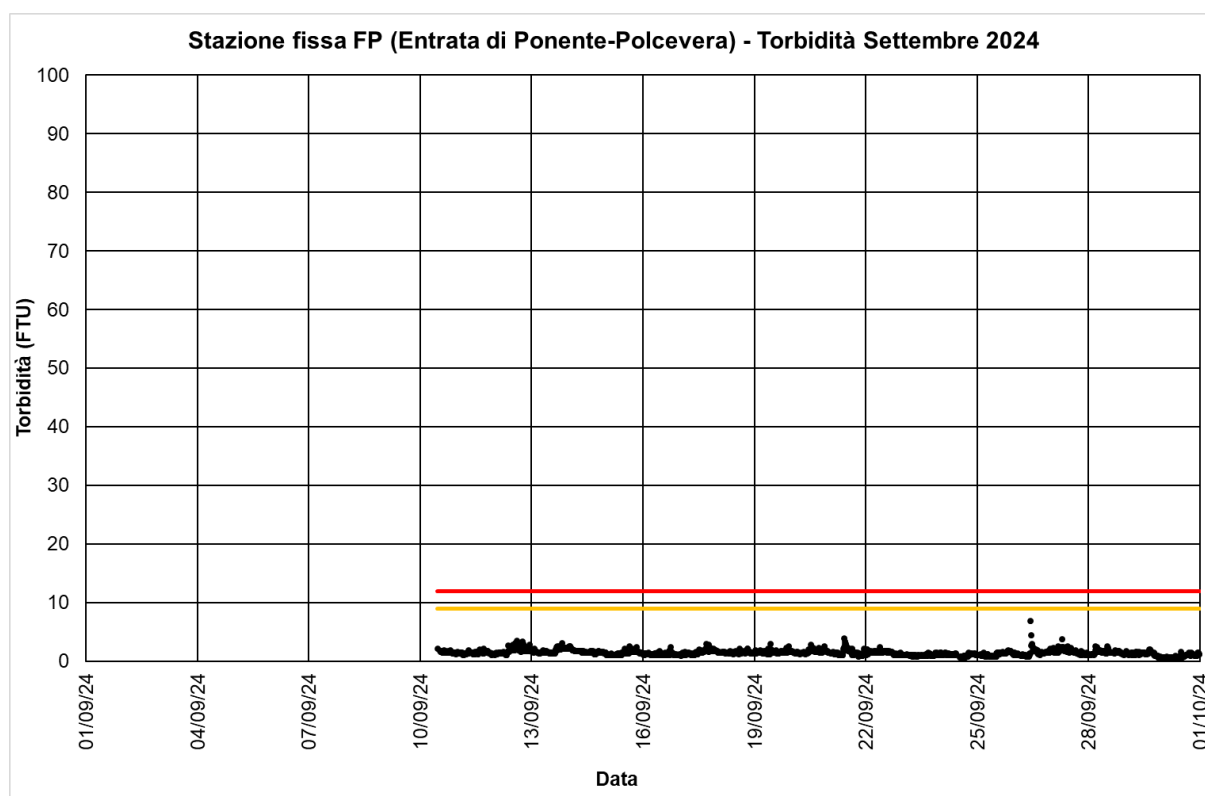


MONITORAGGIO A MEZZO STAZIONI FISSE – SETTEMBRE 2024

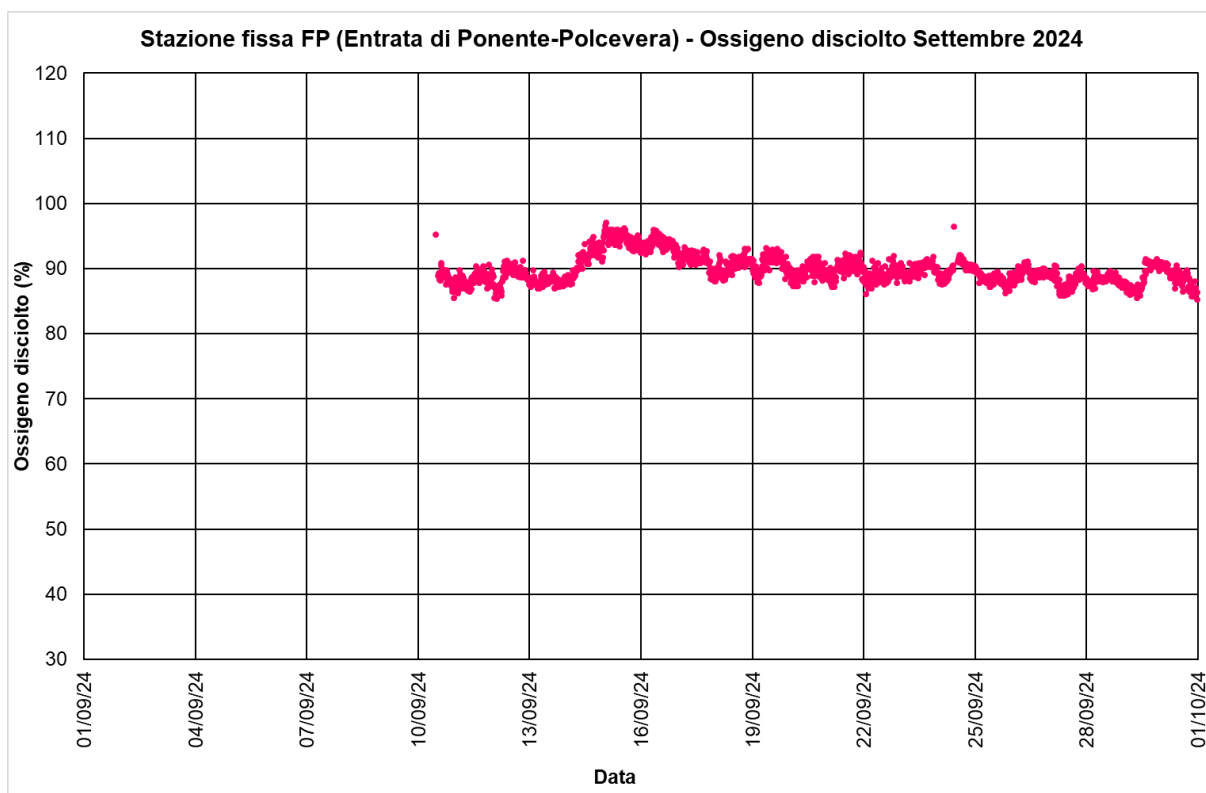
Stazione di ponente-Polcevera FP

Il 10 settembre, dopo una manutenzione straordinaria, è stata ripristinata la stazione di ponente-Polcevera (FP) con la sonda multiparametrica; il 24 settembre è stato ripristinato anche il correntometro dopo aver cambiato anche il cavo di alimentazione-trasmissione di dati. Questo è risultato necessario a causa dell'effetto del fouling sviluppatosi durante l'estate sugli strumenti. Si precisa la disattivazione temporanea della stazione FP nei primi giorni del mese non pregiudica il monitoraggio, in quanto essa risulta essere molto distante (più di 4 km) dall'area dei campi prova. Dobbiamo precisare altresì che il punto dove è posizionata la stazione fissa è oggetto di monitoraggi a mezzo punti fissi/mobili anche per altri lavori portuali, quali ad esempio la costruzione della nuova Diga foranea (questi monitoraggi che vengono svolti due volte alla settimana).

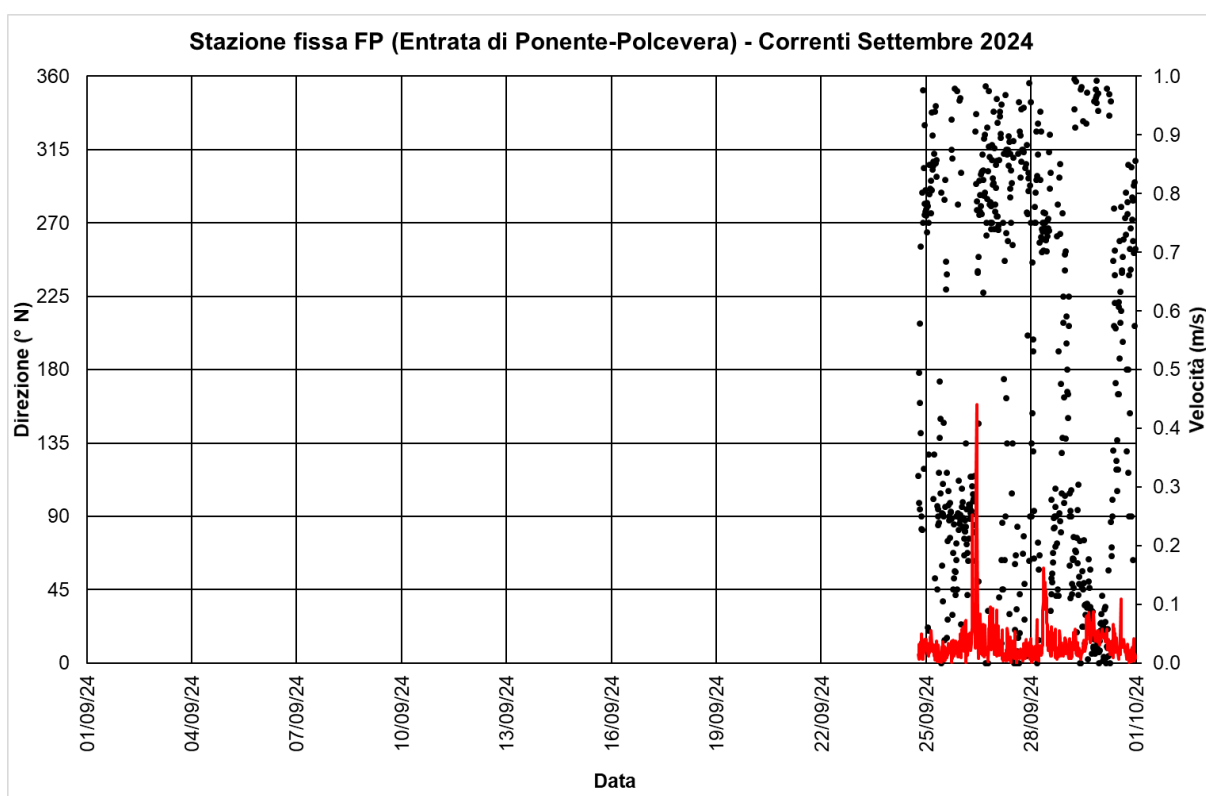
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.5 e 6.9 FTU.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 85 e 97%.



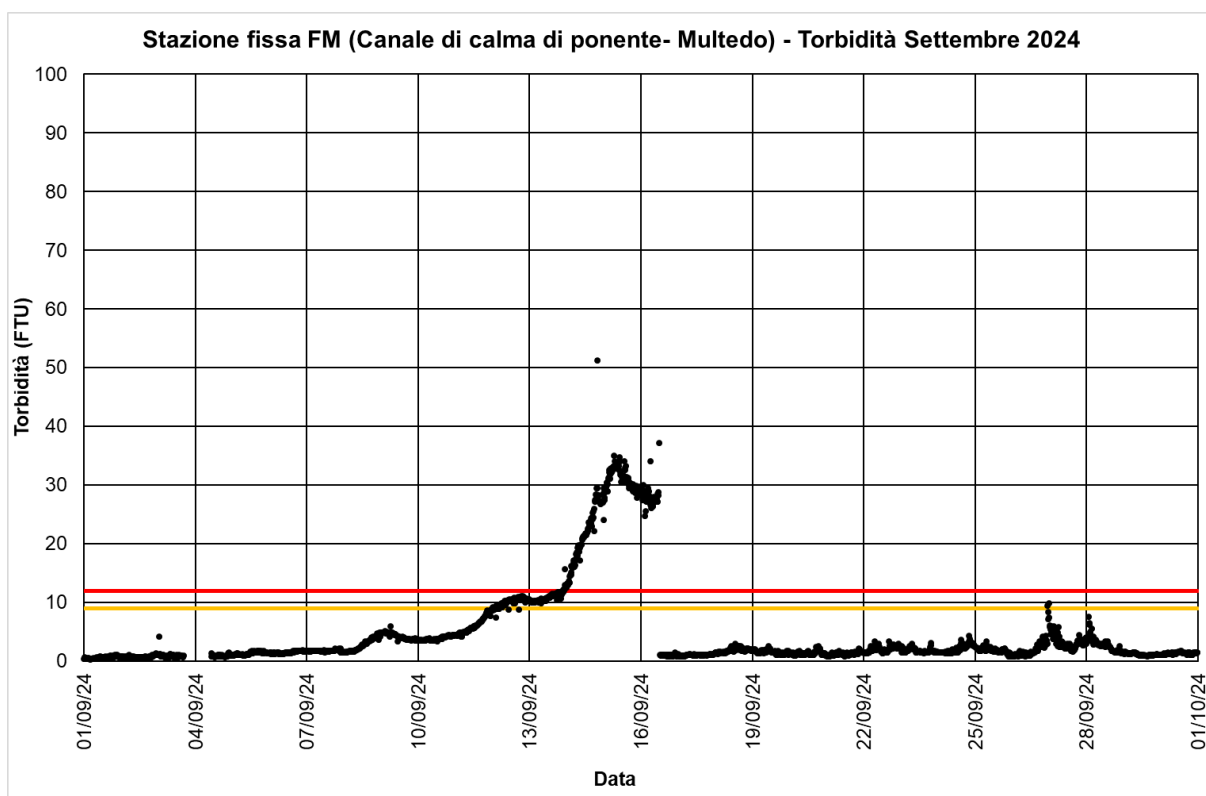
Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.44 m s^{-1} , con direzione prevalente variabile tra E-SE e W-NW (cella 15 di riferimento).



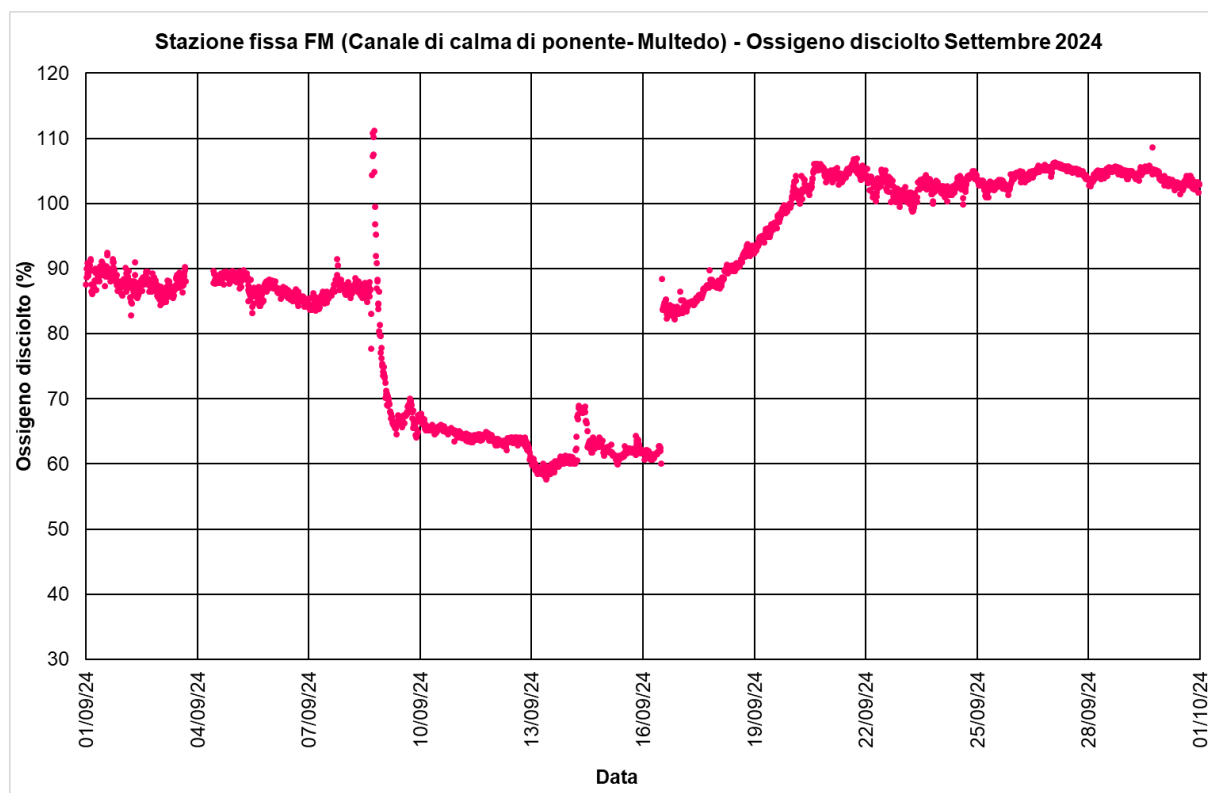
Stazione di Multedo FM

La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.3 e 51.2 FTU.

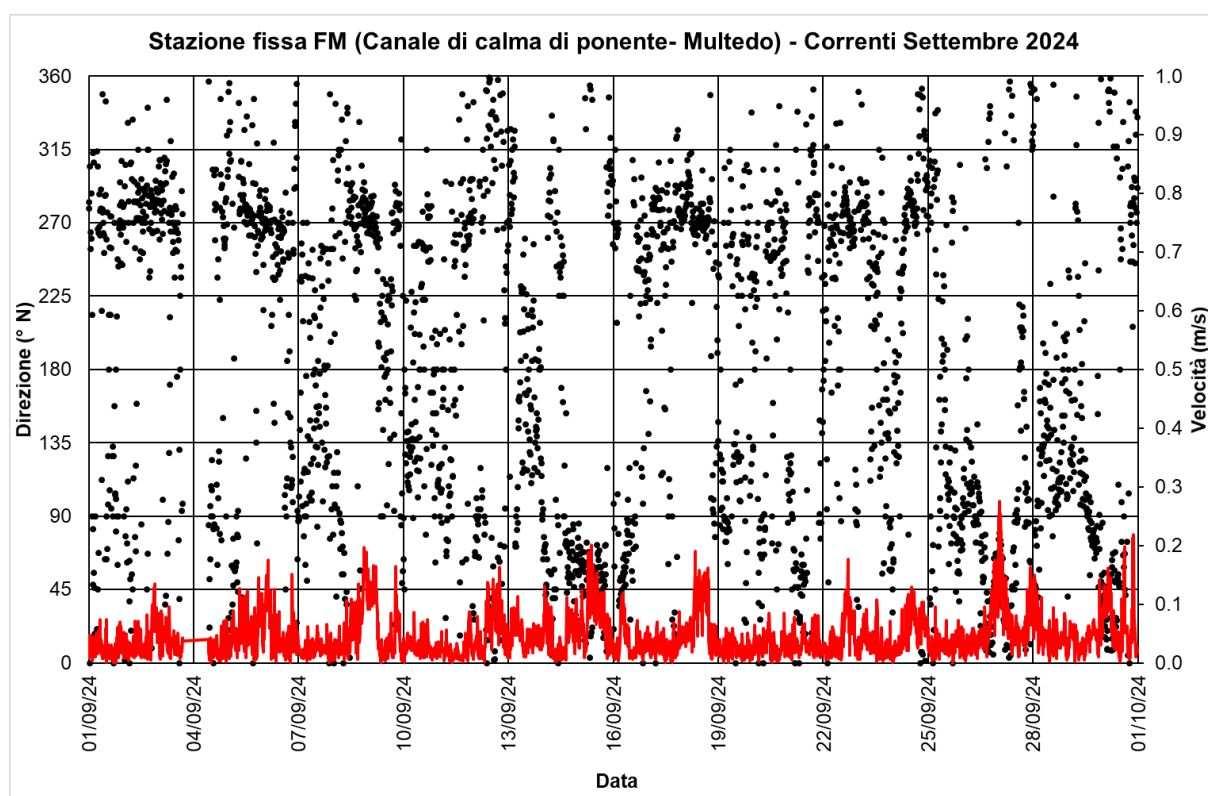
A partire dal giorno 11 settembre è stato notato un brusco aumento della torbidità, aumento non correlabile con le condizioni dell'area ma dovuto all'eccessivo fouling; questa situazione ha richiesto un intervento di manutenzione. La manutenzione è stata effettuata il 16 settembre appena le condizioni del mare hanno permesso ai ricercatori del DISTAV di scendere sulla Diga e accedere alla stazione.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 29 e 111%. Dal grafico, è possibile vedere l'effetto del fouling sul sensore e la ripresa su valori più alti dopo la manutenzione.



Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.28 m s⁻¹, con direzione prevalente W (cella 15 di riferimento).



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO IN RELAZIONE AI LAVORI – SETTEMBRE 2024

Nella seguente tabella sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le attività nei Campi prova, con la specifica del tipo di attività e dei relativi quantitativi di materiale movimentato, e i corrispondenti valori di torbidità misurati dalle stazioni fisse e dal monitoraggio a mezzo barca. È anche indicato l'eventuale superamento dei limiti di torbidità.

Giorno	Orario	Tipo di lavorazione	Quantitativo di materiale movimentato (ton)	Campi prova coinvolti	Giorno	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità dei campi prova (FTU)	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità della stazione fissa FM (FTU)	Torbidità minima-massima misurata dalla stazione fissa FM h: 00:00-23:59 (FTU)	Superamento (SI/NO)
06/09/2024	15:15	scarico	400-450	1	06/09/2024	1.3-20.8	1.3-8.1	1.2-1.9	NO
07/09/2024	11:50	scarico	400-450	1	07/09/2024			1.4-2.1	NO
11/09/2024	16:00	scarico	400-450	2	12/09/2024	4.6-8.0	5.9-8.1	4.1-8.9	NO
14/09/2024	09:15	scarico	400-450	2	14/09/2024			12.9-51.2*	NO*
16/09/2024	14:30	scarico	400-450	2	16/09/2024	0.6-2.6	0.5-2.4	0.8-1.4**	NO
17/09/2024	08:50	scarico	400-450	2	17/09/2024			0.8-1.5	NO
18/09/2024	12:00	scarico	400-450	2	18/09/2024			1.2-2.9	NO
19/09/2024	13:30	scarico	400-450	1	19/09/2024			1.0-2.5	NO
20/09/2024	13:55	scarico	400-450	2	20/09/2024			0.9-2.5	NO
21/09/2024		spianamento	150-200	1	21/09/2024			0.8-2.2	NO
30/09/2024	11:15	scarico	400-450	2	30/09/2024			1.1-1.7	NO
30/09/2024		spianamento	150-200	1	30/09/2024			1.1-1.7	NO

* il sensore della torbidità era affetto da fouling quindi non è stato fatto scattare l'allarme.

** i dati sono stati considerati a partire dalla prima misura dopo la manutenzione al sensore (12:27)

**NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12**

**COMPONENTE ACQUE MARINE
CAMPO PROVA - OPERA A MARE**

**RELAZIONE DELLA FASE IN CORSO D'OPERA
OTTOBRE 2024**

Il Responsabile Scientifico del DISTAV

Prof. Marco Capello
(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'“Opera a Mare” compresa nell'adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 – A10 – A12, “Gronda di Ponente”), e nello specifico dell'esecuzione di un campo prova nel Canale di calma del Porto di Genova, per testare l'efficacia di trattamenti colonnari in ghiaia sottostanti lo scanno di imbasamento dei cassoni cellulari in c.a. costituenti la conterminazione delle vasche di colmata della struttura di cui sopra, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante le attività (fase “corso d'opera”).

Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio a mezzo barca e il monitoraggio h24 tramite il sistema automatico formato da stazioni fisse. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nel mese di OTTOBRE 2024.

CORSO D'OPERA

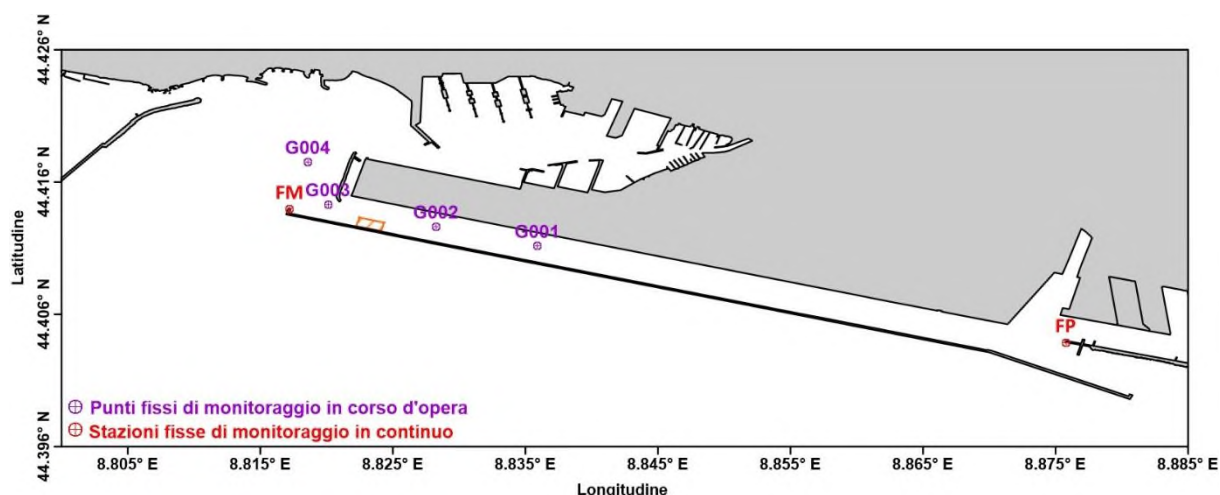
Durante le campagne di monitoraggio a mezzo barca, in punti sia fissi sia mobili, sono stati impiegati i seguenti strumenti e indagati i seguenti parametri:

- sonda multiparametrica CTD, con i sensori di temperatura, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto, calata lungo la colonna d'acqua per l'acquisizione in tempo reale di profili verticali dei diversi parametri;
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler (V-ADCP) con applicazione bottom track posizionato a scafo per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice verticale che attraversa la massa d'acqua sotto lo strumento.

Inoltre, il piano di monitoraggio ha previsto il controllo in continuo di torbidità, ossigeno disciolto e correnti grazie alle stazioni fisse di misura installate sulla diga all'ingresso di ponente del porto-foce Polcevera (FP) e all'ingresso di ponente del Canale di calma dell'aeroporto verso Multedo (FM). Le stazioni fisse sono dotate di:

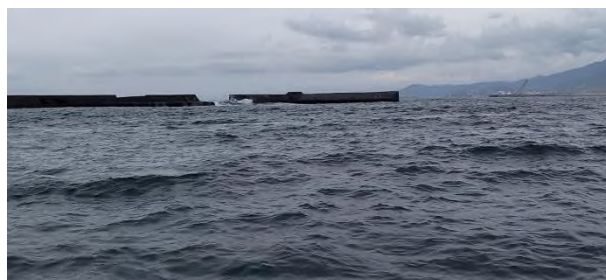
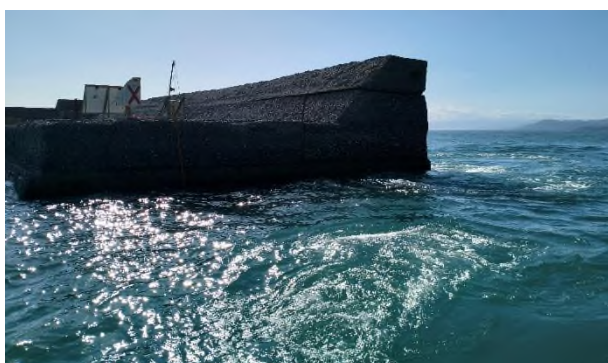
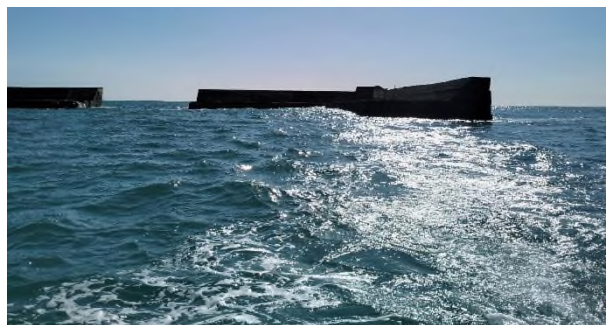
- sonda multiparametrica con sensore di torbidità e ossigeno disciolto, e
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler orizzontale (H-ADCP) per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice orizzontale che attraversa la massa d'acqua davanti allo strumento.

Di seguito è riportata la posizione delle stazioni fisse di misura in continuo e dei punti fissi da barca.



Mappa delle stazioni fisse e dei punti fissi di misura.

