



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)

PORTI
ROMA
LAZIO
RICEV
18.07.2016 16:22

All'Autorità Portuale
di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta
Molo Vespucci – Porto di Civitavecchia
00053 Civitavecchia

alla c.a. Ing. Maurizio Marini
e p.c. Ing. Stefano Lisi
Dott. Giorgio Fersini

Civitavecchia, li 18.07.2016

Oggetto: relazione attività di ricerca;
contributo addendum n.4.

Allegati:

- Relazione attività di ricerca e studio;

Riferimento: 01.12.2015-31.05.2016; Fase Dragaggio



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prot. **0010816** del 18/07/2016 ore 16:25:31

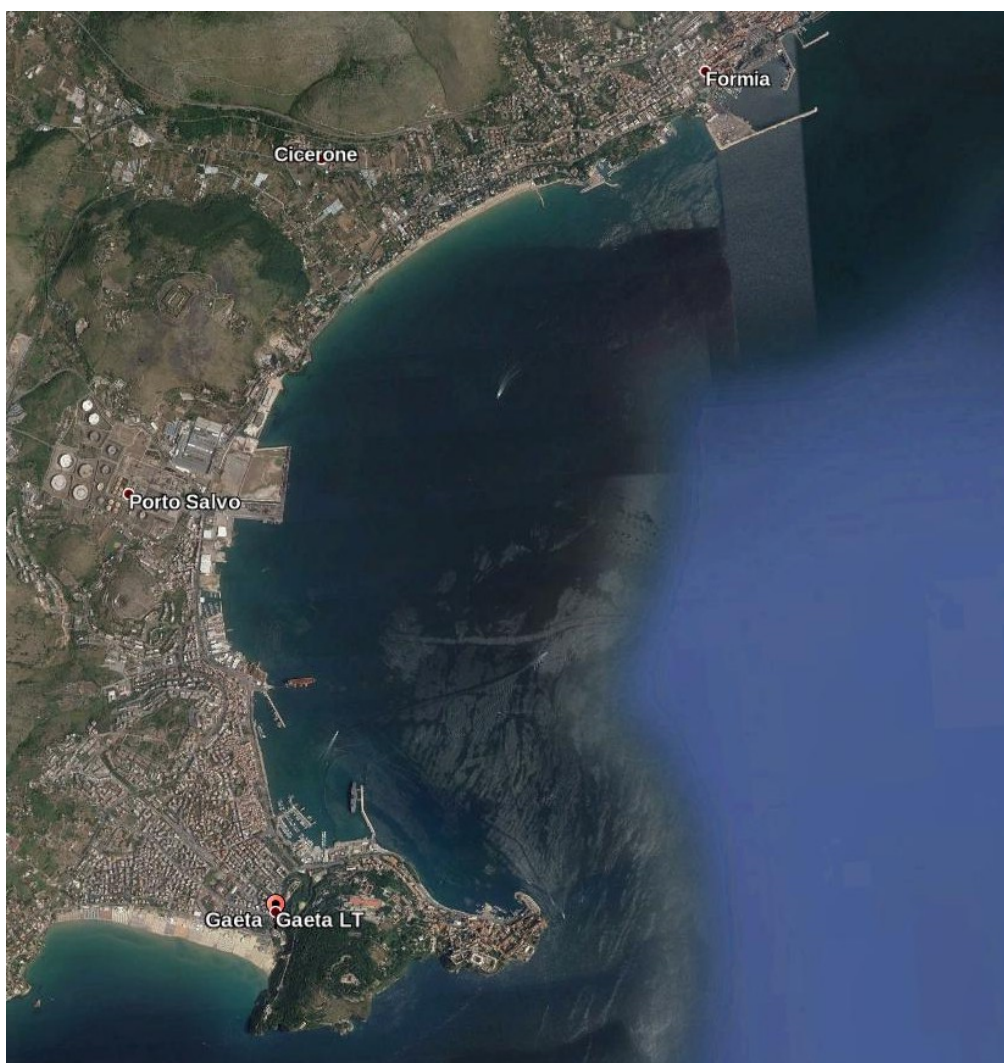
Tit.

Registro E

| | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| REL-279-MON-0716-AP | 14/07/16 |
| Redatto | |
| Dott.ssa Viviana Piermattei | <i>Viviana Piermattei</i> |
| Dott. Riccardo Martellucci | <i>Riccardo Martellucci</i> |
| Dott.ssa Chiara Stefani | <i>Chiara Stefani</i> |
| Dott.ssa Alice Madonia | <i>Alice Madonia</i> |
| Dott. Daniele Piazzolla | <i>Daniele Piazzolla</i> |
| Dott. Sergio Scanu | <i>Sergio Scanu</i> |
| Dott.ssa Natalizia Consalvi | <i>Natalizia Consalvi</i> |
| Dott.ssa Marta Albani | <i>Marta Albani</i> |
| Approvato | |
| Prof. Marco Marcelli | <i>Marco Marcelli</i> |

Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina,
Porto di Civitavecchia-Molo Vespucci-Imbarco Fs, snc 00053 Roma - Tel/Fax 0766-366538
Dipartimento di Scienze Ecologiche e Biologiche (DEB)
L.go dell'Università snc – Blocco C 1° piano, 01100 Viterbo Tel +39 0761357742; FAX +39 0761357751
P.I. 00575560560 C.F. 80029030568

RELAZIONE PROGETTO DI RICERCA E MONITORAGGIO GAETA
FASE DRAGAGGIO
(15.11.2015 – 30.05.2016)



INDICE

| | |
|--|-----|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' | 3 |
| 2.1 Stazione di misura in continuo del Solido Sospeso | 7 |
| 2.2 Campagne di caratterizzazione chimica Acqua e Sedimenti | 12 |
| 2.3 Campagne di misura e campionamento Colonna d'Acqua | 15 |
| 2.4 Analisi della distribuzione superficiale di solido sospeso e clorofilla da immagini satellitari | 19 |
| 3. RISULTATI | 23 |
| 3.1 Stazione di misura in continuo del Solido Sospeso | 23 |
| 3.2 Campagne di caratterizzazione chimica Acqua e Sedimenti | 32 |
| 3.3 Campagne di misura e campionamento Colonna d'Acqua | 53 |
| 3.4 Analisi della distribuzione superficiale di solido sospeso e clorofilla da immagini satellitari | 115 |
| 4. BIBLIOGRAFIA | 124 |

1. PREMESSA

Il Golfo di Gaeta è caratterizzato da un'importante pressione antropica sulle risorse costiere, infatti in poco più di una decina di chilometri di litorale si concentrano una grande moltitudine di attività tra cui quelle cantieristiche, militari, di diporto privato, turistico e commerciale, di pesca, allevamento e balneazione.

In questo contesto il porto di Gaeta costituisce una struttura essenziale per la logistica dei trasporti del Lazio meridionale. Per questo sono risultate necessarie delle variazioni strutturali che consentissero l'evoluzione dell'assetto portuale. A tal fine è stato autorizzato, con DEC/DSA/2005/00749, il progetto di Variante del PRP vigente, che ha previsto l'approfondimento del fondale antistante il porto commerciale di Gaeta fino alla batimetrica dei -10 s.l.m.m: tale intervento ha comportato il dragaggio di circa 440960 m³ di sedimenti. Successivamente, recependo le istanze degli operatori portuali e considerando il mutato scenario del naviglio scalante il porto, con Delibera n.31 del 28/03/2011, il Comitato dell'Autorità Portuale ha ritenuto necessario portare la batimetrica prospiciente il porto commerciale di Gaeta alla quota -12 s.l.m.m., attività che prevede il dragaggio di circa 366000 m³ di sedimenti.

Le attività di dragaggio, seppur fondamentali per l'adeguamento delle infrastrutture costiere agli scenari logistici e commerciali, necessitano di un approfondito monitoraggio delle potenziali variazioni, sia nello spazio che nel tempo, delle principali caratteristiche chimico-fisico-biologiche dei sedimenti e delle acque, soprattutto se ci si trova in un'area in cui sono presenti differenti aree sensibili, su cui, potenzialmente, tali attività potrebbero provocare degli effetti.

2. DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Le attività previste dal presente progetto sono state svolte in fasi differenziate al fine di monitorare nello spazio e nel tempo i potenziali impatti delle diverse attività svolte nell'area oggetto di studio. Le attività svolte nella prima fase (ante operam), in cui le attività di dragaggio non avevano ancora avuto inizio, sono state di fondamentale importanza, al fine di valutare il bianco temporale e quindi le possibili variazioni rispetto alle fasi successive. Le attività descritte nella presente relazione riguardano il periodo di attività del cantiere, effettuate in tre fasi tra il 15.11.2015 e il 31.05.2016, e risultano fondamentali per controllare i potenziali impatti di tali attività

sull'ambiente marino circostante.

In particolare, le attività di ricerca effettuate e successivamente dettagliate hanno riguardato i seguenti punti:

- installazione di una stazione fissa per la misura del solido sospeso totale in prossimità dell'area di dragaggio ed acquisizione in continuo dei dati;
- elaborazione e messa a punto di un sistema di 'Early Warning';
- realizzazione di n. 1 campagna di campionamento dei sedimenti marini, al fine di valutare le caratteristiche chimiche e le eventuali variazioni nella zone limitrofe all'area di dragaggio;
- realizzazione di n. 2 campagne di campionamento dell'acqua, al fine di valutare le caratteristiche chimiche e le eventuali variazioni nella zone limitrofe all'area di dragaggio;
- realizzazione di n. 8 campagne di misura delle principali variabili lungo la colonna d'acqua e di campionamento dell'acqua di mare per l'analisi delle concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso;
- elaborazione di immagini satellitari per l'analisi della distribuzione di clorofilla *a* e solido sospeso nell'area di studio.

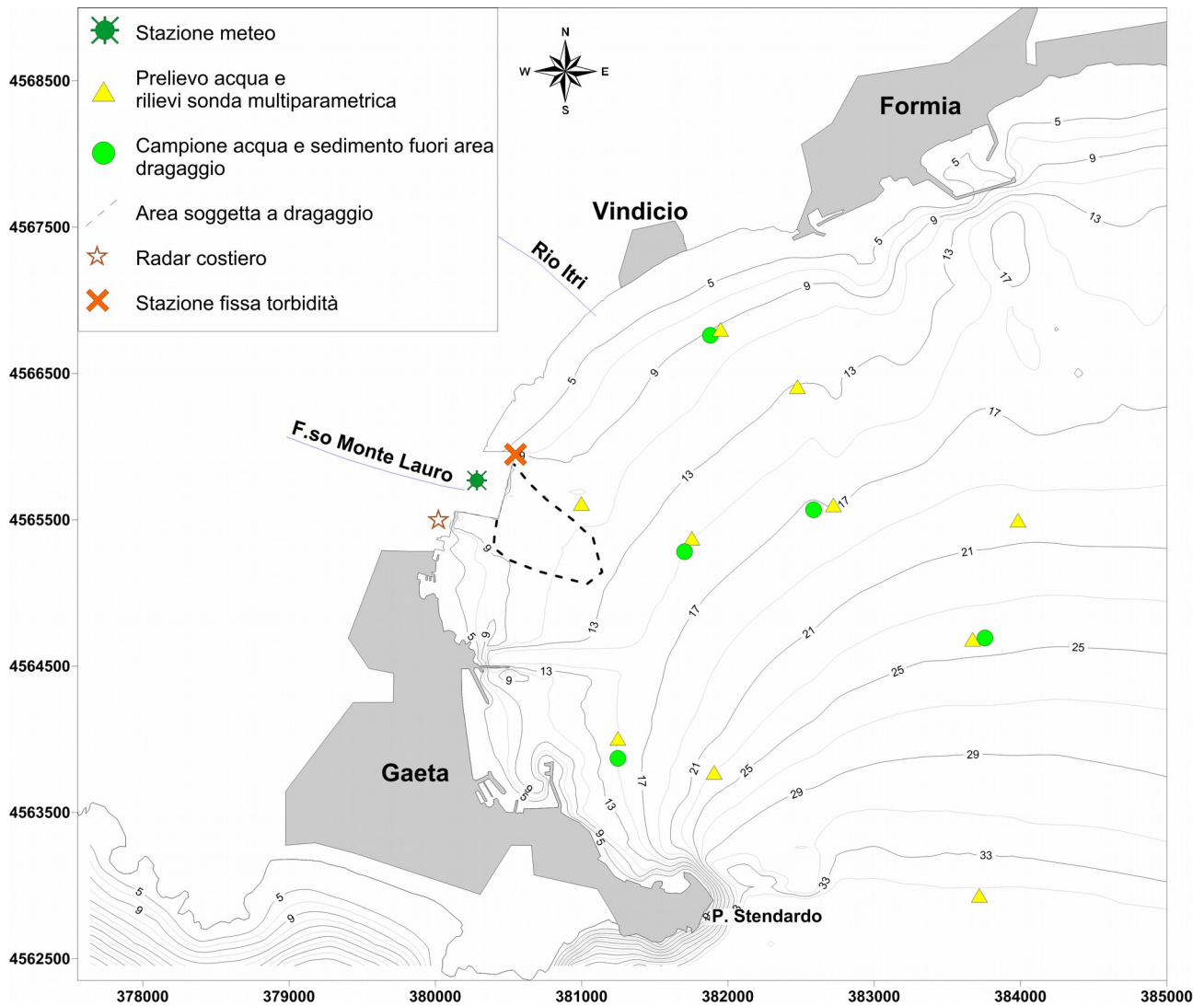


Fig.1 Mappa delle stazioni di misura fisse e delle stazioni di misura e campionamento di acqua e sedimenti marini

