



**Università
di Genova**

DISTAV DIPARTIMENTO
DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA

RELAZIONE

Monitoraggio dinamico e chimico-fisico delle attività relative agli interventi di
miglioramento della sicurezza dello specchio acqueo del Porto Turistico
Internazionale di Rapallo

Fase ante operam

28/12/2022-06/01/2023

Responsabile DISTAV

Prof. Marco Capello

(Firmato digitalmente)

INTRODUZIONE

Nell'ambito delle previste operazioni di miglioramento della sicurezza dello specchio acqueo del Porto Turistico Internazionale di Rapallo, il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita dell'Università degli Studi di Genova è stato incaricato di effettuare il monitoraggio delle operazioni di cantiere onde controllare lo stato della torbidità, dell'ossigeno e della dinamica.

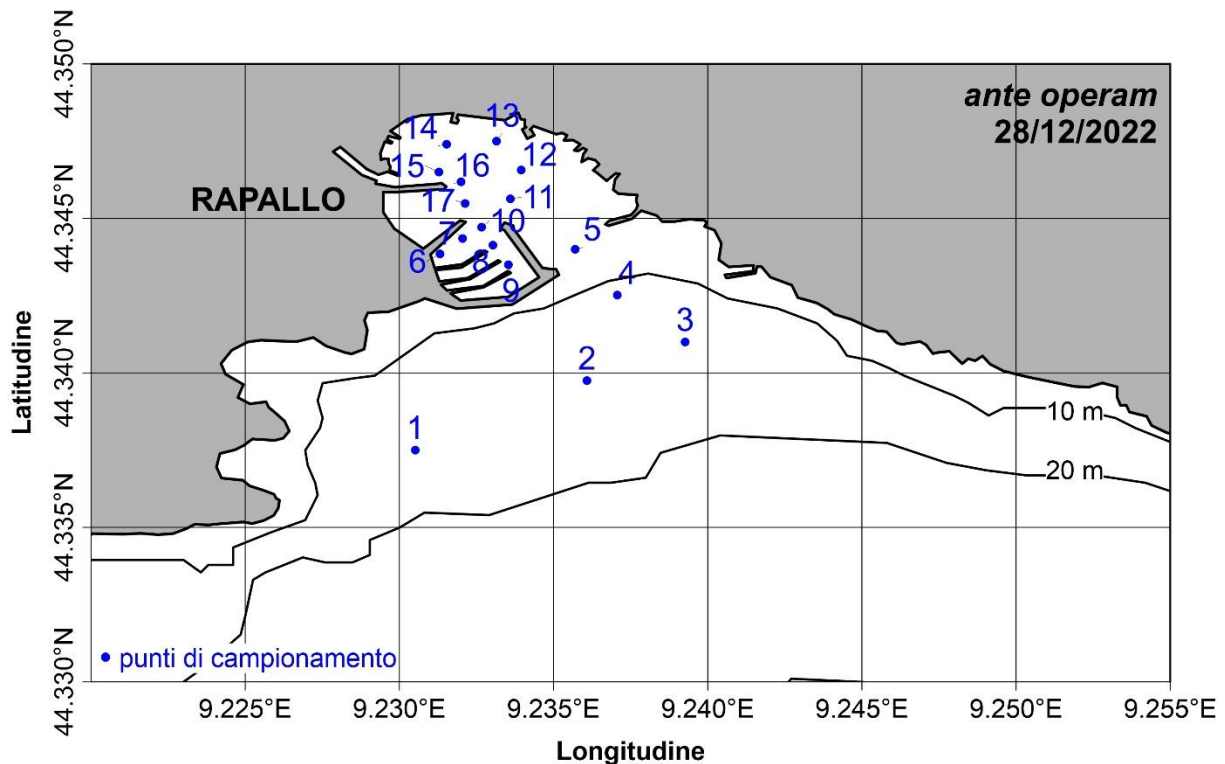
Per questo motivo, prima dell'inizio dei lavori, si è provveduto a compiere due campagne di monitoraggio *ante operam*. Di seguito, quindi, riportiamo gli esiti delle campagne oceanografiche effettuate il 28 Dicembre 2022 e il 6 Gennaio 2023.

ANTE OPERAM

28/12/2022

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte con mare calmo, cielo variabile e debole vento da SW in rinforzo nel pomeriggio. Sono state effettuate 17 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua, a mezzo sonda multiparametrica, 6 stazioni per l'acquisizione di dati sulla dinamica, e prelevati 4 campioni di acqua per la determinazione dei solidi sospesi.

Le stazioni CTD sono state effettuate sia all'interno del Porto di Rapallo sia nel tratto di mare antistante il porto e la loro distribuzione è indicata nella seguente figura.

