

## Progetto - Projet

# GEREMIA - Gestione dei reflui per il miglioramento delle acque portuali



## PRODOTTO T2.2.3: REPORT CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Report di Campagna Ocenografica Ichnussa 2020

08-12 Ottobre 2020

## LIVRABLE T2.2.3: RAPPORT CAMPAGNE DE SURVEILLANCE

Rapport de la campagne océnographique Ichnussa 2020

08-12 Octobre 2020

Partner responsabile - Partenaire responsable :

Istituto per lo studio degli impatti Antropici e Sostenibilità ambiente marino.

Nome del prodotto	Redatto da:	Verificato da:	Validato da:
T2.2.3 – Report riassuntivi campagne di campionamento	Alberto Ribotti (IAS-CNR), Andrea Satta (IAS-CNR), Simeone Simeone (IAS-CNR)	Laura Cutroneo (UNIGE)	Giovanni Besio, Marco Capello (UNIGE)

**Descrizione del Prodotto:** Nell'ambito del progetto GEREMIA è prevista una serie di misure di parametri oceanografici lungo la colonna d'acqua dei vari siti pilota. In questo rapporto si mostrano i dati rilevati durante la campagna oceanografica ICHNUSSA 2020 svolta dal partner IAS CNR nel Sito di Olbia dal 8 al 12 ottobre 2020.

**Description du livrable :** Dans le cadre du projet GEREMIA, une série de mesures des paramètres océanographiques est prévue le long de la colonne d'eau des différents sites pilotes. Dans ce rapport, nous présentons les données recueillies lors de la campagne océanographique ICHNUSSA 2020 menée par le partenaire IAS CNR sur le site d'Olbia du 8 au 12 octobre 2020.

## Indice / Index

1 Il Porto e il Golfo di Olbia/ Le Port et le Golfe d'Olbia .....	1
2. L'acquisizione dati/ Acquisition de données .....	4
3. Analisi dati idrologici/ Analyse des données hydrologiques.....	8

## 1 Il Porto e il Golfo di Olbia/ Le Port et le Golfe d'Olbia

Parte dell'attività della campagna oceanografica denominata Ichnussa 2020, su N/O G. Dallaporta del CNR, è consistita in misure idrologiche nel porto e nel Golfo di Olbia con imbarco nel porto di Olbia il giorno 08 ottobre 2020 e sbarco nello stesso porto il 12 ottobre 2020.

La nave oceanografica utilizzata aveva le seguenti caratteristiche:

Nome: G. Dallaporta

Nazionalità: Italiana

Lunghezza: 35.70 m Larghezza: 7,67 m Pescaggio: 3.5 m Stazza netta: 286 T

Gruppo Operante: CNR-IAS Oristano

Personale di equipaggio: No. 8 Personale CNR: No. 2 (12 in periodo no-Covid 19)

Il Porto di Olbia (Figura 1) è diviso tra porto Isola Bianca, scalo dedicato al traffico commerciale, passeggeri e crocieristico ed il Porto Cocciani destinato alle merci. Vi è inoltre il Porto Interno, e il vecchio porto romano, per il traffico di piccole imbarcazioni avendo una batimetria di 4-6 m a partire dall'inizio del molo 9 a Porto Isola Bianca. Il fondale intorno a porto Isola Bianca è di 8-10 m mentre Porto Cocciani arriva a 11 m. In prossimità dell'area industriale a nord di Porto Isola Bianca (ovest di Porto Cocciani), il fondale sale fino a raggiungere profondità massime di 4-6 m.

Il canale di accesso, lungo circa 1.47 miglia nautiche e largo 150 m, ha profondità che, nella parte più orientale in collegamento con il Golfo di Olbia, variano dai 9 m del dosso centrale al canale ai dai 13 ai 14 m dei due solchi laterali, mentre all'interno verso il Porto Cocciani si attesta sugli 11-12 m, sparendo quasi completamente il dosso centrale (vedi batimetrie 2020 fornite da <http://www.adspmaredisardegna.it/olbia/>). Le acque del Porto di Olbia sono influenzate, nelle loro caratteristiche fisico-chimiche, sia dallo scambio con il mare aperto attraverso il canale di accesso, sia dalle acque provenienti dai numerosi rivi che sfociano nel Porto, sia a nord sia a sud, e dagli scarichi della città omonima.

Il Golfo di Olbia, commercialmente importante grazie alla presenza di Porto di Golfo Aranci, ha invece una profondità che varia dai 15 m al termine della canaletta di accesso al Porto di Olbia fino a oltre 80 m dove apre verso il Mare Tirreno. Le acque del Golfo di Olbia hanno invece caratteristiche fisico-chimiche tipiche delle acque costiere con un forte scambio con il mare aperto nella sua parte orientale.



Une partie de l'activité de la campagne océanographique nommée Ichnussa 2020, sur le Navire Océanographique (N/O) G. Dallaporta du CNR, a consisté en des mesures hydrologiques dans le port et dans le Golfe d'Olbia avec embarquement dans le port d'Olbia le 08 octobre 2020 et débarquement dans le même port le 12 octobre 2020.

Le N/O utilisé présentait les caractéristiques suivantes :

Nom : G. Dallaporta

Nationalité : italienne

Longueur : 35,70 m Largeur : 7,67 m Tirant d'eau : 3,5 m Tonnage net : 286 T

Groupe opérationnel : CNR-IAS Oristano

Équipage : n° 8 Personnel du CNR : n° 2 (12 en période non-Covid 19)

Le port d'Olbia (figure 1) comprend le Port Isola Bianca, un port d'escale dédié au trafic commercial, aux passagers et aux croisières, et le Port Cocciani pour les marchandises. Il y a aussi le port intérieur, et le vieux port romain, pour le trafic des petits bateaux ayant une bathymétrie de 4-6 m à partir du début de la jetée 9 à Porto Isola Bianca. La profondeur autour de Porto Isola Bianca est de 8-10 m tandis que celle de Porto Cocciani atteint 11 m. Près de la zone industrielle au nord de Porto Isola Bianca (à l'ouest de Porto Cocciani), le fond marin a une profondeur maximale de 4-6 m.