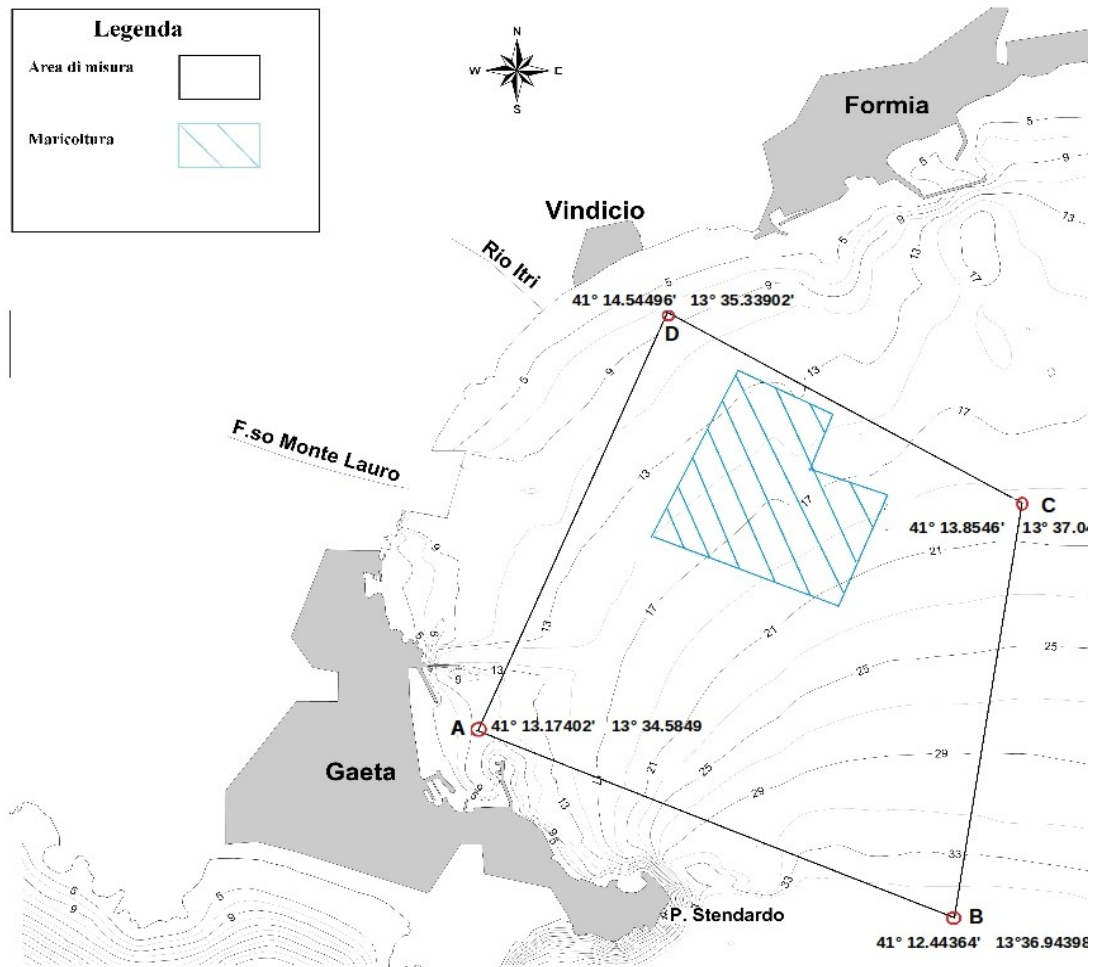


Fig.2 Vertici dell'area di campionamento con riportata l'area corrispondente agli impianti di maricoltura e mitilicoltura



Fig.3 Foto degli impianti di maricoltura e mitilicoltura presenti nell'area

2.1 Stazione di misura in continuo del Solido Sospeso

La torbidità è descritta come un'espressione della proprietà ottica che produce fenomeni di scattering e assorbimento della luce piuttosto che la trasmissione in linea retta attraverso il campione (Standard Methods, 1998). Si definisce con il termine torbidità la riduzione della trasparenza di un campione, dovuta alla presenza di sostanze in sospensione; la torbidità rappresenta una misura aspecifica della concentrazione in peso dei solidi sospesi nel campione (Metodi analitici per le acque, 2003). Quando la luce passa attraverso l'acqua pura, viaggia lungo un percorso in maniera relativamente indisturbata. La luce che invece passa attraverso fluidi in cui sono presenti particelle in sospensione è fortemente distorta dai fenomeni di assorbimento o diffusione, causati da queste particelle. Tutti i corpi d'acqua hanno una componente di torbidità che può essere misurata; ambienti con livelli di torbidità elevata potrebbero assorbire la radiazione solare provocando riscaldamento nell'acqua o potrebbero provocare fenomeni di scattering causando una diminuzione della penetrazione della luce e di conseguenza dell'attività fotosintetica degli organismi vegetali. Risulta quindi di fondamentale importanza studiare gli andamenti e le variazioni nelle concentrazioni di torbidità, soprattutto durante le operazioni di dragaggio, al fine di controllare in maniera efficiente eventuali aumenti ed intervenire in maniera preventiva per evitare potenziali impatti.

In data 27.10.2015 è stata quindi installata, presso la banchina Cicconardi, una stazione fissa per la misura in continuo della torbidità. La stazione è costituita da due moduli: 1) sensoristica di misura; 2) sistema di gestione e trasmissione dati. E' installata su una struttura che è stata fissata sul bordo della banchina e che permette di mantenere i sensori a circa due metri di profondità e a distanza di sicurezza dalla banchina.

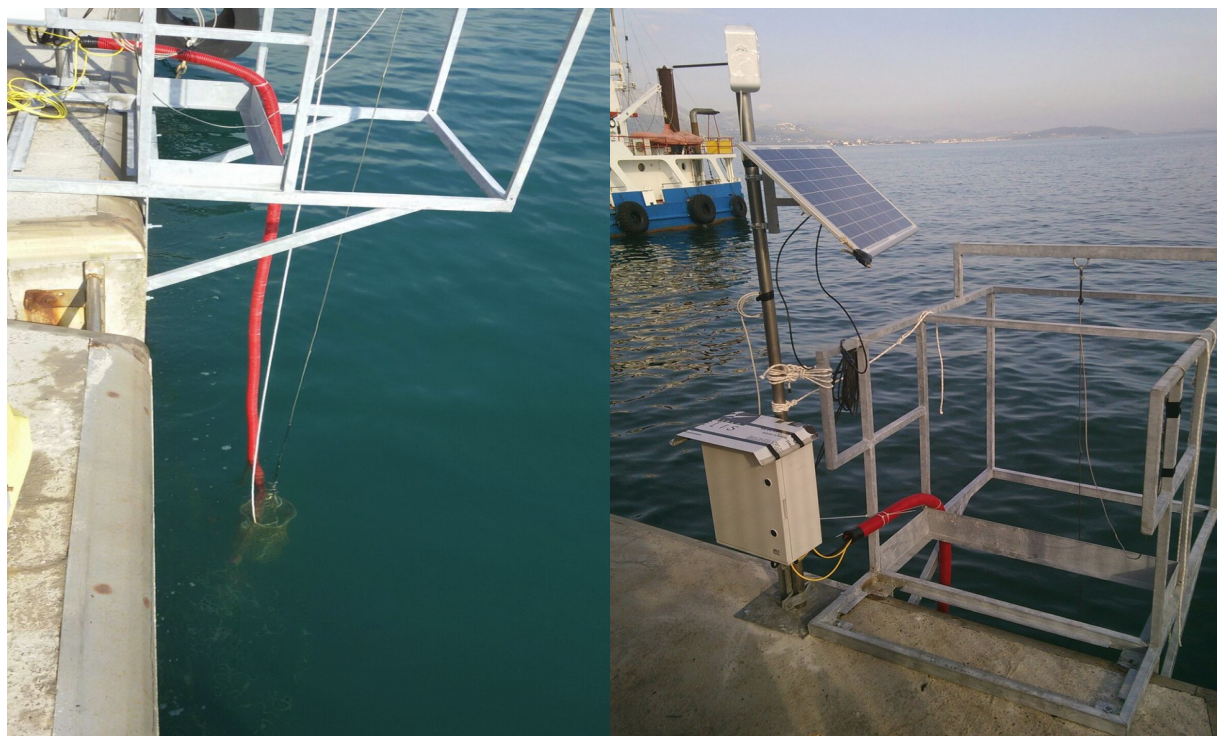


Fig.4 Stazione fissa di misura del solido sospeso

Sensoristica di misura

Il sensore per la misura della torbidità installato è un Turbidimetro Cyclops 7™ Submersible Sensor della Turner Design: il sensore è un fluorimetro ad elevate prestazioni, che utilizza una sorgente di luce a 850 nm per rilevare la luce diffusa con un angolo di 90°, in maniera molto simile a molti turbidimetri da banco di qualità superiore. Il sensore è installato a circa 2 metri di profondità ed è collegato al sistema di gestione attraverso un cavo protetto da un corrugato.

Sistema di gestione e trasmissione dati

Il sistema che gestisce il sensore, i dati da esso acquisiti e la trasmissione di questi ultimi è costituito da un datalogger CR1000 della Campbell Scientific, un pannello fotovoltaico che rende la stazione autonoma dal punto di vista dell'alimentazione, un doppio sistema di trasmissione dei dati costituito da un modem ed un apparato Wi-Fi. Il sistema è programmato al fine di acquisire una serie di dati ogni 20 minuti, che vengono processati dal personale del LOSEM e trasmessi con cadenza giornaliera sul portale di informazione ambientale dell'Autorità Portuale di Civitavecchia.

Sistema di 'Early Warning'

Al fine di prevenire i potenziali impatti provocati dalle attività di dragaggio è stato messo a punto un sistema di 'Early Warning', in accordo con l'Autorità Portuale, la Capitaneria di Porto e tutti i soggetti coinvolti, che permettesse di intervenire tempestivamente qualora si ravvisassero delle criticità relativamente al superamento dei valori soglia di concentrazione del solido sospeso, concordati con gli Enti di riferimento. A tal fine il LOSEM ha predisposto un portale, dove i dati venivano trasmessi con frequenza oraria, attraverso cui fosse possibile visualizzare e rappresentare in maniera tempestiva l'eventuale superamento dei limiti definiti secondo la seguente procedura:

- con concentrazioni di solido sospeso pari o superiori ai 25mg/l, per un arco temporale di 2 ore, si entra in fase di PRE ALLERTA;
- con concentrazioni di solido sospeso pari o superiori ai 30mg/l, per un arco temporale di 3 ore, si entra in fase di ALLERTA;
- con concentrazioni di solido sospeso inferiori ai 25mg/l, per 2 ore consecutive, CESSAZIONE CRITICITA'.

Il sistema così configurato e gestito dal personale del LOSEM e l'interfaccia diretta con il personale che dirigeva le attività hanno permesso un efficace intervento nel caso di superamento dei limiti e di conseguenza una corretta gestione delle attività finalizzata alla prevenzione degli potenziali impatti sulle aree sensibili.

Radar X-band

Durante le attività di dragaggio, precisamente in data 22.01.2016, il Laboratorio di Oceanologia Sperimentale ed Ecologia Marina ha installato un Radar X-band all'interno del porto commerciale di Gaeta che consente il monitoraggio delle condizioni dello stato del mare e del campo idrodinamico superficiale, (Fig.1 e 5). Il sistema è stato installato su una torre faro posta alle coordinate Lat. 41.232612, Long. 13.573088.



Fig.5 Radar X-band installato sulla torre faro

E' stato effettuato un sector blanking in modo da direzionare il segnale solamente verso mare; in particolare il segnale è trasmesso lungo un cono ampio circa 70° (Fig.6). L'ampiezza del range di emissione del segnale è determinata sia dalla necessità di irradiare solo verso mare sia dalla presenza, nel tratto verso Formia, di un'ampia zona d'ombra determinata dalla presenza delle gru metalliche del molo mercantile che determinano un disturbo nel segnale ricevuto che non rendere possibile l'elaborazione delle informazioni.

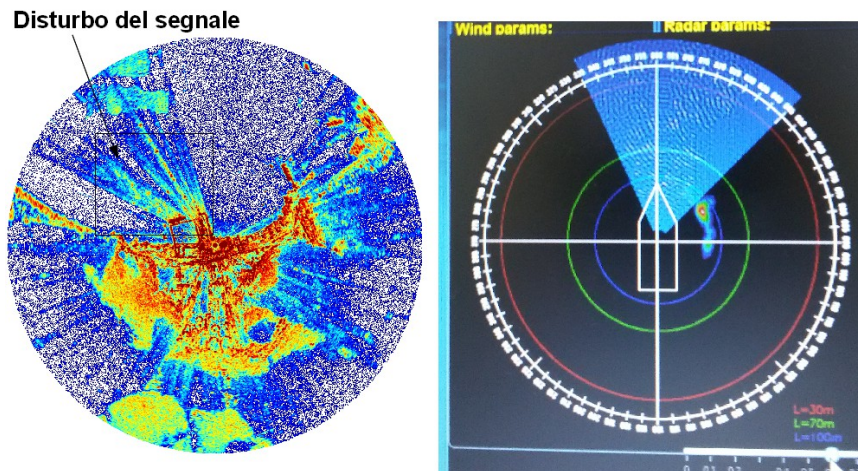


Fig.6 Sector blanking (destra) con treni d'onda ben visibili; spettro totale (sinistra) in cui nel riquadro nero è visibile il disturbo del segnale determinato dalle gru presenti sulla banchina Cicconardi.

L'elaborazione dei dati radar permette di ottenere lo spettro direzionale del moto ondoso da cui si derivano i parametri statistici dello stato di mare (Fig.6).

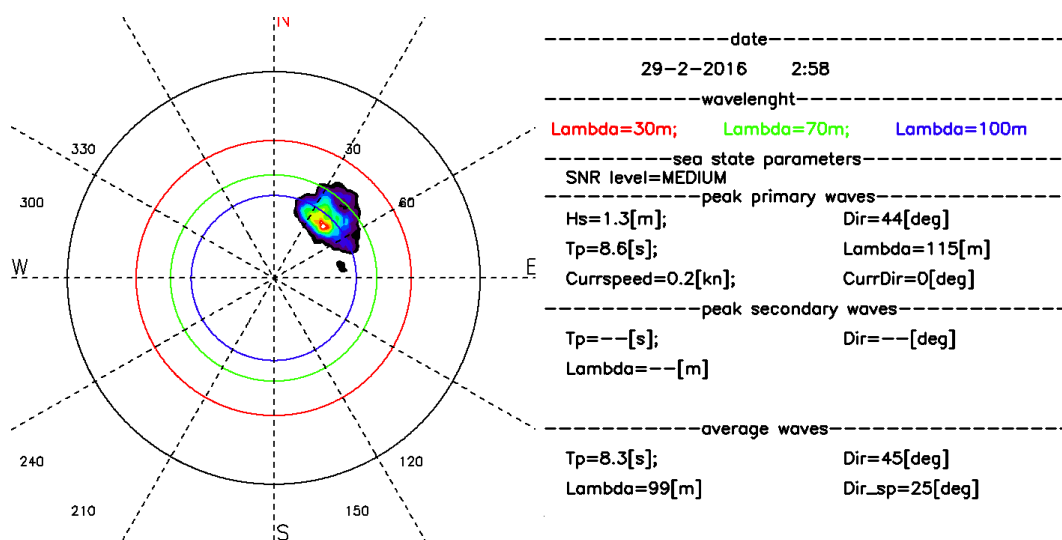


Fig.7 Esempio di elaborazione di una registrazione del moto ondoso durante l'evento del 29/02/2016 ore 2:58

2.2 Campagne di caratterizzazione chimica Acqua e Sedimenti

Durante le attività di dragaggio sono state effettuate n.2 campagne per la caratterizzazione chimica delle acque e n. 1 campagna per la caratterizzazione dei sedimenti marini, in n.5 stazioni all'interno dell'area di studio, come riportato in Fig.5.