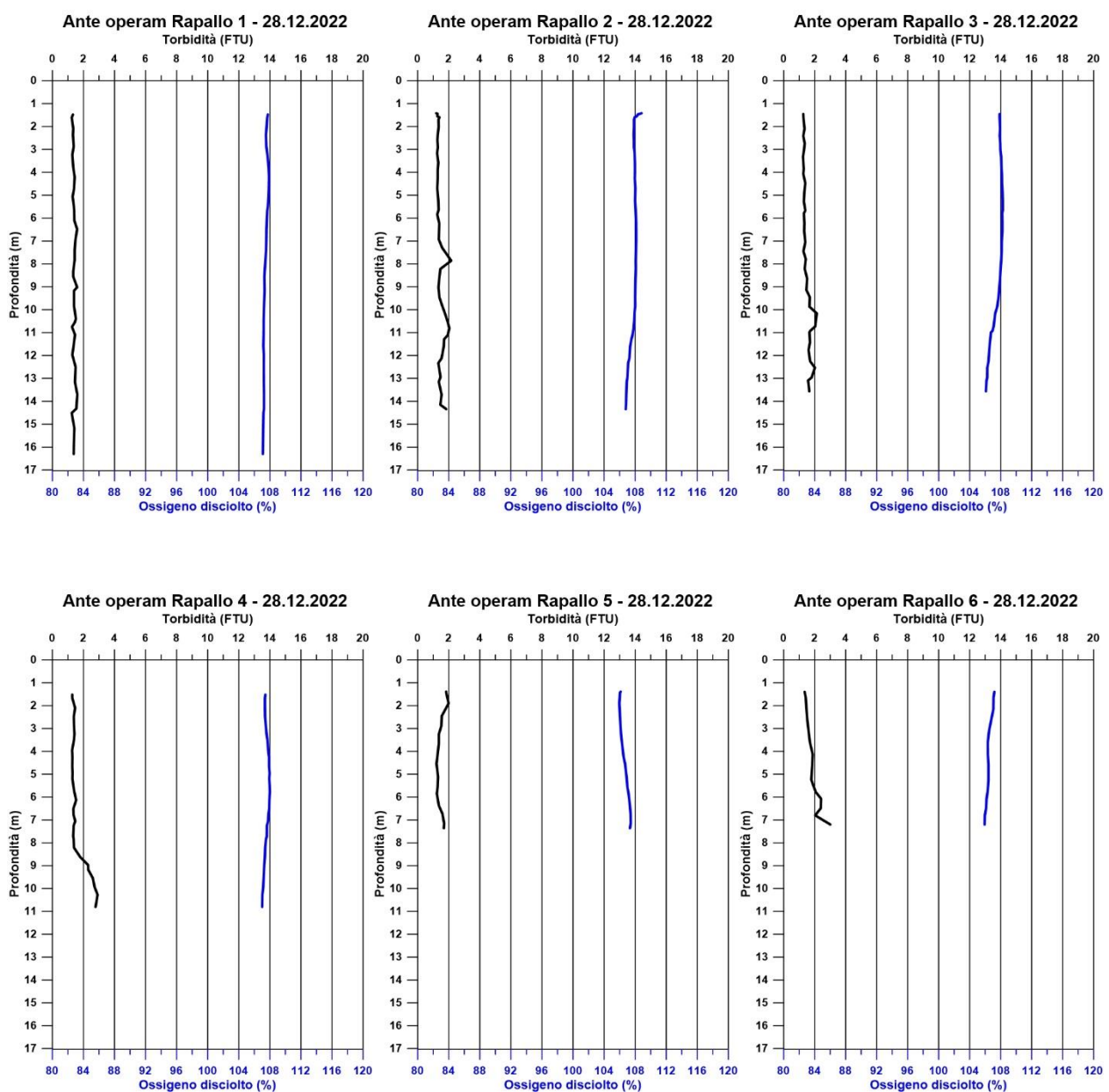


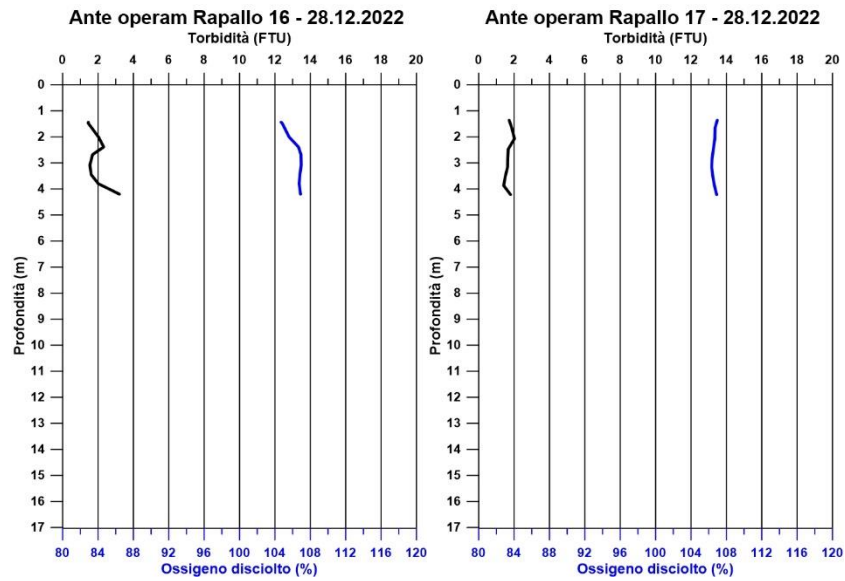
Mapa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori bassi in tutta l'area indagata e compresi tra 1.2 e 10.4 FTU, raggiungendo il massimo in prossimità del fondo nella stazione 9 effettuata dentro il porto nella parte protetta dalla nuova diga foranea.

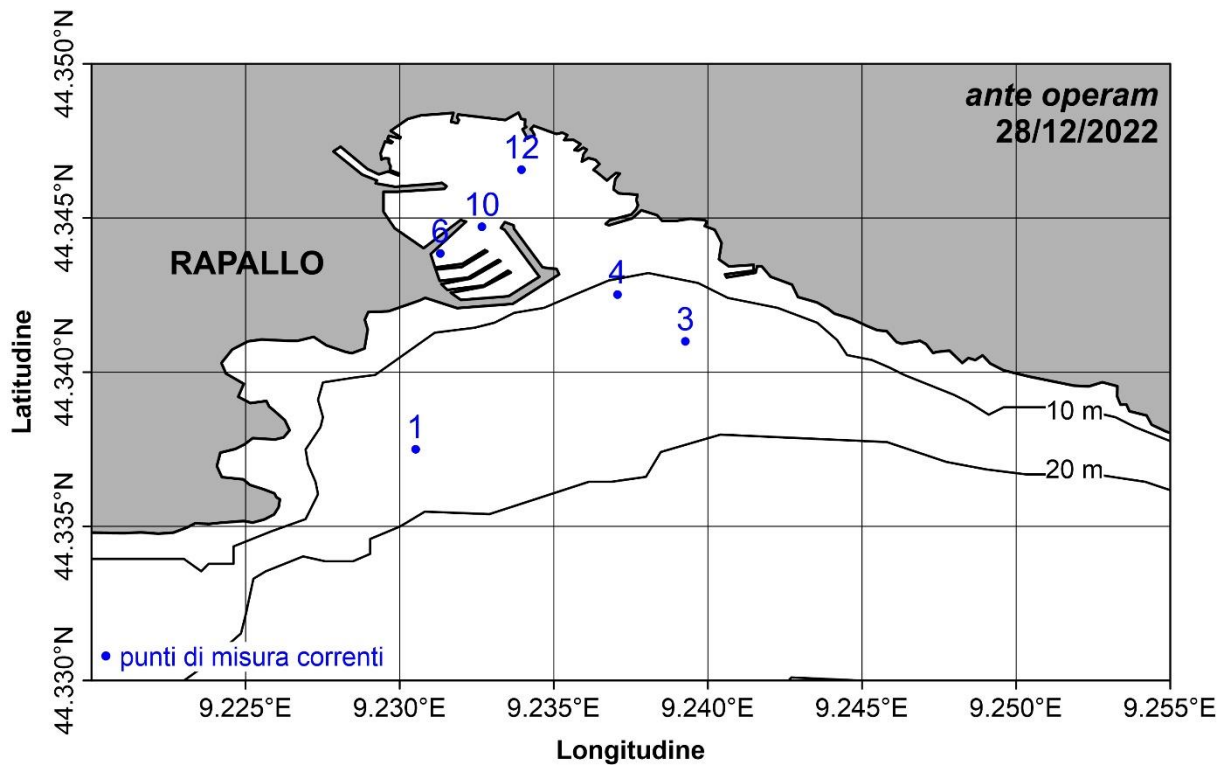
L'ossigeno disciolto ha mostrato valori compresi nell'intervallo tra 98 e 110%.

Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-20 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in %, scala 80-120%, in blu) misurati in tutte le stazioni.