Le chenal d'accès, d'environ 1,47 miles nautiques de long et 150 m de large, a des profondeurs qui, dans la partie la plus orientale du le Golfe d'Olbia, varient de 9 m au niveau de la bosse centrale du chenal à 13/14 m au niveau des deux sillons latéraux, tandis qu'à l'intérieur, en direction de Porto Cocciani, elle est d'environ 11-12 m, la bosse centrale disparaissant presque

completamente (voir la bathymétrie 2020 fournie par <http://www.adspmaredisardegna.it/olbia/>). Les eaux du Port d'Olbia sont influencées, dans leurs caractéristiques physiques et chimiques, à la fois par l'échange avec la haute mer par le chenal d'accès, mais aussi par les eaux provenant des nombreux cours d'eau qui se déversent dans le port, tant au nord qu'au sud, et par les rejets provenant de la ville homonyme.

Le Golfe d'Olbia, qui est commercialement important grâce à la présence du port de Golfo Aranci, a une profondeur qui varie de 15 m à l'extrémité du chenal d'accès au port d'Olbia à plus de 80 m là où il s'ouvre sur la mer Tyrrhénienne. Les eaux du Golfe d'Olbia, en revanche, présentent des caractéristiques physiques et chimiques typiques des eaux côtières avec un fort échange avec la haute mer dans sa partie orientale.



Fig. 1. Il Porto ed il Golfo di Olbia/ Le Port et le Golfe d'Olbia

## 2. L'acquisizione dati/ Acquisition de données

Parte dell'attività della campagna oceanografica denominata Ichnussa 2020, su N/O G. Dallaporta del CNR, è consistita in misure idrologiche nel porto e nel Golfo di Olbia nei punti sottoelencati e riportati in mappa con imbarco nel porto di Olbia l'08 ottobre 2020.

Nell'ambito delle attività del progetto GEREMIA l'acquisizione idrologica è avvenuta mediante due tipi di sonde multiparametriche (CTD) denominate SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310, montate sulla stessa rosetta (Figura 2), e un altimetro che ha permesso di arrivare molto vicini al fondo con i profili verticali.

La sonda Idronaut (foto 1, destra) era montata sulla rosetta circa 30 cm sopra la SBE (foto 1, sinistra).

Lungo il canale di ingresso e nel porto di Olbia le misure sono state acquisite mediante la sola sonda Idronaut, svincolata dalla rosetta, in quanto più idonea per questo tipo di acque.

Le variabili acquisite lungo i profili tra la superficie ed il fondo erano di temperatura, conducibilità, ossigeno disciolto, pH, torbidità (Chl-a per la SBE).



Une partie de l'activité de la campagne océanographique appelée Ichnussa2020, sur le N/O G. Dallaporta du CNR, a consisté en des mesures hydrologiques dans le port et dans le Golfe d'Olbia aux points énumérés ci-dessous et reportées sur la carte avec embarquement dans le port d'Olbia le 08 octobre 2020.

Dans le cadre des activités du projet GEREMIA, l'acquisition hydrologique s'est faite au moyen de deux types de sondes multiparamétriques ou CTD nommées SBE911Plus et Idronaut Ocean Seven 310, montées sur la même rosette (Figure 2), et d'un altimètre qui a permis de se rapprocher très près du fond avec les profils verticaux.

La sonde Idronaut (photo 1, droite) a été montée sur la rosette à environ 30 cm au-dessus du SBE (photo 1, gauche).

Le long du chenal d'entrée et dans le port d'Olbia, les mesures ont été acquises en utilisant uniquement la sonde Idronaut.

Les variables acquises le long des profils entre la surface et le fond sont la température, la conductivité, l'oxygène dissous, le pH, la turbidité (Chl-a pour SBE).

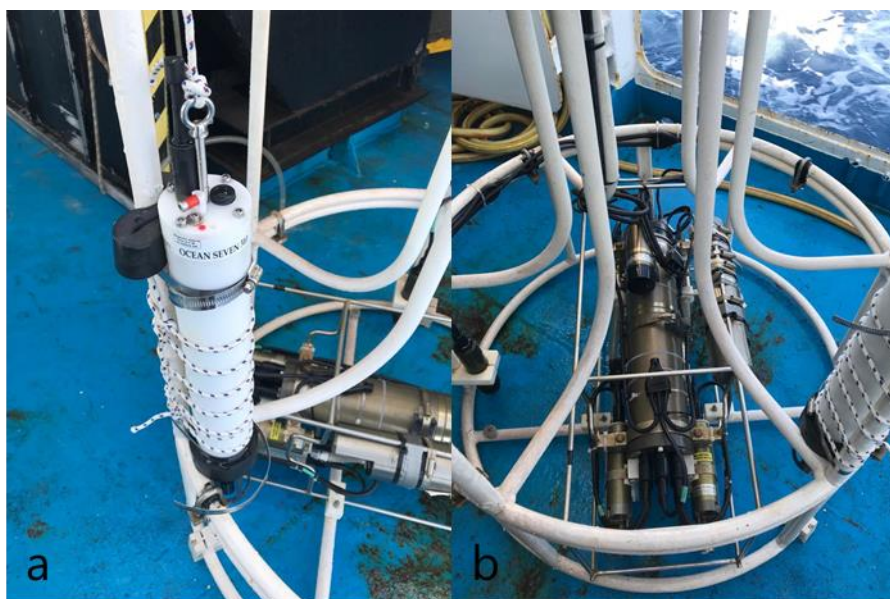


Fig. 2: a) sonda Idronaut; b) sonda SBE / a) sonde Idronaut; b) sonde SBE

La calibration des sensors de la SBE est venue avant la campagne, en mode de permettre les corrections dues à leur dérive dans le temps et obtenir des mesures très précises des paramètres mentionnés. La vérification de la qualité des données et leur traitement sont poursuivis après le débarquement selon les procédures décrites dans Ribotti et al. (2020). Les données acquises étaient enregistrées sur PC en temps réel pendant chaque plongée (Figure 3).