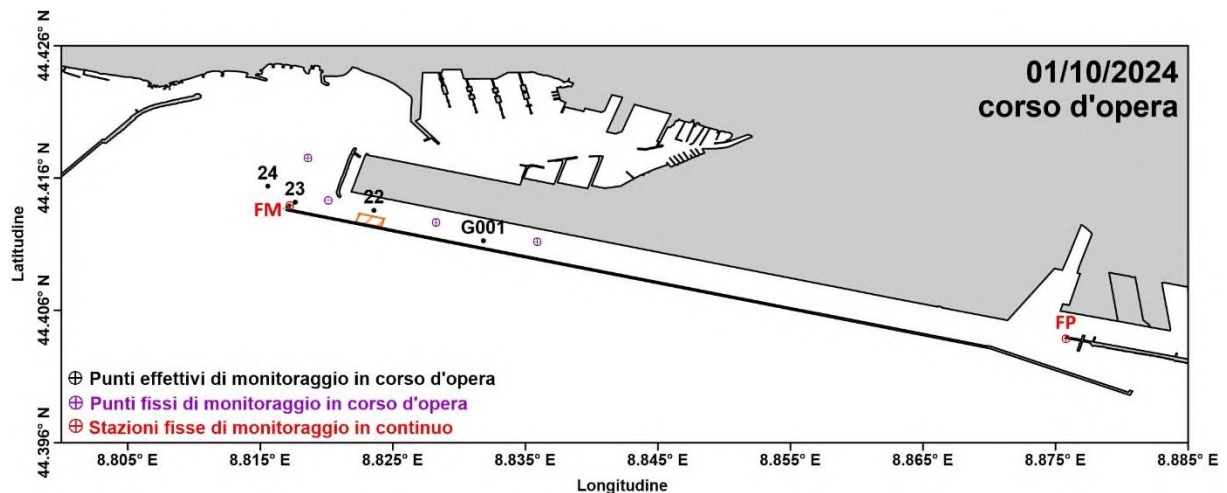
Si sottolinea che la stazione fissa FM, posizionata sul dente all'estremo ponente della diga del Canale di calma dell'aeroporto, è soggetta al mare mosso causato da una apertura presente nella diga stessa. Questo fa sì che sia le manutenzioni ordinarie sia gli interventi necessari in caso di malfunzionamenti della stazione siano possibili solo in condizioni di mare calmo che permetta ai tecnici e al personale del DISTAV di scendere sulla diga e accedere alla stazione. In presenza anche di mare poco mosso, le onde entrano dall'apertura e rendono impossibile scendere sulla diga in sicurezza. Di seguito si riportano alcune fotografie dell'apertura nella diga e dell'effetto del moto ondoso sull'area.



MONITORAGGIO A MEZZO BARCA – OTTOBRE 2024

01/10/2024

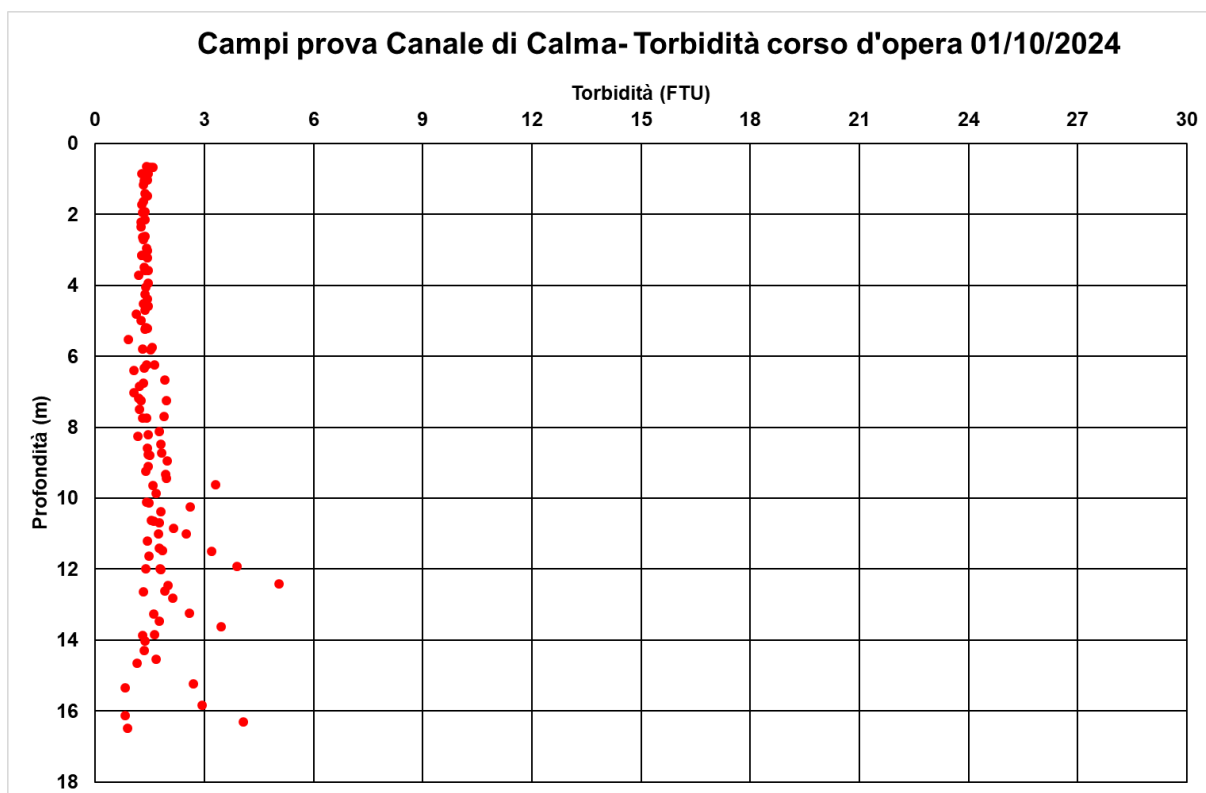
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento debole da N, mare mosso e cielo nuvoloso. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti; non sono state effettuate misure correntometriche a causa dello stato del mare. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nelle seguenti figure.



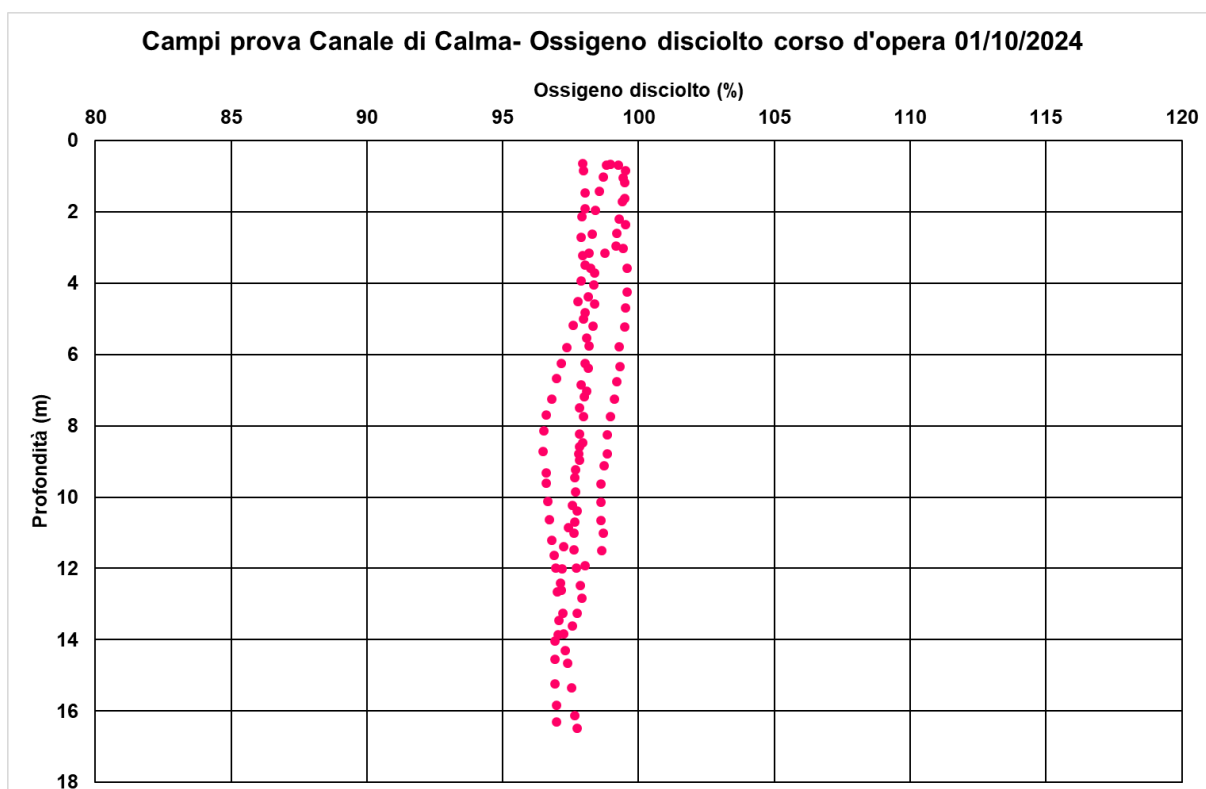
Durante la mattina, la torbidità è risultata compresa tra 0.8 e 5.0 FTU.

Non ci sono stati superamenti di torbidità al di fuori del Canale di calma.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 96 e 100%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.

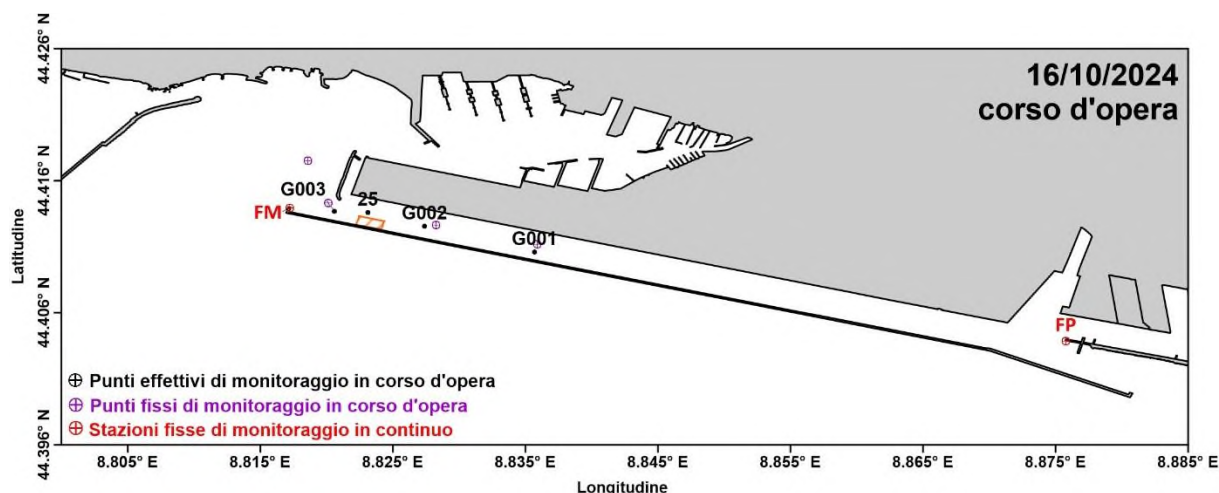


11/10/2024

Non è stato effettuato il monitoraggio da barca, ma è stato necessario recarsi in porto presso le stazioni fisse per la loro riattivazione tramite App.

16/10/2024

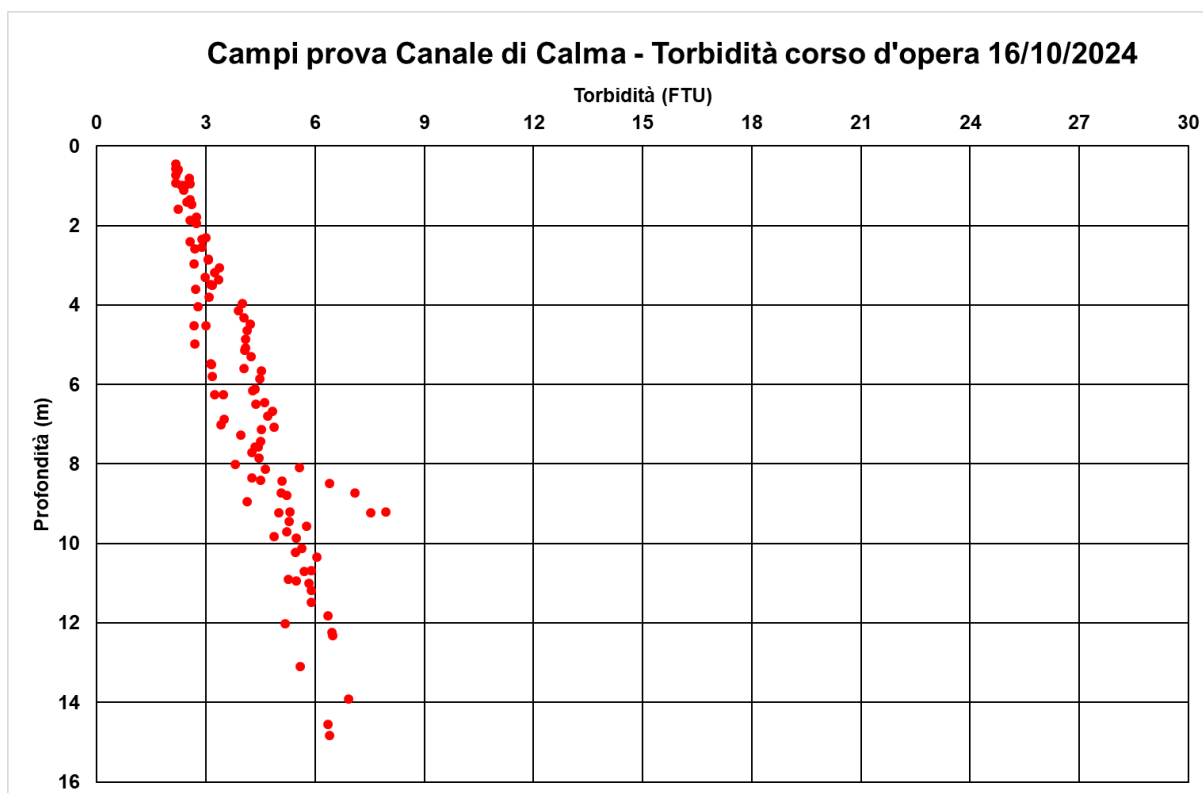
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da SE, mare mosso e cielo coperto con piogge. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa dello stato del mare. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



La torbidità ha mostrato valori compresi tra 2.2 e 7.9 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Non è stato possibile misurare l'ossigeno disciolto a causa di un malfunzionamento del sensore.

17/10/2024

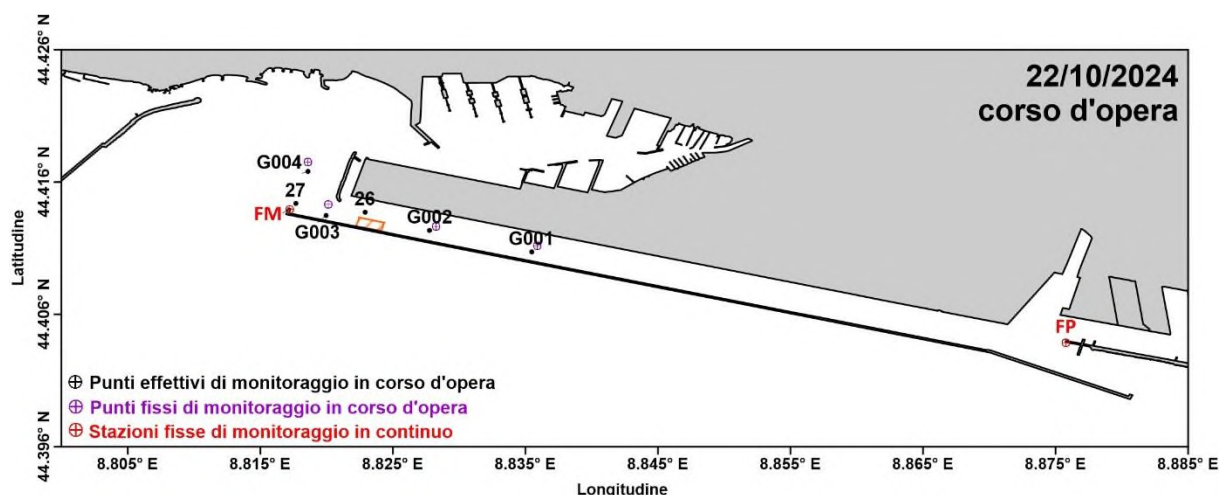
Allerta arancione emessa da Regione Liguria.

18/10/2024

Non è stato effettuato il monitoraggio da barca, ma è stato necessario recarsi in porto presso le stazioni fisse per la loro riattivazione tramite App.

22/10/2024

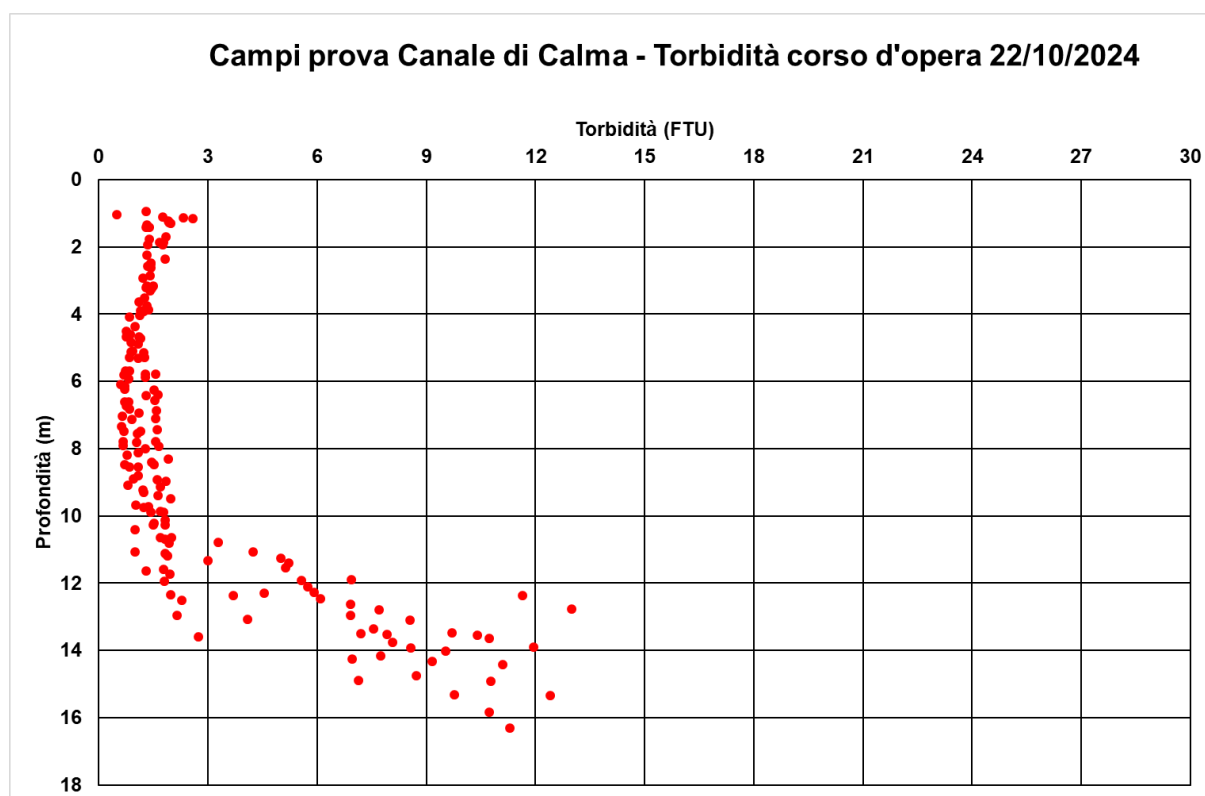
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento molto forte da N, mare quasi calmo e cielo variabile. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 6 punti; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.5 e 13.0 FTU. Valori relativamente alti sono stati misurati in prossimità del fondo in tutte le stazioni a causa dell'effetto del moto ondoso sul fondale e degli apporti solidi del Torrente Polcevera dovuti alle piogge dei giorni precedenti alle misure. I valori superiori al valore di allarme (12 FTU) sono stati misurati solo in prossimità del fondo nei punti G001 e G003, dentro il Canale di calma. Nei punti 27 e G004, rispettivamente in prossimità della stazione fissa FM e fuori dal Canale di calma, i valori di torbidità erano compresi tra 0.5 e FTU 11.3.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

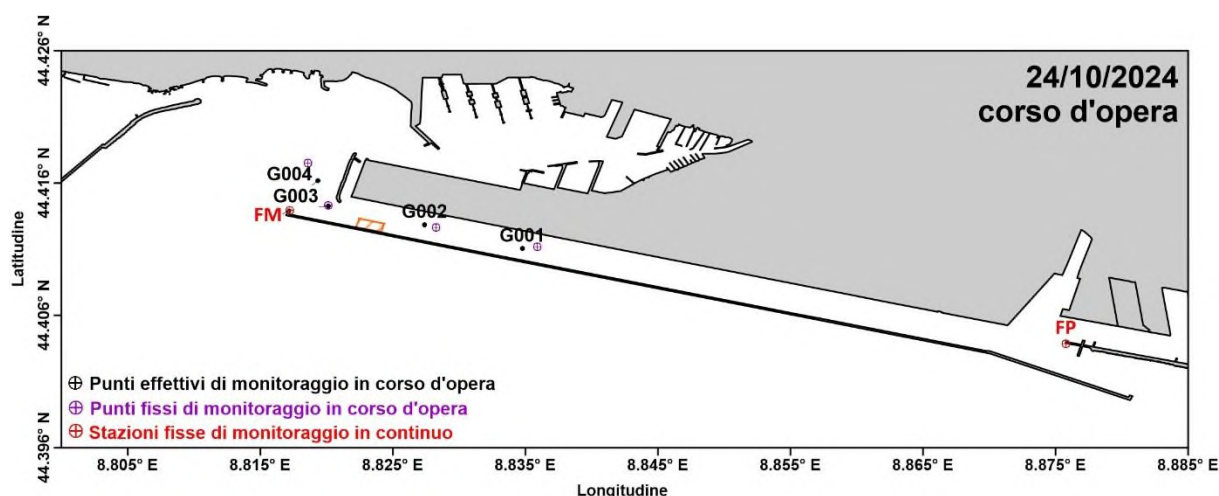
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Non è stato possibile misurare l'ossigeno disciolto a causa di un malfunzionamento del sensore.

24/10/2024

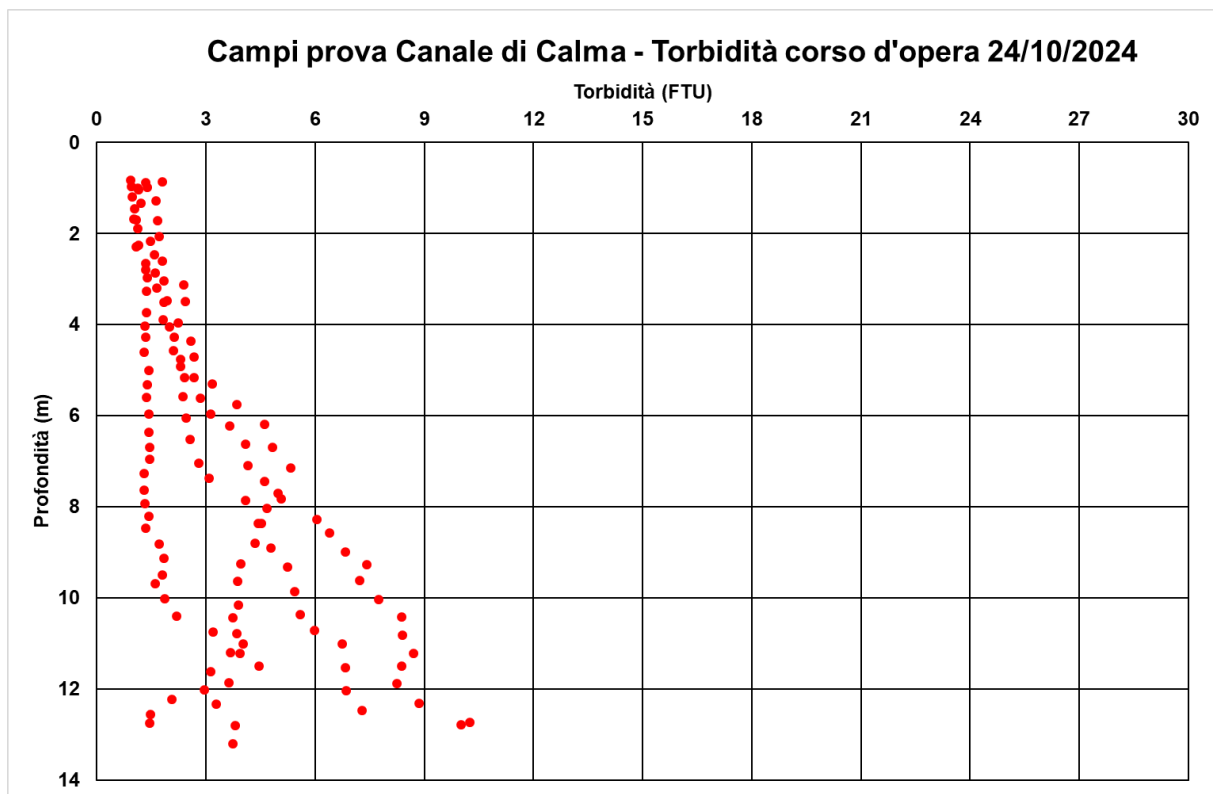
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo e cielo coperto. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti e misure correntometriche in 4 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.9 e 10.3 FTU. I valori più alti sono stati misurati in prossimità del fondo nel punto G002 all'interno del Canale di calma.

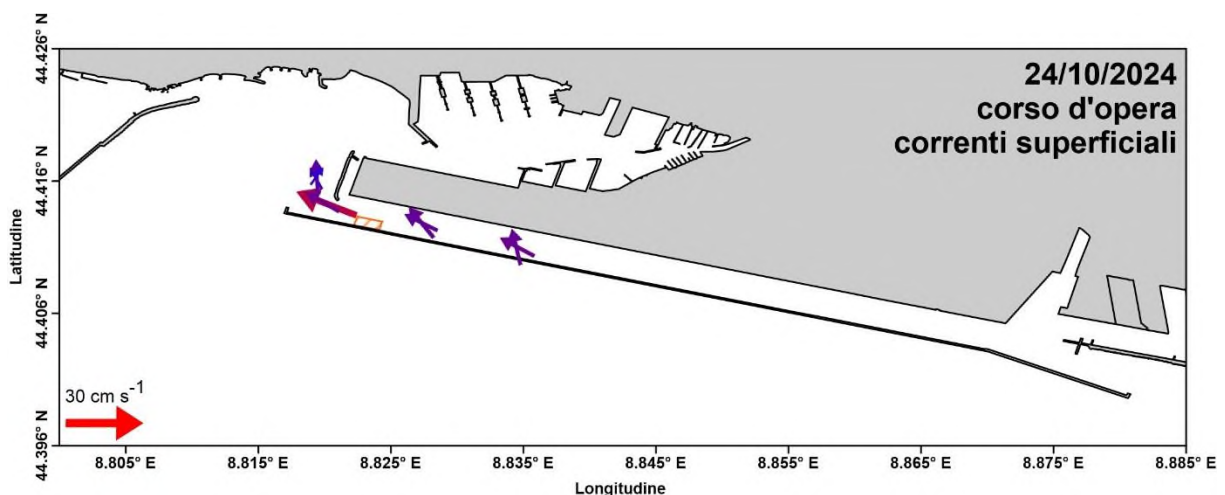
Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

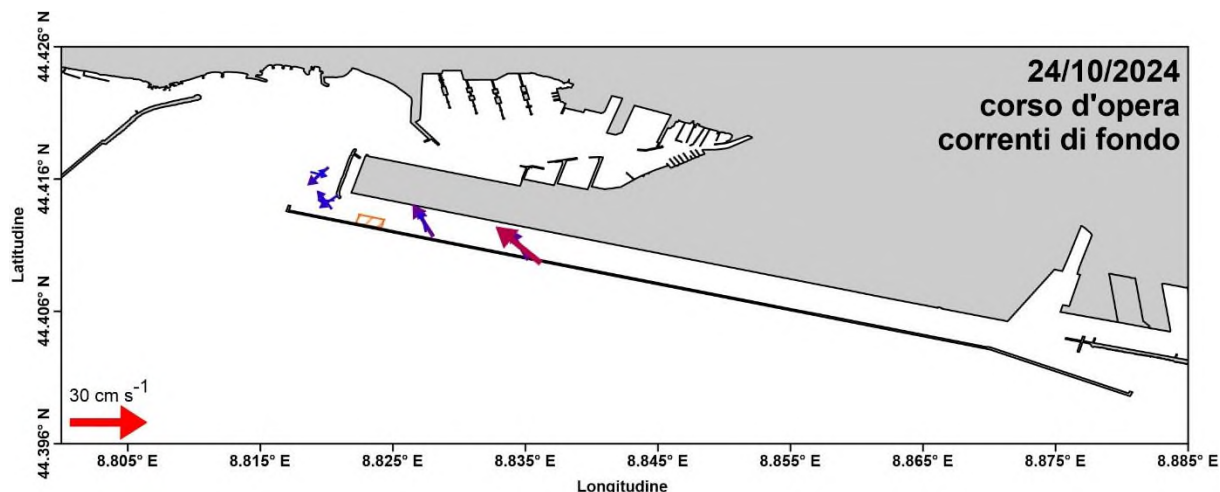
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Non è stato possibile misurare l'ossigeno disciolto a causa di un malfunzionamento del sensore.