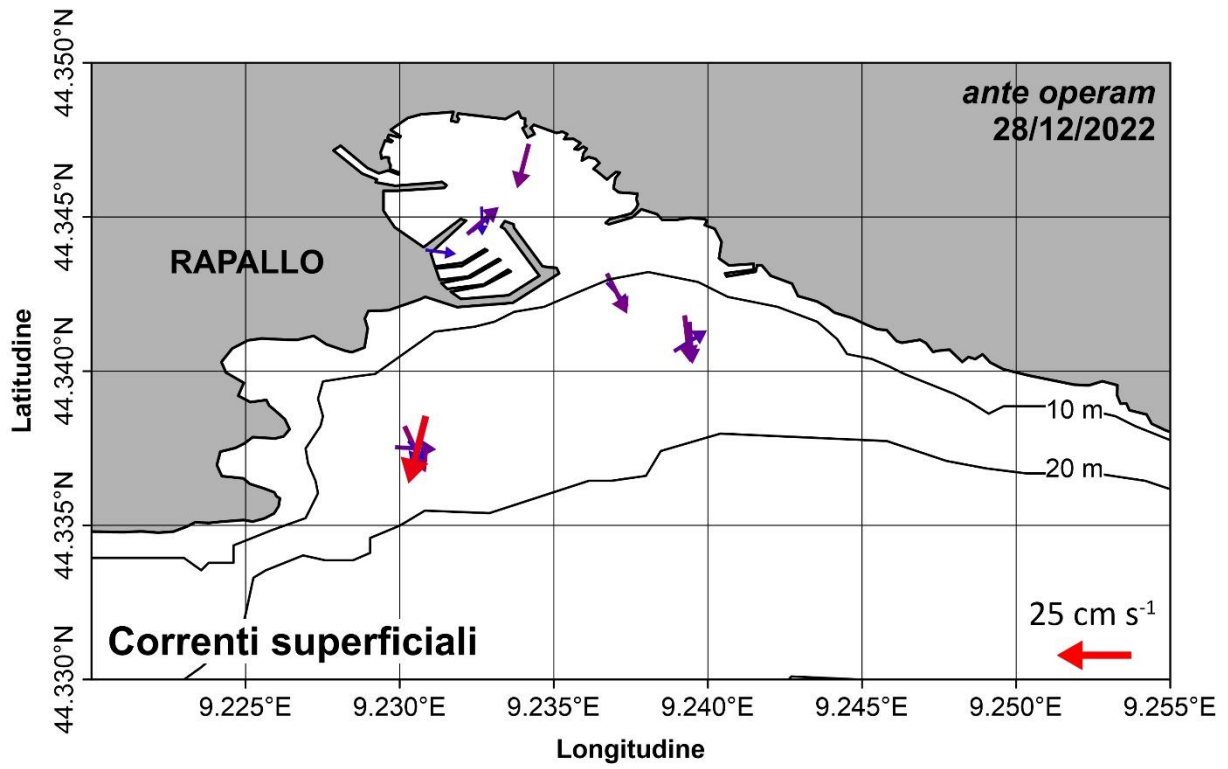


La posizione delle stazioni di misura delle correnti è mostrata nella seguente figura.

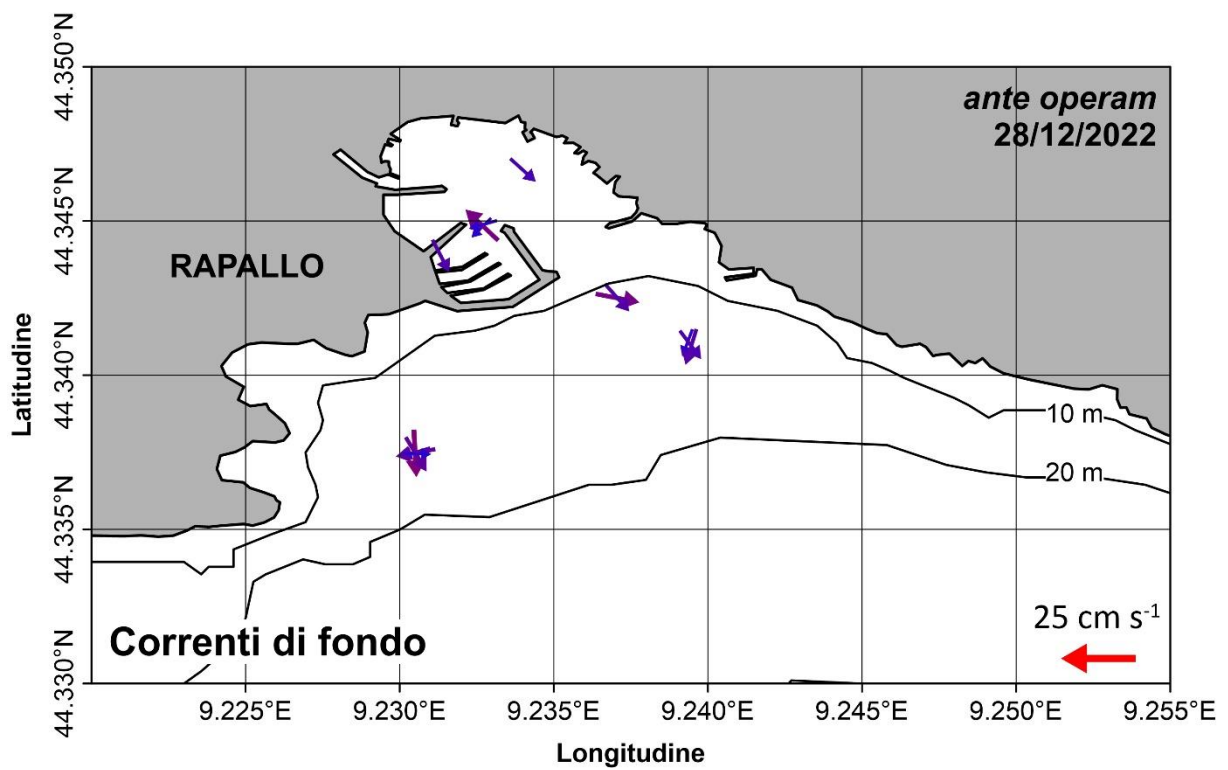


Mapa delle stazioni di misura delle correnti.

Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.4 e 26.4 cm s^{-1} in tutta la colonna d'acqua. Di seguito sono riportate le mappe dei vettori di corrente misurati nello strato superficiale e in quello prossimo al fondo.



Mappa dei vettori di corrente nello strato superficiale.

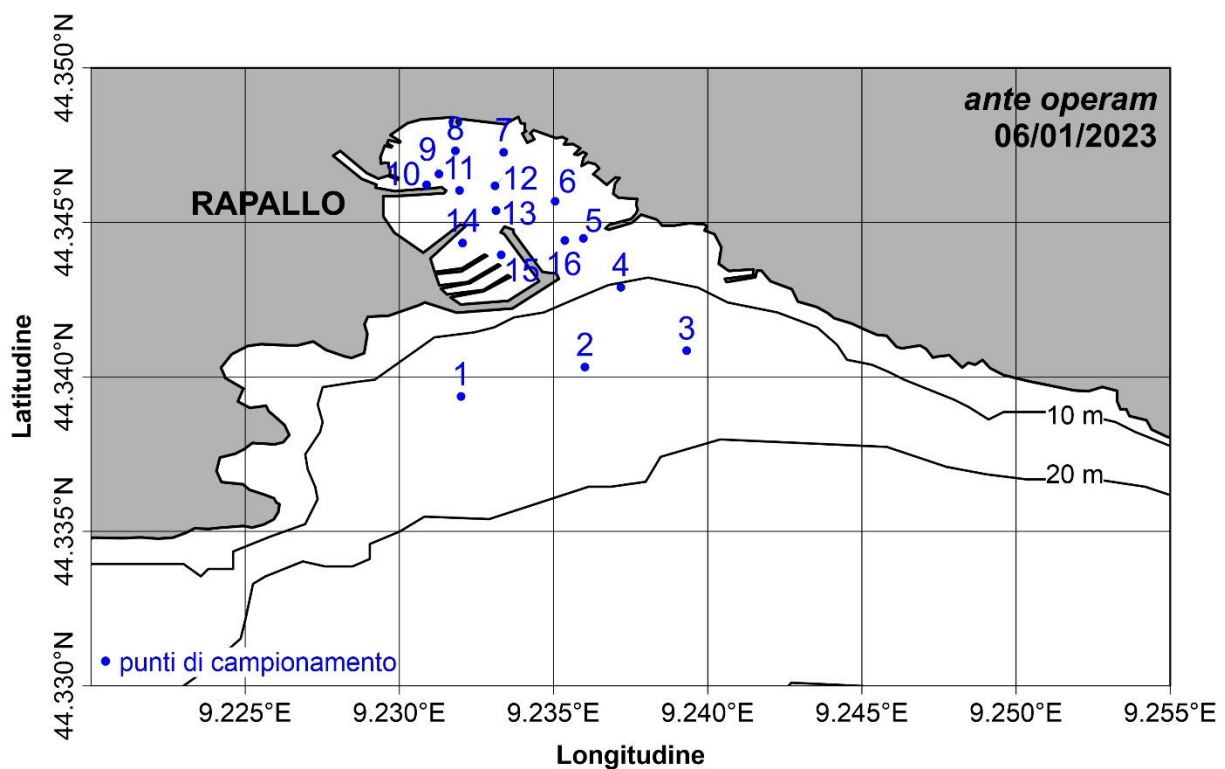


Mappa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

06/01/2023

Le operazioni di monitoraggio si sono svolte in condizioni di mare calmo, cielo coperto e debole vento da S in rinforzo nel pomeriggio. Sono state effettuate 16 stazioni per il rilievo dei parametri chimico-fisici lungo la colonna d'acqua a mezzo sonda multiparametrica, 6 stazioni per l'acquisizione di dati sulla dinamica, e sono stati prelevati 2 campioni di acqua per la determinazione dei solidi sospesi.