Les capteurs de température, de pression et d'oxygène dissous de la sonde Idronaut ont été calibrés avant la campagne en suivant les instructions fournies par le fabricant. Les données acquises ont été téléchargées sur PC à mi-campagne et à la fin de la campagne.

Les données acquises ont été rendues disponibles pour la validation du modèle côtier.





La calibration des capteurs SBE a eu lieu avant la campagne, afin de permettre des corrections dues à leur *shift* dans le temps et d'obtenir des mesures très précises des paramètres susmentionnés. La vérification de la qualité des données et leur traitement se sont poursuivis après le débarquement selon les procédures décrites dans Ribotti et al. (2020). Les données acquises ont été enregistrées sur un PC en temps réel lors de chaque mise à l'eau (Figure 3).

Les capteurs de température, de pression et d'oxygène dissous de la sonde Idronaut ont été calibrés avant la campagne en suivant les instructions du fabricant. Les données acquises ont été téléchargées sur un PC au milieu et à la fin de la campagne.

Les données acquises ont été mises à disposition pour la validation du modèle côtier.



Fig. 3: acquisizione dei dati durante le calate/ L'acquisition de données lors des mises à l'eau

Le aree di lavoro e le coordinate delle stazioni sono indicati in Tabella 1 e Figura 4.



Les zones de travail et les coordonnées des stations sont indiquées dans le Tableau 1 et la Figure 4.

Tabella 1: coordinate dei punti di acquisizione dei parametri idrologici / *Tableau 1: les coordonnées des points d'acquisition des paramètres hydrologiques*

#	data	Ora UTC	Lat ° 'N	Lon ° 'E	Prof m	NOTE
O14	10/10/2020	06:40	40 57.166	009 38.787	46	SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310
O10	10/10/2020	07:08	40 55.887	009 37.551	26	SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310
O11	10/10/2020	07:24	40 56.507	009 36.999	36	SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310
O12	10/10/2020	07:41	40 57.006	009 36.366	34	SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310
O08	10/10/2020	08:05	40 55.851	009 35.791	20	SBE911Plus e Idronaut Ocean Seven 310
O06	10/10/2020	11:06	40 55.375	009 34.693	12	Idronaut Ocean Seven 310
O05	10/10/2020	11:18	40 55.355	009 34.111	10	Idronaut Ocean Seven 310
O04	10/10/2020	11:33	40 55.353	009 33.482	12	Idronaut Ocean Seven 310
O03	10/10/2020	11:45	40 55.350	009 33.006	11	Idronaut Ocean Seven 310
O02	10/10/2020	11:54	40 55.358	009 32.470	9	Idronaut Ocean Seven 310
O01	10/10/2020	12:10	40 55.530	009 31.854	12	Idronaut Ocean Seven 310



Fig. 4: Mappa delle stazioni CTD effettuate nel Porto e nel Golfo di Olbia durante la campagna Ichnussa 2020 / *Carte des stations CTD dans le Port et le golfe d'Olbia pendant la campagne Ichnussa 2020*

### 3. Analisi dati idrologici/ Analyse des données hydrologiques

Le misure nel Golfo di Olbia sono state effettuate utilizzando entrambi i CTD mentre all'interno del Porto di Olbia ci si è avvalsi del solo CTD Idronaut per velocizzare le misure.

Le acque presenti nei due ambienti, come scritto in precedenza, hanno caratteristiche fisico-chimiche diverse. Questo è evidente nel diagramma  $\theta S$  in Figura 5 dove le acque del Golfo di Olbia risultano confinate nella sua parte destra mostrando valori più alti di salinità ( $S > 37.90$ ) e di temperatura ( $\theta > 20.25$  °C) rispetto alle acque portuali.



Les mesures dans le Golfe d'Olbia ont été effectuées à l'aide des deux CTD alors qu'à l'intérieur du Port d'Olbia, seul le CTD Idronaut a été utilisé pour accélérer les mesures.

Les eaux présentes dans les deux environnements, comme nous l'avons déjà écrit, ont des caractéristiques physico-chimiques différentes. Cela est évident dans le diagramme  $\theta S$  de la figure 5, où les eaux du Golfe d'Olbia sont confinées du côté droit du diagramme, montrant des valeurs de salinité ( $S > 37,90$ ) et de température ( $\theta > 20,25$  °C) plus élevées que les eaux du port.