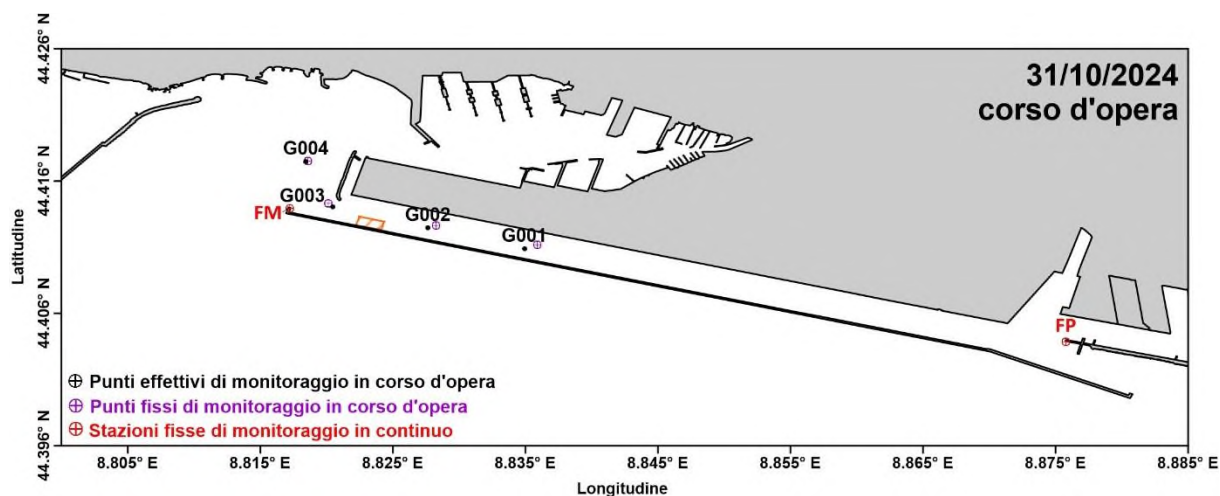
Le velocità delle correnti erano comprese tra 1.4 e 26.8 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso W. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.





31/10/2024

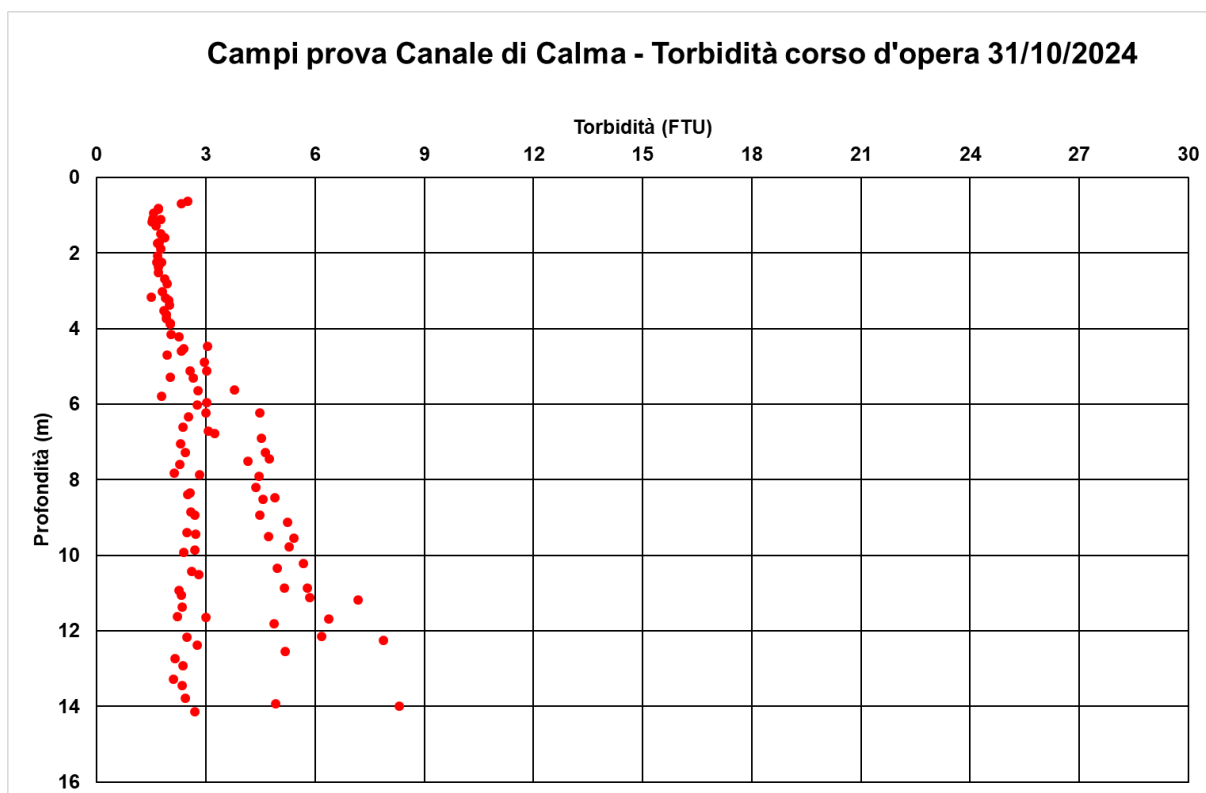
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da N, mare calmo e cielo sereno. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti e misure correntometriche in 4 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



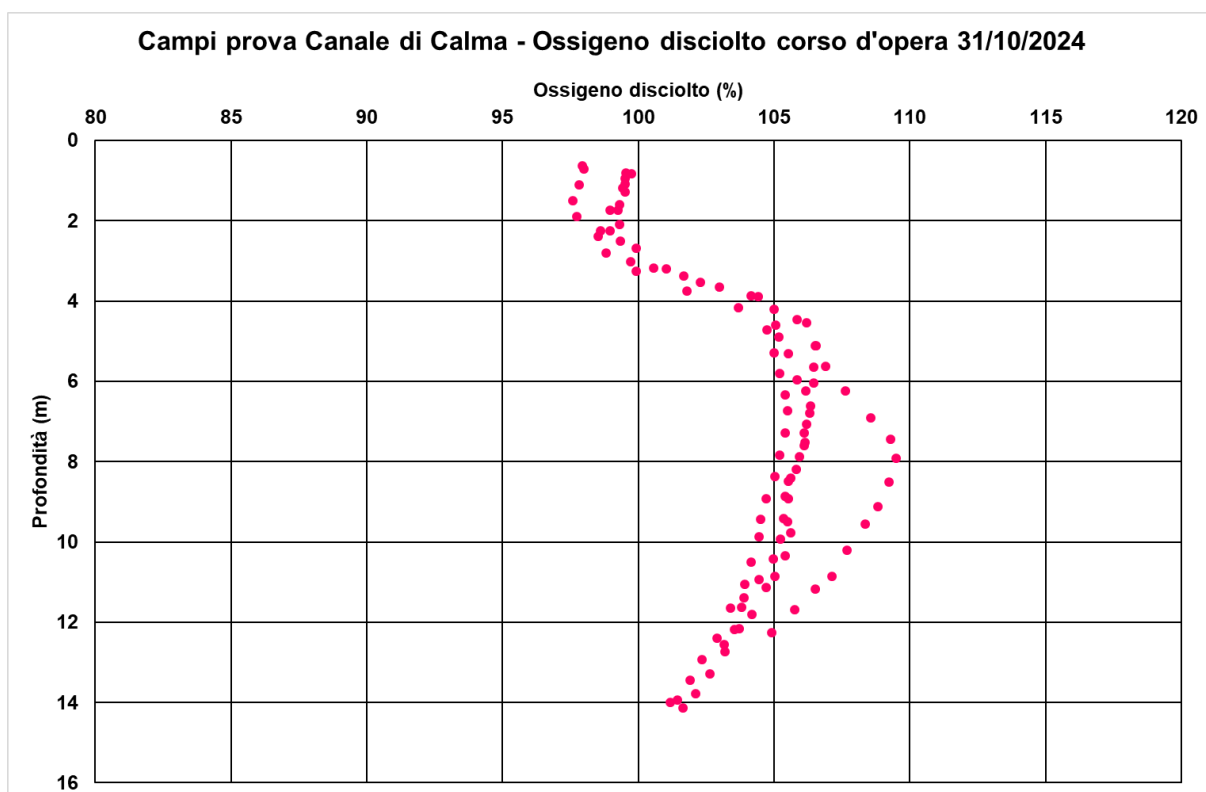
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 1.5 e 8.3 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

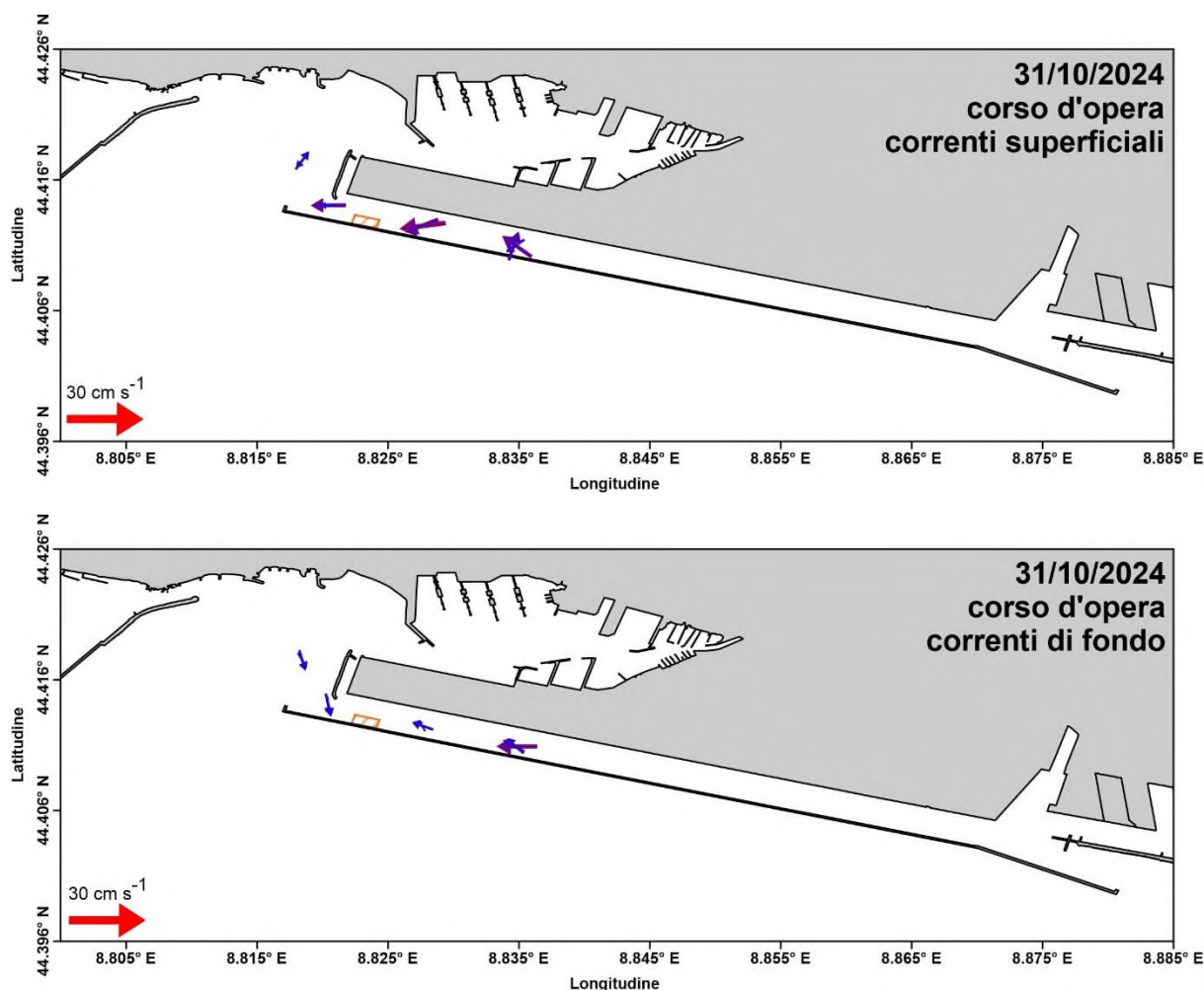
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 98 e 109%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.9 e 27.2 cm s⁻¹ lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso W nello strato superficiale in tutta l'area e nello strato di fondo all'interno del Canale di calma, mentre era verso E nello strato di fondo all'imboccatura del canale. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.



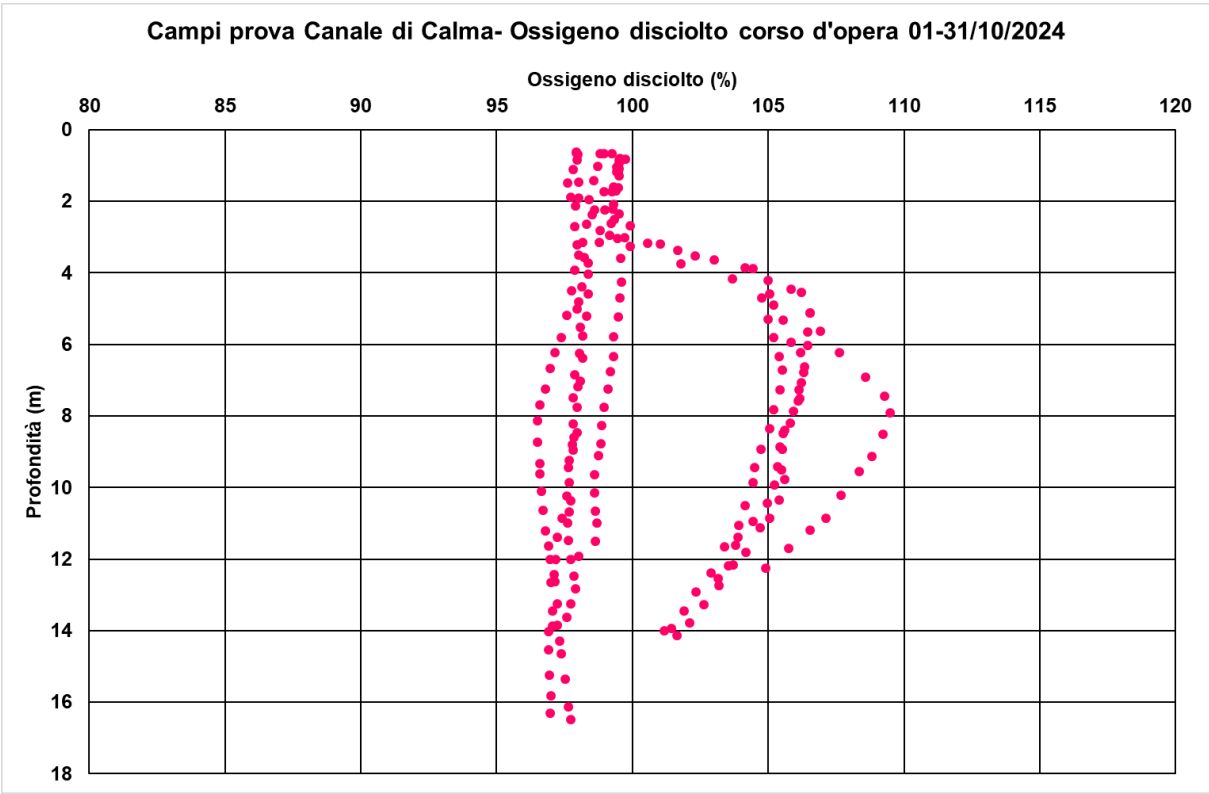
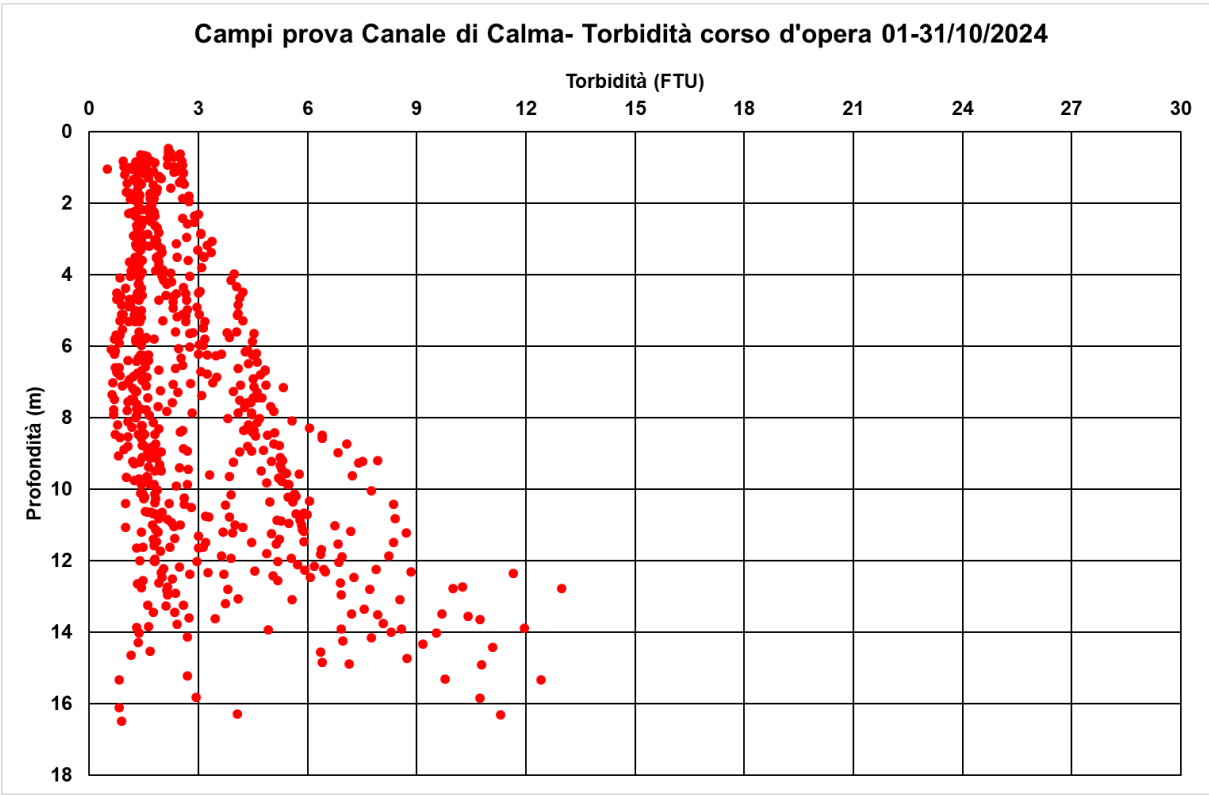
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO A MEZZO BARCA: MESE DI OTTOBRE 2024

Nel complesso del periodo di monitoraggio di ottobre, la torbidità misurata ha mostrato valori compresi tra 0.5 e 13.0 FTU. I valori più alti di torbidità sono stati misurati in prossimità del fondo in punti all'interno del Canale di calma e nessun superamento del limite di Allarme è stato segnalato.

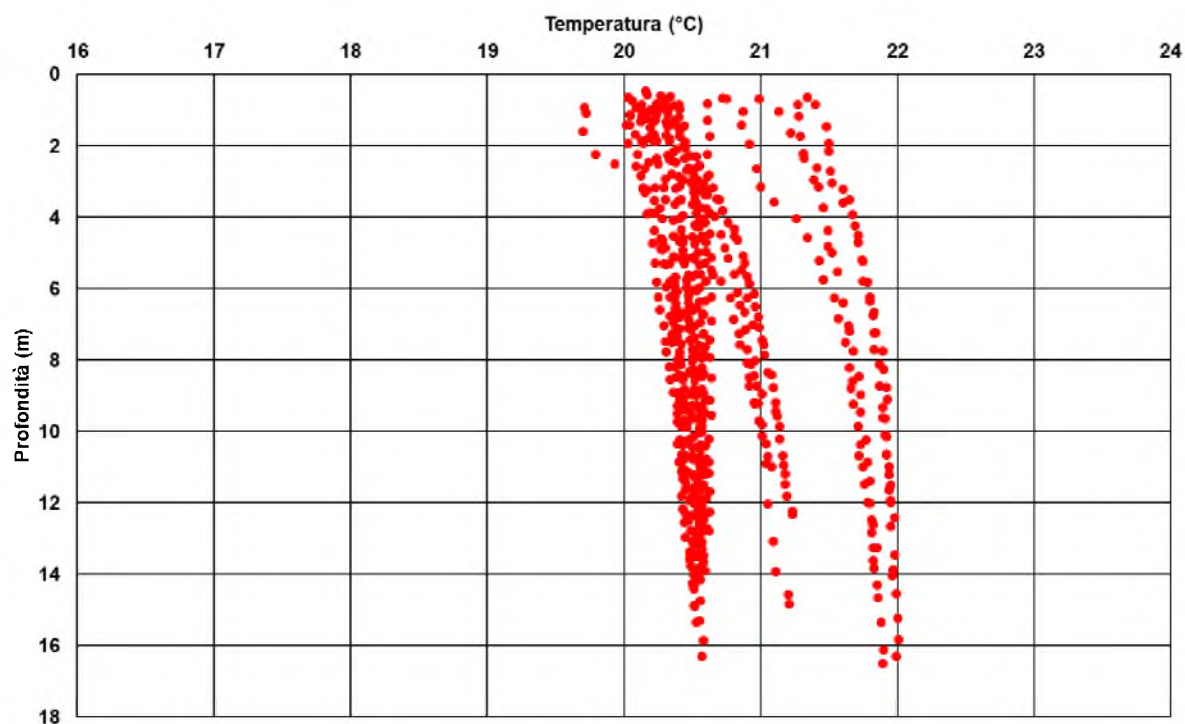
L'ossigeno disciolto misurato ha mostrato valori compresi tra 96 e 109%.

Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si descrivono di seguito anche i valori complessivi di temperatura e salinità misurati nel periodo. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 19.7 e 22.0°C. La salinità ha mostrato valori compresi tra 33.9 e 38.7, con i valori più bassi misurati nello strato superficiale a seguito delle piogge e degli apporti di acqua dolce del Torrente Polcevera.

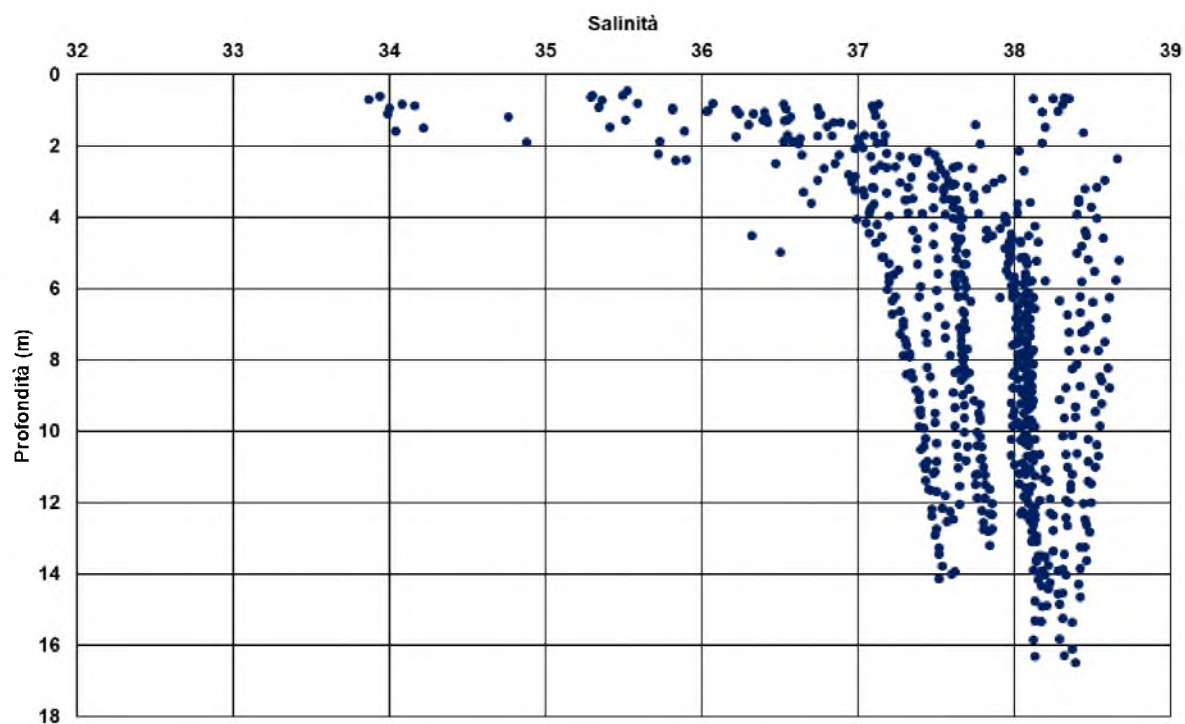
Di seguito sono riportati i grafici complessivi dei valori di torbidità, ossigeno disciolto, temperatura e salinità.



Campi prova Canale di Calma - Temperatura corso d'opera 01-31/10/2024



Campi prova Canale di Calma - Salinità corso d'opera 01-31/10/2024

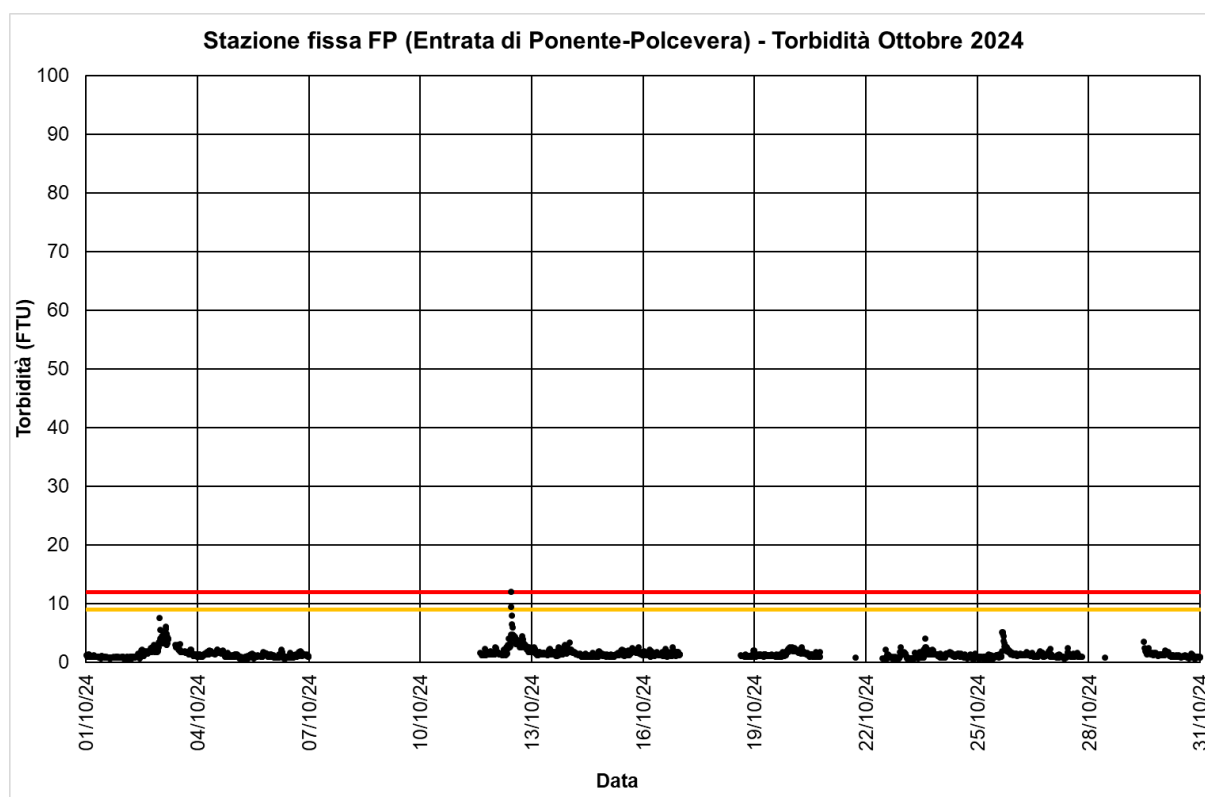


MONITORAGGIO A MEZZO STAZIONI FISSE – OTTOBRE 2024

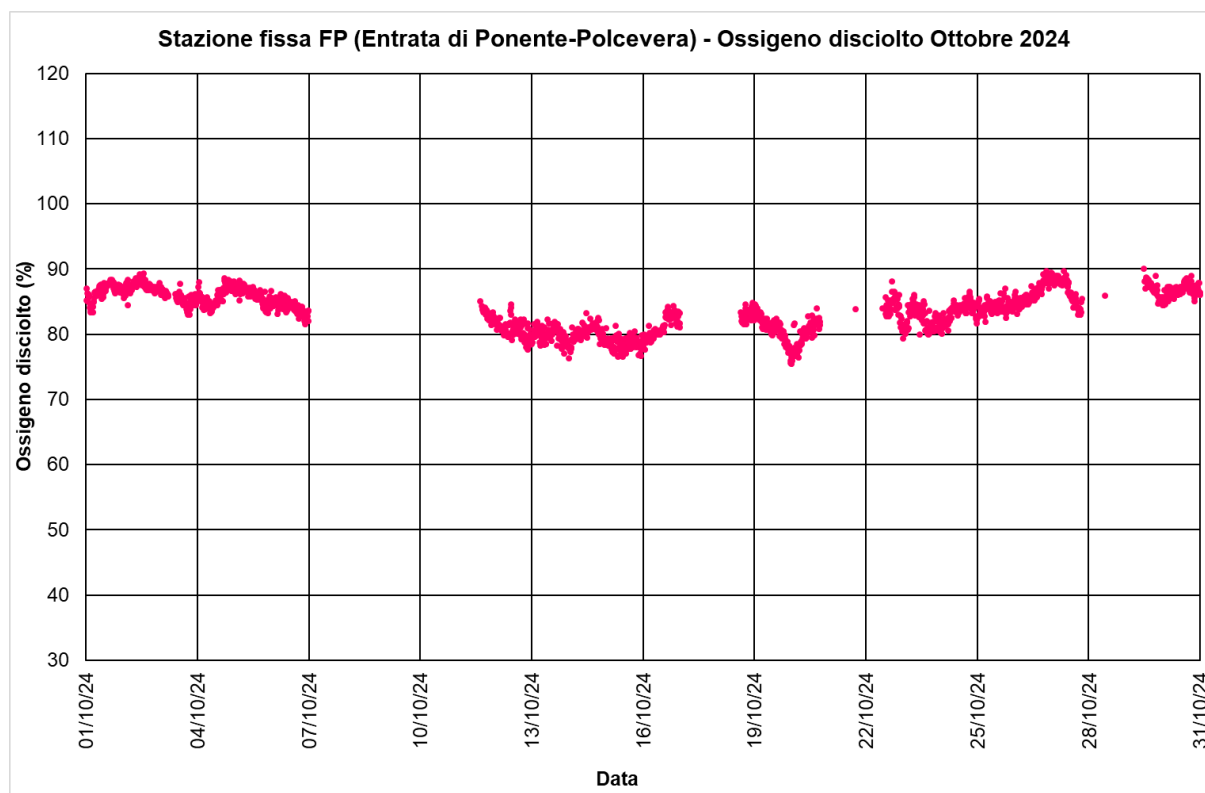
Grazie al controllo costante da remoto del corretto funzionamento delle stazioni fisse, ci si è accorti che le stazioni fisse FP e FM si sono spente alle 00:00 del 7 ottobre. I tecnici avvisati della situazione hanno provato il collegamento da remoto con le stazioni, ma non è stato risolto il problema. Il giorno 11 ottobre, dopo il transito della perturbazione che ha caratterizzato il periodo, è stato possibile recarsi in prossimità delle stazioni per la loro riattivazione tramite App. Questa situazione si è ripetuta altre due volte nel corso del mese ed i tecnici stanno cercando di risolvere il problema.