Le stazioni CTD sono state effettuate sia all'interno del Porto di Rapallo sia nel tratto di mare antistante il porto e la loro distribuzione è indicata nella seguente figura.



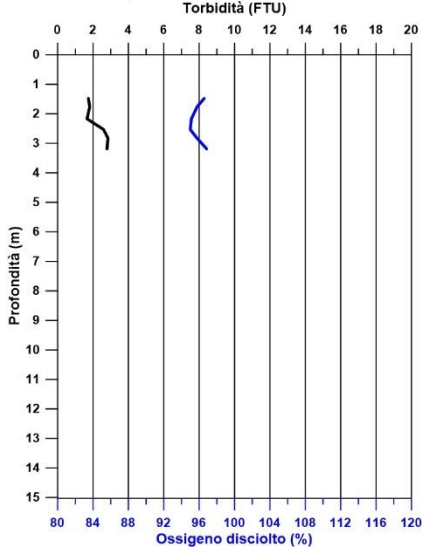
Mappa delle stazioni di misura dei parametri chimico-fisici della colonna d'acqua.

La torbidità ha mostrato valori bassi in tutta l'area indagata e compresi nel complesso tra 1.0 e 3.2 FTU.

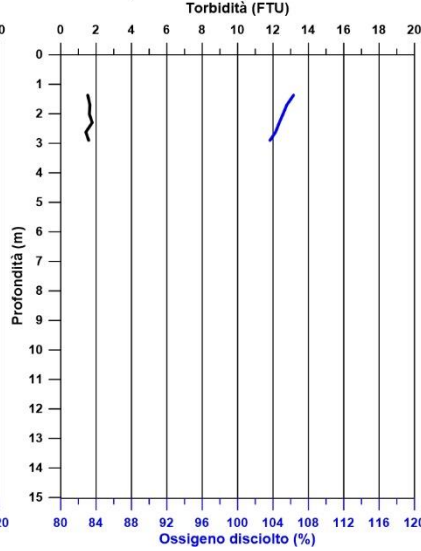
L'ossigeno era compreso tra 94 e 107%.

Di seguito sono riportati i profili verticali di torbidità (in FTU, scala 0-20 FTU, in nero) e ossigeno disciolto (in %, scala 80-120%, in blu) misurati in tutte le stazioni.