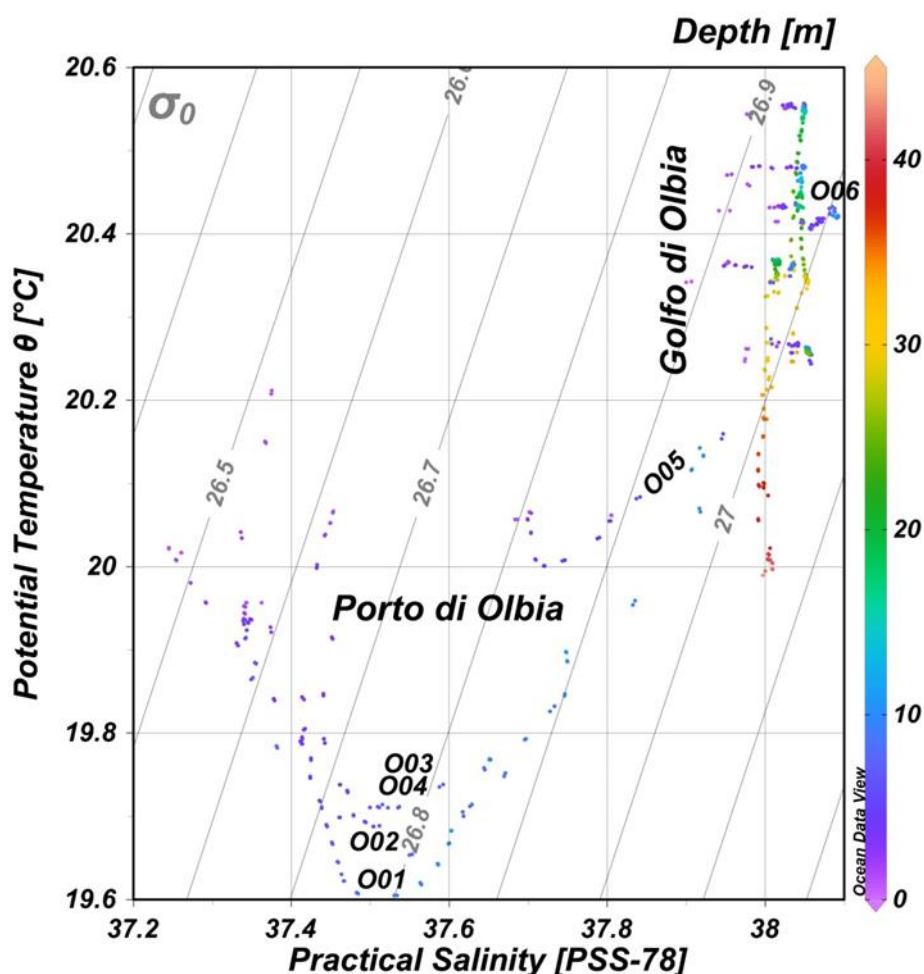


Fig. 5: Diagramma  $\theta S$  lungo le stazioni / *Diagramme  $\theta S$  le long des stations*

La stazione O05, posta nella canaletta di collegamento tra Porto e Golfo e con un fondale di 10 m, risulta essere caratterizzata da acque portuali nella parte superficiale (profondità < 7m; figura 6) e del Golfo al di sotto. La O06 ha acque più calde e salate ( $\theta > 20.4$  °C e  $S > 38$ ) e in linea con le caratteristiche di quelle del Golfo, per cui può essere considerata come la prima stazione del Golfo uscendo dal Porto di Olbia.

All'interno del Porto, le acque mostrano un minimo di temperatura (termoclino) misurato a circa 8-8.5 m di profondità, con valori che si riducono dalle stazioni di misura O03-04 (19.712 °C) verso ovest in direzione delle banchine di Porto Isola Bianca (a O01 è di 19.61 °C). Questo minimo di temperatura separa acque meno salate al di sopra ( $S > 37.5$ ), probabilmente

mescolate con acque interne dolci o di scarico cittadino, da altre più salate e dense ( $\sigma > 26.8$  kg/m<sup>3</sup>) verso il fondo, mescolate con le acque più salate e dense del Golfo.

Nel Golfo di Olbia i profili di temperatura e salinità nelle diverse stazioni sono abbastanza lineari non mostrando grandi variazioni fra superficie ed i 25-26 m. Solo nelle stazioni più profonde ed esterne O011, O012 e O014 la temperatura scende repentinamente anche di 0.35 °C (stazione O014) sotto i 25-26 m ma senza mostrare un evidente termoclino né variazioni significative nella salinità (costante intorno a 38.0).

La torbidità (Figura 6) risulta essere nei valori minimi (0.7 NTU) nella canaletta mentre nei massimi in corrispondenza del fondo nella stazione più interna (O01); le stazioni nel Golfo mostrano una torbidità di circa 4.0-4.1 NTU.



La station O05, située dans le chenal reliant le port et le golfe et d'une profondeur de 10 m, est caractérisée par des eaux portuaires en surface (profondeur < 7m ; figure 6) et des eaux du Golfe en dessous. O06 a des eaux plus chaudes et plus salées ( $\theta > 20,4$  °C et  $S > 38$ ) et est conforme aux caractéristiques de celles du Golfe, de sorte qu'elle peut être considérée comme la première station du Golfe à quitter le Port d'Olbia.

À l'intérieur du port, les eaux présentent une température minimale (thermocline) mesurée à environ 8-8,5 m de profondeur, avec des valeurs qui diminuent à partir des stations de mesure O03-04 (19,712 °C) vers l'ouest en direction des quais de Porto Isola Bianca (à O01, elle est de 19,61 °C). Ce minimum de température sépare les eaux moins salées en amont ( $S > 37,5$ ), probablement mélangées à l'eau douce intérieure ou aux eaux usées des villes, des eaux plus salées et plus denses ( $\sigma > 26,8$  kg/m<sup>3</sup>) vers le fond, mélangées aux eaux plus salées et plus denses du Golfe.

Dans le Golfe d'Olbia, les profils de température et de salinité dans les différentes stations sont assez linéaires, ne montrant pas de grandes variations entre la surface et 25-26 m. Ce n'est que

dans les stations les plus profondes et extérieures O011, O012 et O014 que la température chute brusquement, même de 0,35 °C (station O014), en dessous de 25-26 m mais sans montrer de thermocline évidente ni de variations significatives de la salinité (constante autour de 38,0). La turbidité (figure 6) est à son plus bas (0,7 NTU) dans le chenal et à son plus haut au fond à la station la plus intérieure (O01) ; les stations dans le Golfe montrent une turbidité d'environ 4,0-4,1 NTU.