Stazione di ponente-Polcevera FP

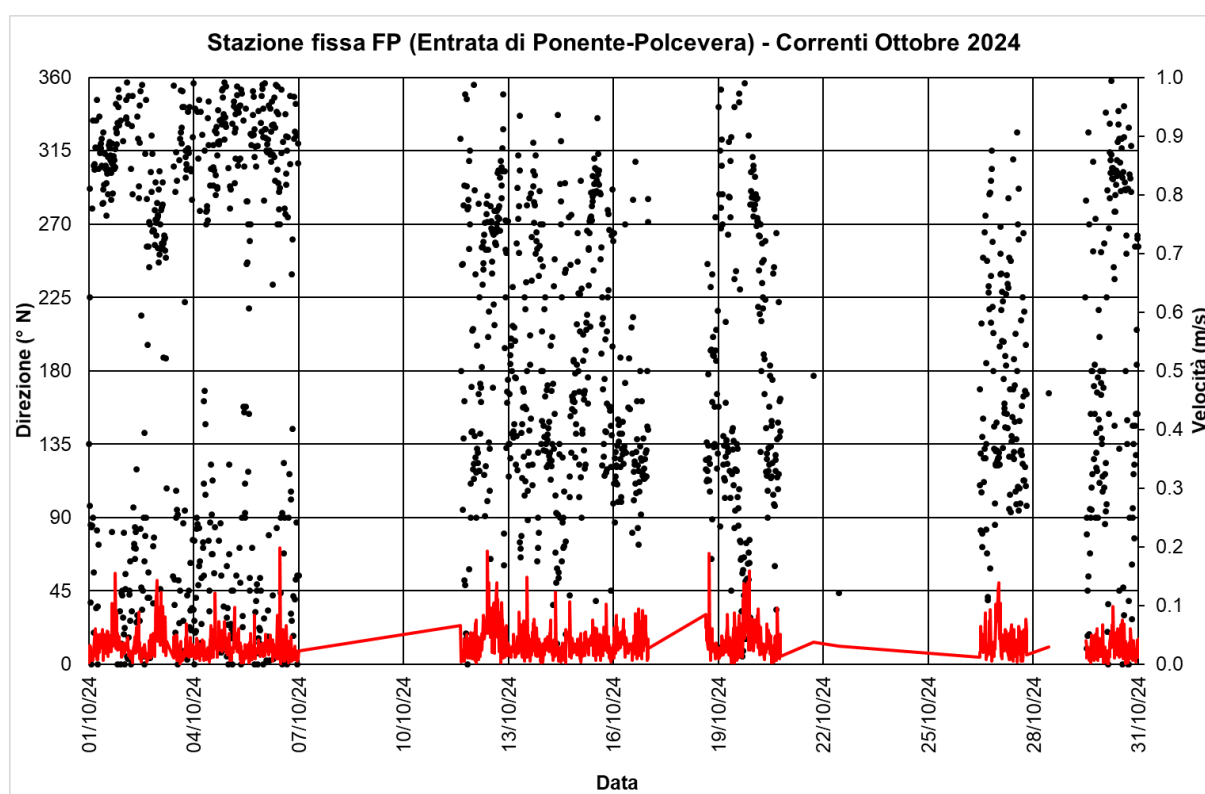
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.5 e 12.0 FTU. Il giorno 12 ottobre la stazione ha rilevato un aumento di torbidità raggiungendo il massimo di 12 FTU a causa delle piogge e degli apporti solidi del Torrente Polcevera a seguito delle forti piogge del periodo.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 76 e 90%.



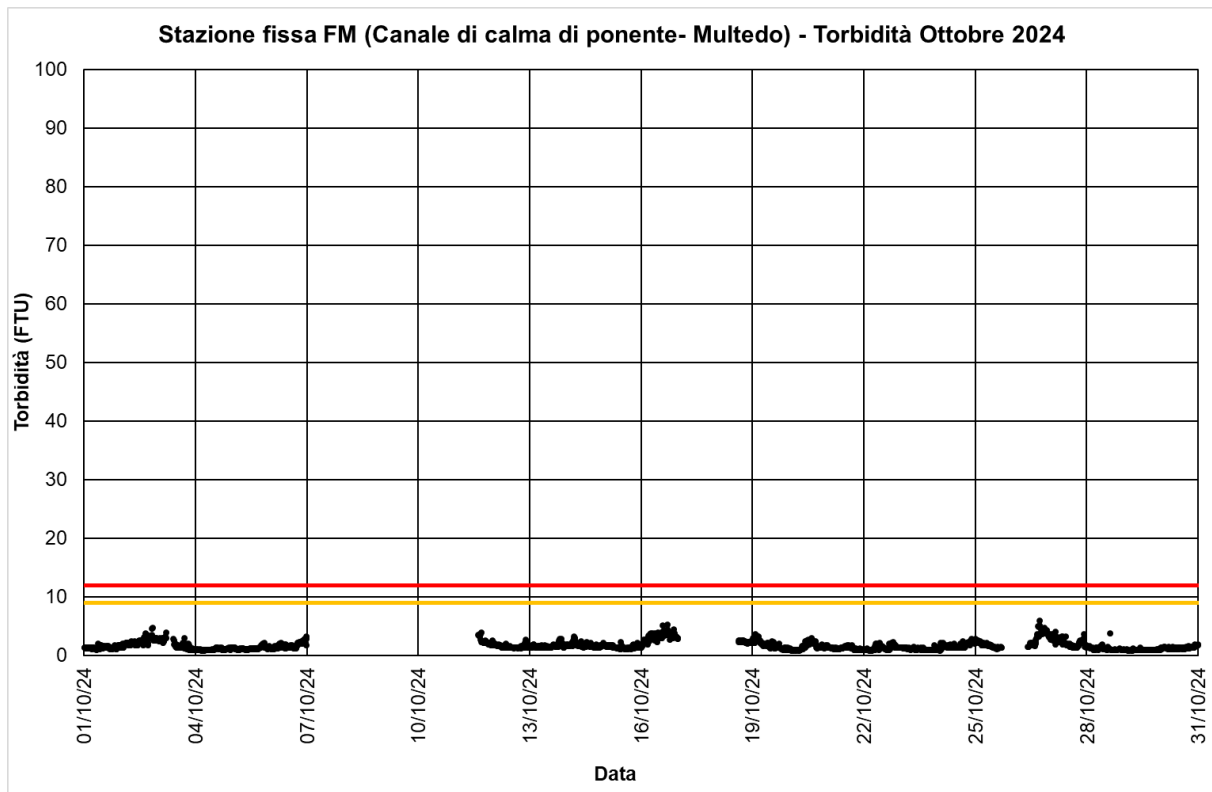
Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.20 m s^{-1} , con direzione prevalente variabile tra SE e NW (cella 15 di riferimento).



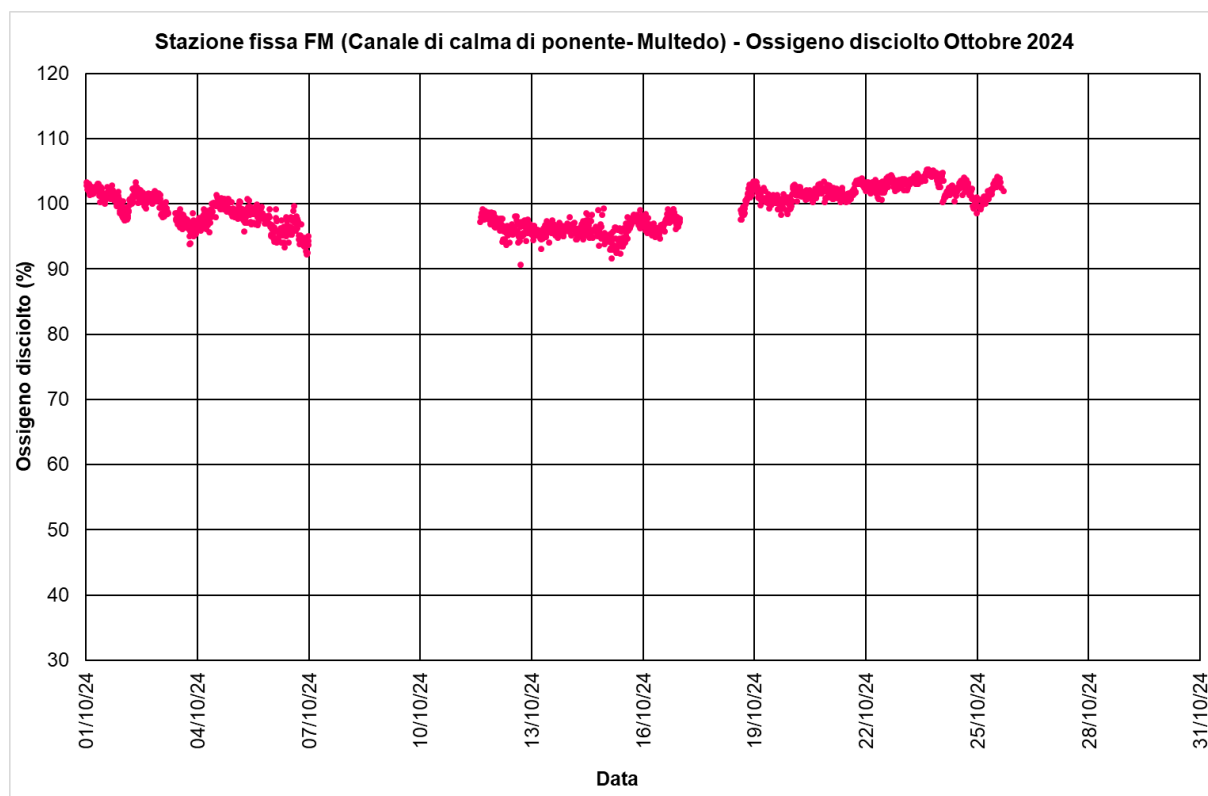
Stazione di Multedo FM

Il 29 ottobre è stata effettuata una manutenzione alla stazione FM che ha previsto la sostituzione della sonda per un malfunzionamento.

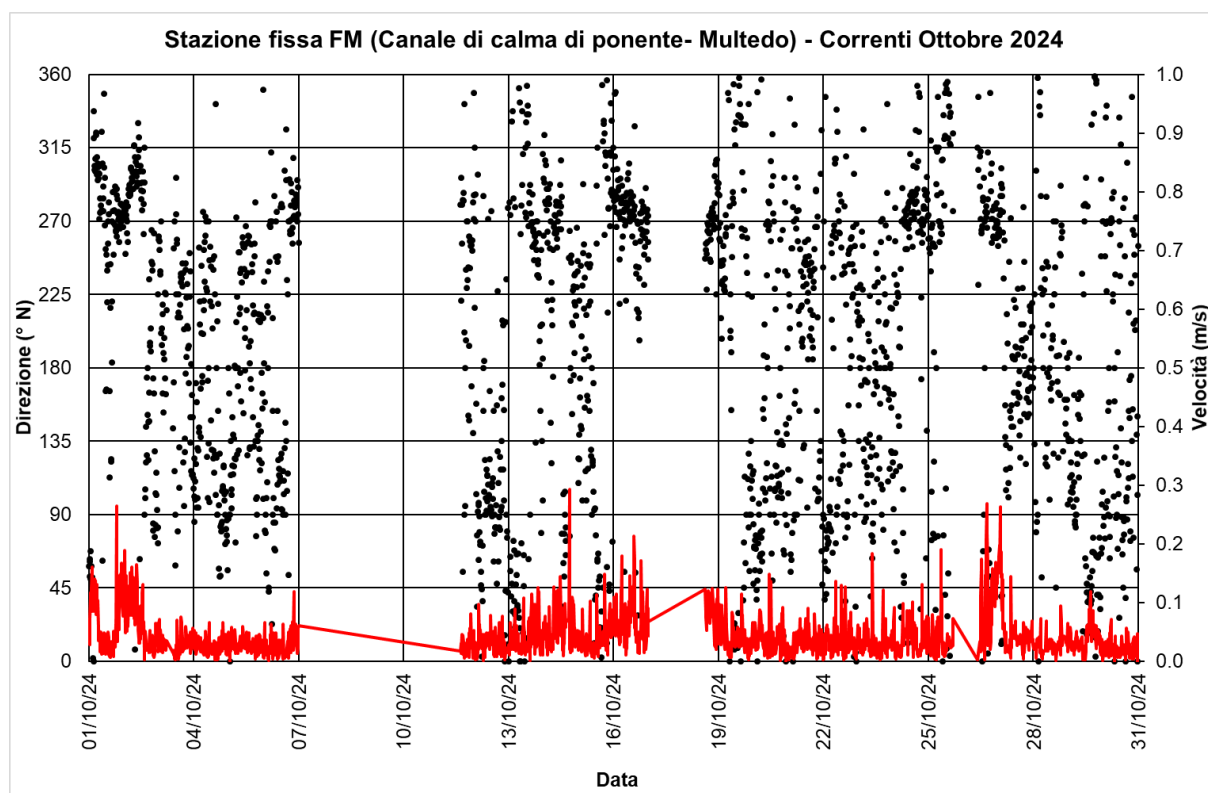
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.5 e 5.9 FTU.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 91 e 102%.



Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.29 m s^{-1} , con direzione prevalente W (cella 15 di riferimento).



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO IN RELAZIONE AI LAVORI – OTTOBRE 2024

Nella seguente tabella sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le attività nei Campi prova, con la specifica del tipo di attività e dei relativi quantitativi di materiale movimentato, e i corrispondenti valori di torbidità misurati dalla stazione fissa FM e dal monitoraggio a mezzo barca. È anche indicato l'eventuale superamento dei limiti di torbidità.

Giorno	Orario	Tipo di lavorazione	Quantitativo di materiale movimentato (ton)	Campi prova coinvolti	Giorno	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità dei campi prova (FTU)	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità della stazione fissa FM (FTU)	Torbidità minima-massima misurata dalla stazione fissa FM h: 00:00-23:59 (FTU)	Superamento (SI/NO)
01/10/2024		Spianamento	300-400	1	01/10/2024	1.2-5.0	0.8-4.1	1.0-2.0	NO
04/10/2024		Spianamento	150-200	1	04/10/2024	-	-	0.8-1.4	NO
05/10/2024		Spianamento	150-200	1	05/10/2024	-	-	1.0-2.1	NO
15/10/2024		Spianamento	150-200	1	15/10/2024	-	-	1.1-2.3	NO
16/10/2024		Regolarizzazione fondale	100	2	16/10/2024	2.2-7.9	2.2-6.9	1.6-5.3	NO
21/10/2024		Spianamento	150-200	1-2	21/10/2024	-	-	0.9-1.7	NO
22/10/2024		Spianamento	150-200	2	22/10/2024	0.7-13.0	0.5-12.4	0.8-2.3	NO
23/10/2024		Spianamento	150-200	2	23/10/2024	-	-	0.9-1.8	NO
24/10/2024		Rinviato varo primo cassone	-	-	24/10/2024	1.1-10.3	0.9-5.3	0.8-2.8	NO
29/10/2024		Regolarizzazione fondale	100	2	29/10/2024	-	-	0.8-1.3	NO
31/10/2024		Regolarizzazione fondale	100	2	31/10/2024	1.5-7.9	1.5-8.3	0.8-2.2	NO

**NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12**

**COMPONENTE ACQUE MARINE
CAMPO PROVA - OPERA A MARE**

**RELAZIONE DELLA FASE IN CORSO D'OPERA
NOVEMBRE 2024**

Il Responsabile Scientifico del DISTAV

Prof. Marco Capello
(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito dell' "Opera a Mare" compresa nell'adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 – A10 – A12, "Gronda di Ponente"), e nello specifico dell'esecuzione di un campo prova nel Canale di calma del Porto di Genova, per testare l'efficacia di trattamenti colonnari in ghiaia sottostanti lo scanno di imbasamento dei cassoni cellulari in c.a. costituenti la conterminazione delle vasche di colmata della struttura di cui sopra, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante le attività (fase "corso d'opera").

Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio a mezzo barca e il monitoraggio h24 tramite il sistema automatico formato da stazioni fisse. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nel mese di NOVEMBRE 2024.

CORSO D'OPERA

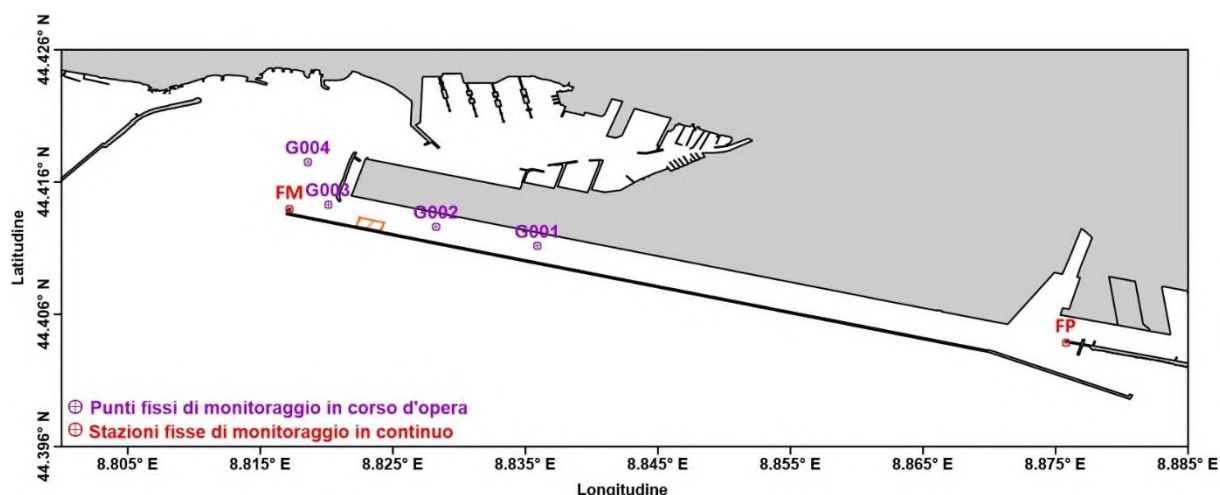
Durante le campagne di monitoraggio a mezzo barca, in punti sia fissi sia mobili, sono stati impiegati i seguenti strumenti e indagati i seguenti parametri:

- sonda multiparametrica CTD, con i sensori di temperatura, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto, calata lungo la colonna d'acqua per l'acquisizione in tempo reale di profili verticali dei diversi parametri;
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler (V-ADCP) con applicazione bottom track posizionato a scafo per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice verticale che attraversa la massa d'acqua sotto lo strumento.

Inoltre, il piano di monitoraggio ha previsto il controllo in continuo di torbidità, ossigeno disciolto e correnti grazie alle stazioni fisse di misura installate sulla diga all'ingresso di ponente del porto-foce Polcevera (FP) e all'ingresso di ponente del Canale di calma dell'aeroporto verso Multedo (FM). Le stazioni fisse sono dotate di:

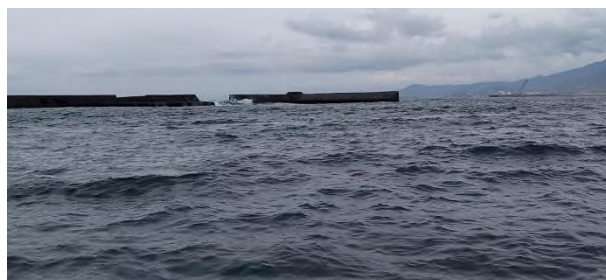
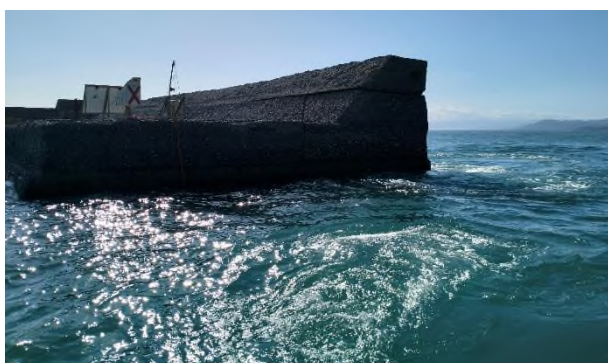
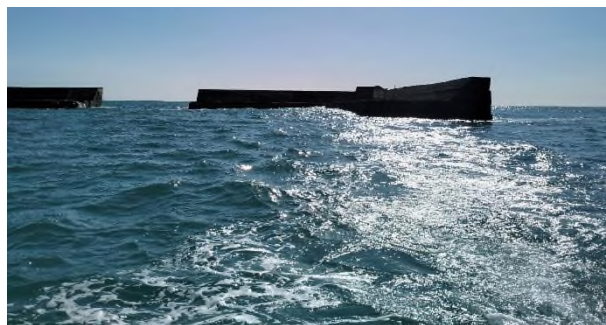
- sonda multiparametrica con sensore di torbidità e ossigeno disciolto, e
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler orizzontale (H-ADCP) per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice orizzontale che attraversa la massa d'acqua davanti allo strumento.

Di seguito è riportata la posizione delle stazioni fisse di misura in continuo e dei punti fissi da barca.



Mappa delle stazioni fisse e dei punti fissi di misura.

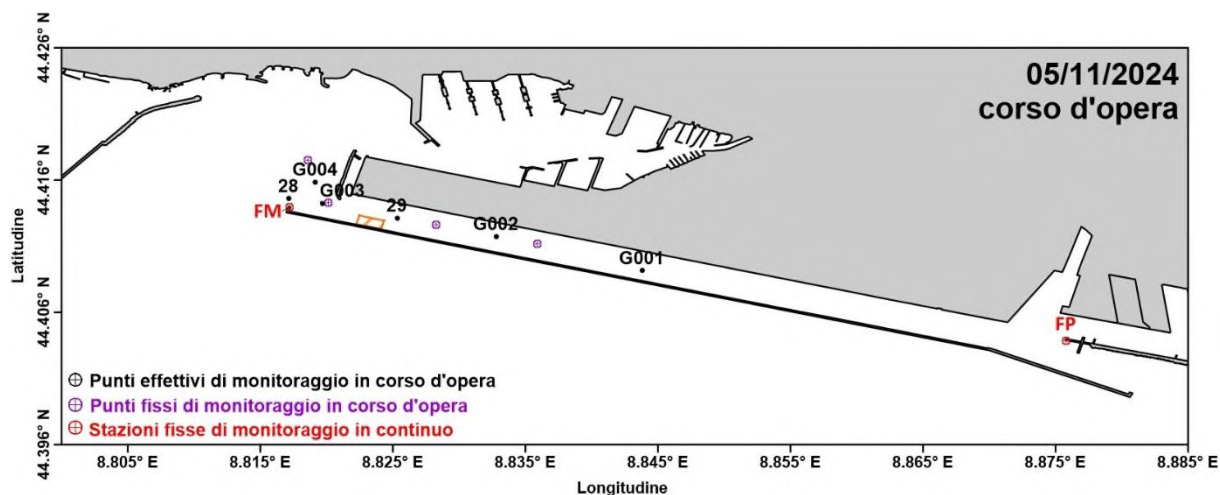
Si sottolinea che la stazione fissa FM, posizionata sul dente all'estremo ponente della diga del Canale di calma dell'aeroporto, è soggetta al mare mosso causato da una apertura presente nella diga stessa. Questo fa sì che sia le manutenzioni ordinarie sia gli interventi necessari in caso di malfunzionamenti della stazione siano possibili solo in condizioni di mare calmo che permetta ai tecnici e al personale del DISTAV di scendere sulla diga e accedere alla stazione. In presenza anche di mare poco mosso, le onde entrano dall'apertura e rendono impossibile scendere sulla diga in sicurezza. Di seguito si riportano alcune fotografie dell'apertura nella diga e dell'effetto del moto ondoso sull'area.



MONITORAGGIO A MEZZO BARCA – NOVEMBRE 2024

05/11/2024

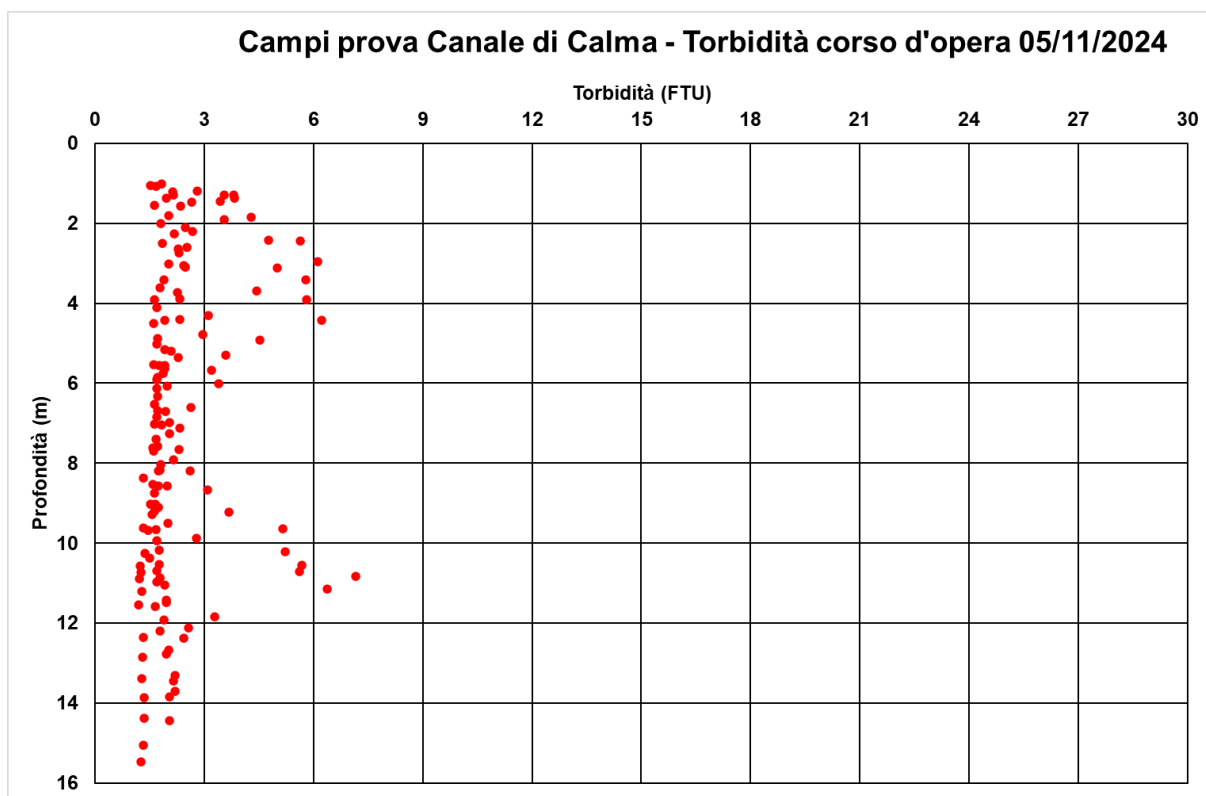
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento da NNE, mare calmo e cielo sereno. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 6 punti e misure correntometriche in 6 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nelle seguenti figure.