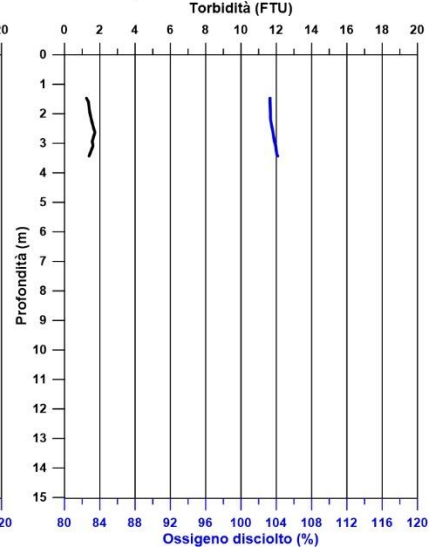
Ante operam Rapallo 10 - 06.01.2023



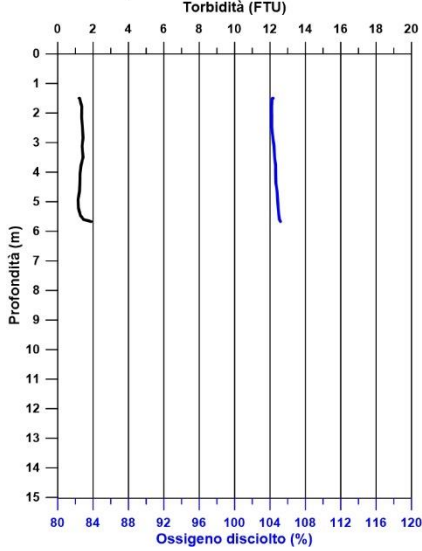
Ante operam Rapallo 11 - 06.01.2023



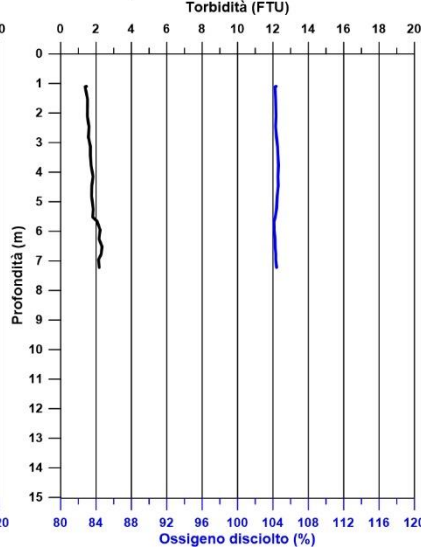
Ante operam Rapallo 12 - 06.01.2023



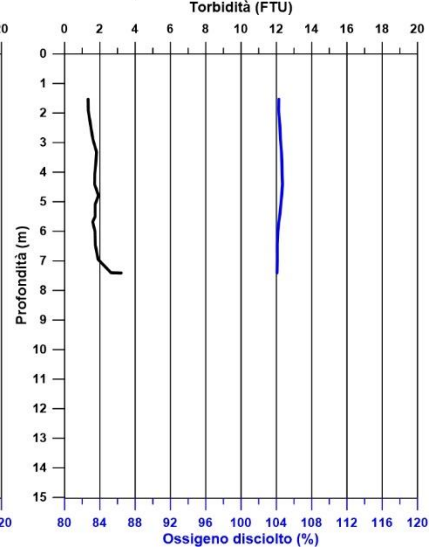
Ante operam Rapallo 13 - 06.01.2023



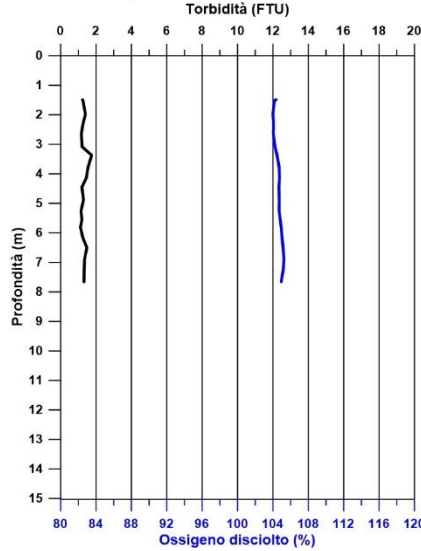
Ante operam Rapallo 14 - 06.01.2023



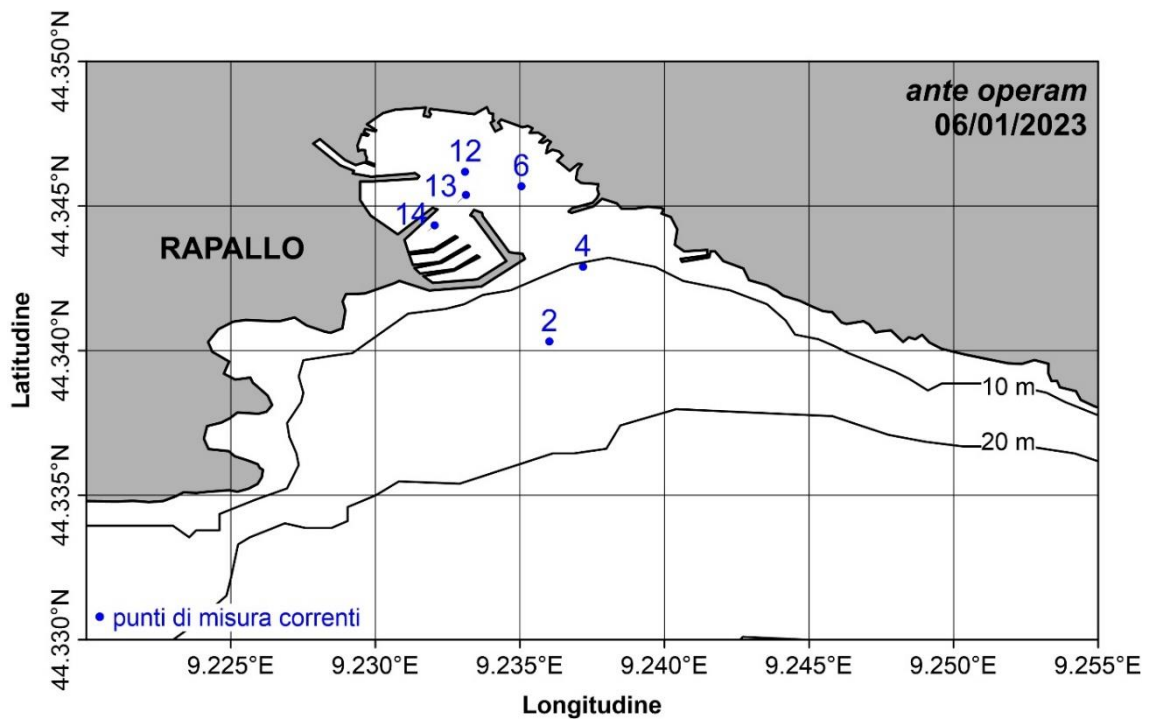
Ante operam Rapallo 15 - 06.01.2023



Ante operam Rapallo 16 - 06.01.2023

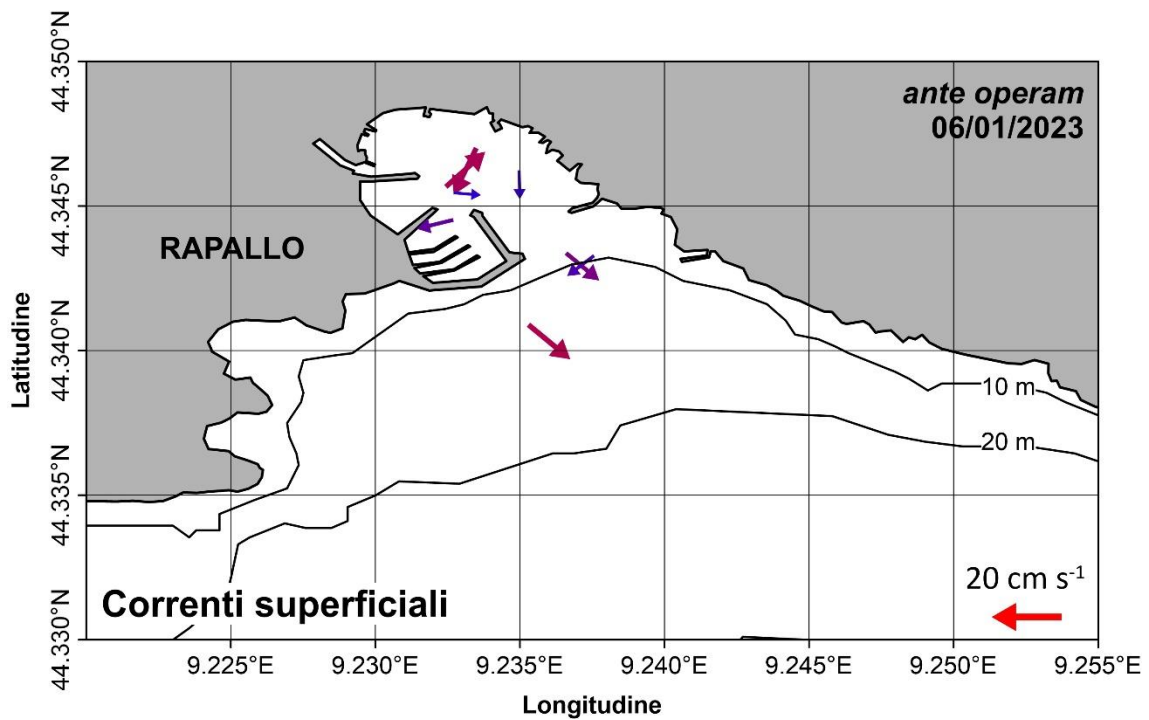


La posizione delle stazioni di misura delle correnti è mostrata nella seguente figura.

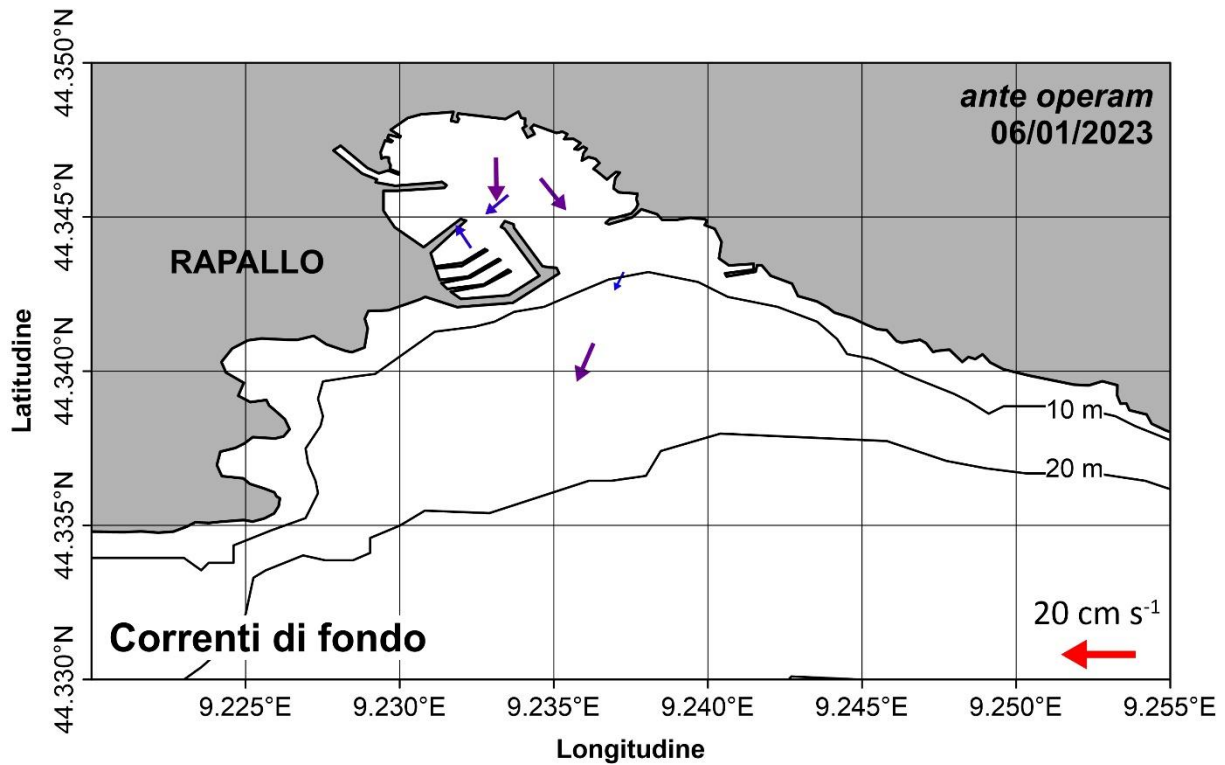


Mapa delle stazioni di misura delle correnti.