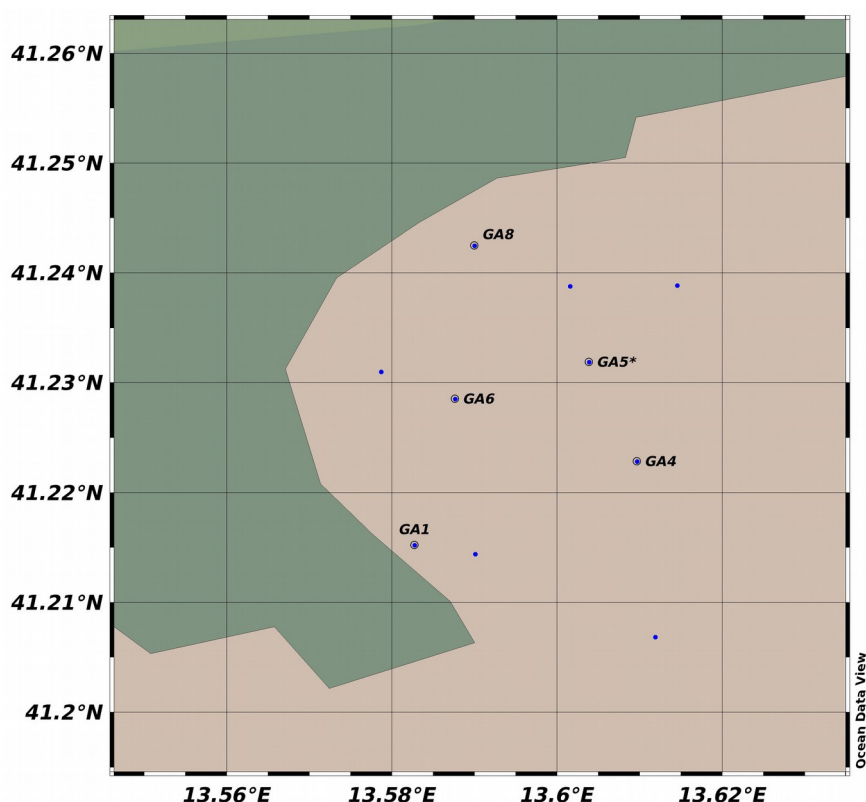


Fig.8 Piano Campionamento per la caratterizzazione Chimica dell'acqua e dei sedimenti marini

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva delle attività di campionamento, in cui sono riportate le stazioni, le coordinate geografiche e le batimetrie.

Tabella1 Campagna di Campionamento

| Campagna | Data | Nome Stazione | Latitudine | Longitudine | Profondità della Stazione (m) |
|------------------|----------|---------------|------------|-------------|-------------------------------|
| GADR_A_C1 | 12/09/15 | GA01 | 41°12.996' | 13°34.850' | 14.2 |
| | | GA04 | 41°13.401' | 13°36.666' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°13.828' | 13°36.131' | 20.2 |
| | | GA06 | 41°13.805' | 13°35.264' | 14.6 |
| | | GA08 | 41°14.576' | 13°35.354' | 9.8 |
| GADR_A_C2 | 04/11/16 | GA01 | 41°21.696' | 13°58.241' | 15.8 |
| | | GA04 | 41°22.431' | 13°61.120' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°23.232' | 13°60.202' | 19.1 |
| | | GA06 | 41°13.755' | 13°36.012' | 15.0 |
| | | GA08 | 41°24.248' | 13°58.992' | 10.0 |
| GADR_S_C1 | 15/04/16 | GA01 | 41°21.696' | 13°58.241' | 15.0 |
| | | GA04 | 41°22.431' | 13°61.120' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°23.232' | 13°60.202' | 20.0 |
| | | GA06 | 41°13.755' | 13°36.012' | 15.6 |
| | | GA08 | 41°24.248' | 13°58.992' | 10.2 |

I campionamenti dell'acqua sono stati effettuati sulla quota superficiale per quanto attiene i PCB, mentre per quanto attiene i metalli pesanti (Ni, Cd, Pb, As, Zn) il campionamento è stato effettuato per mezzo di una bottiglia Niskin, con la quale è stato possibile prelevare l'acqua a differenti quote per ottenere un campione integrato lungo la colonna d'acqua. I campioni per l'analisi dei metalli pesanti sono poi stati acidificati con HNO₃, fino ad arrivare a pH<2, e stoccati a 4°C. Le analisi sono state effettuate sia sul campione di acqua *tal quale* (metalli metodo EPA 3005A 1992, PCB metodo EPA 3510C 1996) che sul disciolto (metalli metodo EPA 6020A 2007, PCB metodo EPA 8082A 2007); le relative concentrazioni, associate al particolato in sospensione, sono state ottenute dalla differenza tra concentrazione *tal quale* e concentrazione *su disciolto*, in quanto gli elementi dei composti da analizzare presentano un'elevata affinità con il particolato fine, soggetto a

movimentazione nel corso delle attività di dragaggio.

Per quanto riguarda i sedimenti marini, in particolare la frazione pelitica ($< 63 \mu\text{m}$), lo studio delle caratteristiche tessiturali dei sedimenti (Forstner and Wittman 1984; Horowitz 1991) risulta di fondamentale importanza per poter valutare gli eventuali livelli di contaminazione dell'ambiente marino. I sedimenti infatti sono considerati in ambito internazionale come un archivio dei processi chimico-fisici che avvengono in colonna d'acqua (Chengxin et al. 2002; Selvaraj et al. 2004). E' stata quindi effettuata una campagna di campionamento per la caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti marini superficiali in prossimità del termine delle attività di dragaggio, al fine di valutare l'eventuale aumento nelle concentrazioni delle specie chimiche in esame (Ni, Cd, Pb, As, Zn e PCB). I risultati ottenuti sono stati quindi comparati con le concentrazioni misurate durante la fase ante operam per la valutazione dei possibili arricchimenti di contaminanti durante le diverse fasi di dragaggio. In riferimento alle linee guida nazionali 'Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini' (APAT-ICRAM, 2007), sono state valutate le possibili variazioni delle concentrazioni di specie chimiche persistenti misurate nei campioni di sedimento superficiale rispetto al Livello Chimico di Base (LCB) ed al Livello Chimico Limite (LCL). Come riportato dalle suddette linee guida, i limiti LCB e LCL sono definiti in base alla percentuale pelitica caratteristica del sedimento, che è stata misurata per ogni campione prelevato nelle 5 stazioni di monitoraggio. I campionamenti sono stati effettuati con benna tipo Van Veen, con la quale è stato possibile prelevare la porzione di sedimento superficiale, che è stato a sua volta sub-campionato per l'analisi dei PCB e dei metalli pesanti (Ni, Cd, Pb, As, Zn) e per l'analisi granulometrica.

2.3 Campagne di misura e campionamento Colonna d'Acqua

Al fine di valutare la dispersione dei sedimenti e prevenire i possibili effetti delle attività di dragaggio sulle aree limitrofe il porto commerciale di Gaeta, sono state effettuate, in concomitanza con la reale operatività delle draghe, n. 8 campagne per la caratterizzazione della colonna d'acqua in n.10 stazioni all'interno dell'area di studio, come riportato nella Fig.6.

In corrispondenza di ciascuna stazione sono stati effettuati profili verticali lungo la colonna d'acqua con una sonda multiparametrica per l'acquisizione dei parametri temperatura, conducibilità (salinità, densità), ossigeno disciolto, fluorescenza della clorofilla *a* e solido sospeso. Sono stati inoltre prelevati, per mezzo di una bottiglia Niskin, campioni di acqua a due differenti quote per l'analisi delle concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso (ISO 10260, 1992; Lazzara et al. 2010; Strickland et al. 1972).

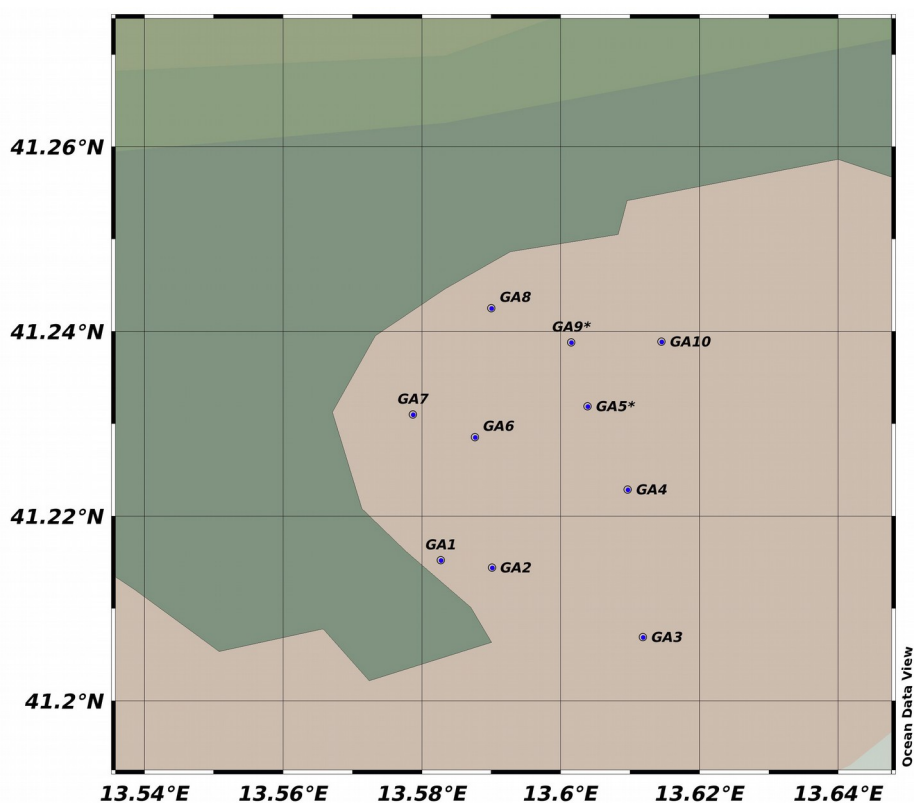


Fig.9 Piano Campionamento per la caratterizzazione della colonna d'acqua

Di seguito viene presentata la tabella riassuntiva delle attività di campionamento, in cui sono riportate le stazioni, le coordinate geografiche e le batimetrie.

Tabella 2 Campagna di Campionamento

| Campagna | Data | Nome Stazione | Latitudine | Longitudine | Profondità della Stazione (m) |
|----------------|----------|---------------|------------|-------------|-------------------------------|
| GADR_01 | 12/02/15 | GA01 | 41°12.996' | 13°34.850' | 14.2 |
| | | GA02 | 41°12.904' | 13°35.329' | 20.5 |
| | | GA03 | 41°12.416' | 13°36.702' | 37.0 |
| | | GA04 | 41°13.401' | 13°36.666' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°13.828' | 13°36.131' | 20.2 |
| | | GA06 | 41°13.805' | 13°35.264' | 14.6 |
| | | GA07 | 41°13.872' | 13°34.680' | 10.2 |
| | | GA08 | 41°14.576' | 13°35.354' | 9.8 |
| | | GA09 | 41°14.317' | 13°35.864' | 14.5 |
| | | GA10 | 41°13.840' | 13°36.854' | 21.3 |
| GADR_02 | 12/09/15 | GA01 | 41°12.991' | 13°34.973' | 15.4 |
| | | GA02 | 41°12.921' | 13°35.418' | 21.0 |
| | | GA03 | 41°12.465' | 13°36.734' | 36.2 |
| | | GA04 | 41°13.403' | 13°36.629' | 24.8 |
| | | GA05 | 41°13.856' | 13°36.167' | 19.3 |
| | | GA06 | 41°13.780' | 13°35.260' | 14.5 |
| | | GA07 | 41°13.878' | 13°34.780' | 10.7 |
| | | GA08 | 41°14.535' | 13°35.405' | 10.4 |
| | | GA09 | 41°14.344' | 13°35.755' | 13.6 |
| | | GA10 | 41°13.820' | 13°36.873' | 21.3 |

| | | | | | |
|----------------|----------|------|------------|-------------|------|
| GADR_03 | 12/12/15 | GA01 | 41°12.987' | 13°34.886' | 15.3 |
| | | GA02 | 41°12.859' | 13°35.382' | 23.0 |
| | | GA03 | 41°12.513' | 13°36.581' | 36.7 |
| | | GA04 | 41°13.418' | 13°36.595' | 25.5 |
| | | GA05 | 41°13.945' | 13°36.175' | 16.5 |
| | | GA06 | 41°13.762' | 13°35.256' | 15.9 |
| | | GA07 | 41°13.850' | 13°34.702' | 12.0 |
| | | GA08 | 41°14.597' | 13°35.274' | 11.0 |
| | | GA09 | 41°14.380' | 13°35.917' | 13.7 |
| | | GA10 | 41°13.862' | 13°36.618' | 21.6 |
| GADR_04 | 18/02/16 | GA01 | 41°12.174' | 13°34.977' | 15.3 |
| | | GA02 | 41°12.825' | 13°35.410' | 22.0 |
| | | GA03 | 41°12.381' | 13°36.699' | 35.0 |
| | | GA04 | 41°13.436' | 13°36.669' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°13.885' | 13°36.186' | 19.4 |
| | | GA06 | 41°13.770' | 13°35.298' | 15.3 |
| | | GA07 | 41°13.116' | 13°34.714' | 10.0 |
| | | GA08 | 41°14.561' | 13°35.6449' | 10.8 |
| | | GA09 | 41°14.348' | 13°35.894' | 15.0 |
| | | GA10 | 41°13.851' | 13°36.895' | 21.0 |
| GADR_05 | 19/02/16 | GA01 | 41°12.986' | 13°35.088' | 15.0 |
| | | GA02 | 41°12.869' | 13°35.552' | 22.0 |
| | | GA03 | 41°12.463' | 13°36.846' | 33.0 |
| | | GA04 | 41°13.452' | 13°36.779' | 29.9 |
| | | GA05 | 41°13.033' | 13°36.284' | 20.0 |
| | | GA06 | 41°13.729' | 13°35.376' | 15.0 |
| | | GA07 | 41°13.894' | 13°34.804' | 10.7 |
| | | GA08 | 41°14.568' | 13°35.488' | 10.6 |
| | | GA09 | 41°14.355' | 13°35.084' | 14.0 |
| | | GA10 | 41°13.916' | 13°36.967' | 21.5 |