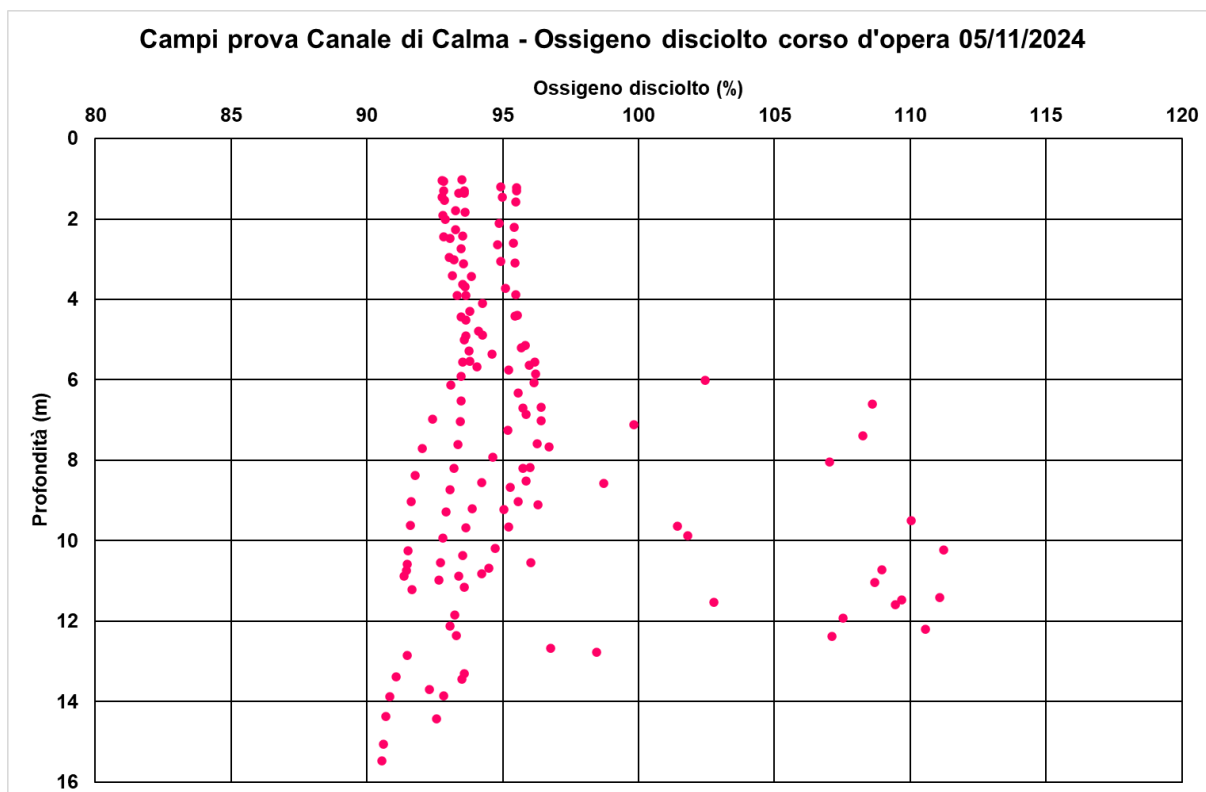
Durante la mattina, la torbidità è risultata compresa tra 1.2 e 7.2 FTU.

Non ci sono stati superamenti di torbidità al di fuori del Canale di calma.

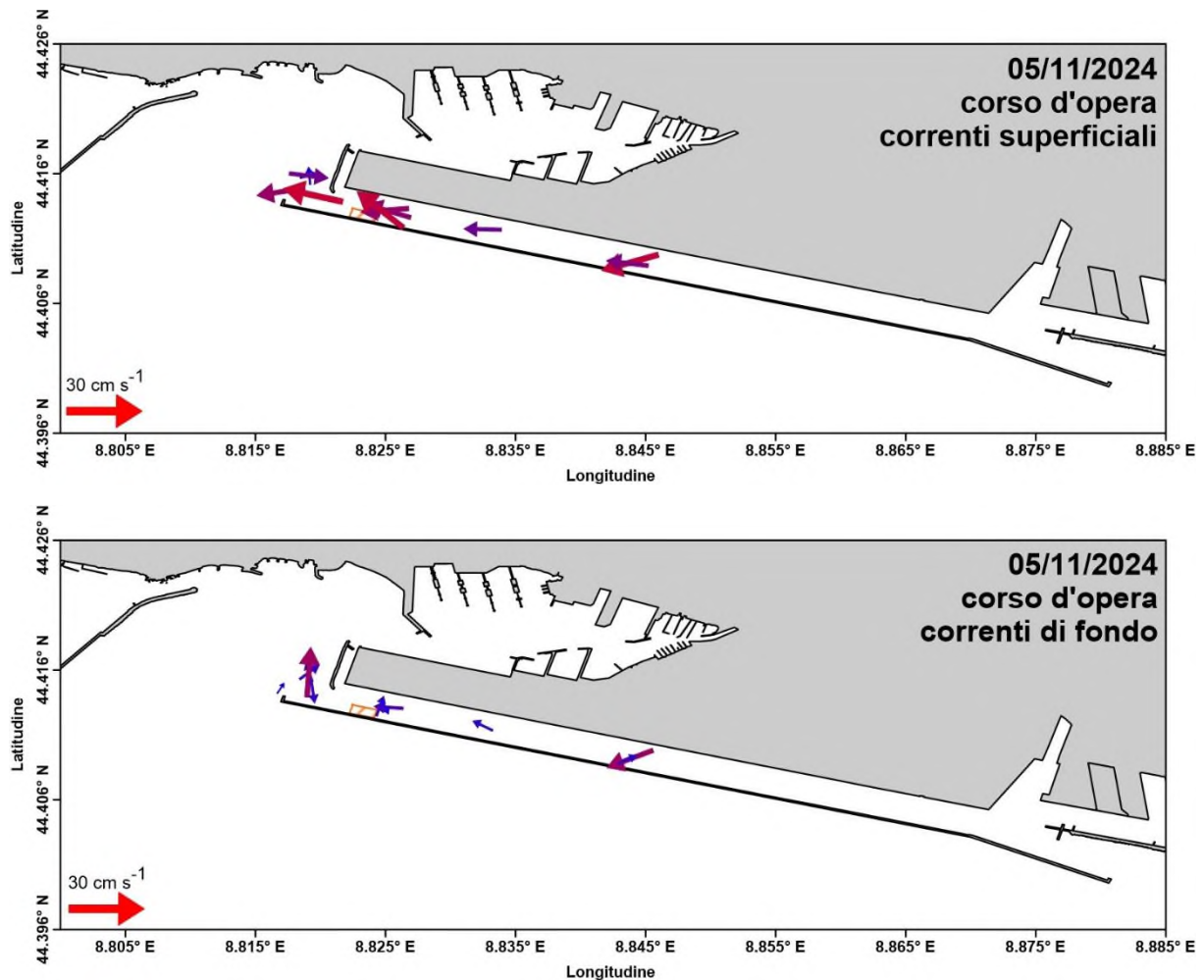
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 91 e 111%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.

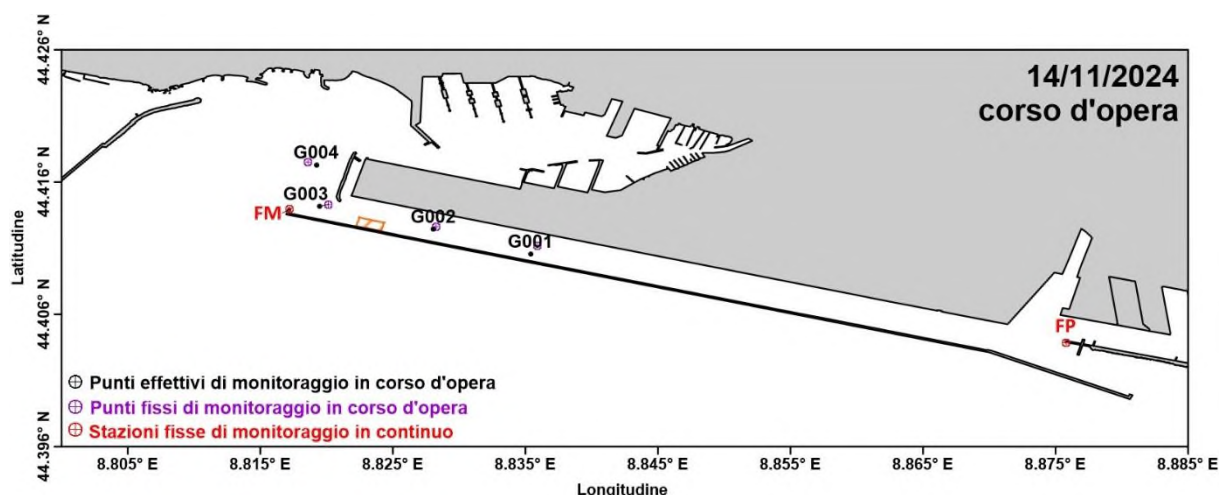


Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.1 e 24.0 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso W. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.



14/11/2024

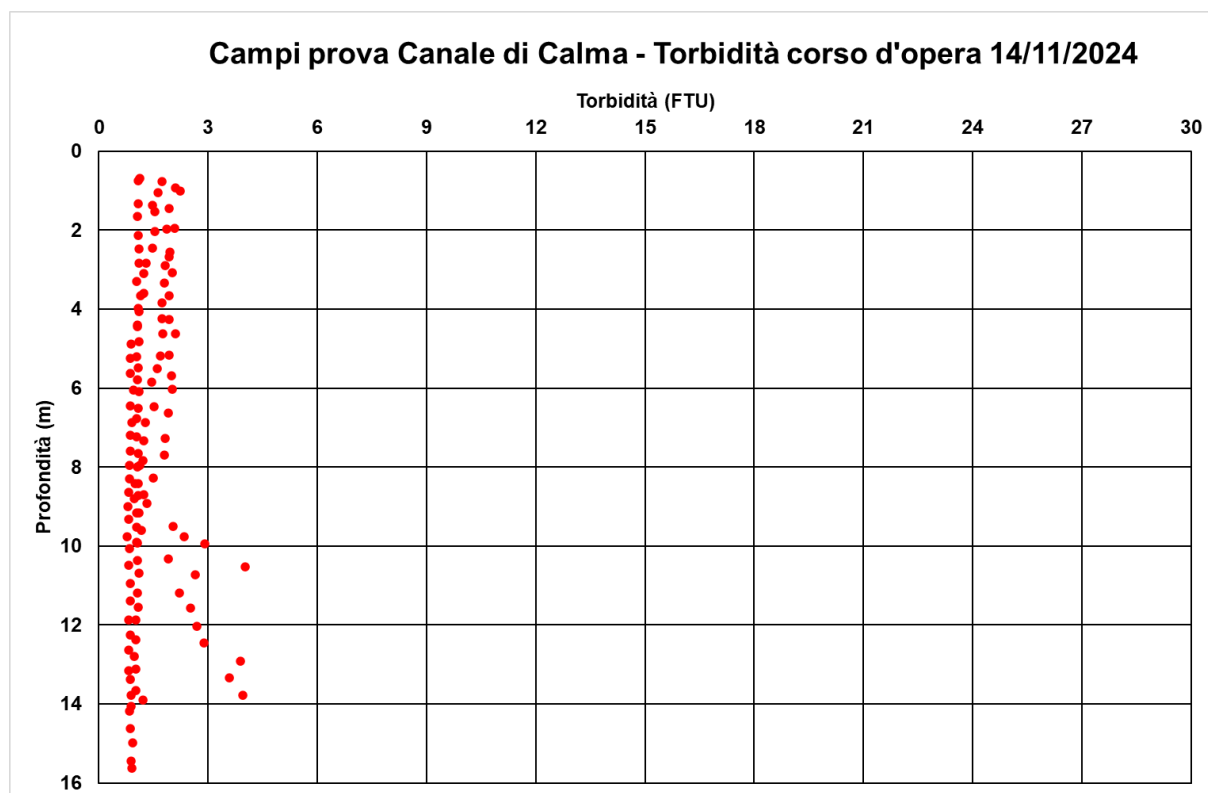
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento molto forte da NW, mare calmo dentro il canale di calma e mosso fuori, e cielo sereno. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



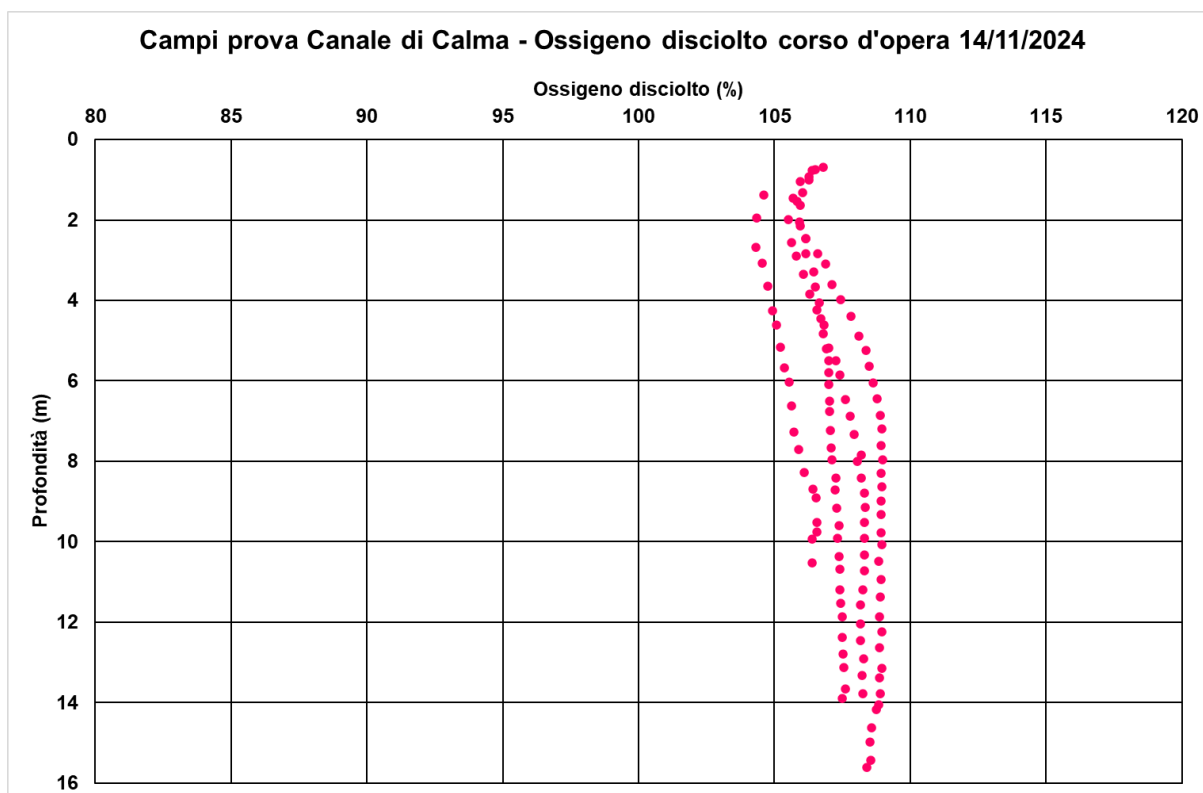
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.8 e 4.0 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 104 e 109%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.



18-24/11/2024

La settimana 18-24 novembre è stata caratterizzata da mare mosso con una intensa mareggiata che si è abbattuta su Genova il 22 novembre.

Il 16 novembre la stazione fissa FM ha smesso di trasmettere dati. I tecnici avvisati della situazione hanno provato il collegamento da remoto con la stazione, ma non è stato risolto il problema.

25/11/2024

Il 25 novembre il personale del DISTAV si è recato in porto per effettuare il monitoraggio e controllare le condizioni della stazione fissa FM dopo la mareggiata e provare a riattivarla tramite App.

A causa del mare mosso non è stato possibile svolgere le attività di monitoraggio.

La stazione fissa è risultata essere danneggiata: le cime che guidano e mantengono gli strumenti in posizione sott'acqua sono risultate rotte come mostrato nella foto scattata alla stazione fissa. L'uso della App non ha dato risultato positivo. Non è stato possibile scendere sulla diga a causa dello stato del mare.



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO A MEZZO BARCA: MESE DI NOVEMBRE 2024

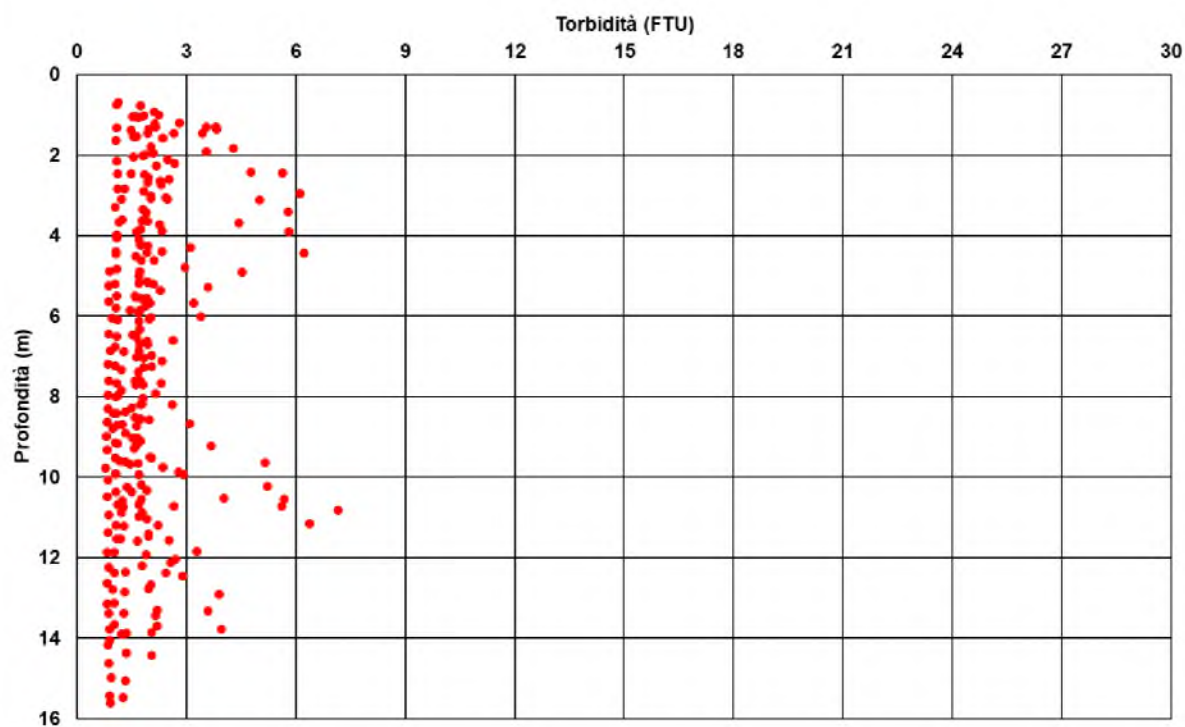
Nel complesso del periodo di monitoraggio di novembre, la torbidità misurata ha mostrato valori compresi tra 0.8 e 7.2 FTU.

L'ossigeno disciolto misurato ha mostrato valori compresi tra 91 e 111%.

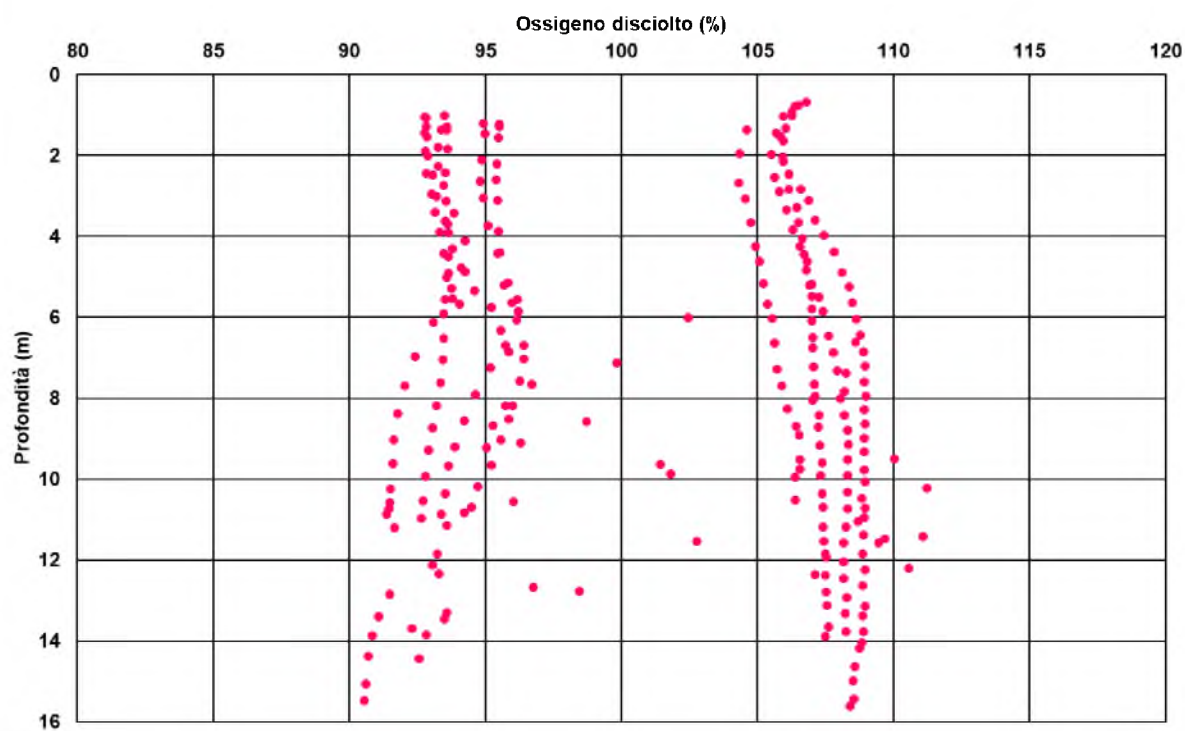
Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si descrivono di seguito anche i valori complessivi di temperatura e salinità misurati nel periodo. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 17.1 e 20.7°C. La salinità ha mostrato valori compresi tra 35.9 e 39.0, con i valori più bassi misurati nello strato superficiale a seguito delle piogge e degli apporti di acqua dolce del Torrente Polcevera.

Di seguito sono riportati i grafici complessivi dei valori di torbidità, ossigeno disciolto, temperatura e salinità.

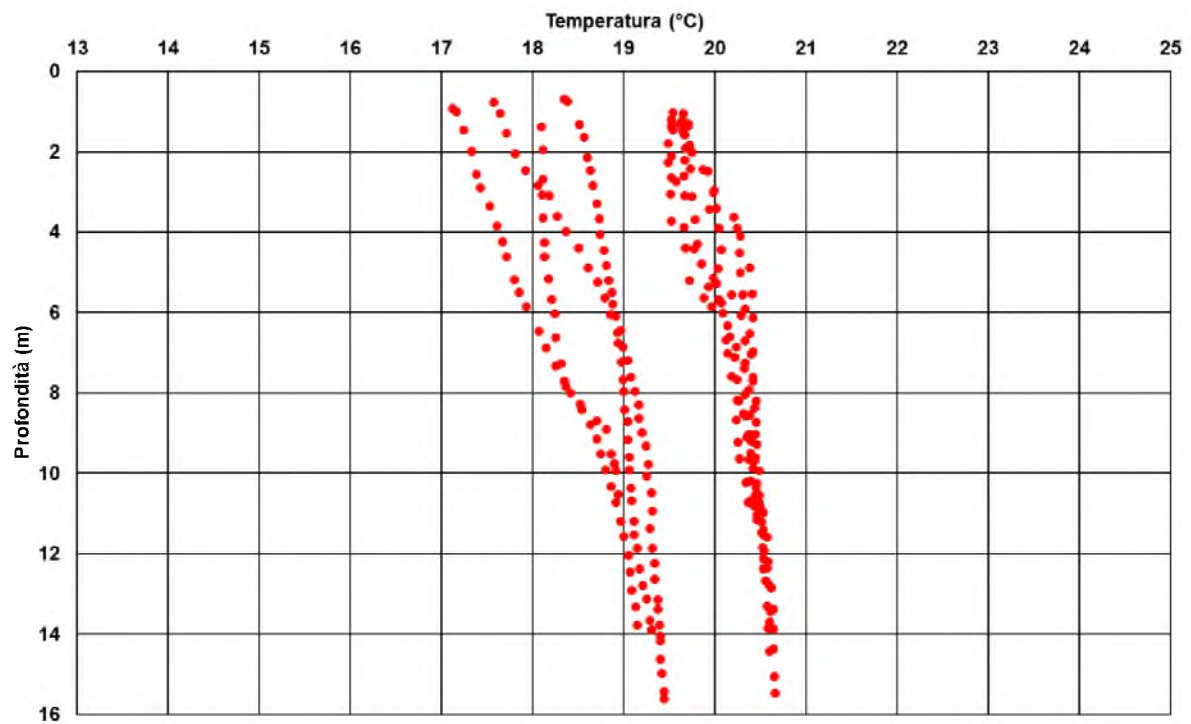
Campi prova Canale di Calma - Torbidità corso d'opera 05-14/11/2024



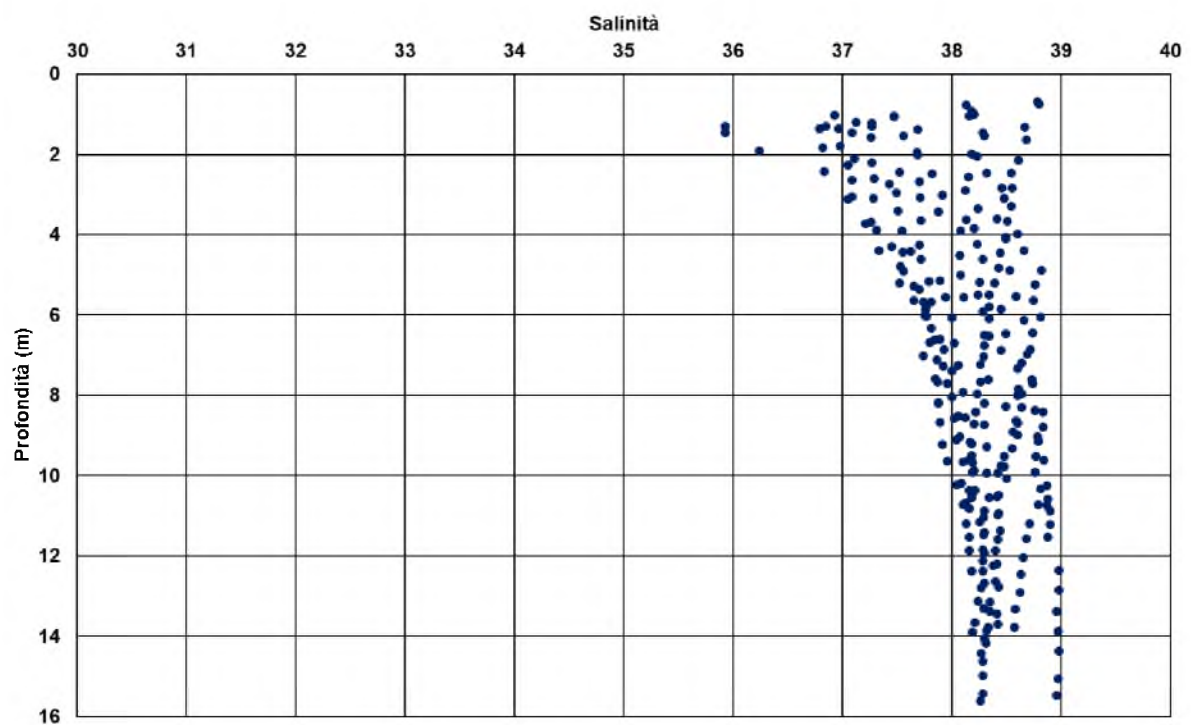
Campi prova Canale di Calma - Ossigeno disciolto corso d'opera 05-14/11/2024



Campi prova Canale di Calma - Temperatura corso d'opera 05-14/11/2024



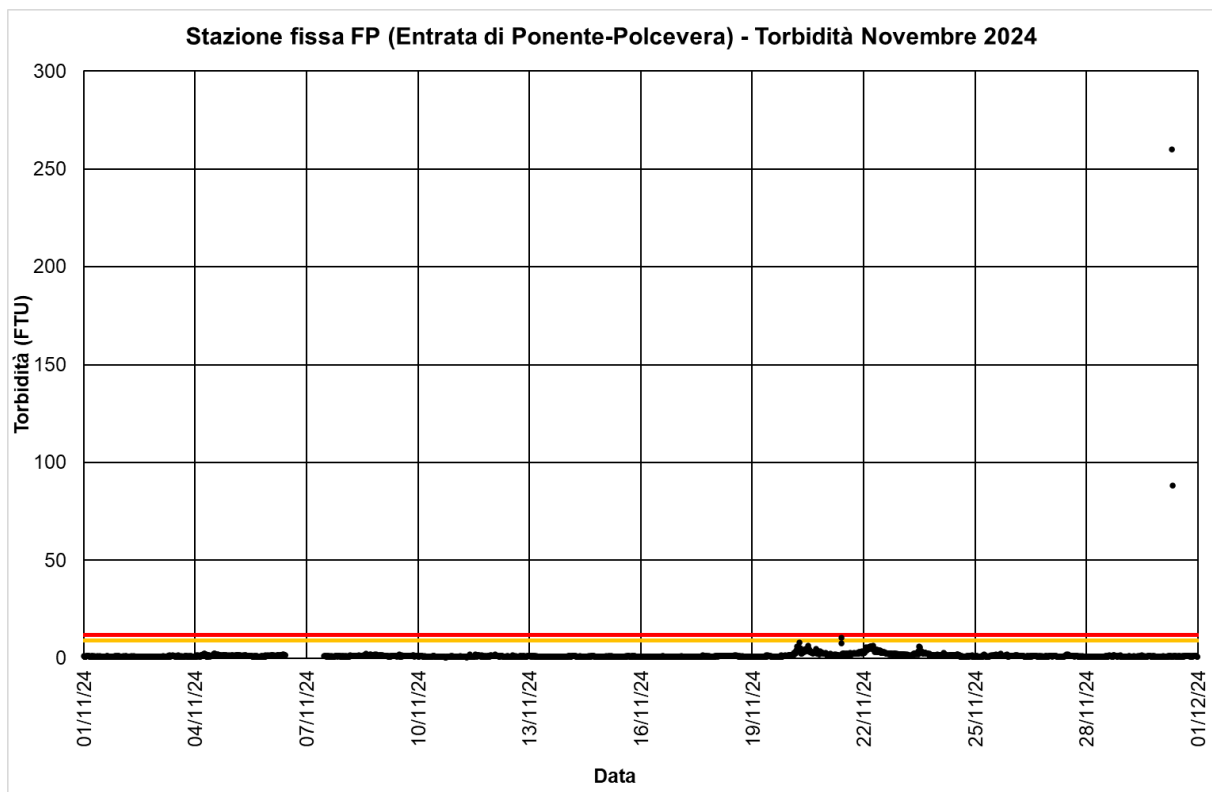
Campi prova Canale di Calma - Salinità corso d'opera 05-14/11/2024