Le correnti hanno mostrato velocità comprese tra 0.6 e 46.6 cm s^{-1} in tutta la colonna d'acqua. Di seguito sono riportate le mappe dei vettori di corrente misurati nello strato superficiale e in quello prossimo al fondo.



Mapa dei vettori di corrente nello strato superficiale.



Mapa dei vettori di corrente nello strato di fondo.

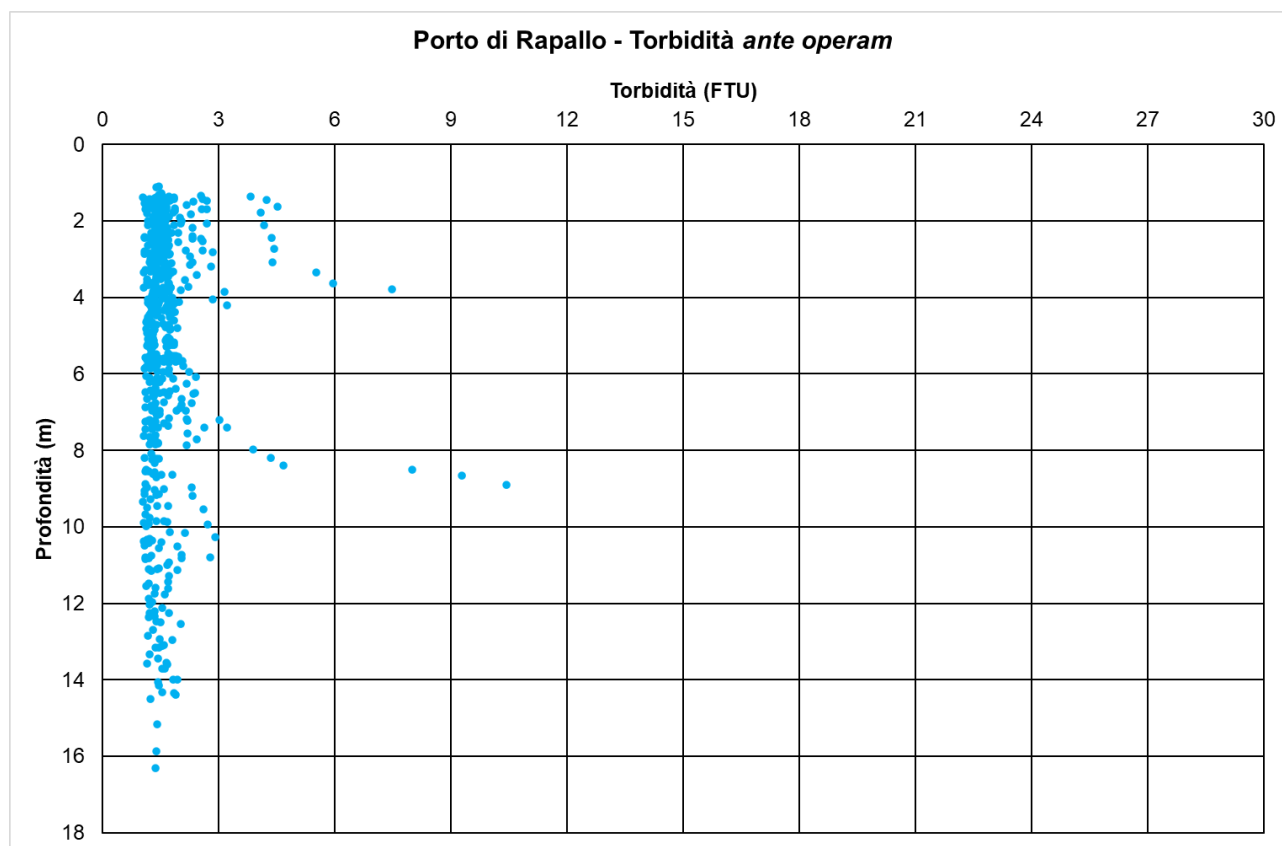
I campioni di acqua raccolti nei due giorni di campionamento sono stati analizzati per la quantificazione dei solidi sospesi lungo la colonna d'acqua. Tutti i campioni sono stati prelevati nello strato superficiale della colonna d'acqua; non è stato possibile campionare l'acqua nei pochi punti in cui sono stati misurati i valori relativamente più alti di torbidità perchè troppo vicini al fondale. Nel complesso le concentrazioni erano comprese tra 0.52 e 2.99 mg L⁻¹, rispecchiando la generale situazione di bassi valori di torbidità trovati nei due giorni di misura.

Le concentrazioni di solidi sospesi sono state messe in relazione ai valori corrispondenti di torbidità presi alla stessa quota di quella del campionamento dell'acqua, ma i bassi valori trovati non hanno permesso di ottenere una retta di calibrazione.

Durante la prima fase del corso d'opera verranno prelevati ulteriori campioni di acqua per la determinazione della relazione tra torbidità e solidi sospesi.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELL'ANTE OPERAM

Di seguito sono riassunti tutti i valori di torbidità registrati in tutte le stazioni delle campagne *ante operam*. Nel complesso la torbidità è compresa tra 1.0 e 10.4 FTU.



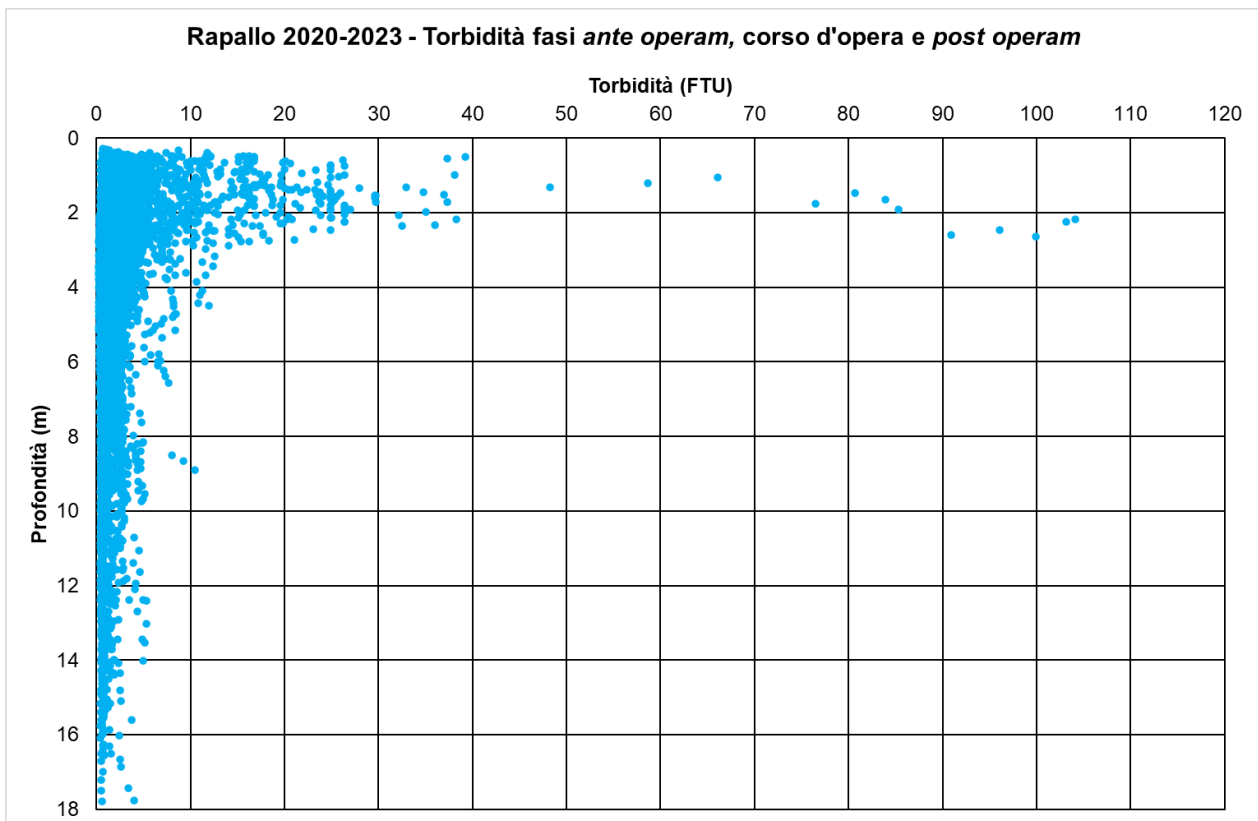
Valori di torbidità registrati durante le campagne *ante operam*.