| | | | | | |
|----------------|----------|------|------------|------------|------|
| GADR_06 | 04/11/16 | GA01 | 41°12.696' | 13°35.824' | 15.8 |
| | | GA02 | 41°12.652' | 13°35.664' | 22.0 |
| | | GA03 | 41°12.524' | 13°36.981' | 35.0 |
| | | GA04 | 41°13.352' | 13°36.352' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°13.210' | 13°36.314' | 19.0 |
| | | GA06 | 41°13.650' | 13°35.210' | 15.0 |
| | | GA07 | 41°13.540' | 13°34.744' | 12.0 |
| | | GA08 | 41°14.745' | 13°35.480' | 10.0 |
| | | GA09 | 41°14.840' | 13°35.142' | 14.6 |
| | | GA10 | 41°13.862' | 13°36.675' | 21.6 |
| GADR_07 | 14/04/16 | GA01 | 41°13.005' | 13°35.098' | 15.0 |
| | | GA02 | 41°12.909' | 13°35.746' | 25.0 |
| | | GA03 | 41°12.434' | 13°36.799' | 35.0 |
| | | GA04 | 41°13.475' | 13°36.819' | 24.0 |
| | | GA05 | 41°13.902' | 13°36.288' | 20.0 |
| | | GA06 | 41°13.782' | 13°35.474' | 15.0 |
| | | GA07 | 41°13.909' | 13°34.878' | 12.0 |
| | | GA08 | 41°14.652' | 13°35.505' | 10.0 |
| | | GA09 | 41°14.257' | 13°35.877' | 14.5 |
| | | GA10 | 41°13.801' | 13°36.966' | 21.0 |
| GADR_08 | 19/04/16 | GA01 | 41°13.028' | 13°35.007' | 15.0 |
| | | GA02 | 41°12.943' | 13°35.536' | 20.0 |
| | | GA03 | 41°12.523' | 13°36.952' | 35.0 |
| | | GA04 | 41°13.441' | 13°36.849' | 25.0 |
| | | GA05 | 41°13.905' | 13°36.248' | 19.3 |
| | | GA06 | 41°13.783' | 13°35.797' | 16.0 |
| | | GA07 | 41°13.945' | 13°34.933' | 11.0 |
| | | GA08 | 41°14.614' | 13°35.529' | 12.0 |
| | | GA09 | 41°14.325' | 13°35.798' | 14.0 |
| | | GA10 | 41°13.963' | 13°37.109' | 21.0 |

2.4 Analisi della distribuzione superficiale di solido sospeso e clorofilla da immagini satellitari

L'utilizzo dei satelliti come supporto negli studi oceanografici è consolidato ormai da anni, mediante l'impiego di sistemi remoti operativi a risoluzioni spaziali intermedie (SeaWiifs, MODIS, MERIS), incentrati principalmente sull'acquisizione di dati di Ocean Color, che permettono di ottenere come prodotto finale la distribuzione di temperatura superficiale, clorofilla e solido sospeso, sulla base di algoritmi già sviluppati. Le informazioni da remoto il più possibile coerenti in termini di risoluzione spaziale, come quelle al momento disponibili e ricavabili da Earth Observation (EO) (Pasqualini et.al. 2005), prevedono l'impiego delle piattaforme satellitari MODIS (MOderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo del satellite Aqua (EOS PM) e Landsat 8-OLI (Operational Land Imager), ultimo della famiglia Landsat, entrambi appartenenti alla costellazione NASA.

L'utilizzo dei dati di remote sensing ha permesso di ottenere mappe sinottiche di distribuzione superficiale delle variabili geofisiche di interesse per la valutazione della qualità dell'area marina oggetto di studio, quali la concentrazione di solido sospeso e di clorofilla *a*.

Questi due satelliti nascono con strumentazione idonea per lo studio di Ocean Color e quindi per l'osservazione delle variabili descrittive dell'ambiente marino, ma mostrano caratteristiche molto differenti tra loro, come è possibile notare nella tabella sottostante.

Per quanto i dati remoti rimangano uno strumento fondamentale per l'analisi e la descrizione dei processi marini, permane un grande limite, come visibile dai risultati riportati successivamente, rappresentato dalla disponibilità delle immagini, fortemente legata alla sensoristica (nel caso di eventuale copertura nuvolosa che impedisce di avere dati nelle bande del visibile), e dai tempi di rivisitazione, soprattutto per quanto attiene i sensori ad elevata risoluzione (come il Landsat).

Tabella 3 Principali caratteristiche spettrali e radiometriche dei sensori satellitari impiegati.

| MODIS | | | Landsat 8 OLI | | | | |
|-------|------------------------|------|-----------------|------------------------|------|-----|----------------|
| Band | λ_{cent} (nm.) | FWHM | Band | λ_{cent} (nm.) | FWHM | SNR | |
| 1 | 645 | 50 | | | | | |
| 2 | 858,5 | 35 | b ₁ | 443 | 20 | 130 | Coastal |
| 3 | 469 | 20 | b ₂ | 482,5 | 65 | 130 | Blue |
| 4 | 555 | 20 | | | | | |
| 5 | 1240 | 20 | b ₃ | 562,5 | 75 | 100 | Green |
| 6 | 1640 | 24 | | | | | |
| 7 | 2130 | 50 | b ₄ | 655 | 50 | 90 | Red |
| 8 | 412,5 | 15 | | | | | |
| 9 | 443 | 10 | | | | | |
| 10 | 488 | 10 | | | | | |
| 12 | 531 | 10 | | | | | |
| 13 | 551 | 10 | b ₅ | 865 | 40 | 90 | NIR |
| 14 | 667 | 10 | | | | | |
| 15 | 678 | 10 | b ₆ | 1375 | 30 | | Cirrus |
| 16 | 748 | 10 | b ₇ | 1610 | 100 | 100 | SWIR1 |
| 17 | 869,5 | 15 | b ₈ | 2220 | 200 | 100 | SWIR2 |
| 18 | 905 | 30 | b ₉ | 10895 | 59 | | TIR1 |
| 19 | 936 | 10 | b ₁₀ | 12005 | 101 | | TIR2 |
| 20 | 940 | 50 | | | | | |

Il MODIS è stato progettato per rilevare dati per il mare aperto (acque di Caso 1) per il quale è sufficiente una moderata risoluzione spaziale (500 m /1 km a seconda della banda di interesse) e per cui è possibile un elevato numero di passaggi di acquisizione: un passaggio ogni 24 ore.

La famiglia dei satelliti Landsat invece opera con sensori ad alta risoluzione per acquisire sistematicamente dati di riflettanza in un'area 180x180 Km della superficie terrestre con una risoluzione spaziale di 30 m; grazie a queste caratteristiche il loro impiego fornisce un contributo significativo al monitoraggio delle aree marino costiere, dove le peculiari caratteristiche delle shallow water richiedono una maggiore risoluzione sia radiometrica che spaziale (acque di Caso 2). Inoltre il nuovo sensore OLI presenta caratteristiche potenziate in termini di numero di bande di acquisizione, come la banda blu Coastal, e di radiometria, mantenendo allo stesso tempo le stesse funzionalità di base per quanto concerne risoluzione e intervalli di rivisitazione rispetto ai

precedenti sensori. Quest'ultimo fattore può però rappresentare un limite nelle applicazioni, in quanto un intervallo di acquisizione dati di 16 giorni risulta, talvolta, insufficiente per lo studio dei fenomeni marino costieri, caratterizzati per loro natura da rapidi mutamenti e intervalli temporali ristretti spesso a pochi giorni, come ad esempio un dragaggio.

I dati satellitari sono liberamente accessibili dai siti della NASA ocean.color.gsfc.nasa.gov (per il dato MODIS) e <http://glovis.usgs.gov> (per il dato Landsat8); qui è possibile selezionare l'area di interesse e visionare ogni giornata al fine di valutare la qualità del dato satellitare. Si deve infatti considerare che il segnale luminoso della superficie del mare (ma anche della terra) ricevuto dal satellite è fortemente influenzato dagli strati di atmosfera attraversati durante il cammino ottico della radiazione elettromagnetica e in particolare, in presenza di copertura nuvolosa, non è possibile ottenere un dato qualitativamente valido.

A tal riguardo, il processamento dei dati satellitari ha previsto l'utilizzo di software specifici per la correzione atmosferica: il SeaDas (SeaWIFS Data Analysis System) per le immagini MODIS e ACOLITE (Atmospheric Correction for OLI) per quelle Landsat8.

Il SeaDas è un pacchetto per l'analisi di immagine che permette l'elaborazione, la visualizzazione, l'analisi e il controllo di qualità dei dati di ocean color, organizzato in 4 step principali:

- nel primo step deve essere generato un Geo-file che contiene i dati di navigazione per la geolocalizzazione;
- successivamente viene generato un prodotto L1-B , che contiene la calibrazione (top-of-atmosphere) delle radianze derivate da prodotti L1A;
- nella terza fase viene generato il prodotto L2, che contiene i dati dei valori geofisici per ogni pixel, derivati dalle radianze a Livello-1B attraverso l'applicazione delle correzioni atmosferiche e degli algoritmi bio-ottici; i dati dei prodotti L2 sono geolocalizzati.
- infine tutti i parametri geofisici contenuti nel prodotto L2 vengono rimappati con la proiezione cilindrica e quindi per ciascuno di essi viene creato un file di dati e una mappa per visualizzare i dati.

Il software Acolite invece è stato sviluppato specificatamente per il Landsat8-OLI, poiché l'osservazione da remote sensing delle aree costiere tramite la banda coastal necessita di una più accurata procedura di correzione atmosferica, in particolare per quanto riguarda il contributo dell'aerosol per la radiazione al top dell'atmosfera (TOA); a tale scopo è stato sviluppato uno specifico algoritmo correttivo basato sulla radiazione SWIR (Short Wave InfraRed), il quale

permette una migliore restituzione del dato (ad esempio per il solido sospeso) per acque molto torbide, come appunto sono da considerare quelle costiere (Vanhellemont Q., Ruddick K., 2015).

Durante il processamento dei dati in Acolite è possibile applicare contemporaneamente, alla correzione atmosferica, specifici algoritmi per ottenere i prodotti di interesse: clorofilla *a* e solido sospeso. Gli algoritmi disponibili e selezionabili sono OC3 (Carder et al., 2004) per la clorofilla e il Dogliotti per il solido sospeso (Dogliotti et al., 2015).

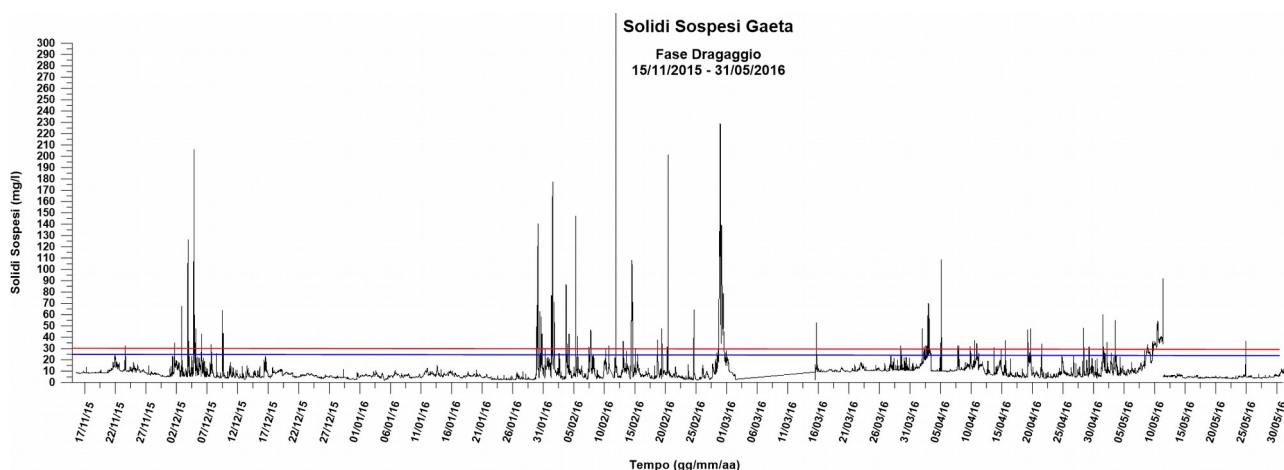
Tramite il software Acolite vengono prodotte mappe in formato geoTiff relative ai dati in esame che successivamente si elaborano mediante il software di rappresentazione grafica Erdas Imagine 9.2 (Copyright 1991-2008 by Leica Geosystems Geospatial imaging, LLC) per ottenere le mappe finali.

3. RISULTATI

Di seguito vengono presentati i risultati ottenuti nelle differenti attività di misura e campionamento precedentemente descritte.

3.1 Stazione di misura Torbidità

In data 27.10.2015 è stata installata la stazione fissa di misura della torbidità. Di seguito viene rappresentato l'andamento della variabile solido sospeso nel periodo compreso tra il 15.11.2015 e il 31.05.2016, in cui si sono svolte le operazioni di dragaggio.



F

ig.10 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 15/11/2015 ed il 31/05/2016

In generale i valori di solido sospeso oscillano intorno al valore medio di 9.49 mg/l, ma presentano variazioni molto elevate nei periodi di operatività del cantiere. In taluni casi alcuni picchi corrispondono a valori elevati di precipitazione registrati dalla stazione meteorologica dell'Autorità Portuale presente all'interno dell'area portuale, che possono provocare un aumento delle concentrazioni di solido sospeso che possono superare anche i valori soglia, come osservato anche precedentemente dai dati acquisiti nella fase ante operam.

Come è possibile vedere dall'andamento dei dati acquisiti nell'intero periodo, le operazioni di dragaggio sono state svolte in tre fasi differenti, che possono essere suddivise temporalmente in tre periodi:

- 15.11.2015 – 20.12.2015;
- 26.01.2016 – 22.02.2016;
- 04.04.2016 – 06.05.2016.

Le attività di dragaggio così suddivise possono ritenersi come una forma mitigativa e preventiva dei potenziali impatti, in quanto è stato limitato il carico di sedimento movimentato nell'ambiente marino, frazionando in tre periodi il volume previsto e lasciando un periodo di inattività tra l'una e l'altra fase, e consentendo inoltre una migliore gestione della vasca di colmata.