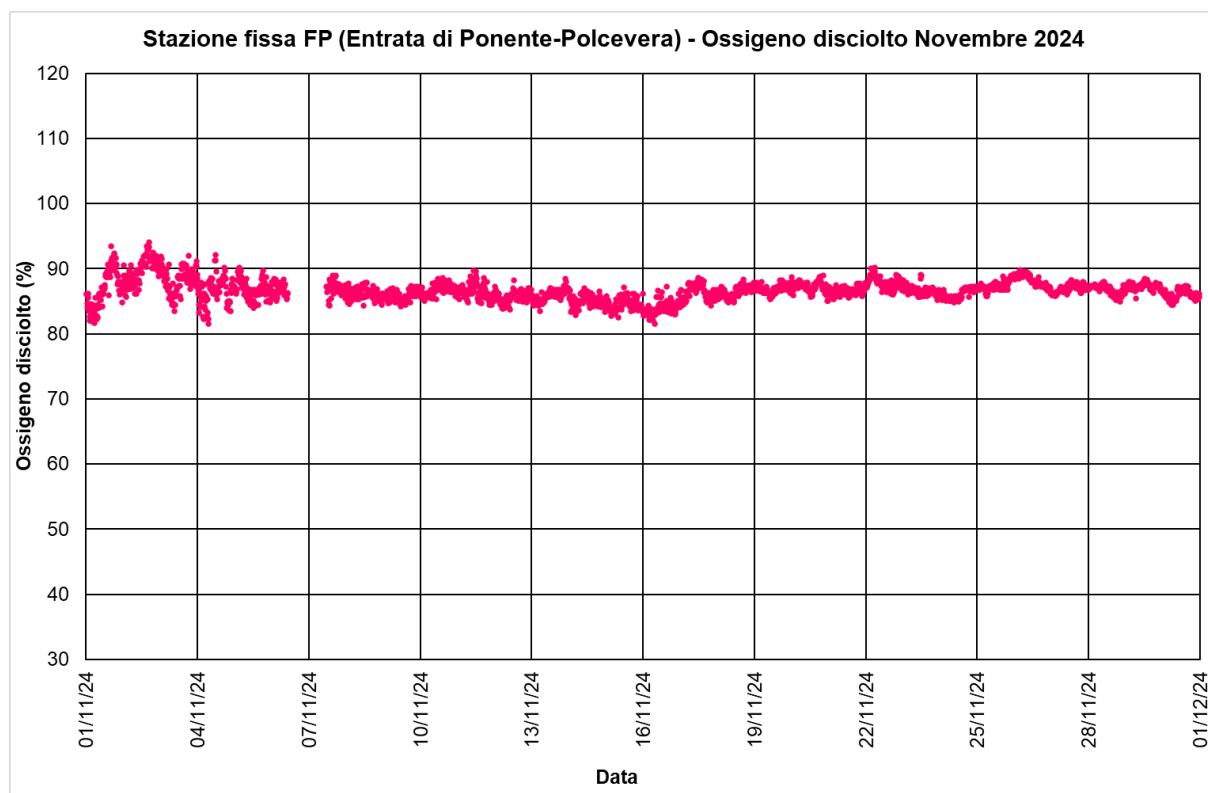
MONITORAGGIO A MEZZO STAZIONI FISSE – NOVEMBRE 2024

Stazione di ponente-Polcevera FP

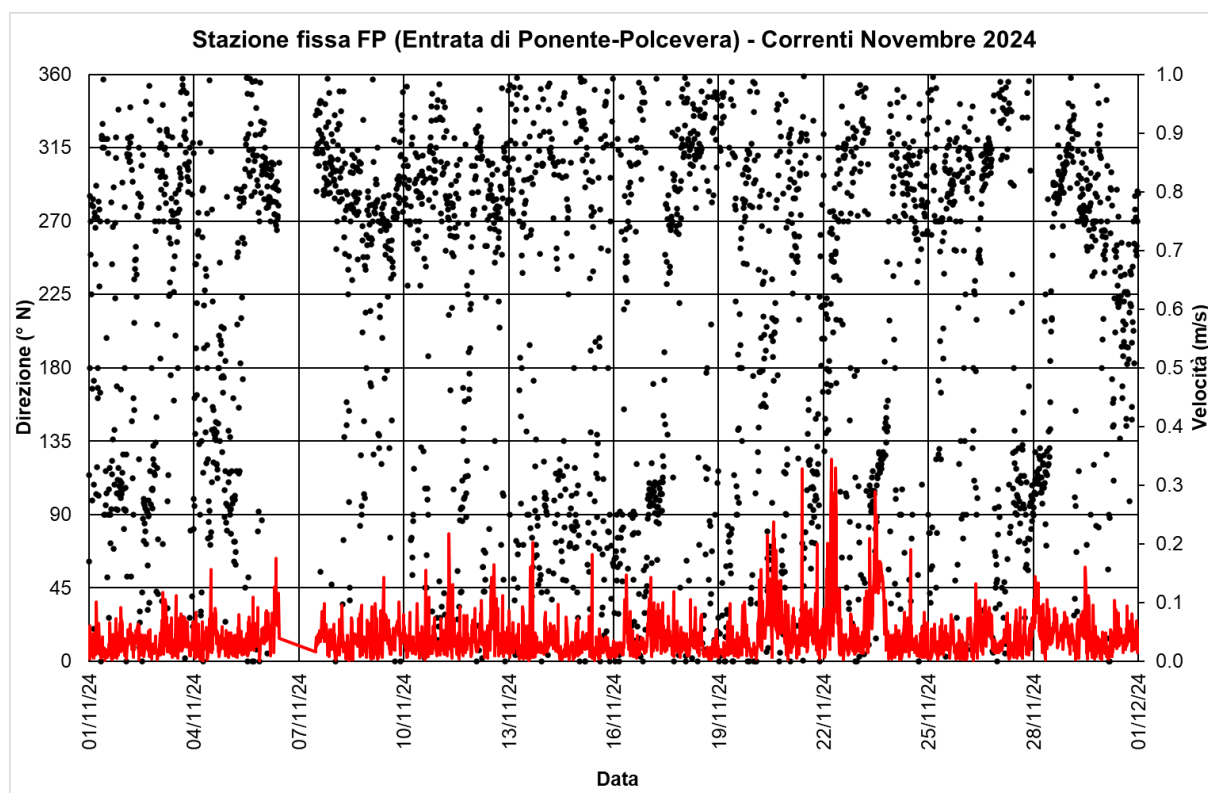
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.4 e 260.1 FTU. Il giorno 30 novembre il sensore della torbidità ha segnato 260.1 e 88.2 FTU rispettivamente alle 7:12 e alle 7:27. Questi valori non sono correlati a lavori o torbide generate dagli apporti del Torrente Polcevera; quindi, non sono da prendere in considerazione nel contesto degli allarmi. Senza considerare quei valori, la torbidità massima registrata è stata di 10.5 FTU.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 82 e 94%.

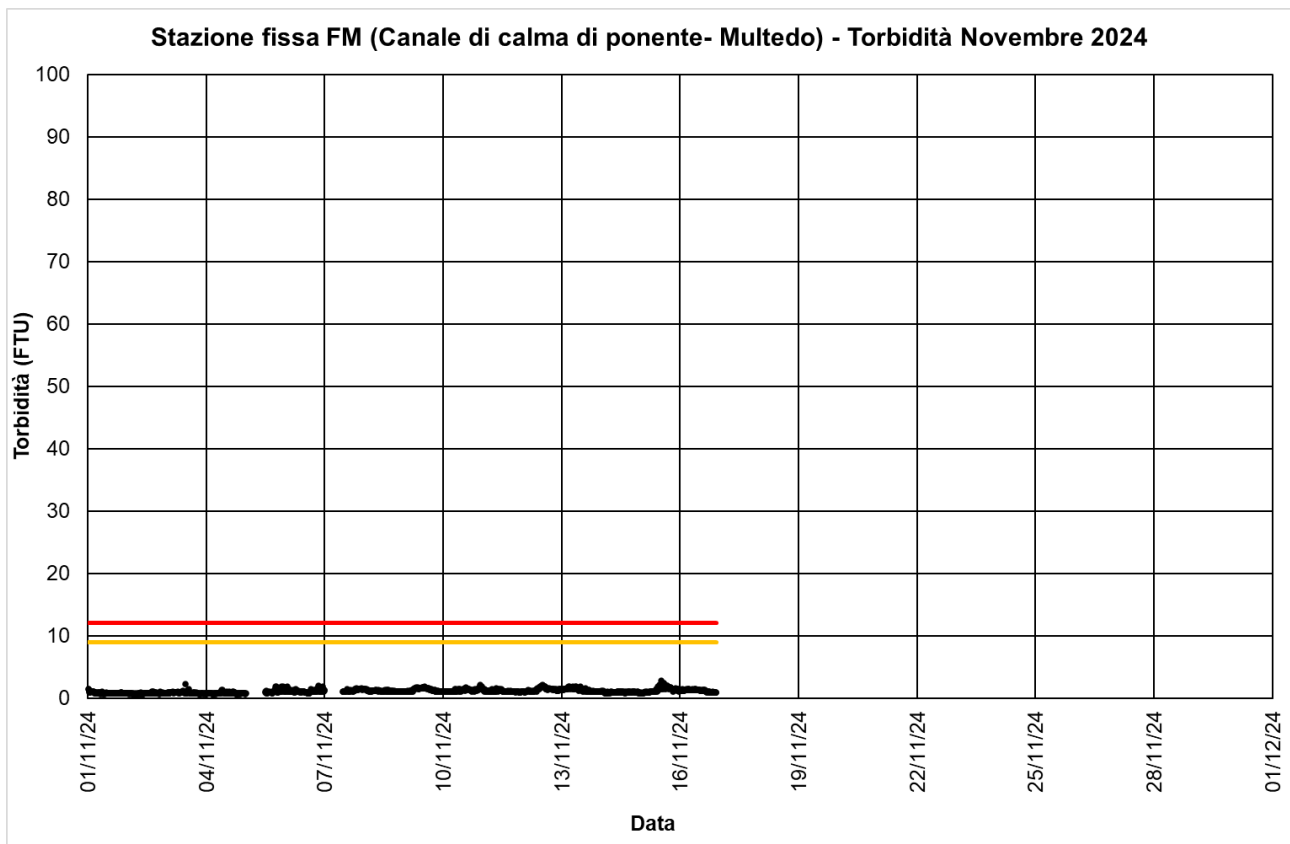


Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.34 m s^{-1} , con direzione prevalente variabile tra NW e E-SE (cella 15 di riferimento).



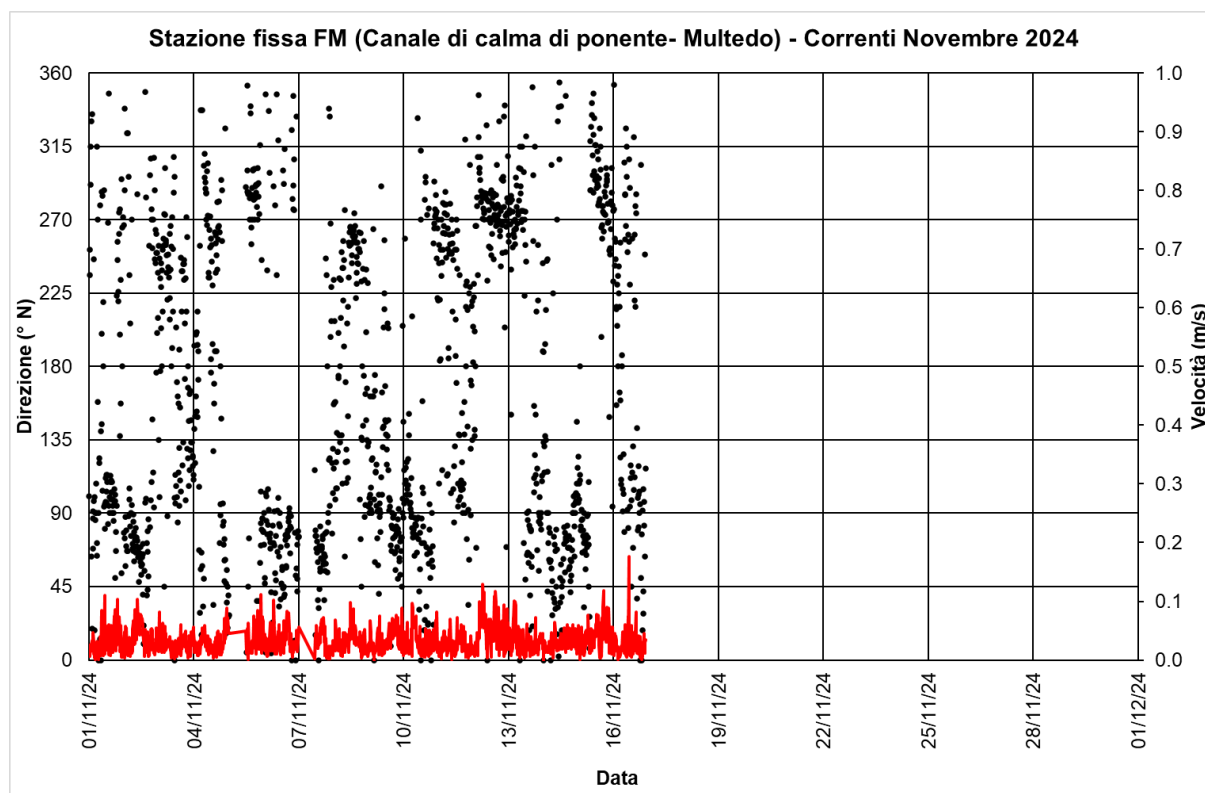
Stazione di Miltedo FM

La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.7 e 2.8 FTU.



Non è stato possibile misurare l'ossigeno disciolto per un problema al sensore.

Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.18 m s^{-1} , con direzione variabile da E e W (cella 15 di riferimento).



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO IN RELAZIONE AI LAVORI – NOVEMBRE 2024

Nella seguente tabella sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le attività nei Campi prova, con la specifica del tipo di attività e dei relativi quantitativi di materiale movimentato, e i corrispondenti valori di torbidità misurati dalla stazione fissa FM e dal monitoraggio a mezzo barca. È anche indicato l'eventuale superamento dei limiti di torbidità.

Giorno	Tipo di lavorazione	Quantitativo di materiale movimentato (ton)	Campi prova coinvolti	Giorno	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità dei campi prova (FTU)	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità della stazione fissa FM (FTU)	Torbidità minima-massima misurata dalla stazione fissa FM h: 00:00-23:59 (FTU)	Superamento (SI/NO)
04/11/2024	Regolarizzazione piano e realizzazione colonne	100	2	04/11/2024			0.7-1.3	NO
05/11/2024	Regolarizzazione piano e realizzazione colonne	100	2	05/11/2024	1.6-7.2	1.2-2.8	0.9-1.9	NO
06/11/2024	Regolarizzazione piano e realizzazione colonne	100	2	06/11/2024			0.8-2.0	NO
08/11/2024	Regolarizzazione piano e realizzazione colonne	100	2	08/11/2024			1.0-1.5	NO
11/11/2024	Regolarizzazione piano e realizzazione colonne	100	2	11/11/2024			0.9-1.6	NO
				14/11/2024	1.0-4.0	0.8-1.7	0.8-1.2	NO
15/11/2024	Esecuzione colonne		2	15/11/2024			0.8-2.8	NO
27/11/2024	Esecuzione colonne		2				n.d.	
28/11/2024	Esecuzione colonne		2				n.d.	
29/11/2024	Esecuzione colonne		2				n.d.	
30/11/2024	Esecuzione colonne		2				n.d.	

n.d.: non disponibile.

**NODO STRADALE E AUTOSTRADALE DI GENOVA
ADEGUAMENTO DEL SISTEMA A7 - A10 - A12**

**COMPONENTE ACQUE MARINE
CAMPO PROVA - OPERA A MARE**

**RELAZIONE DELLA FASE IN CORSO D'OPERA
DICEMBRE 2024**

Il Responsabile Scientifico del DISTAV

Prof. Marco Capello
(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'“Opera a Mare” compresa nell'adeguamento del nodo stradale e autostradale di Genova (sistema A7 – A10 – A12, “Gronda di Ponente”), e nello specifico dell'esecuzione di un campo prova nel Canale di calma del Porto di Genova, per testare l'efficacia di trattamenti colonnari in ghiaia sottostanti lo scanno di imbasamento dei cassoni cellulari in c.a. costituenti la conterminazione delle vasche di colmata della struttura di cui sopra, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio della torbidità, dell'ossigeno disciolto e della dinamica durante le attività (fase “corso d'opera”).

Per questo motivo, durante i lavori, si è provveduto a compiere campagne di monitoraggio a mezzo barca e il monitoraggio h24 tramite il sistema automatico formato da stazioni fisse. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate nel mese di DICEMBRE 2024.

CORSO D'OPERA

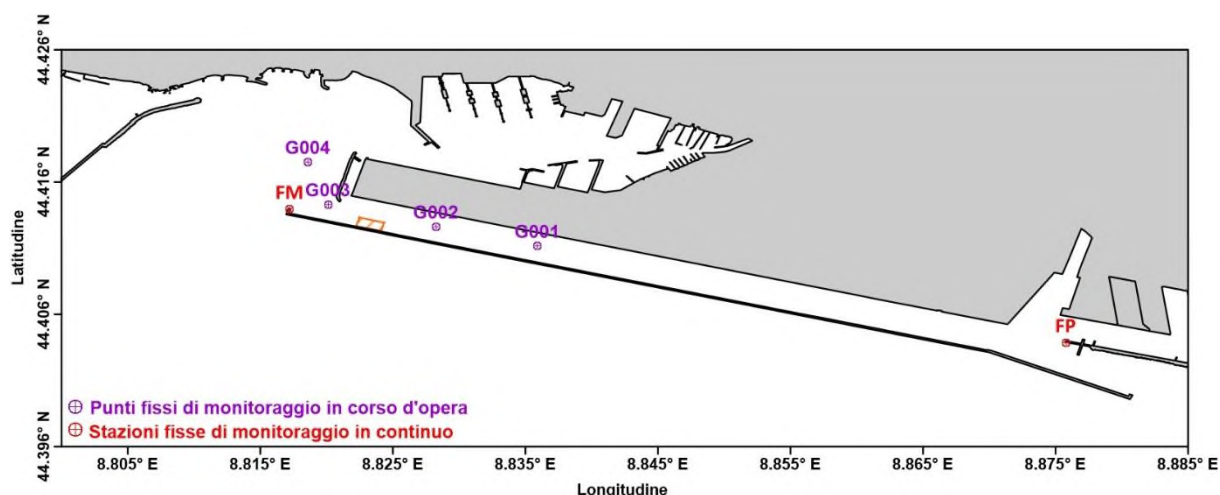
Durante le campagne di monitoraggio a mezzo barca, in punti sia fissi sia mobili, sono stati impiegati i seguenti strumenti e indagati i seguenti parametri:

- sonda multiparametrica CTD, con i sensori di temperatura, conducibilità, torbidità e ossigeno disciolto, calata lungo la colonna d'acqua per l'acquisizione in tempo reale di profili verticali dei diversi parametri;
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler (V-ADCP) con applicazione bottom track posizionato a scafo per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice verticale che attraversa la massa d'acqua sotto lo strumento.

Inoltre, il piano di monitoraggio ha previsto il controllo in continuo di torbidità, ossigeno disciolto e correnti grazie alle stazioni fisse di misura installate sulla diga all'ingresso di ponente del porto-foce Polcevera (FP) e all'ingresso di ponente del Canale di calma dell'aeroporto verso Multedo (FM). Le stazioni fisse sono dotate di:

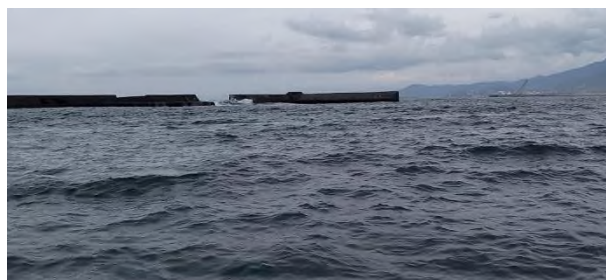
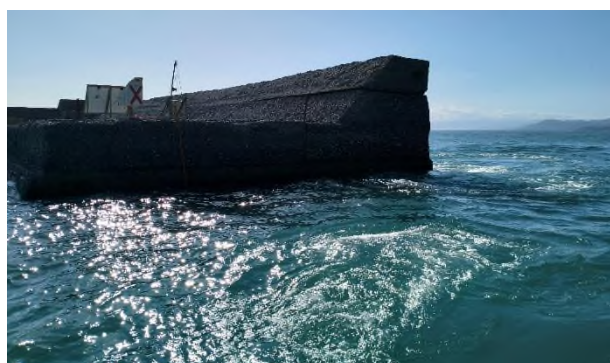
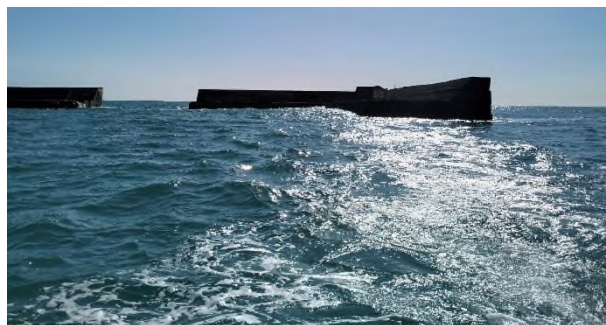
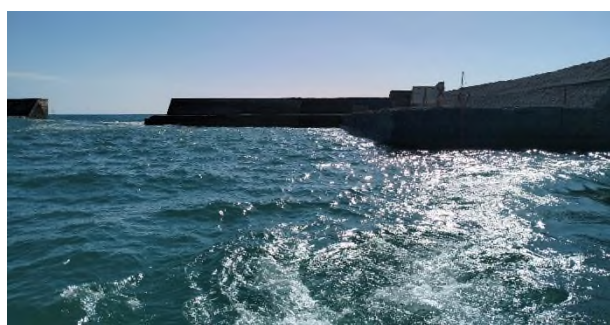
- sonda multiparametrica con sensore di torbidità e ossigeno disciolto, e
- correntometro acustico profilante ad effetto Doppler orizzontale (H-ADCP) per la misura di direzione, intensità e verso delle correnti lungo una direttrice orizzontale che attraversa la massa d'acqua davanti allo strumento.

Di seguito è riportata la posizione delle stazioni fisse di misura in continuo e dei punti fissi da barca.



Mappa delle stazioni fisse e dei punti fissi di misura.

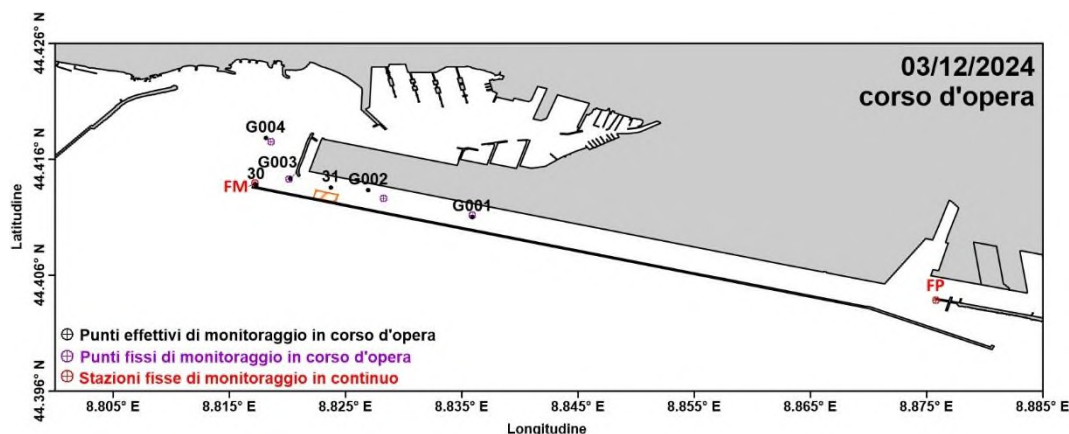
Si sottolinea che la stazione fissa FM, posizionata sul dente all'estremo ponente della diga del Canale di calma dell'aeroporto, è soggetta al mare mosso causato da una apertura presente nella diga stessa. Questo fa sì che sia le manutenzioni ordinarie sia gli interventi necessari in caso di malfunzionamenti della stazione siano possibili solo in condizioni di mare calmo che permetta ai tecnici e al personale del DISTAV di scendere sulla diga e accedere alla stazione. In presenza anche di mare poco mosso, le onde entrano dall'apertura e rendono impossibile scendere sulla diga in sicurezza. Di seguito si riportano alcune fotografie dell'apertura nella diga e dell'effetto del moto ondoso sull'area.



MONITORAGGIO A MEZZO BARCA – DICEMBRE 2024

03/12/2024

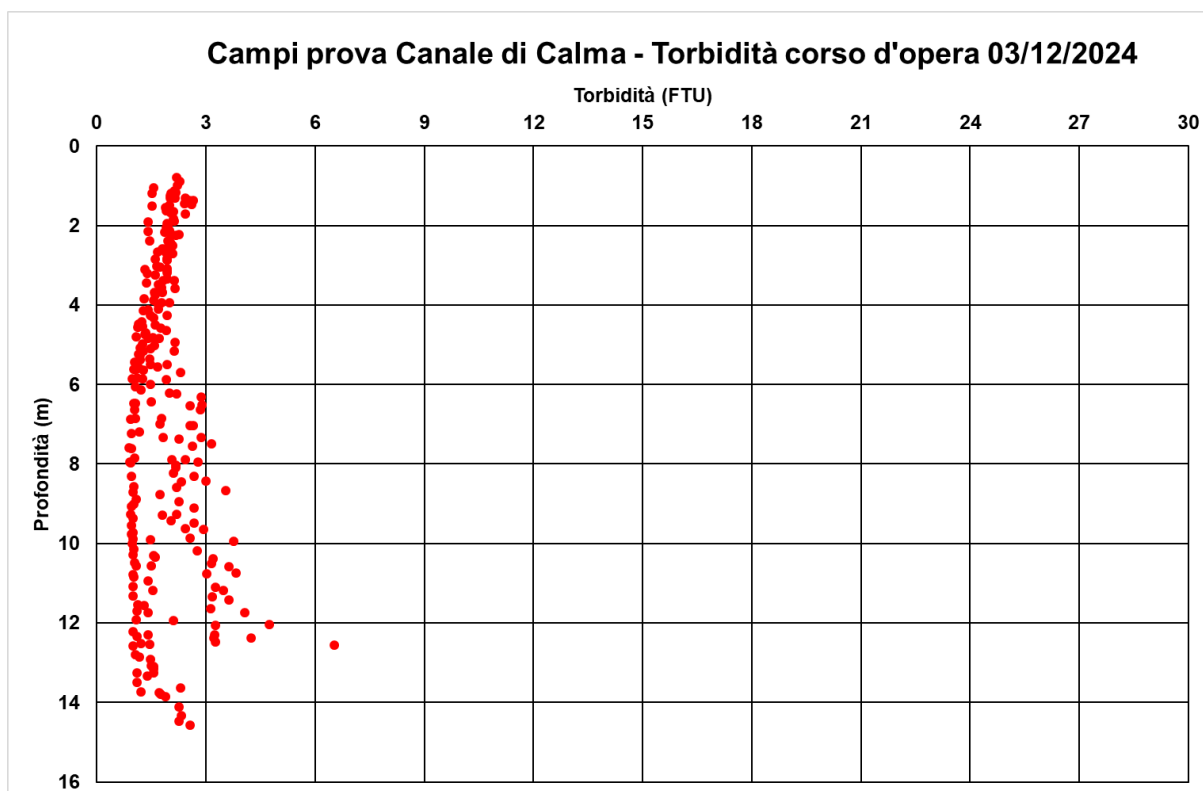
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento debole da S, mare calmo e cielo variabile. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 6 punti e misure correntometriche in 4 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nelle seguenti figure.