A causa delle condizioni meteomarine che hanno caratterizzato la fase *ante operam*, per la determinazione del valore limite della torbidità da considerare durante il corso d'opera, si è optato per l'utilizzo e l'analisi dei valori di torbidità misurati anche nelle fasi di monitoraggio *ante operam*, in corso d'opera e *post operam* dei recenti lavori di spalmatura dei sedimenti all'interno del Porto di Rapallo (2020 e 2022). I sedimenti sono stati redistribuiti lungo le spiagge interne al porto e la torbida generata da questo tipo di lavoro può essere considerata equivalente ad una torbida generata dal Torrente Boate dopo periodi di forti piogge. Questa scelta è stata fatta al fine di migliorare le conoscenze circa la variabilità della torbidità all'interno del Porto di Rapallo e nell'area antistante ad esso e poter ottenere un set di dati il più possibile caratterizzante l'area interessata dal monitoraggio. Oltre ai dati delle due campagne *ante operam* effettuate il 28/12/2022 e il 06/01/2023 e descritte in

questa relazione, sono stati quindi considerati i valori misurati nelle campagne riportate nella seguente tabella:

Data	Campagna	Data	Campagna
14/04/2020	<i>ante operam</i>	07/04/2022	<i>ante operam</i>
20/04/2020	corso d'opera	22/04/2022	corso d'opera
04/05/2020	corso d'opera	03/05/2022	corso d'opera
22/05/2020	corso d'opera	12/05/2022	corso d'opera
28/05/2020	corso d'opera	19/05/2022	corso d'opera
12/06/2020	corso d'opera	03/06/2022	<i>post operam</i>

Abbiamo ottenuto così un set di dati di 256 punti di campionamento, per un totale di 5.233 valori di torbidità, variabili tra 0.2 e 104.1 FTU. Nel seguente grafico è mostrata la distribuzione di tutti i valori di torbidità considerati lungo la colonna d'acqua.

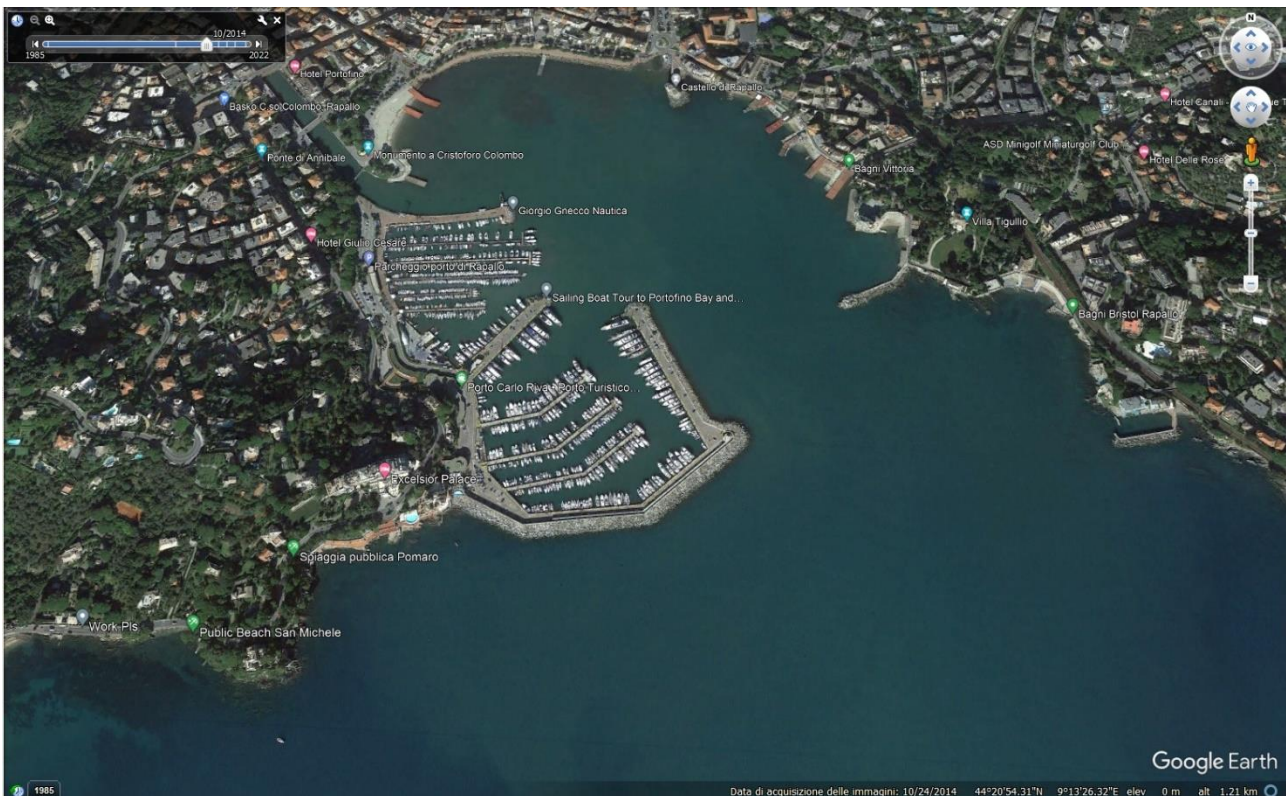


Per la determinazione del valore limite abbiamo applicato la regola del 90° percentile al set di dati così ottenuto e abbiamo determinato un valore di 5.5 FTU.

NOTA DELLO SCRIVENTE

In merito alla determinazione del valore limite, le due uscite *ante-operam* effettuate non hanno permesso di determinare un valore accettabile: il fatto che quanto ricavato dal 90° percentile abbia indicato un valore relativamente basso, di per sé non è errato ma non restituisce un valore realistico “ambientalmente” accettabile.