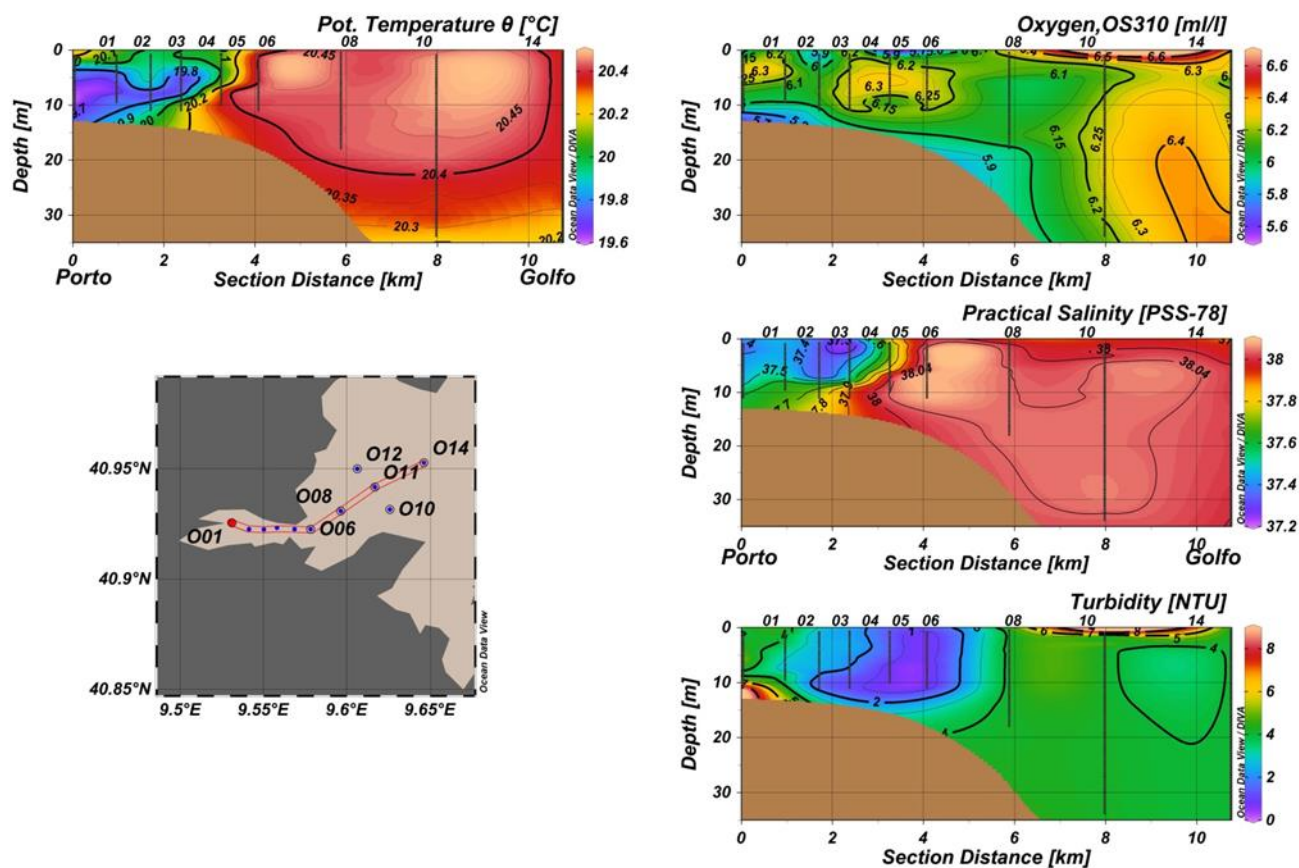


Fig. 6: Sezione di alcuni parametri fisico-chimici dal Porto (a sinistra) al Golfo (a destra) lungo il transetto O01-O14 / *Section de quelques paramètres physico-chimiques du port (à gauche) au golfe (à droite) le long du transect O01-O14*

La figura 7 mostra i profili per i diversi parametri acquisiti in tutte le stazioni effettuate.



La figure 7 montre les profils des différents paramètres acquis dans toutes les stations réalisées.

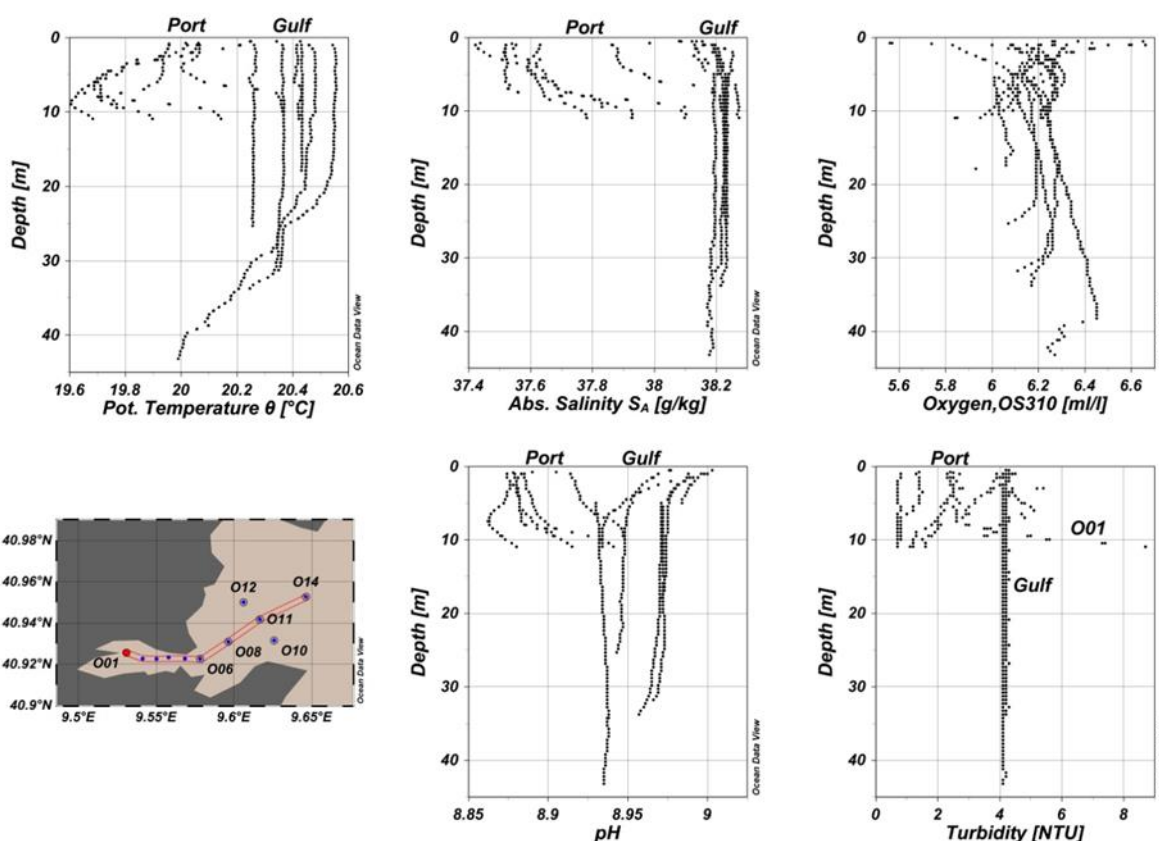


Fig. 7. Profili dei parametri fisico-chimici dal Porto (a sinistra) al Golfo (a destra) lungo il transetto O01-O14 / *Profils des paramètres physico-chimiques du port (à gauche) au golfe (à droite) le long du transect O01-O14*