Di seguito vengono riportati i grafici dell'andamento del solido sospeso nei tre periodi, associati ai grafici dell'andamento dei dati pluviometrici acquisiti dalla stazione meteorologica nel medesimo periodo. Nei grafici vengono riportati anche i limiti stabiliti nell'"Early Warning System": la linea rossa rappresenta il limite dei 30mg/l, la linea blu quello dei 25mg/l.

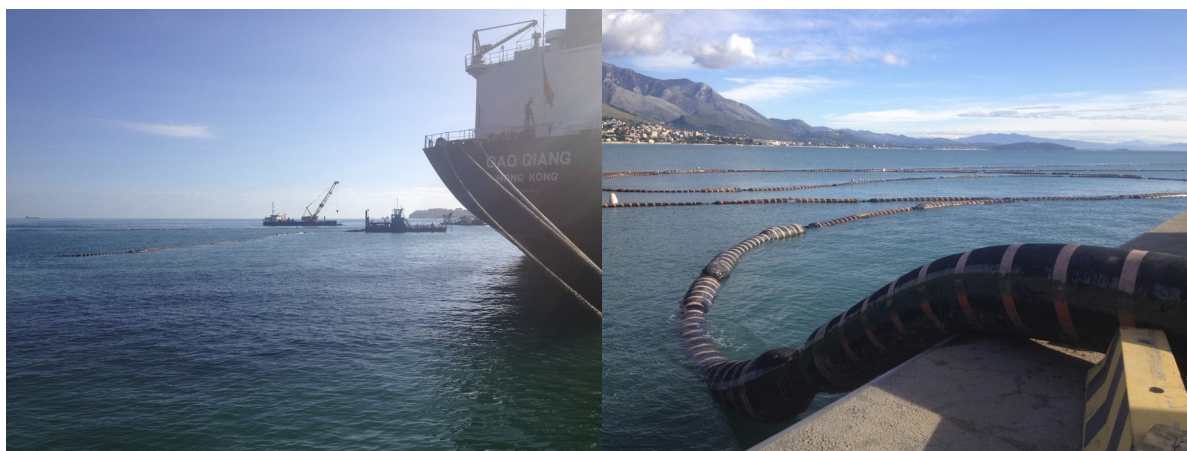
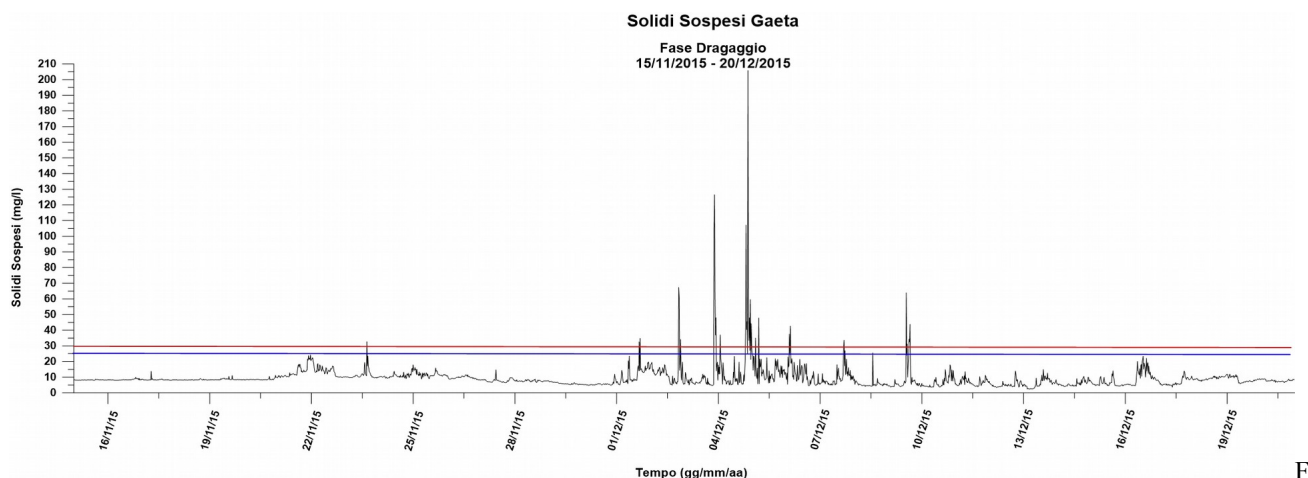
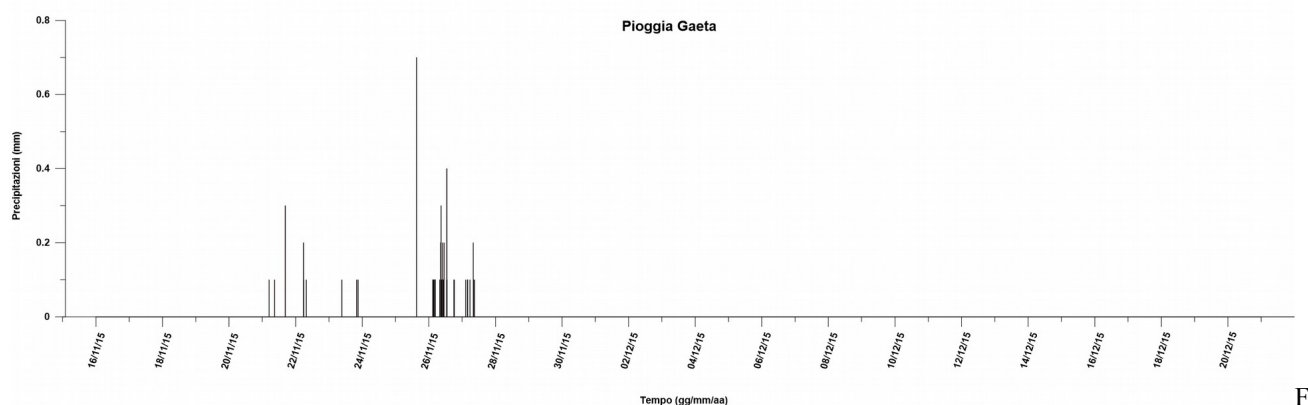


Fig.11 Draghe durante le operazioni di dragaggio e condotta galleggiante per il trasferimento del sedimento verso la vasca di colmata

Primo periodo: 15.11.2015 – 20.12.2015



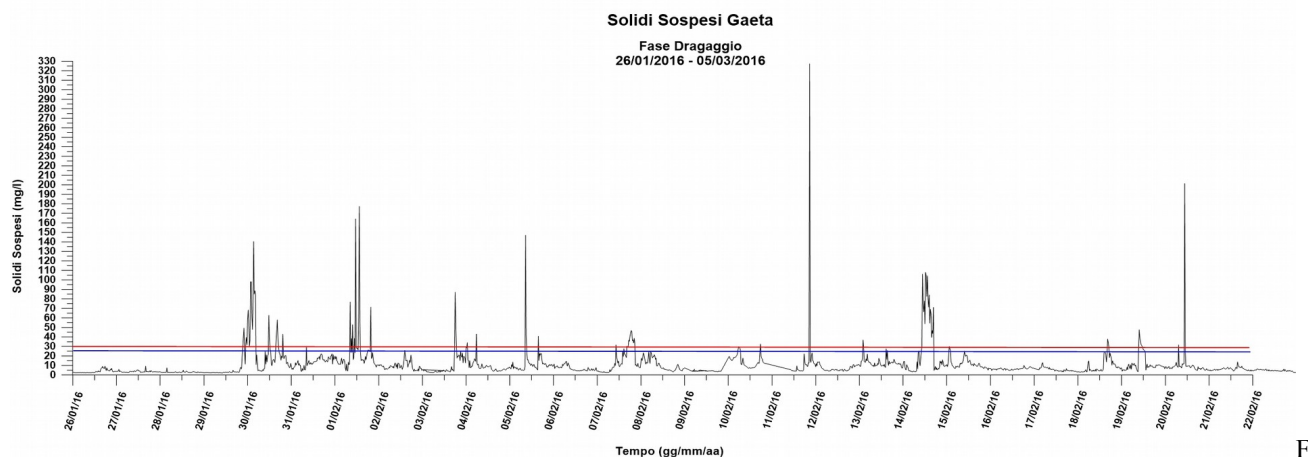
ig.12 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 15/11/2015 ed il 20/12/2015



ig.13 Dati pluviometrici acquisiti a Gaeta tra il 15/11/2015 ed il 31/05/2016

In generale i valori di solido sospeso oscillano intorno al valore medio di 9.44 mg/l. Come è possibile vedere dal grafico dell'andamento del solido sospeso tra il 01.12.2015 e il 10.12.2015, sono presenti una serie di picchi, che talvolta superano i limiti stabiliti di 25mg/l e 30mg/l. In tutti i casi, grazie al contatto diretto con il personale del cantiere, nel momento del superamento del primo limite e dell'entrata nella fase di 'PRE-ALLERTA', il personale del LOSEM comunicava prontamente la situazione per prevenire il persistere delle elevate concentrazioni o il superamento del secondo limite. Il cantiere, una volta allertato, metteva in atto una serie di misure di mitigazione delle attività che portavano ad una quasi immediata diminuzione dei valori di torbidità acquisiti dalla stazione di misura.

Secondo periodo: 26.01.2016 – 22.02.2016



ig. 14 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 26/01/2016 ed il 22/02/2016

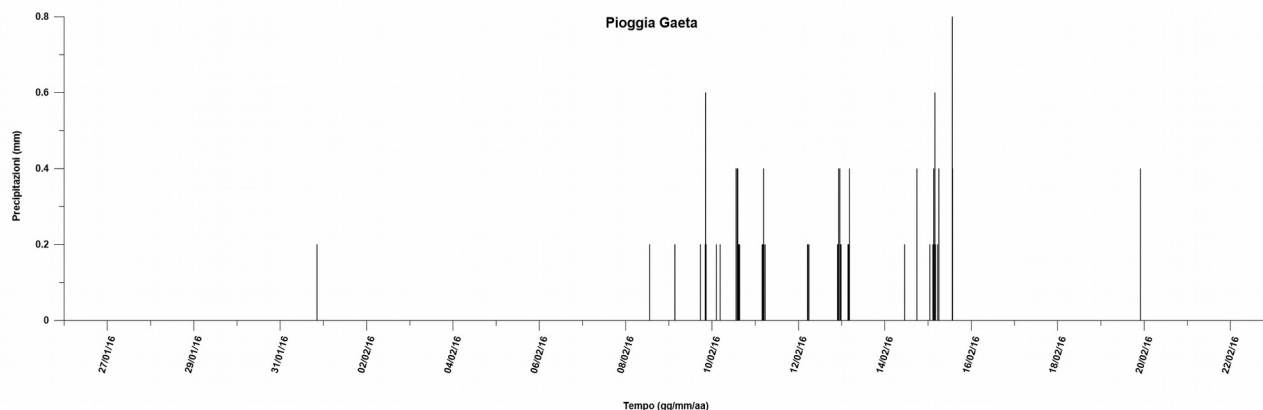
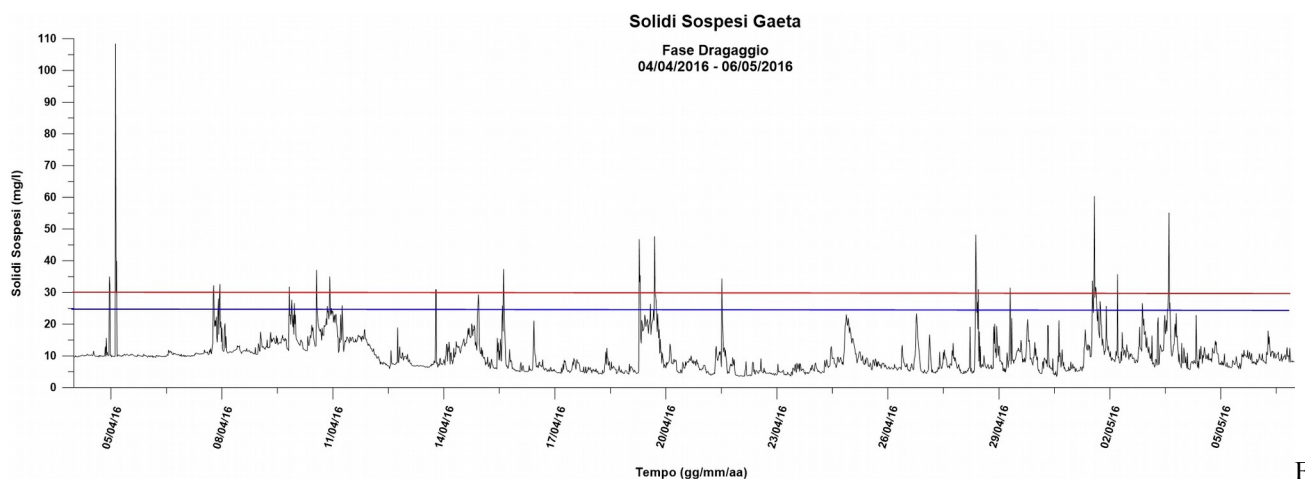


Fig.15 Dati pluviometrici acquisiti a Gaeta tra il 26/01/2016 ed il 22/02/2016

In generale i valori di solido sospeso oscillano intorno al valore medio di 12.47 mg/l. L'andamento del solido sospeso è caratterizzato da picchi di brevissima durata, a parte qualche eccezione come ad esempio nel periodo tra il 14 ed il 15 di febbraio in cui le attività sono state però sospese, ma allo stesso tempo sono intercorsi eventi meteorologici avversi.

Terzo periodo: 04.04.2016 – 06.05.2016



ig. 16 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 04/04/2016 ed il 06/05/2016

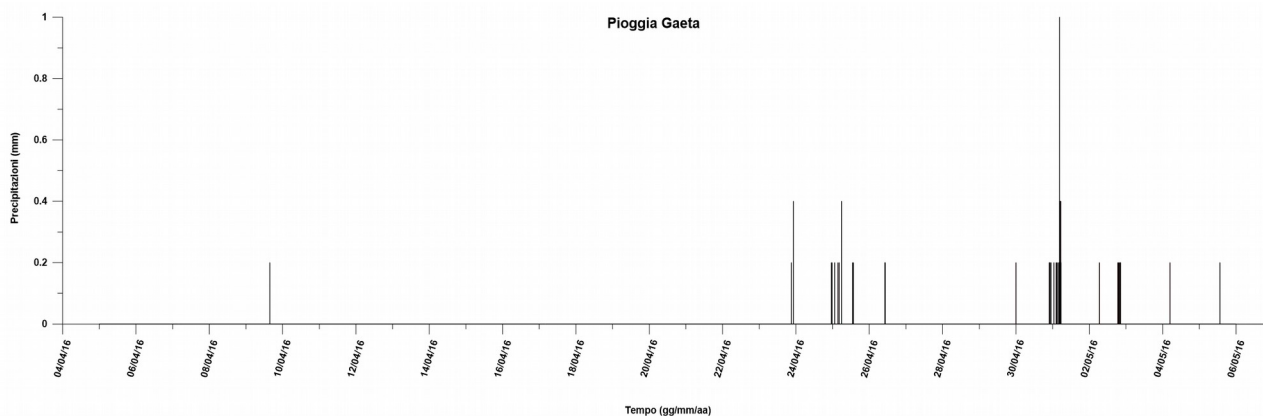


Fig.17 Dati pluviometrici acquisiti a Gaeta tra il 04/04/2016 ed il 06/05/2016

In generale i valori di solido sospeso oscillano intorno al valore medio di 10.17 mg/l. Durante il periodo considerato non si sono verificati particolari eventi, a parte una lieve tendenza all'aumento nel periodo finale, in cui si sono verificate precipitazioni molto elevate che possono aver contribuito con l'apporto di solidi sospesi nell'area costiera.