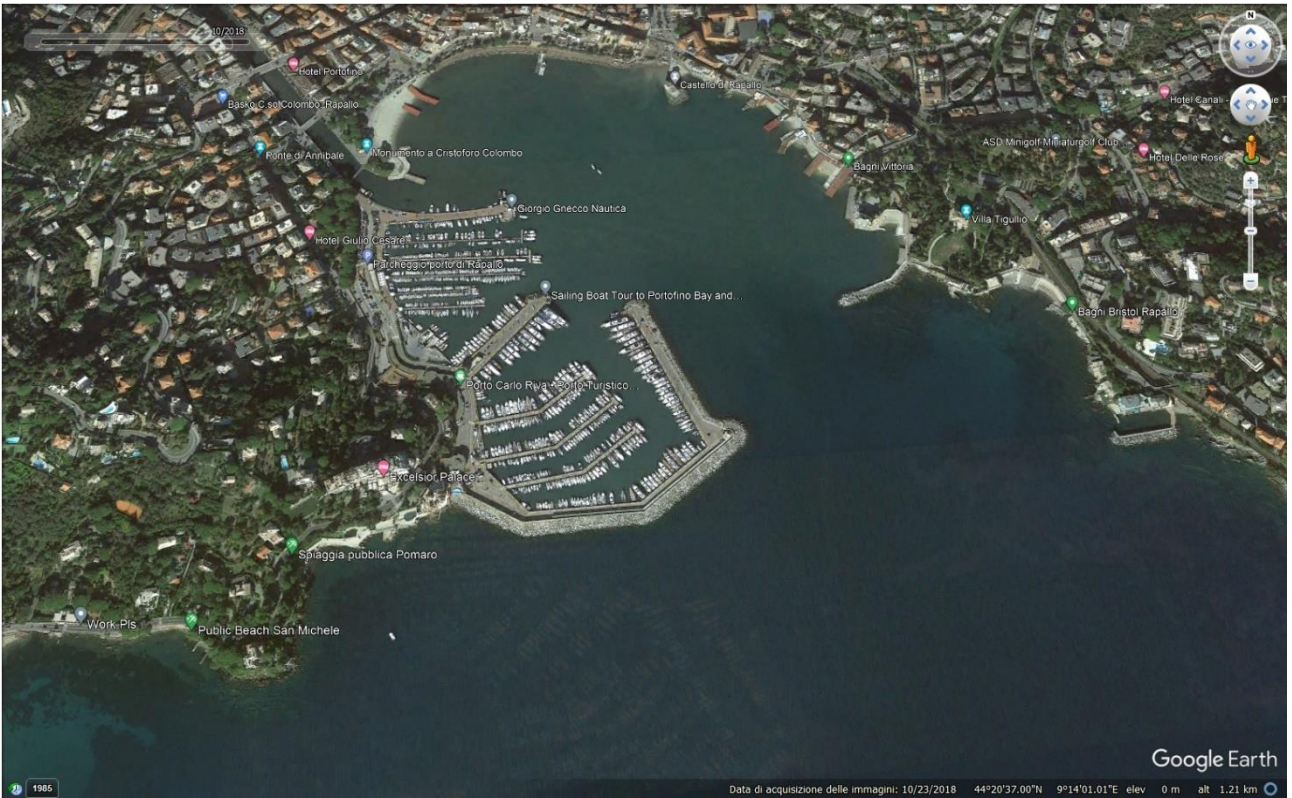
Come si può vedere dalle fotografie allegate, il Porto di Rapallo non è estraneo a condizioni di torbidità marcate. Le fotografie ricavate da Google Earth nelle date indicate evidenziano acqua all'interno del Porto moderatamente torbida, acqua proveniente dai due Torrenti che insistono all'interno del Porto e cioè il Torrente Boate, la cui foce è visibile in alto a sinistra nella fotografia, ed il Torrente San Francesco, la cui foce è visibile in alto al centro della fotografia.



24/10/2014



23/10/2015

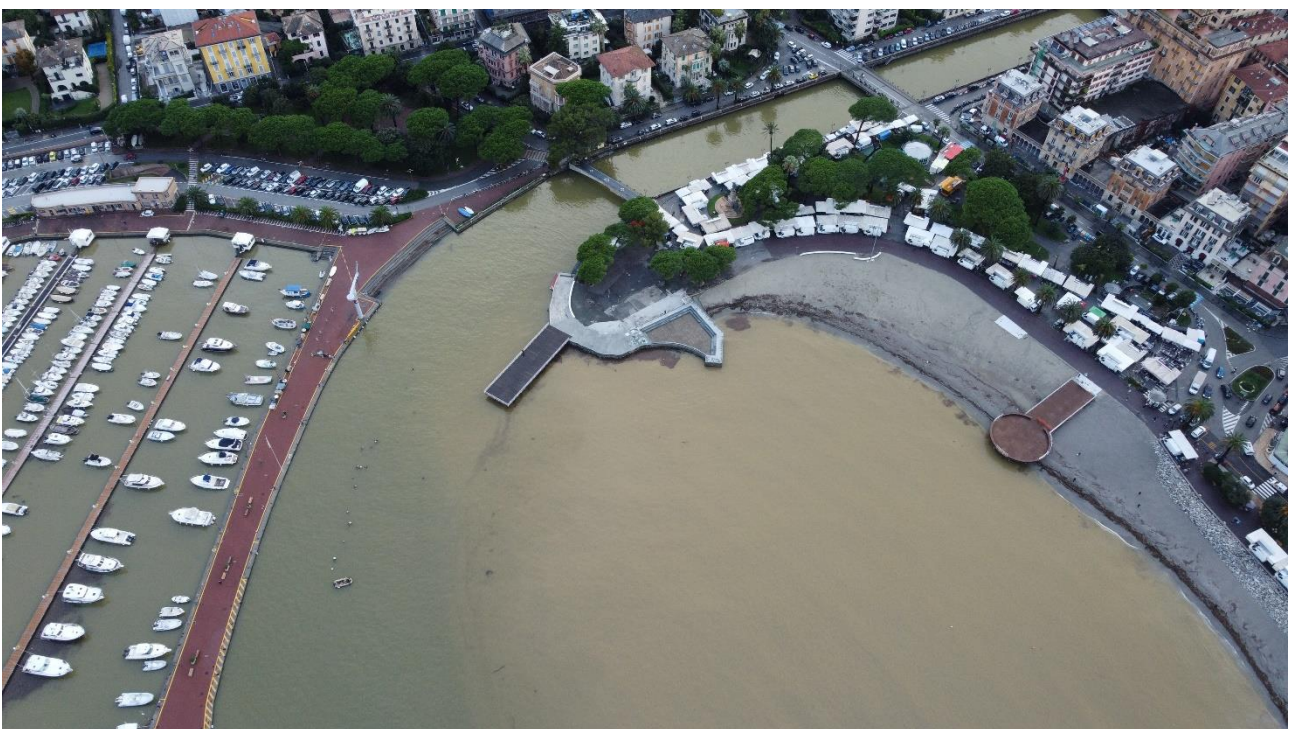


23/10/2018

Oltre a queste immagini, possiamo vedere come, successivamente alla mareggiata che ha distrutto il Porto di Rapallo, la torbidità fosse molto marcata: il drone dei Vigili del Fuoco ha immortalato questa situazione.



Per finire, a conferma di come siano necessari ulteriori campionamenti *ante-operam* in condizioni meteo-marine perturbate, alleghiamo alcune fotografie ottenute da un volo di drone sul Porto di Rapallo in data 10.10.2022 a seguito di un periodo di piogge intense che hanno scaricato molto materiale nel Porto.





Per questo motivo il valore indicato in questa relazione verrà aggiornato non appena saranno effettuate altre uscite in condizioni di mare differenti dalle prime due effettuate.

Sarà nostra cura redigere una nuova relazione per comunicare il valore limite non appena possibile