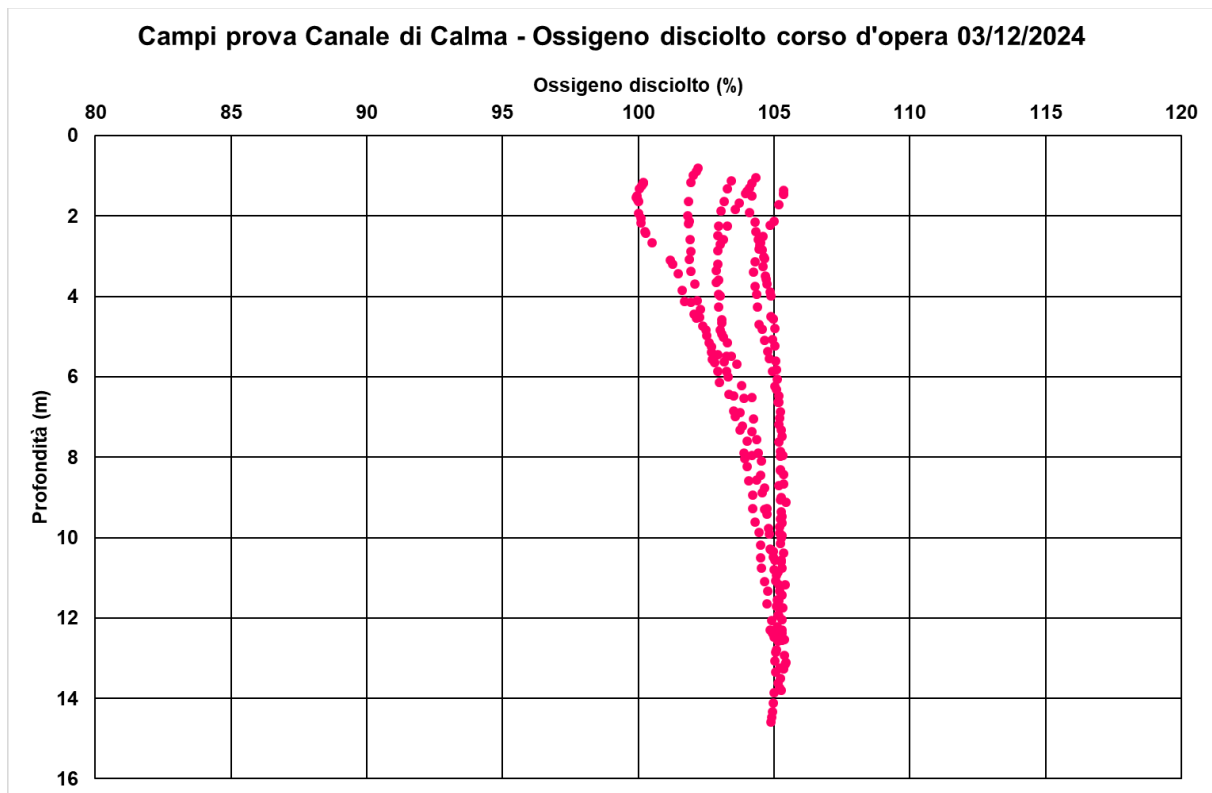
La torbidità è risultata compresa tra 0.9 e 6.5 FTU.

Non ci sono stati superamenti di torbidità al di fuori del Canale di calma.

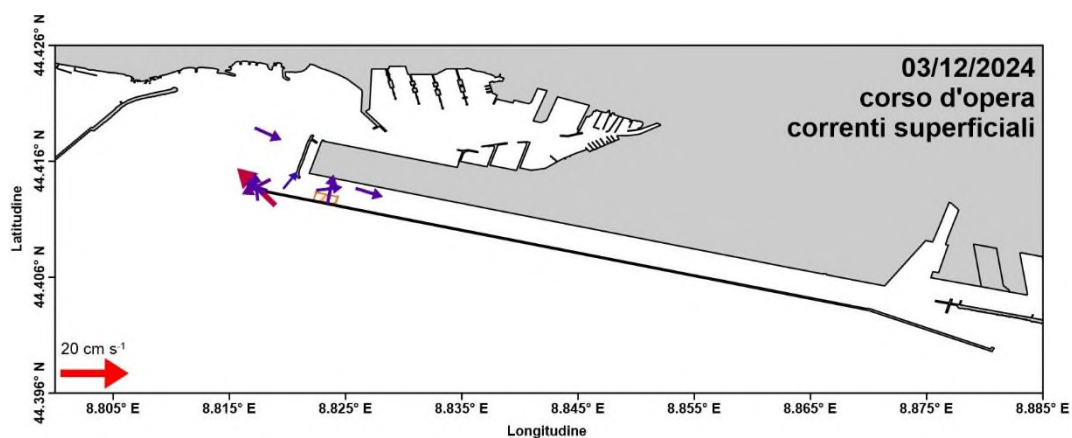
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata.

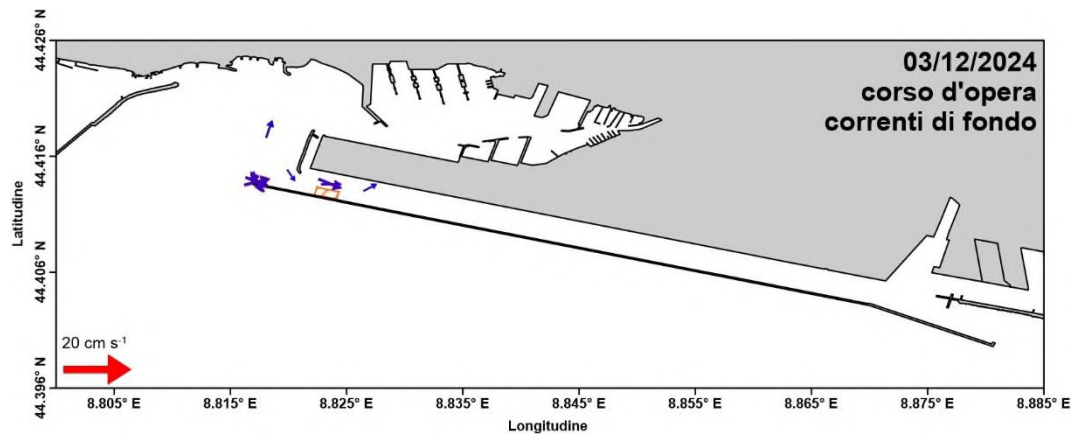


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 100 e 105%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.



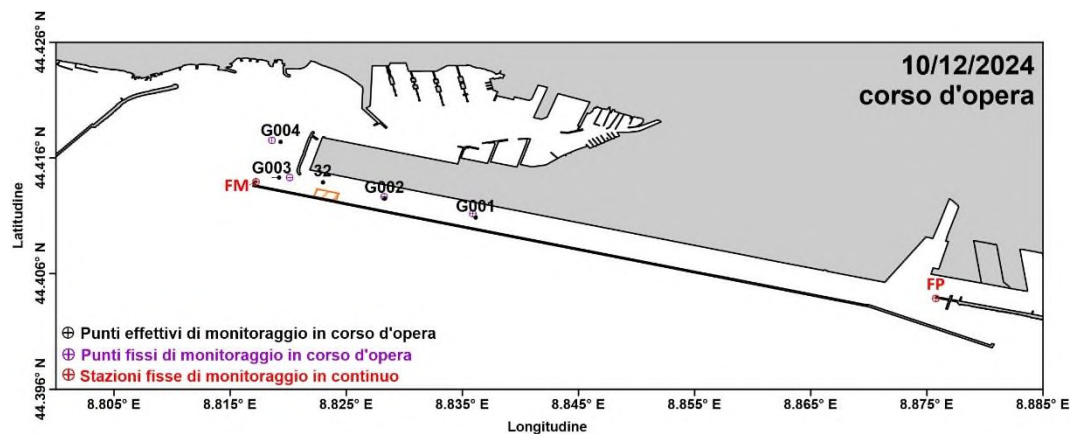
Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.2 e 15.3 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso E. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.





10/12/2024

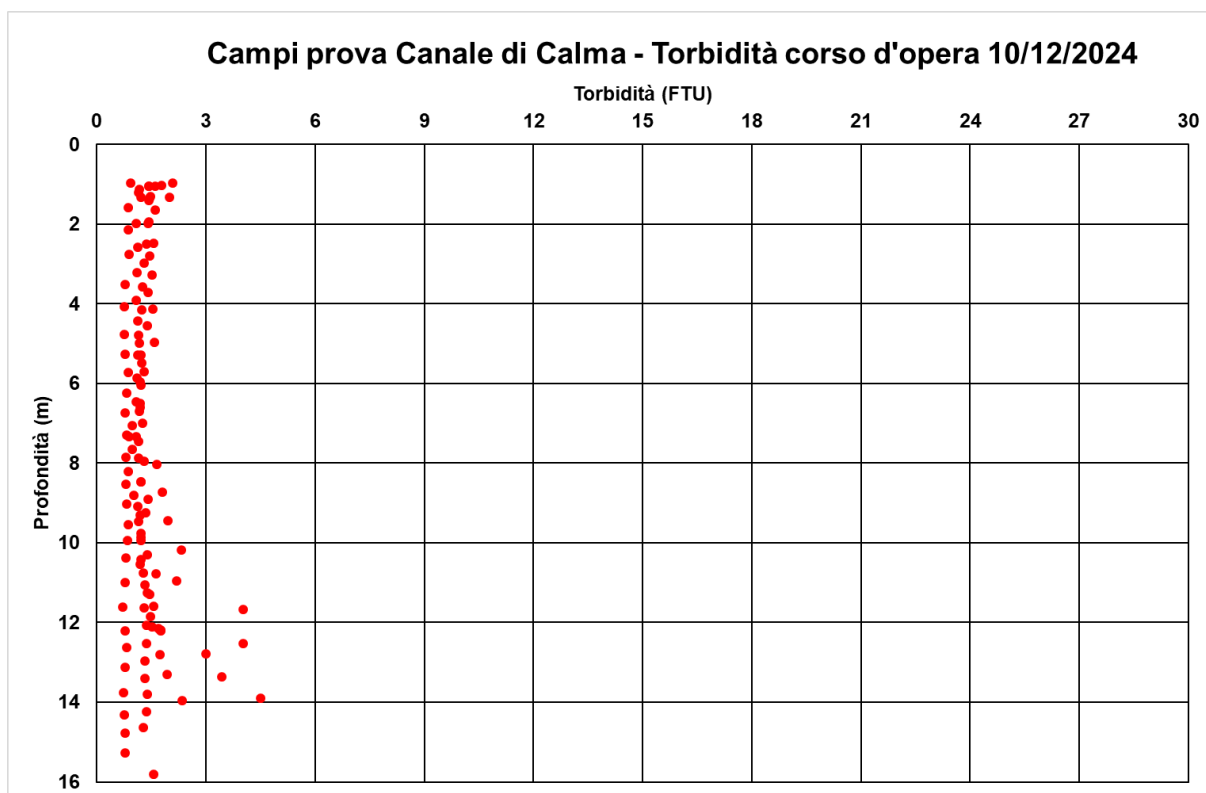
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento molto forte da N, mare calmo e cielo coperto. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 5 punti; non è stato possibile effettuare misure correntometriche a causa del forte scarroccio. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nella seguente figura.



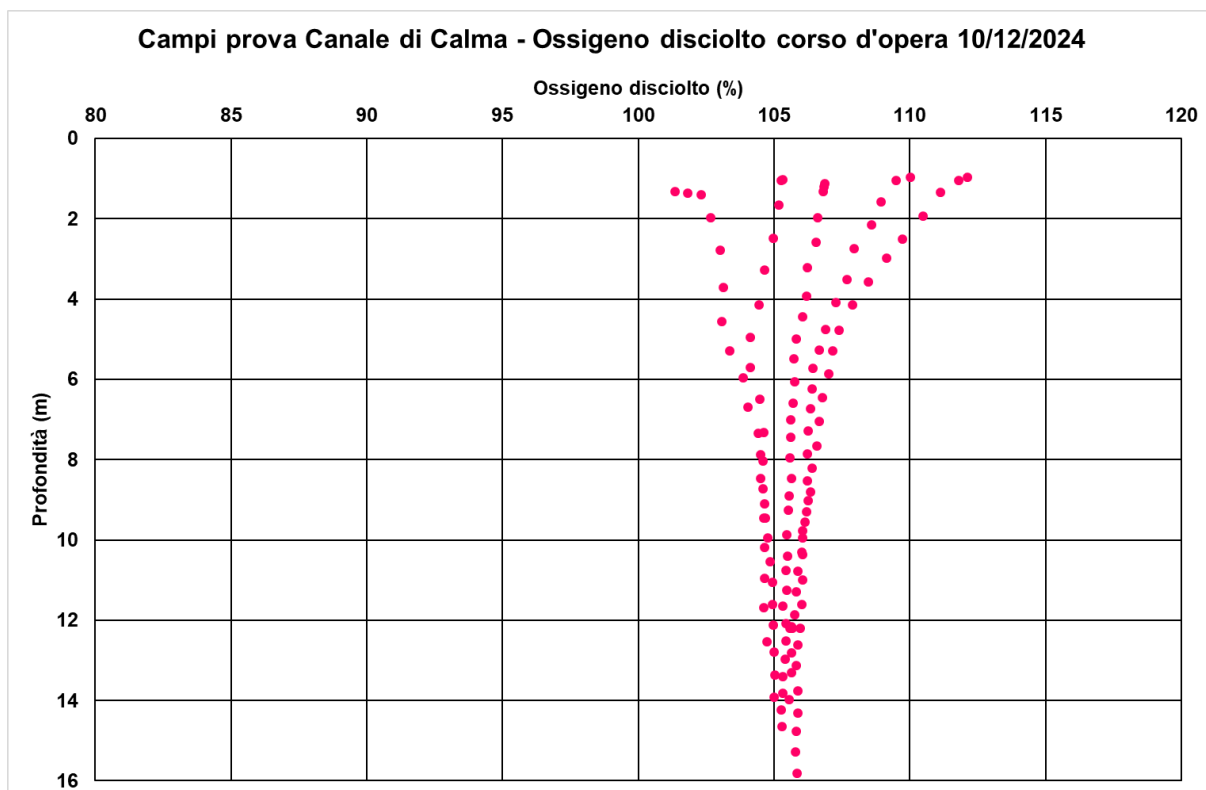
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.7 e 4.5 FTU.

Nessun superamento della soglia di torbidità è stato rilevato intorno all'area di cantiere.

Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata di misura.

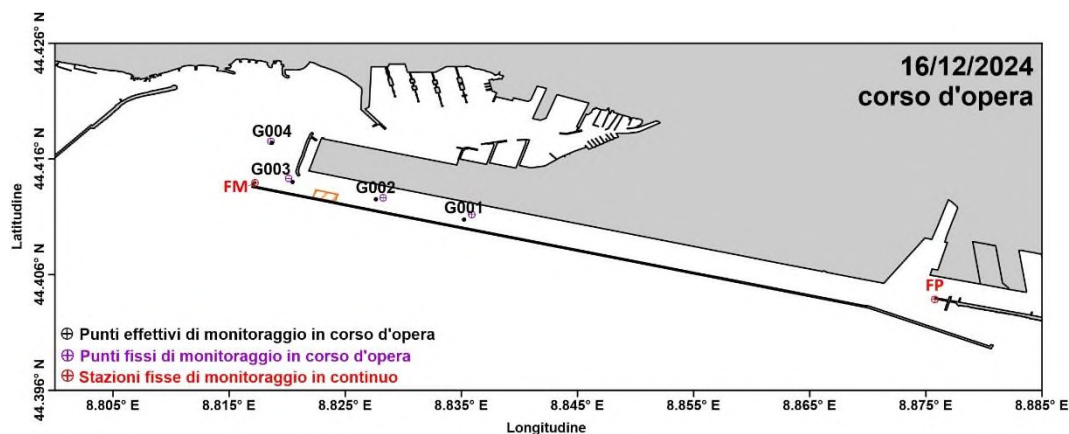


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 101 e 112%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.



16/12/2024

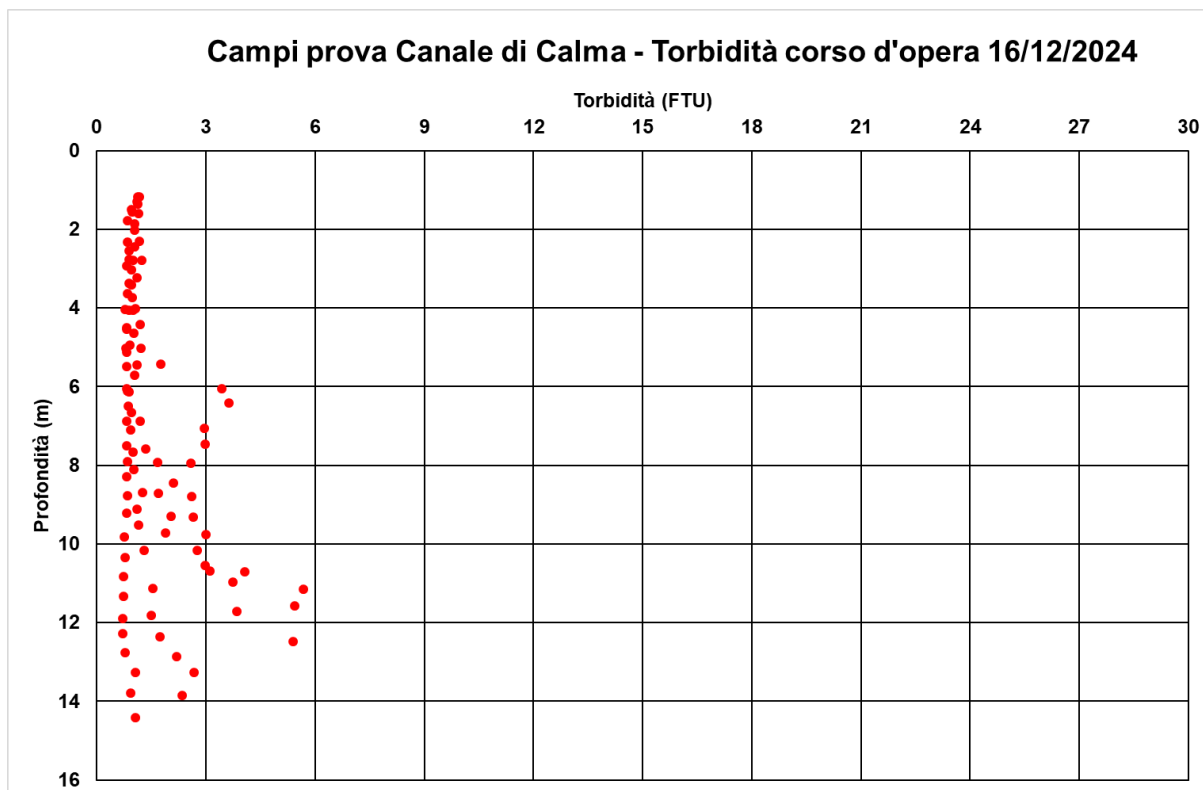
Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di vento debole da N, mare calmo e cielo sereno. Sono state effettuate misure con sonda multiparametrica in 4 punti e misure correntometriche in 4 punti. La distribuzione effettiva dei punti di misura è mostrata nelle seguenti figure.



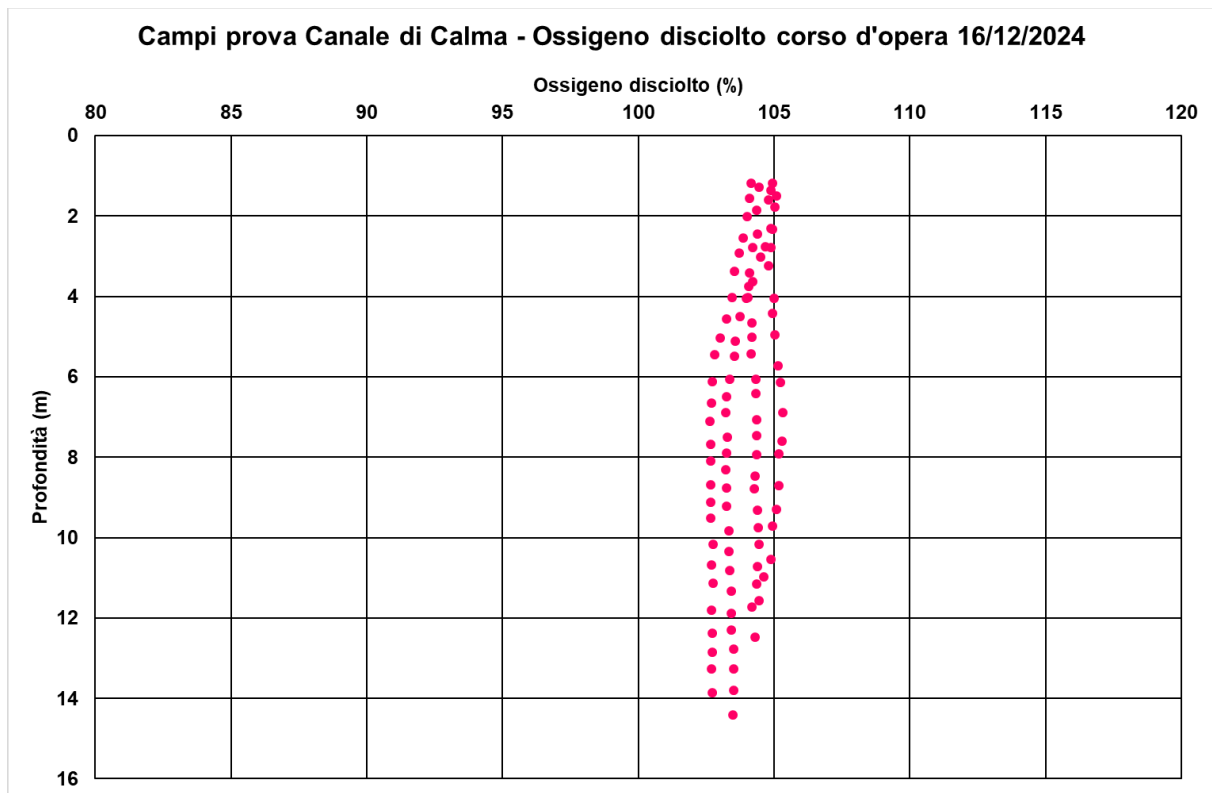
La torbidità è risultata compresa tra 0.7 e 5.7 FTU.

Non ci sono stati superamenti di torbidità al di fuori del Canale di calma.

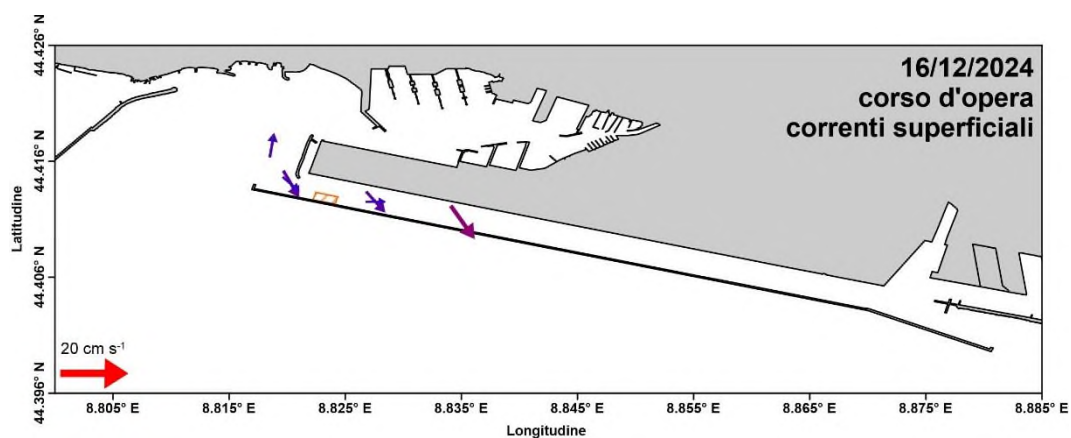
Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di torbidità in tutti i punti effettuati durante la giornata.

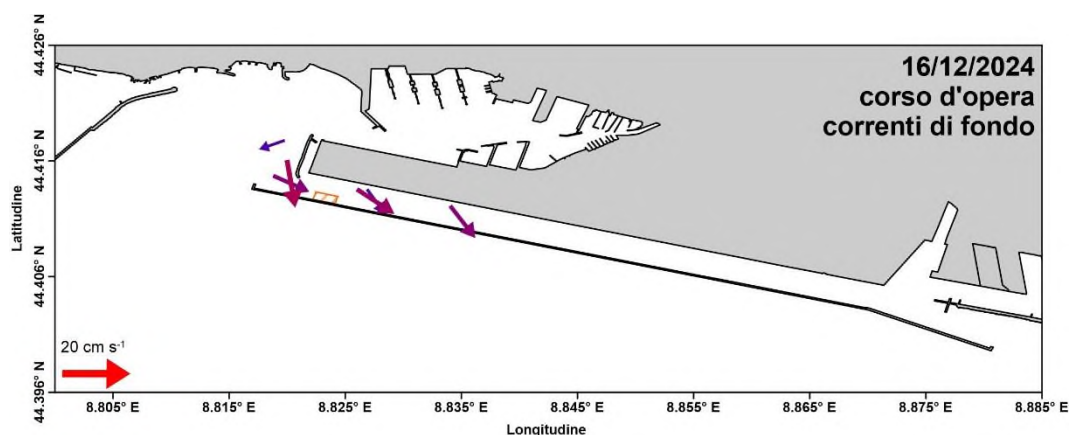


L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 103 e 105%. Di seguito è riportato il grafico complessivo della distribuzione dei valori di ossigeno disciolto in tutti i punti effettuati durante la giornata.



Le velocità delle correnti erano comprese tra 0.9 e 20.4 cm s^{-1} lungo tutta la colonna d'acqua; la direzione delle correnti era prevalente verso E. Di seguito sono riportate le distribuzioni dei vettori di corrente nello strato superficiale e in quello di fondo.





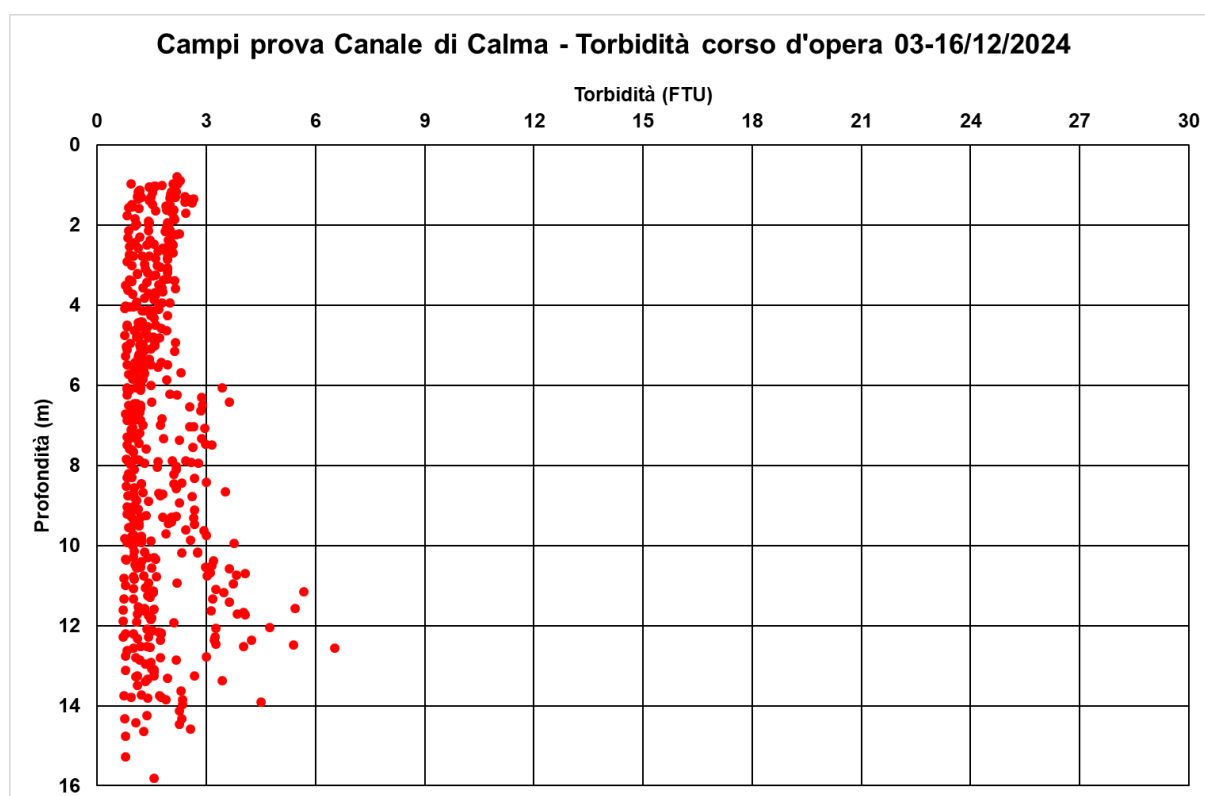
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO A MEZZO BARCA: MESE DI DICEMBRE 2024

Nel complesso del periodo di monitoraggio di novembre, la torbidità misurata ha mostrato valori compresi tra 0.7 e 6.5 FTU.