Di seguito sono stati analizzati alcuni picchi di torbidità, che hanno messo in funzione efficacemente il sistema di 'Early Warning' e riportato i valori dei solidi sospesi al di sotto dei limiti nei tempi stabiliti.

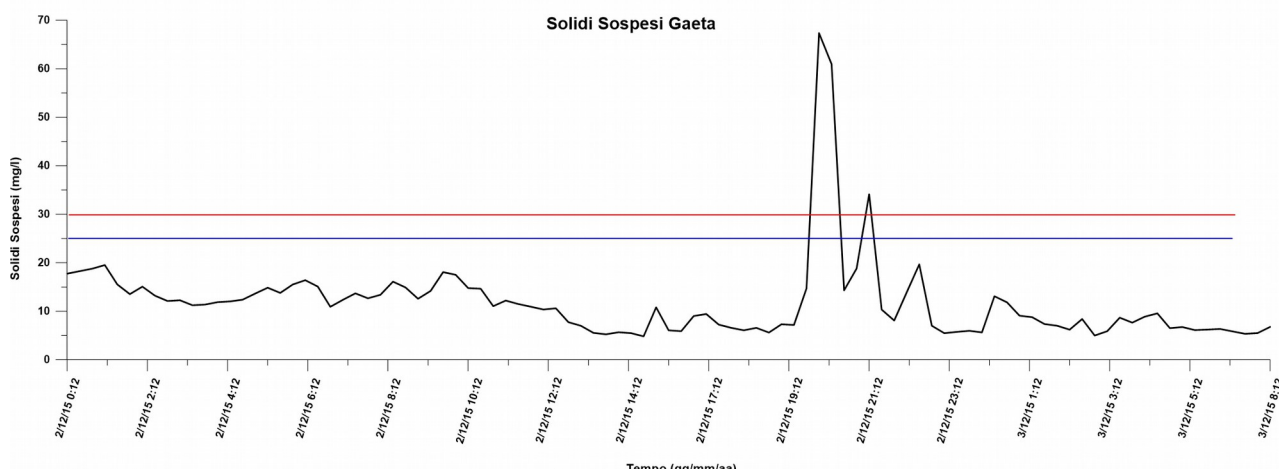


Fig. 18 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 02/12/2015 ed il 03/12/2015

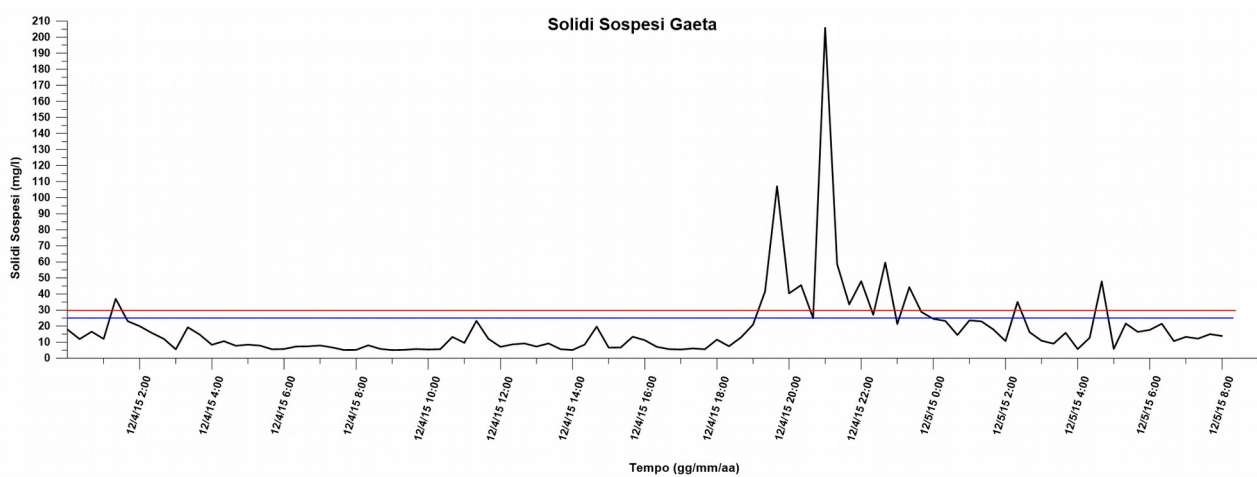
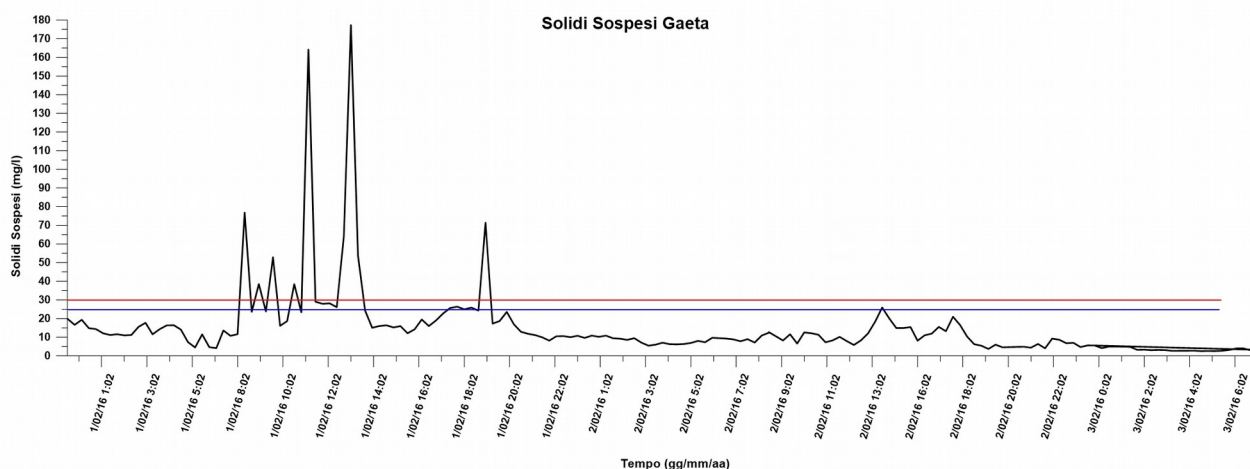


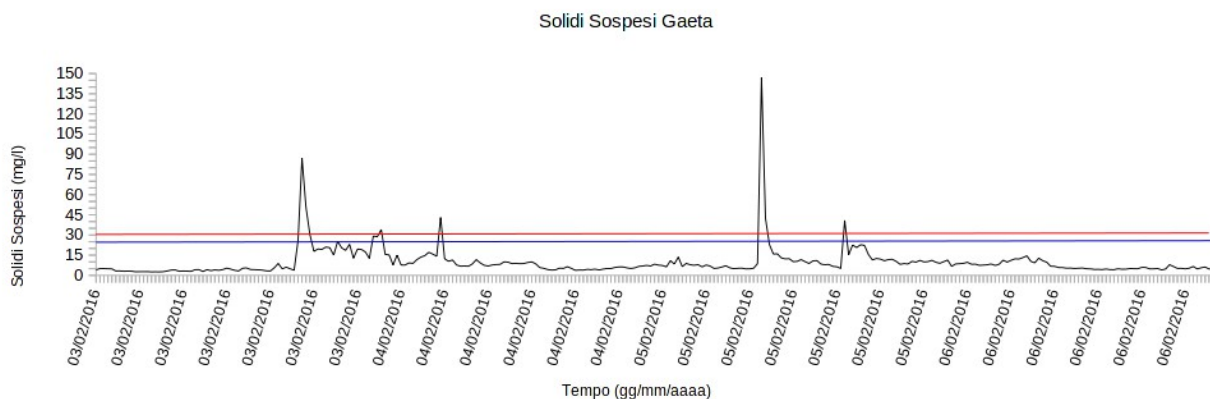
Fig.19 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 04/12/2015 ed il 05/12/2015



ig.20 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 01/02/2015 ed il 03/02/2015

F

Infine viene riportato l'andamento dei solidi sospesi durante due eventi relativi all'ormeggio e alla partenza di navi dalla banchina Cicconardi, che hanno provocato alcuni picchi di torbidità di breve durata, confermati sempre grazie al contatto diretto con il personale del cantiere.



ig.21 Andamento della variabile torbidità nel periodo compreso tra il 03/02/2015 ed il 06/02/2015

F

Di seguito vengono riportate alcune foto esemplificative di diversi eventi, non direttamente legati all'operatività delle draghe a mare, che hanno provocato momentanei aumenti nelle concentrazioni del solido sospeso rilevati dalla stazione di misura.



Fig.22 A sinistra pontone durante le operazioni di dragaggio

Sia il passaggio del pontone nei pressi della banchina (Fig. 19 sinistra), che l'ormeggio o la partenza delle navi (Fig.20) nelle vicinanze della stazione di misura, provocavano risospensione di sedimento dal fondo con conseguente aumento dei valori di solido sospeso anche al di sopra dei livelli limite. Le elevate concentrazioni però non persistevano mai oltre i tempi stabiliti.

Sempre grazie al contatto diretto con il personale del cantiere, i tecnici del LOSEM comunicavano prontamente l'aumento delle concentrazioni ed in risposta venivano segnalate le diverse attività in atto, che venivano anche documentate attraverso report fotografici o video dagli addetti del cantiere.



Fig.23 Nave ormeggiata presso la banchina Cicconardi, in prossimità della stazione di misura

3.2 Campagne di caratterizzazione chimica Acqua e Sedimenti

In data 09.12.2015 (GADR_A_C1) e 11.04.2016 (GADR_A_C2) sono state effettuate le campagne di caratterizzazione chimica dell'acqua e in data 15.04.2016 (GADR_S_C1) quella di caratterizzazione dei sedimenti marini. Di seguito vengono riportati i risultati delle analisi effettuate su entrambe le matrici.

Colonna d'acqua

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dall'analisi delle concentrazioni dei metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb, Zn) e dei PCB in acqua di mare, sia sul campione *tal quale* che sul particolato in sospensione.

Campagna GADR_A_C1 Stazione GA01

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA01 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA01 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA01 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri | | | | | |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',5-tricb (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,4',5-tricb (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,4,4'-tricb (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 09/12/15 | PCB TOTALI | <0.1 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C1 Stazione GA04

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|--|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA04 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA04 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA04 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',5'-trich (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,4',5'-trich (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,4,4'-trich (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',5,5'-tetrach (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,5'-tetrach (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,5',6'-pentach (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',4,5,5'-pentach (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5'-pentach (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 3,4,4',5'-tetrach (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 3,3',4,4'-tetrach (77)+2,3,3',4',6'-pentach (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,5,5',6'-esach (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2',3,4,4',5'-pentach (123)+2,2',3,4',5',6'-esach (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3',4,4',5'-pentach (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3,4,4',5'-pentach (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5',5'-esach (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5',5'-esach (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4'-pentach (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5'-esach (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5'-pentach (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5',6'-eptach (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5',6'-eptach (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4'-esach (128)+2,3',4,4',5,5'-esach (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4',5,6'-eptach (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esach (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esach (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptach (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5,5'-esach (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4',5'-eptach (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-eptach (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 09/12/15 | PCB TOTALI | <0.1 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C1

Stazione GA05

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA05 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA05 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA05 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',5'-trich (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,4',5'-trich (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,4,4'-trich (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5',5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 09/12/15 | PCB TOTALI | <0.1 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C1

Stazione GA06

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale: | | | | | |
| GA06 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA06 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA06 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',5'-trich (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,4',5'-trich (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,4,4'-trich (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 09/12/15 | PCB TOTALI | <0.1 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C1

Stazione GA08

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale: | | | | | |
| GA08 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA08 | 09/12/15 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 09/12/15 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA08 | 09/12/15 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 09/12/15 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 09/12/15 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',5-tricb (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,4',5-tricb (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,4,4'-tricb (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 09/12/15 | PCB TOTALI | <0.1 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C2

Stazione GA01

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA01 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA01 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA01 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA01 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri | | | | | |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',5'-trich (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,4',5'-trich (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,4,4'-trich (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',5,5'-tetrach (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,5'-tetrach (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,5',6-pentach (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',4,5,5'-pentach (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5-pentach (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 3,4,4',5-tetrach (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 3,3',4,4'-tetrach (77)+2,3,3',4',6-pentach (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,5,5',6-esach (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2',3,4,4',5-pentach (123)+2,2',3,4',5',6-esach (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3',4,4',5-pentach (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3,4,4',5-pentach (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5'-esach (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5,5'-esach (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4'-pentach (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5'-esach (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5-pentach (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5',6-eptach (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5',6-eptach (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4'-esach (128)+2,3',4,4',5,5'-esach (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4',5,6-eptach (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5-esach (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5'-esach (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptach (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5,5'-esach (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4',5-eptach (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptach (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA01 | 11/04/16 | PCB TOTALI | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C2

Stazione GA04

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|---------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA04 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA04 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA04 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA04 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',5'-trich (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,4',5'-trich (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,4,4'-trich (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',5,5'-tetrach (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,5'-tetrach (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 3,4,4',5-tetrach (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 3,3',4,4'-tetrach (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA04 | 11/04/16 | PCB TOTALI | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C2

Stazione GA05

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale | | | | | |
| GA05 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA05 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA05 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA05 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',5-tricb (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,4',5-tricb (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,4,4'-tricb (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA05 | 11/04/16 | PCB TOTALI | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C2

Stazione GA06

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale: | | | | | |
| GA06 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA06 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA06 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA06 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',5-tricb (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,4',5-tricb (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,4,4'-tricb (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA06 | 11/04/16 | PCB TOTALI | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Campagna GADR_A_C2