I profili evidenziano quanto già descritto in precedenza, cioè una chiara differenza nelle caratteristiche idrologiche tra il Porto ed il Golfo di Olbia. C'è una buona uniformità dei diversi parametri nelle stazioni del Golfo e, spesso, senza particolari variazioni tra la superficie ed il fondo. Solo nelle stazioni più profonde la temperatura potenziale mostra una diminuzione al di sotto dei 25-26 m, come descritto sopra. I profili per le stazioni nel Porto mostrano invece un graduale aumento dei valori per i diversi parametri (a parte l'ossigeno disciolto) spostandosi

dalla stazione O01 verso O06, stazione del Golfo e non del Porto. La stazione più interna al Porto (O01) mostra infine i valori più alti di torbidità (> 5,00 NTU), soprattutto a partire da circa 3 m dal fondo (> 9 m di profondità).

Le figure dalla 8 alla 11, mappe a diversi livelli (superficie, 7 e 10 m, fondo) per i diversi parametri, evidenziano ulteriormente quanto descritto sopra.

In sintesi, acque differenti tra Porto e Golfo e, all'interno del Porto, tra quelle superficiali (profondità < 8 m) e quelle profonde (profondità > 8 m) in particolare per temperatura potenziale, salinità assoluta e torbidità.



Les profils montrent ce qui a déjà été décrit ci-dessus, c'est-à-dire une nette différence dans les caractéristiques hydrologiques entre le Port et le Golfe d'Olbia. Il y a une bonne uniformité des différents paramètres dans les stations du Golfe et, souvent, sans variations particulières entre la surface et le fond. Seules les stations les plus profondes affichent une baisse de la température potentielle en dessous de 25-26 m, comme décrit ci-dessus. Les profils des stations du port montrent plutôt une augmentation progressive des valeurs des différents paramètres (sauf l'oxygène dissous) en passant de la station O01 à O06, la station du Golfe et non la station du port. Enfin, la station la plus intérieure du port (O01) présente les valeurs de turbidité les plus élevées (> 5,00 NTU), surtout à partir d'environ 3 m du fond (> 9 m de profondeur).

Les figures 8 à 11, cartes à différentes profondeurs (surface, 7 et 10 m, fond) pour les différents paramètres, mettent en évidence ce qui est décrit ci-dessus.

En résumé, différentes eaux entre le port et le golfe et, à l'intérieur du port, entre les eaux de surface (profondeur < 8 m) et les eaux profondes (profondeur > 8 m), notamment en ce qui concerne la température potentielle, la salinité absolue et la turbidité.



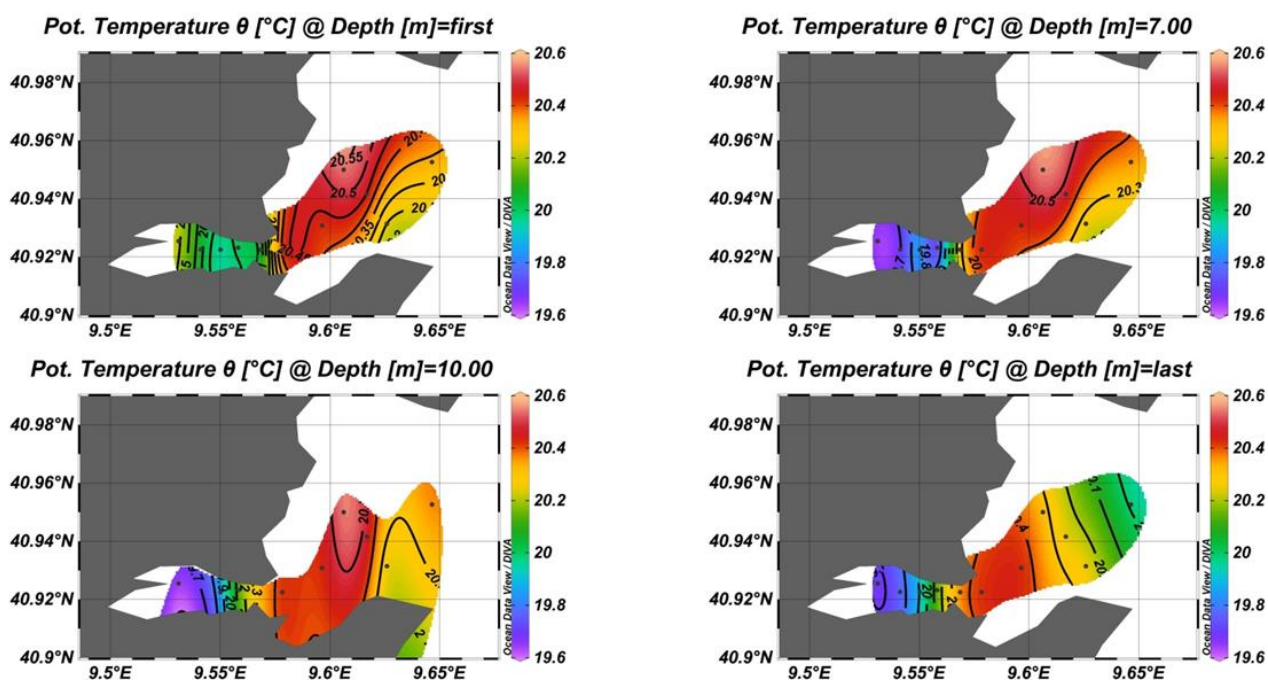


Fig. 8. Mappa della temperatura potenziale ( $\theta$  in °C) nelle diverse stazioni dal Porto al Golfo di Olbia / Carte des températures potentielles ( $\theta$  en °C) à différentes stations du port au Golfe d'Olbia