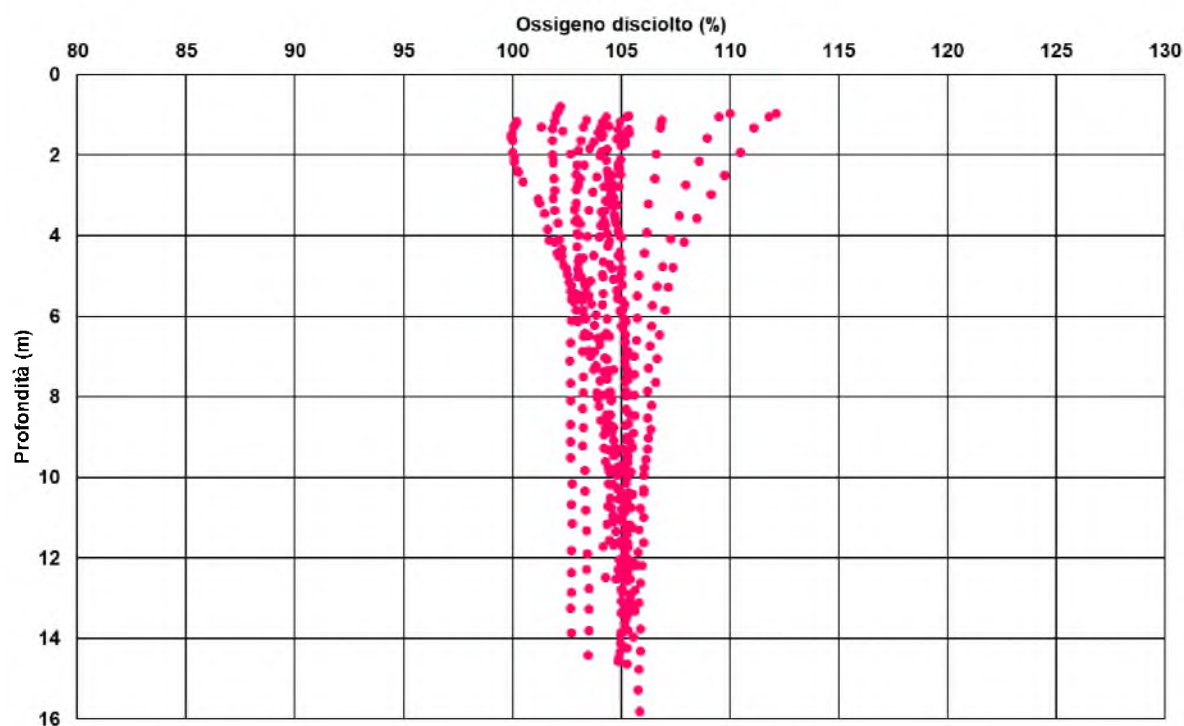
L'ossigeno disciolto misurato ha mostrato valori compresi tra 100 e 112%.

Per completezza dei dati monitorati e della caratterizzazione delle masse d'acqua, si descrivono di seguito anche i valori complessivi di temperatura e salinità misurati nel periodo. La temperatura ha mostrato valori compresi tra 13.1 e 17.2°C. La salinità ha mostrato valori compresi tra 37.0 e 40.3.

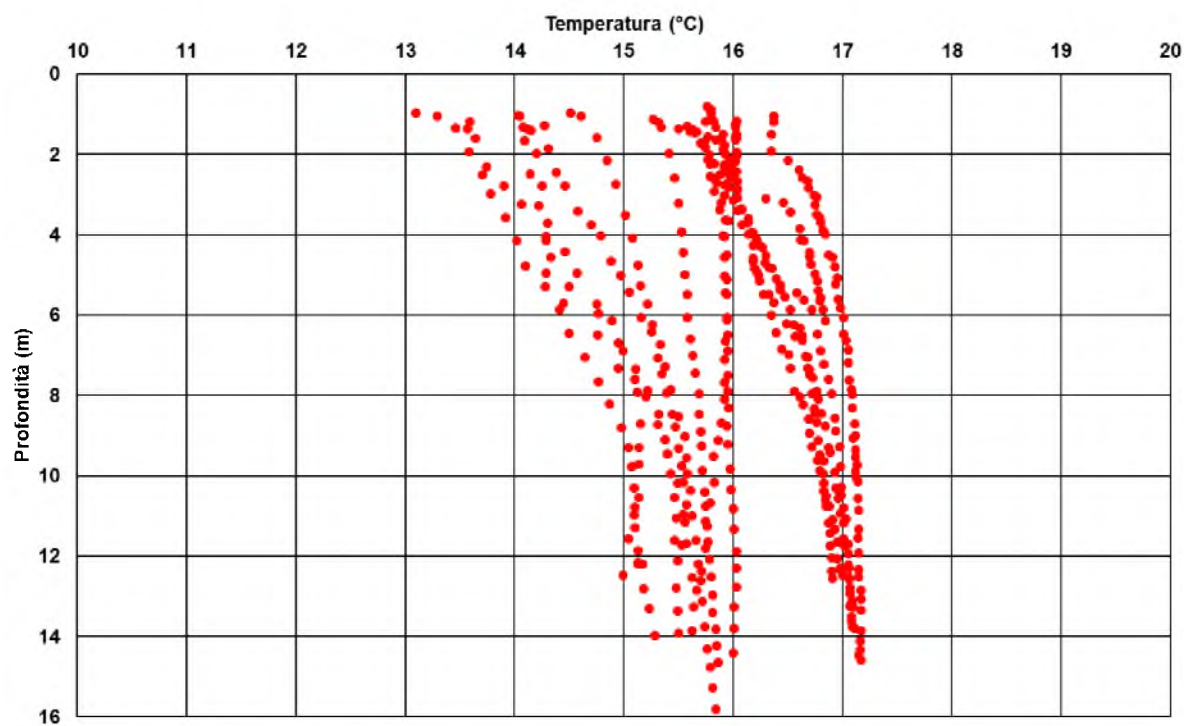
Di seguito sono riportati i grafici complessivi dei valori di torbidità, ossigeno disciolto, temperatura e salinità.

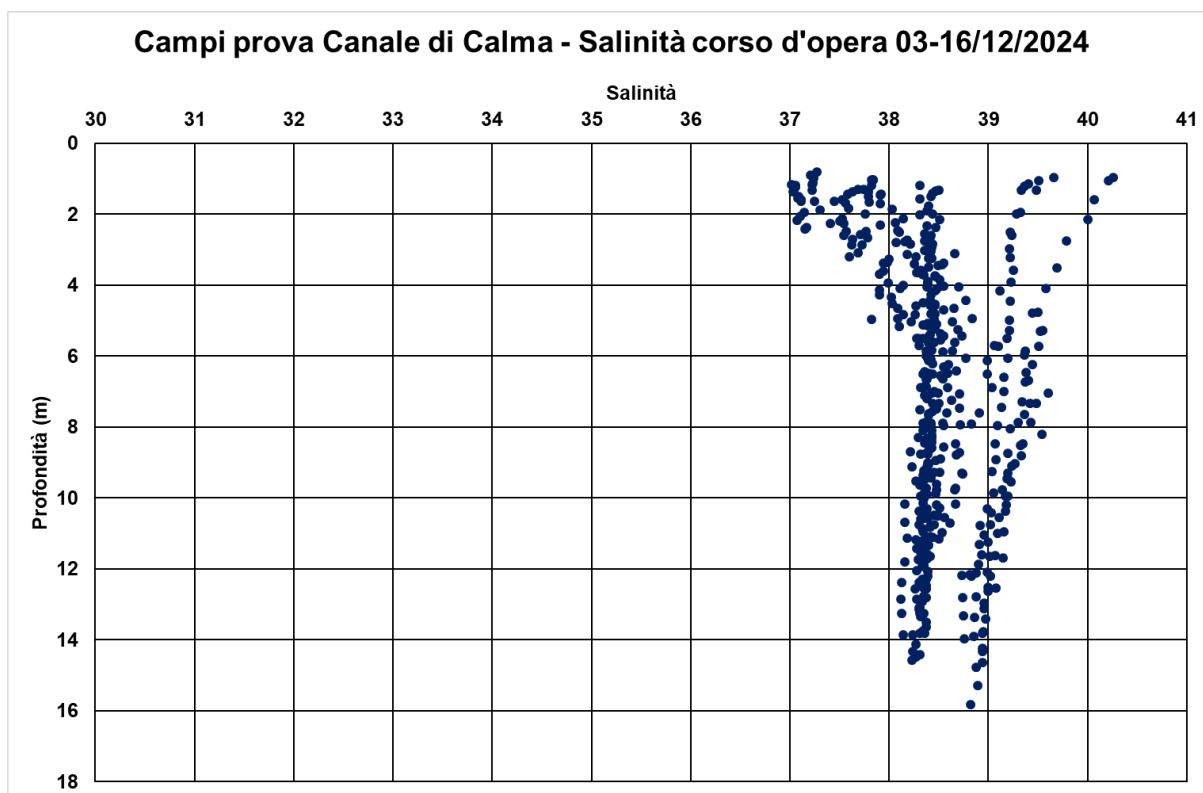


Campi prova Canale di Calma - Ossigeno disciolto corso d'opera 03-16/12/2024



Campi prova Canale di Calma - Temperatura corso d'opera 03-16/12/2024

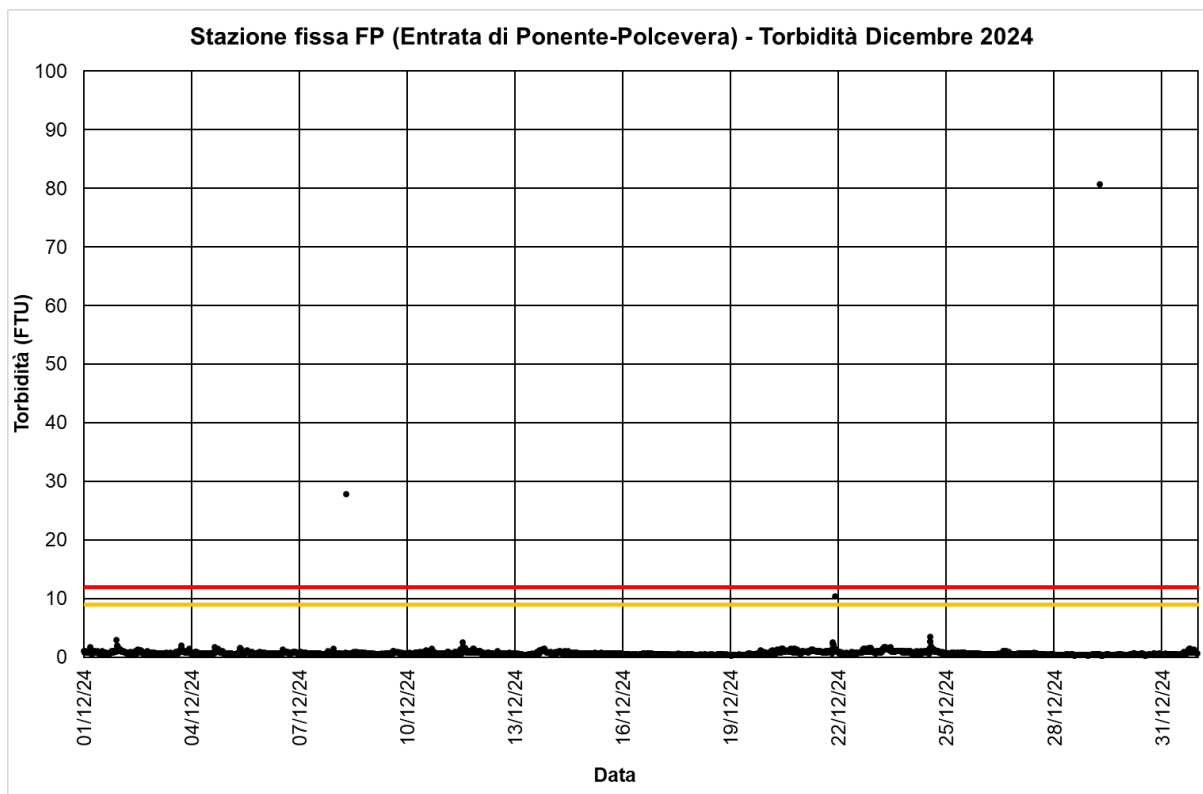




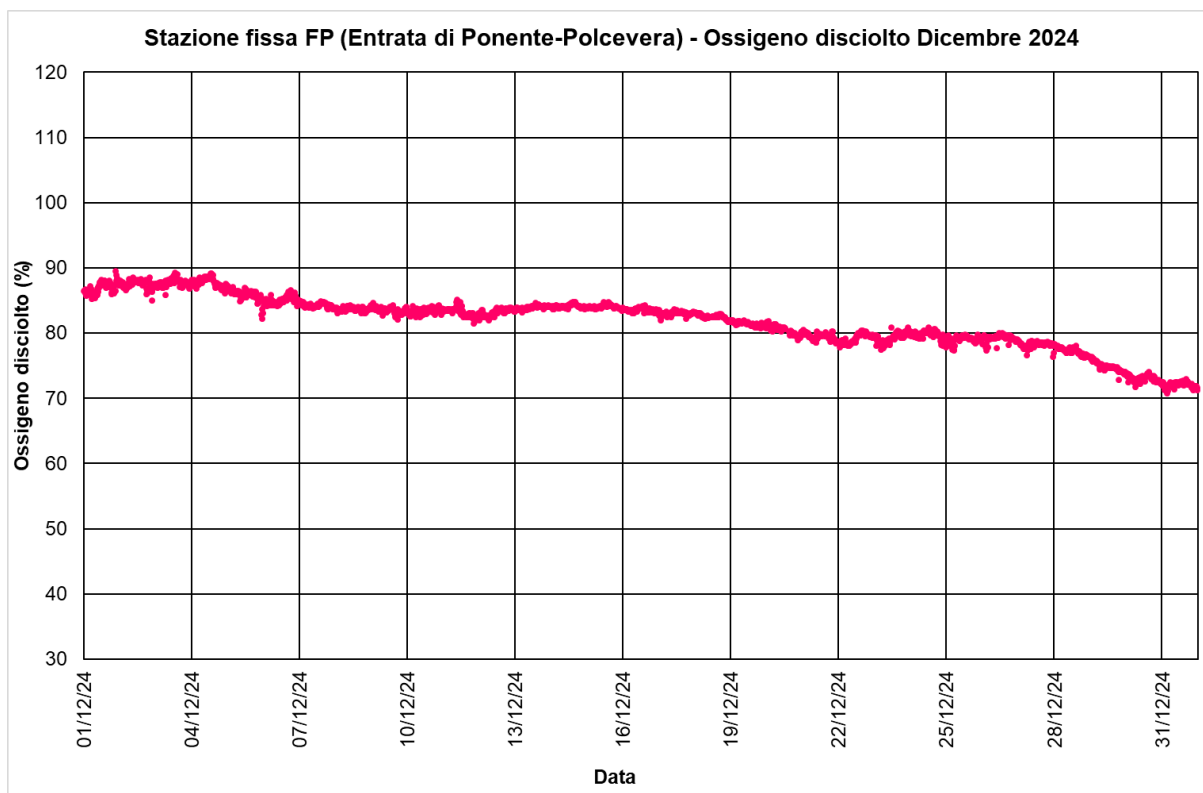
MONITORAGGIO A MEZZO STAZIONI FISSE – DICEMBRE 2024

Stazione di ponente-Polcevera FP

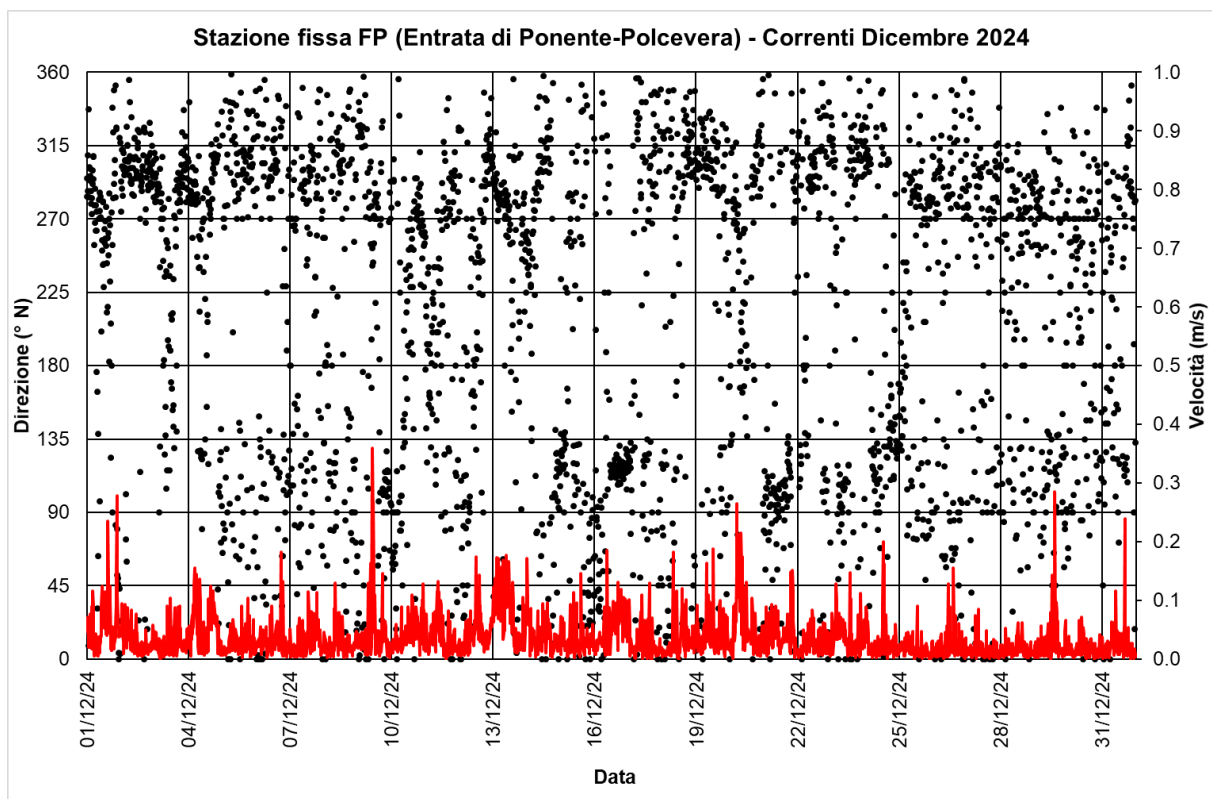
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.3 e 80.7 FTU. I valori alti non sono correlati a lavori o torbide generate dagli apporti del Torrente Polcevera; quindi, non sono da prendere in considerazione nel contesto degli allarmi. Senza considerare quei valori, la torbidità massima registrata è stata di 10.4 FTU.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 71 e 90%.



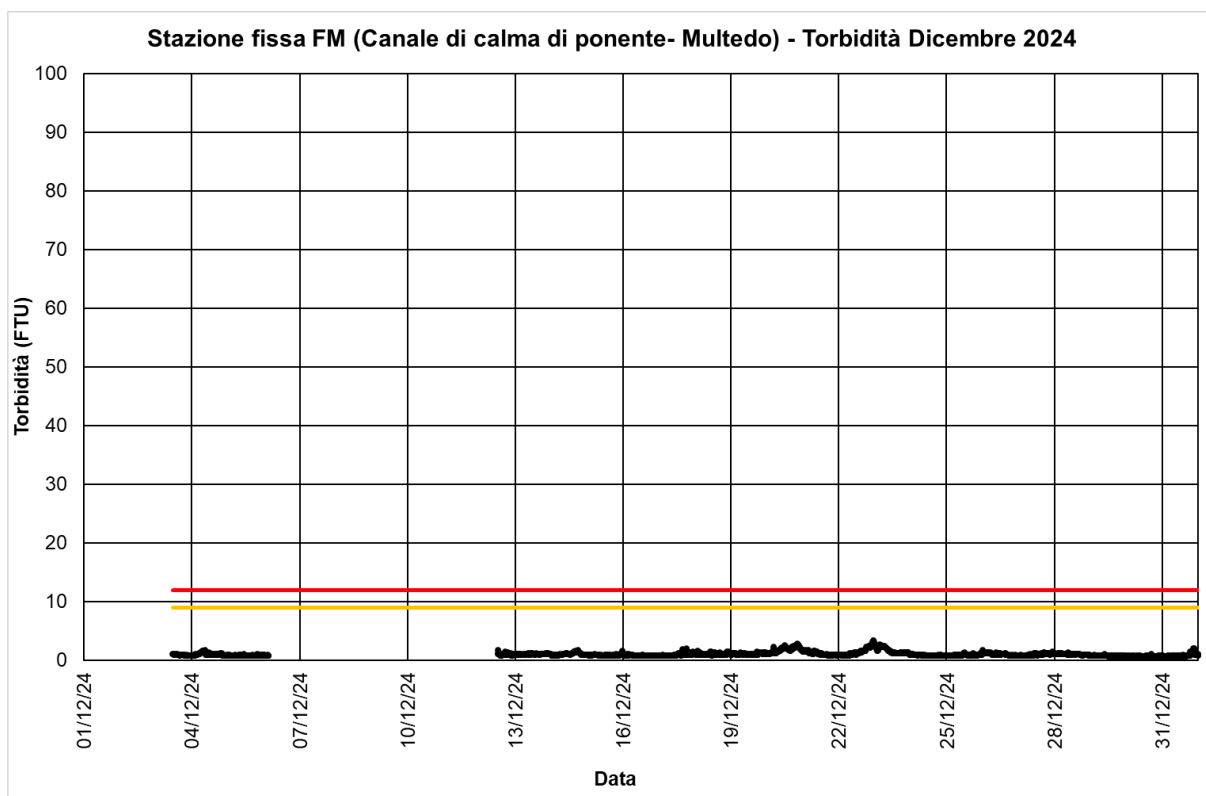
Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.36 m s^{-1} , con direzione prevalente variabile tra NW e E-SE (cella 15 di riferimento).



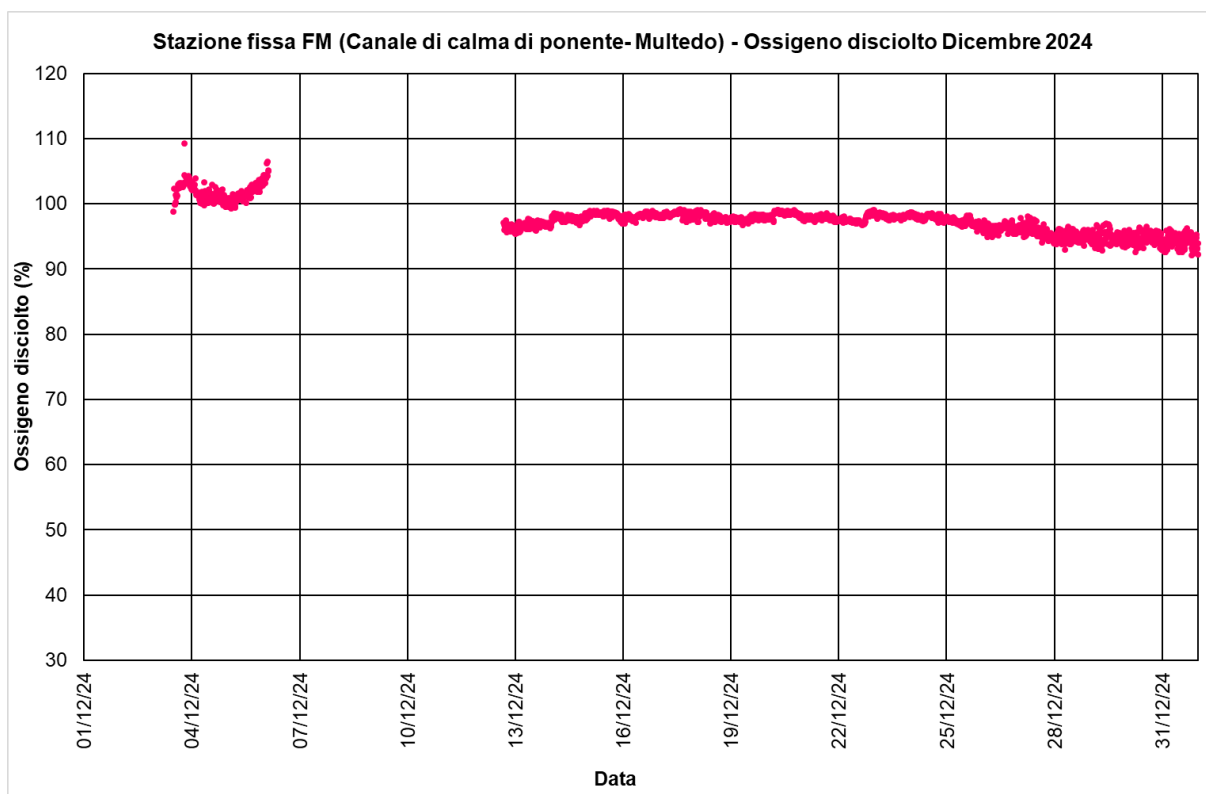
Stazione di Multedo FM

La stazione FM che era stata danneggiata dalle mareggiate di novembre è stata ripristinata il 3 dicembre 2024. Il 6 dicembre la sonda della stazione FM ha smesso di trasmettere dati ed è stato necessario rimuoverla; la rimozione è avvenuta il 10 dicembre quando le condizioni del mare hanno permesso di scendere sulla diga, e la sua reinstallazione è avvenuta il 12 dicembre.

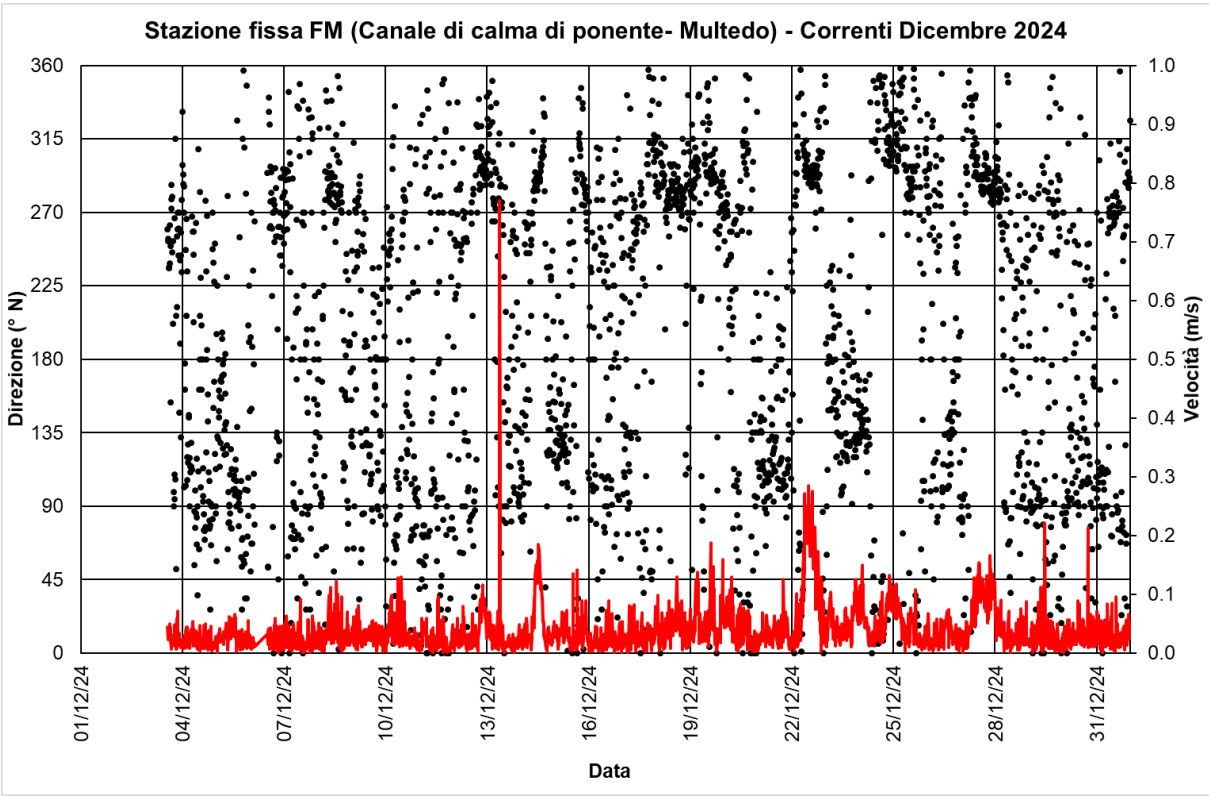
La torbidità ha mostrato valori compresi tra 0.7 e 3.4 FTU.



L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi tra 92 e 109%.



Le correnti hanno mostrato intensità comprese tra 0 e 0.77 m s⁻¹, con direzione variabile da E e W (cella 15 di riferimento).



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DEL MONITORAGGIO IN RELAZIONE AI LAVORI – DICEMBRE 2024

Nella seguente tabella sono riportati i giorni in cui sono state effettuate le attività nei Campi prova, con la specifica del tipo di attività e dei relativi quantitativi di materiale movimentato, e i corrispondenti valori di torbidità misurati dalla stazione fissa FM e dal monitoraggio a mezzo barca. È anche indicato l'eventuale superamento dei limiti di torbidità.

Giorno	Tipo di lavorazione	Quantitativo di materiale movimentato (ton)	Campi prova coinvolti	Giorno	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità dei campi prova (FTU)	Torbidità minima-massima misurata da barca in prossimità della stazione fissa FM (FTU)	Torbidità minima-massima misurata dalla stazione fissa FM h: 00:00-23:59 (FTU)	Superamento (SI/NO)
03/12/2024	Esecuzione colonne		2	03/12/2024	1.3-6.5	0.9-2.6	0.8-1.1**	NO
04/12/2024	Esecuzione colonne		2	04/12/2024	-	-	0.8-1.8	NO
05/12/2024	Esecuzione colonne		2	05/12/2024	-	-	0.7-1.0	NO
06/12/2024	Esecuzione colonne*		2	06/12/2024	-	-	0.8-0.9***	NO
10/12/2024	Esecuzione colonne		2	10/12/2024	0.7-1.6	0.9-4.5	n.d.	NO
11/12/2024	Esecuzione colonne		2	11/12/2024	-	-	n.d.	-
16/12/2024	Esecuzione colonne		2	16/12/2024	0.7-3.1	0.9-5.7	0.8-1.1	NO
30/12/2024	Esecuzione colonne		2	30/12/2024	-	-	0.7-1.1	NO
31/12/2024	Esecuzione colonne		2	31/12/2024	-	-	0.7-2.1	NO

* Alle ore 10:30 vengono sospese le attività a causa delle condizioni meteomarine in peggioramento.

** A partire dalle 11:12 del 03/12/2024 quando la stazione è stata ripristinata.

*** Fino alle 3:12 del 06/12/2024 quando la sonda ha smesso di funzionare.

n.d.: non disponibile.