Stazione GA08

| Stazione | Data prelievo | Determinazione Parametri | Risultati | Unità di misura | Metodo |
|--|---------------|---|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Metalli sul tal quale: | | | | | |
| GA08 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | EPA 3005A 1992 + EPA 6020A 2007 |
| Metalli su particolato (da calcolo) | | | | | |
| GA08 | 11/04/16 | Arsenico | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 11/04/16 | Cadmio | <0.0005 | mg/l | |
| GA08 | 11/04/16 | Nichel | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 11/04/16 | Piombo | <0.001 | mg/l | |
| GA08 | 11/04/16 | Zinco | <0.01 | mg/l | |
| PCB congeneri: | | | | | |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',5'-trcb (18) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,4',5'-trcb (31) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,4,4'-trcb (28) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',5,5'-tetracb (52) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,5'-tetracb (44) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,5',6-pentacb (95) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',4,5,5'-pentacb (101) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5-pentacb (99) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 3,4,4',5-tetracb (81) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 3,3',4,4'-tetracb (77)+2,3,3',4',6-pentacb (110) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,5,5',6-esacb (151) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2',3,4,4',5-pentacb (123)+2,2',3,4',5',6-esacb (149) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3',4,4',5-pentacb (118) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3,4,4',5-pentacb (114) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5'-esacb (146) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',4,4',5,5'-esacb (153) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4'-pentacb (105) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5'-esacb (138) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5-pentacb (126) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,4',5,5',6-eptacb (187) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5',6-eptacb (183) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4'-esacb (128)+2,3',4,4',5,5'-esacb (167) | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4',5,6-eptacb (177) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5-esacb (156) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5'-esacb (157) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,4,4',5,5'-eptacb (180) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 3,3',4,4',5,5'-esacb (169) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,2',3,3',4,4',5-eptacb (170) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | 2,3,3',4,4',5,5'-eptacb (189) | <0.005 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |
| GA08 | 11/04/16 | PCB TOTALI | <0.01 | µg/l | EPA 3510C 1996 + EPA 8082A 2007 |

Sedimenti marini

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dall'analisi delle concentrazioni dei metalli pesanti (As, Cd, Ni, Pb, Zn) e dei PCB (come somma dei generi 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180) misurati in ogni campione, come da manuale APAT/ICRAM 2007. Nello specifico molti di questi generi sono in concentrazioni molto basse, al di sotto del limite di quantificazione, al fine quindi di avere un valore rappresentativo per il confronto, è stata effettuata la somma della metà del valore indicato per ogni genere. I valori delle concentrazioni sono stati comparati con i valori dei livelli chimici di base (LCB), sia per valori di pelite <10% che >10%, ed i livelli chimici limite (LCL), come riportati all'interno del 'Manuale per la movimentazione dei sedimenti' ISPRA. In Tab. 4 sono riportate le percentuali di arenite e pelite dei campioni di sedimento prelevati nelle 5 stazioni di campionamento, mentre in Fig.24 viene riportato il confronto tra le percentuali ottenute durante la fase ante operam e durante il dragaggio.

Tabella 4 Percentuali di Arenite e Pelite “Dragaggio”

| Stazione | Pelite (%) | Arenite (%) |
|-------------|------------|-------------|
| GA01 | 92.9 | 7.1 |
| GA04 | 90.91 | 9.09 |
| GA05 | 92.36 | 7.64 |
| GA06 | 92.35 | 7.65 |
| GA08 | 85.4 | 14.6 |

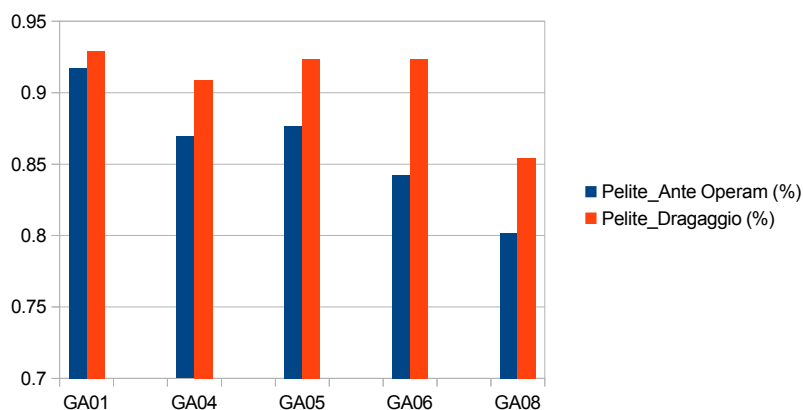


Fig. 24 Confronto tra le percentuali di pelite 'ante operam' e 'dragaggio'

Alla luce dei risultati riguardanti l'abbondanza delle due frazioni granulometriche, in Tab. 5 sono riportate le concentrazioni di metalli pesanti e PCB misurati nei campioni di sedimento.

Tabella 5 Concentrazioni di Metalli e PCB in relazione ai limiti APAT-ICRAM nelle stazioni di campionamento

| | Limiti | | | Concentrazioni Metalli e PCB 'Dragaggio' | | | | |
|----------------|--------------------------|-------------------------|-------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | LCB (pelite < 10%) mg/kg | LCB (pelite >10%) mg/kg | LCL mg/kg | GA01 | GA04 | GA05 | GA06 | GA08 |
| Metalli | | | | | | | | |
| As | 17 | 25 | 32 | 20.9 | 17.5 | 12.7 | 18.7 | 15.6 |
| Cd | 0.2 | 0.35 | 0.8 | 0.34 | 0.34 | 0.25 | 0.31 | 0.21 |
| Ni | 40 | 70 | 75 | 30.6 | 31 | 23.2 | 27.7 | 19.1 |
| Pb | 25 | 40 | 70 | 75.7 | 66.3 | 46.3 | 68.5 | 38.9 |
| Zn | 50 | 100 | 170 | 89.1 | 81.6 | 68.3 | 80.6 | 48.8 |
| ΣPcb* | 5 (µg/kg) | | 189 (µg/kg) | 0.75 (µg/kg) | 0.75 (µg/kg) | 0.75 (µg/kg) | 0.75 (µg/kg) | 0.75 (µg/kg) |

* il valore di PCB è la somma dei generi:28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180

Dai risultati analitici si evince che in generale tutte le stazioni di campionamento presentano valori di As, Cd, Ni, Pb, Zn e PCB al di sotto del LCL, ad eccezione del Piombo che presenta valori superiori al LCL nella stazione GA01. Le concentrazioni di Arsenico, Cadmio, Nichel e Zinco risultano al di sotto del LCB con peliti >10% in tutte le stazioni di campionamento, mentre le concentrazioni di Piombo risultano al di sopra del LCB con peliti >10% in tutte le stazioni, ad eccezione della stazione GA08.

Di seguito sono stati riportati gli istogrammi di confronto tra le concentrazioni delle diverse specie chimiche ottenute nelle cinque stazioni sia durante la fase ante operam che durante le attività di dragaggio con i relativi limiti riportati nel manuale APAT/ICRAM 2007.

Campagna GADR_S_C1

Arsenico

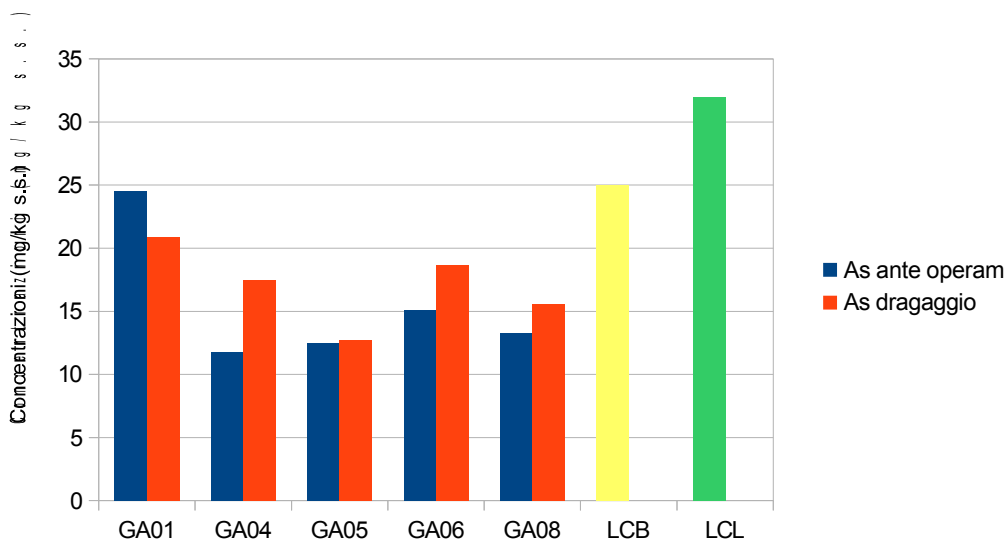


Fig.25 Confronto tra le concentrazioni di Arsenico analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Campagna GADR_S_C1

Nichel

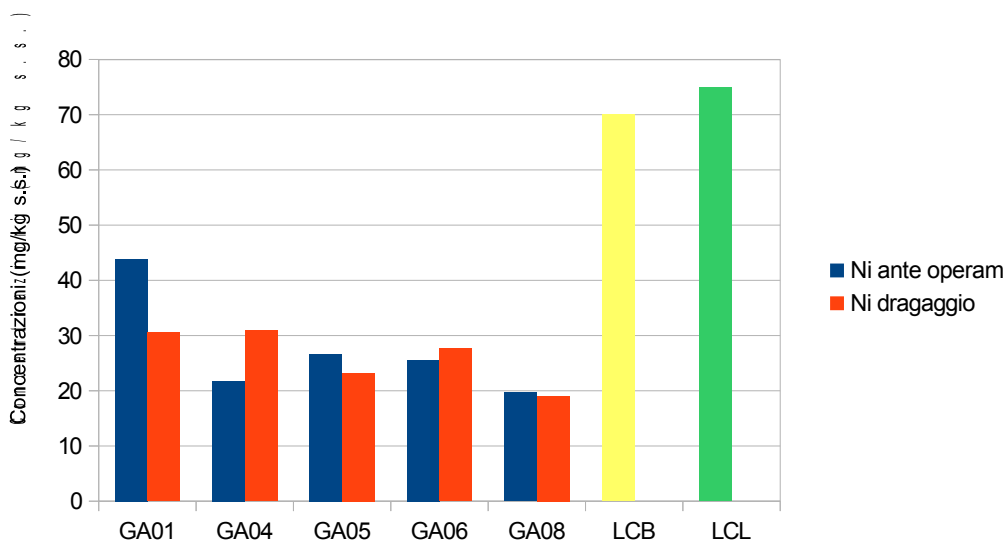


Fig.26 Confronto tra le concentrazioni di Nichel analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Campagna GADR_S_C1

Piombo

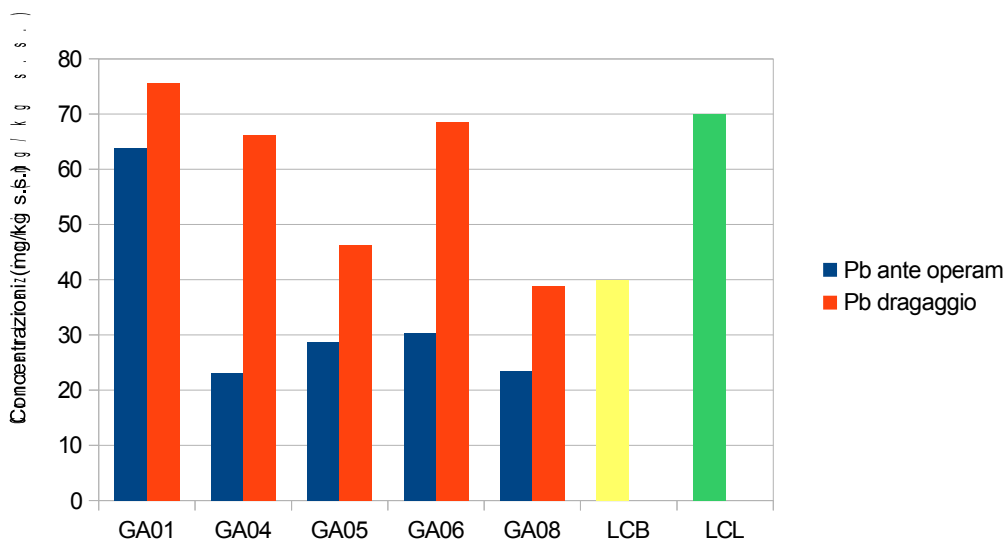


Fig.27 Confronto tra le concentrazioni di Piombo analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Campagna GADR_S_C1

Zinco

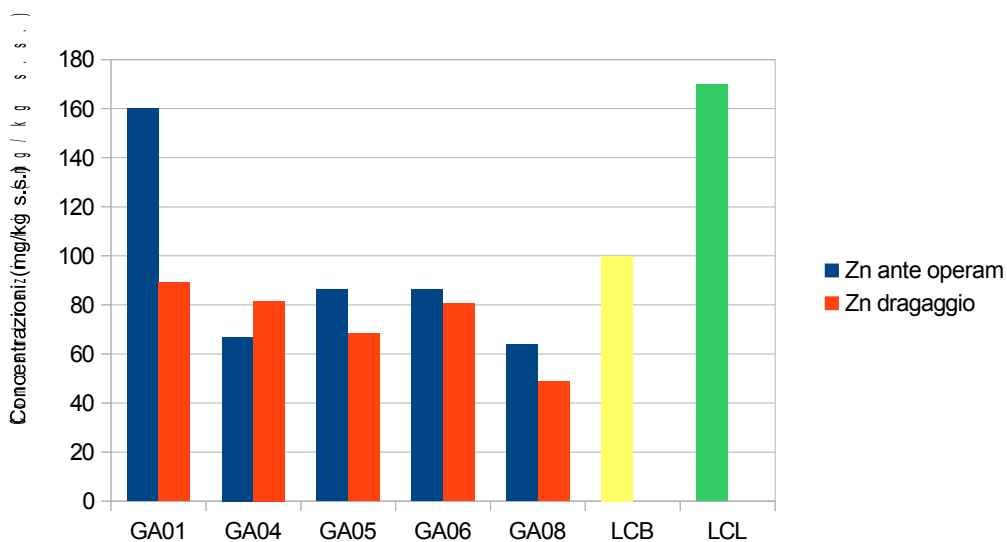


Fig.28 Confronto tra le concentrazioni di Zinco analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Campagna GADR_S_C1