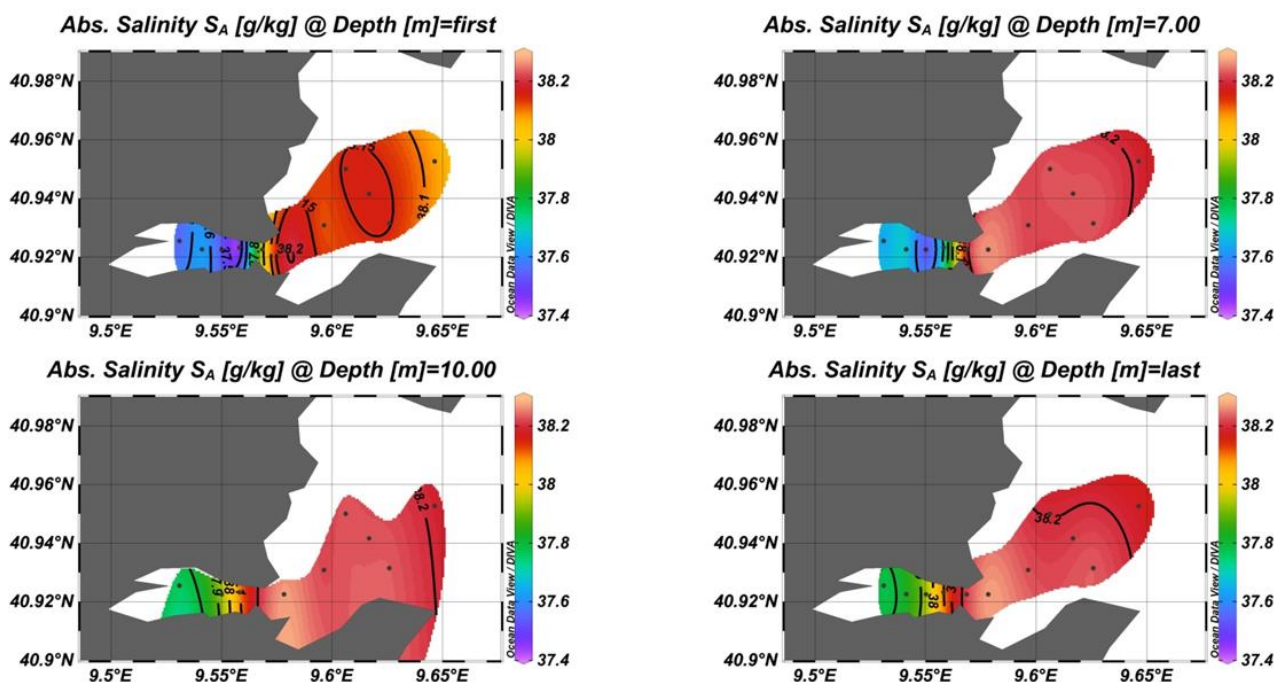


Fig. 9. Mappa della salinità assoluta ( $S_A$  in g/Kg) nelle diverse stazioni dal Porto al Golfo di Olbia / Carte de salinité absolue ( $S_A$  en g/Kg) dans les différentes stations du Port au Golfe d'Olbia

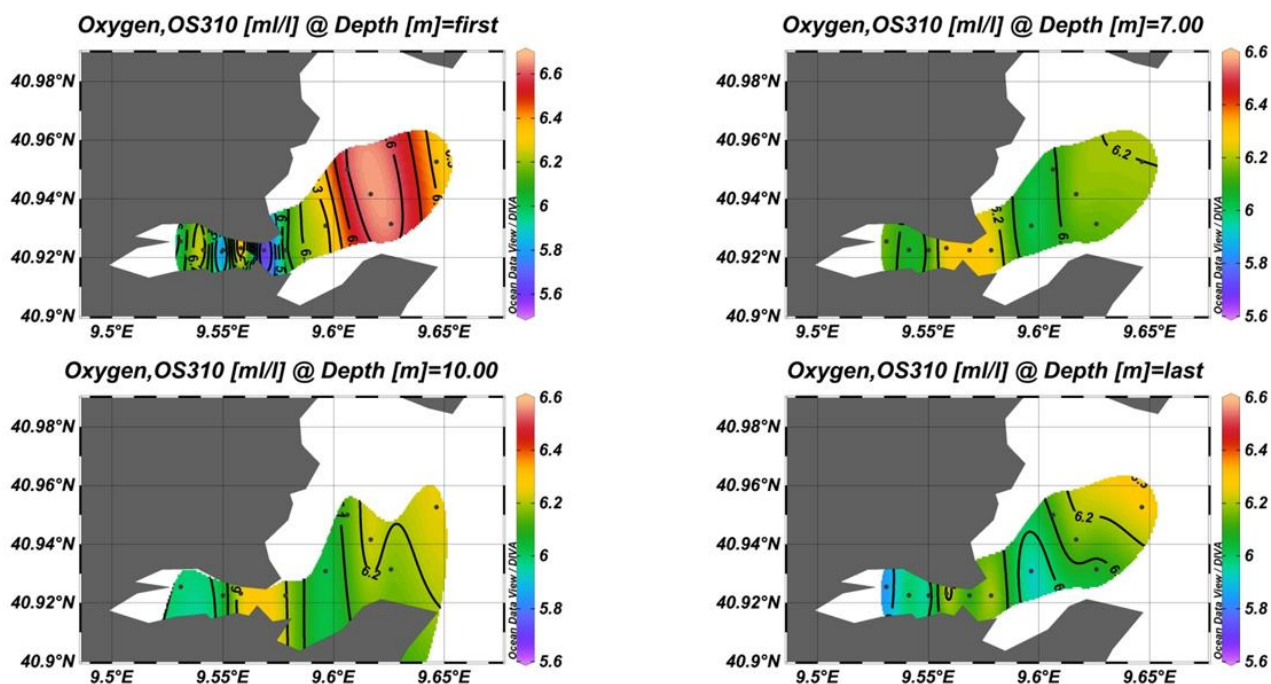


Fig. 10. Mappa dell'ossigeno disciolto (in ml/l) nelle diverse stazioni dal Porto al Golfo di Olbia / Carte de l'oxygène dissous (en ml/l) à différentes stations du Port au Golfe d'Olbia

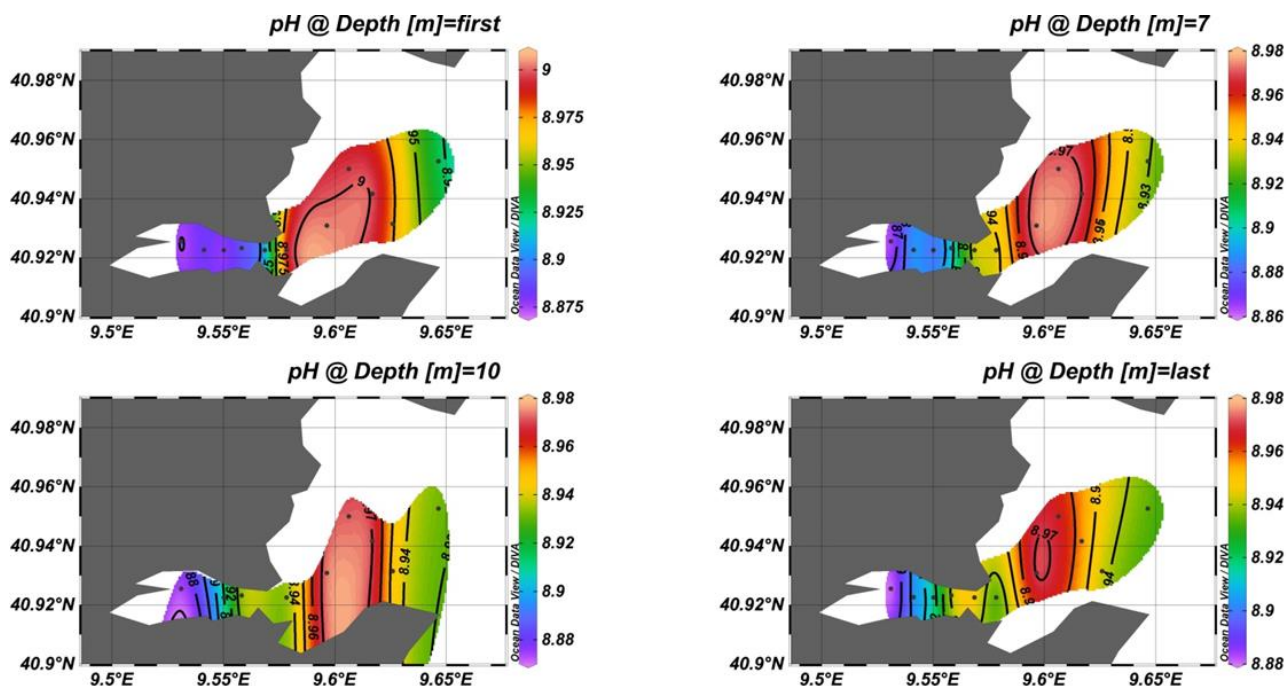


Fig. 11. Mappa del pH nelle diverse stazioni dal Porto al Golfo di Olbia / Carte du pH dans différentes stations du port au Golfe d'Olbia

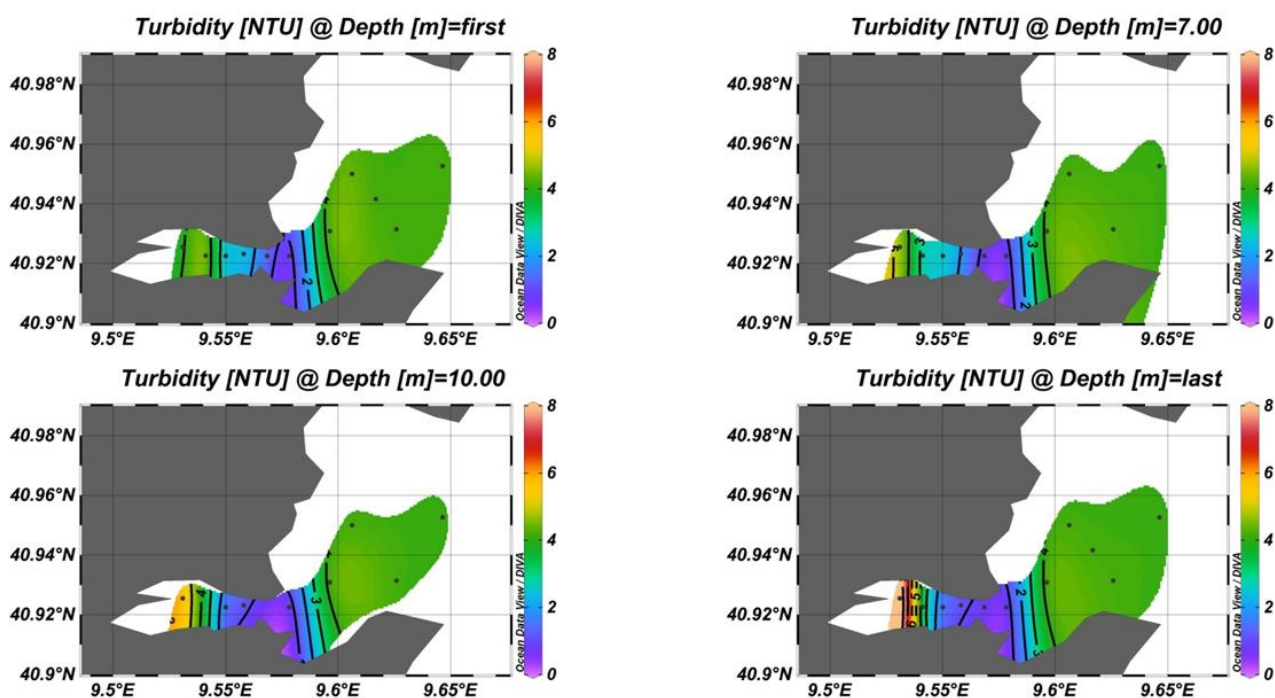


Fig. 12. Mappa della torbidità (in NTU) nelle diverse stazioni dal Porto al Golfo di Olbia / *Carte de turbidité (en NTU) à différentes stations du port au golfe d'Olbia*