Cadmio

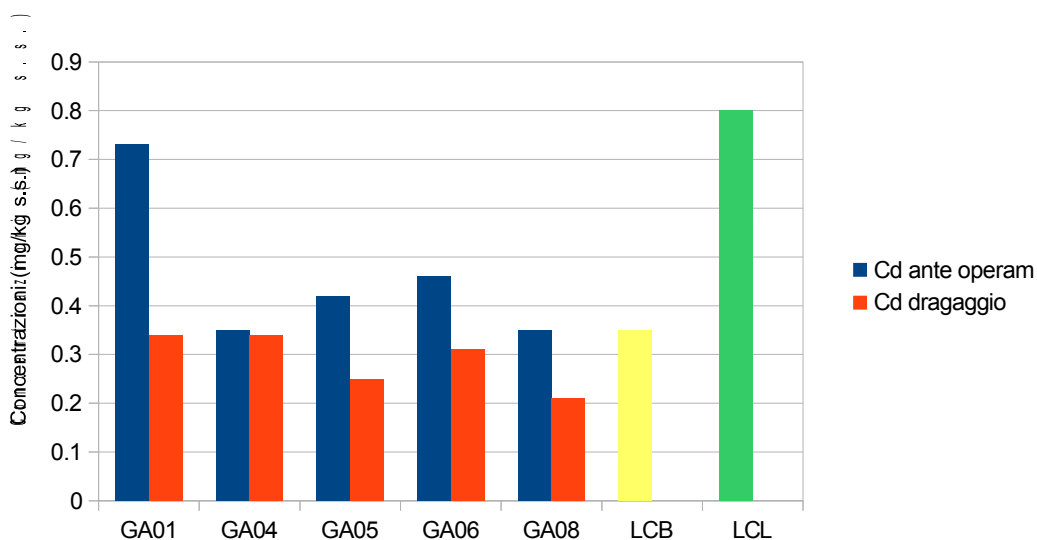


Fig.29 Confronto tra le concentrazioni di Cadmio analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Campagna GADR_S_C1

PCB

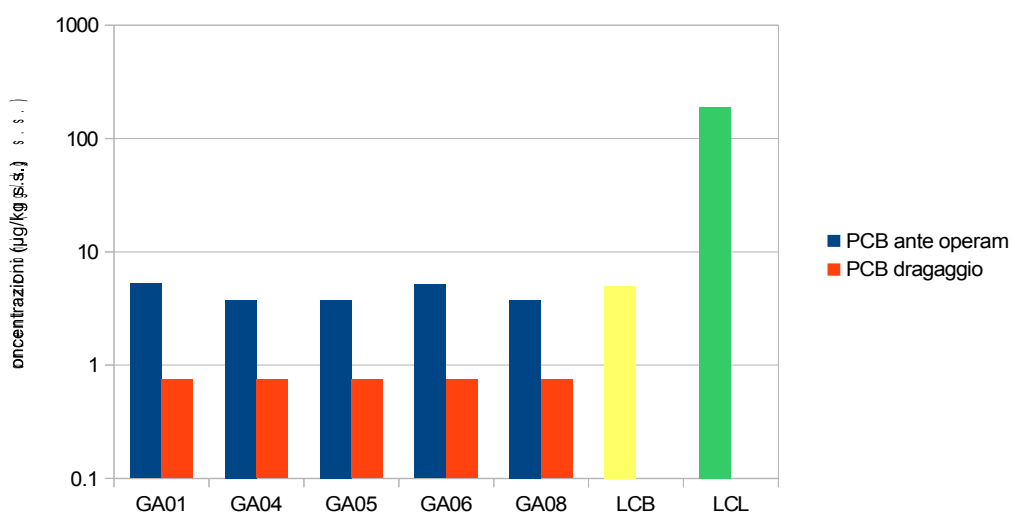


Fig.30 Confronto tra le concentrazioni di PCB analizzate nella fase ante e durante il dragaggio ed i relativi limiti LCB ed LCL

Infine, sulla base della tabella relativa alla classificazione della qualità del sedimento marino riportata nel 'Manuale per la movimentazione di sedimenti marini' APAT/ICRAM (2007), e di seguito rappresentata (Tab.6), sono state elaborate delle mappe delle concentrazioni riscontrate nei sedimenti investigati in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.6.

Tabella 6 Classi di qualità del materiale caratterizzato e opzioni di gestione compatibili

| Classe | Opzioni di gestione |
|--------|--|
| A1 | Sabbie (pelite < 10%) da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ripascimento di arenili (previa verifica compatibilità con il sito di destinazione); 2. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero comprese le deposizioni finalizzate al ripristino della spiaggia sommersa; 3. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 4. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 5. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 6. Immersione in mare. |
| A2 | Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Ricostruzione di strutture naturali in ambito marino costiero compresa la deposizione finalizzata al ripristino della spiaggia sommersa (solo nel caso di prevalente composizione sabbiosa). 2. Riempimenti di banchine e terrapieni in ambito portuale; 3. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 4. Deposizione in bacini di contenimento (es. vasche di colmata); 5. Immersione in mare. |
| B1 | Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 2. Deposizione in bacini di contenimento che assicurino il trattenimento di tutte le frazioni granulometriche del sedimento (incluso il riempimento di banchine). |
| B2 | Materiale da utilizzare o ricollocare secondo la seguente priorità: 1. Riutilizzi a terra (secondo la normativa vigente); 2. Deposizione all'interno di bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Smaltimento presso discarica a terra. |
| C1 | Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale secondo la seguente priorità: 1. Rimozione in sicurezza e avvio di specifiche attività di trattamento e/o particolari interventi che limitino l'eventuale diffusione della contaminazione; 2. Rimozione in sicurezza e deposizione in bacini di contenimento con impermeabilizzazione laterale e del fondo. 3. Rimozione in sicurezza e smaltimento presso discarica a terra |
| C2 | Materiale da sottoporre a procedure di particolare cautela ambientale la cui rimozione e gestione devono essere valutate caso per caso. |

Di seguito si riportano le rappresentazioni grafiche delle concentrazioni dei sedimenti investigati per le singole specie analizzate.

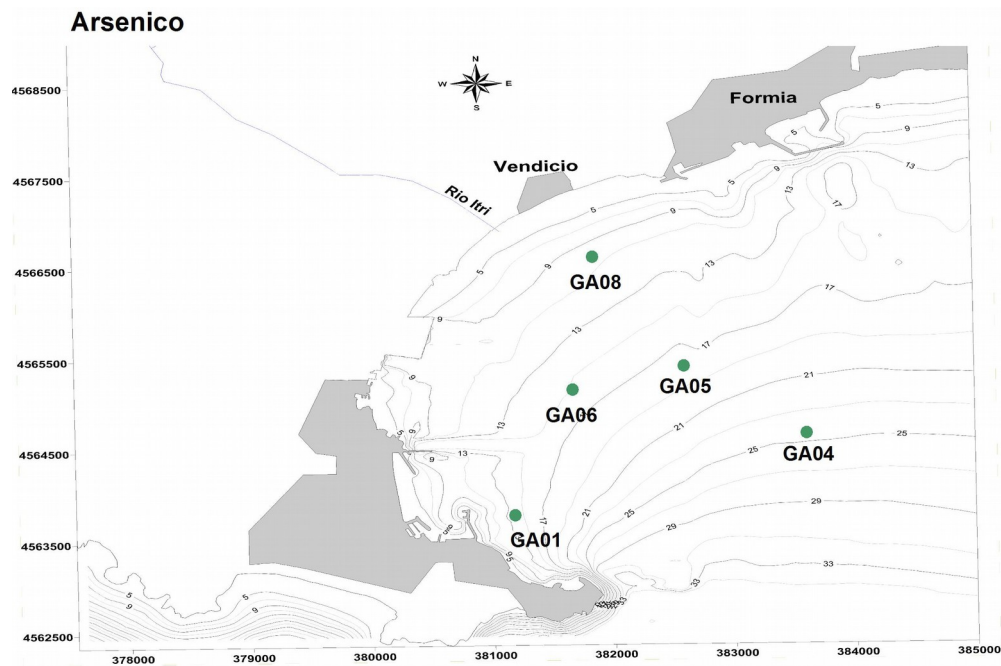


Fig.31 Concentrazioni di Arsenico in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

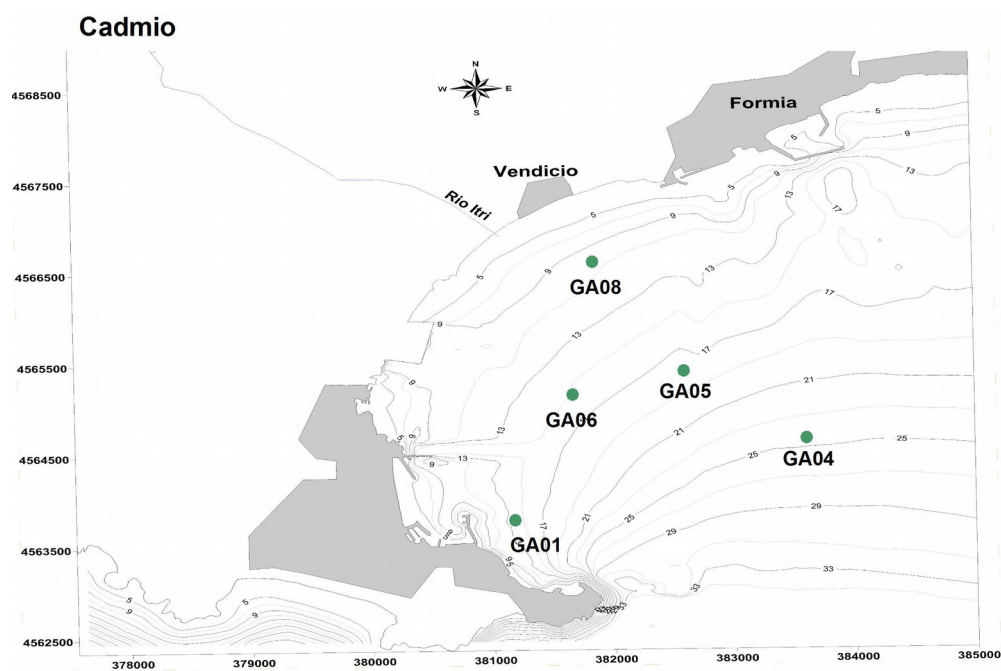


Fig.32 Concentrazioni di Cadmio in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

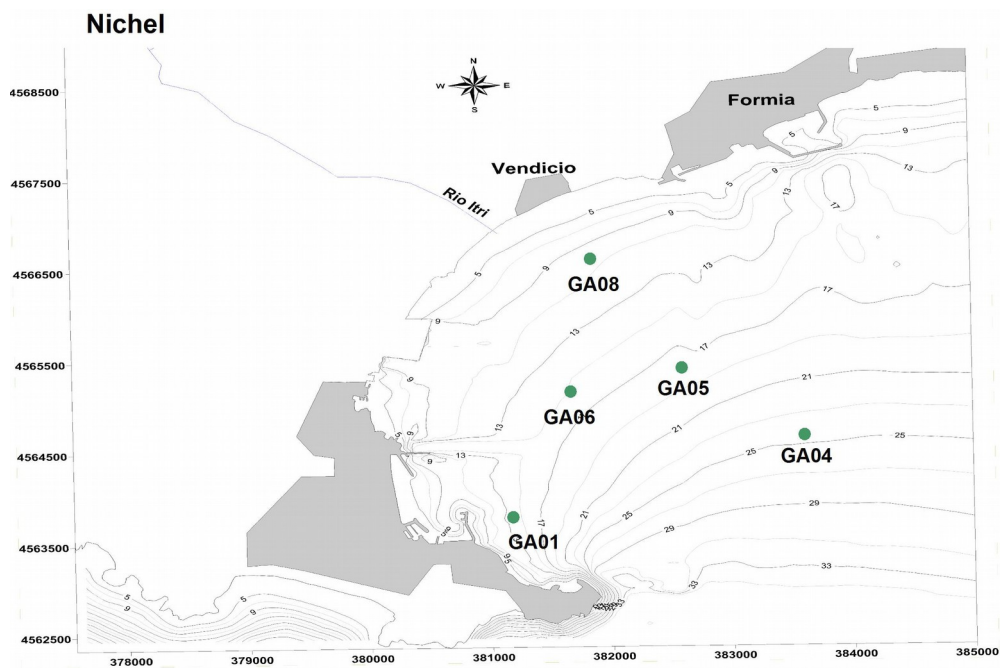


Fig.33 Concentrazioni di Nichel in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

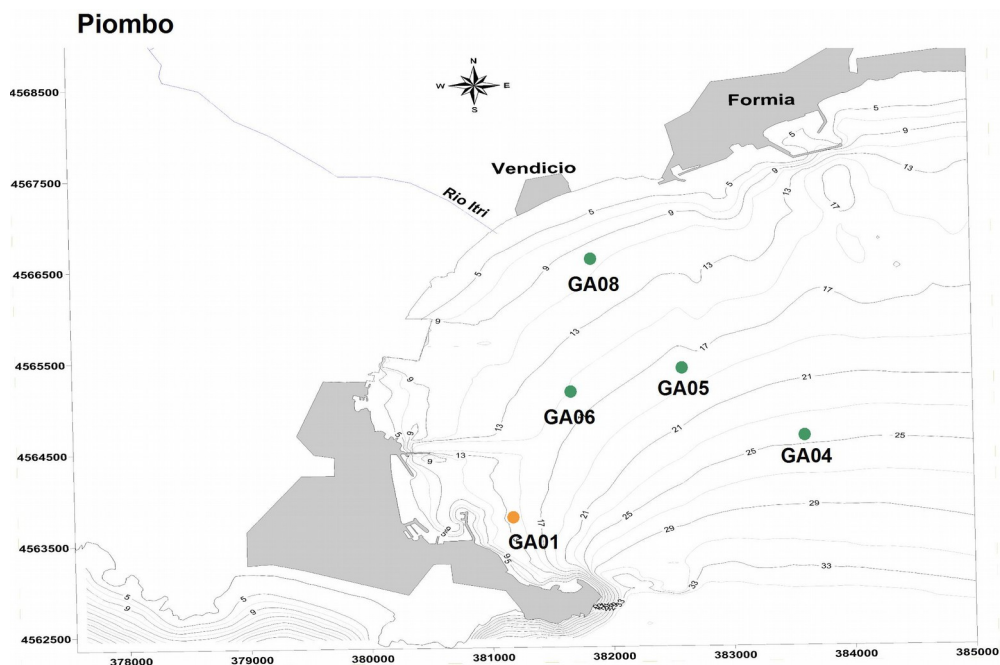


Fig.34 Concentrazioni di Piombo in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

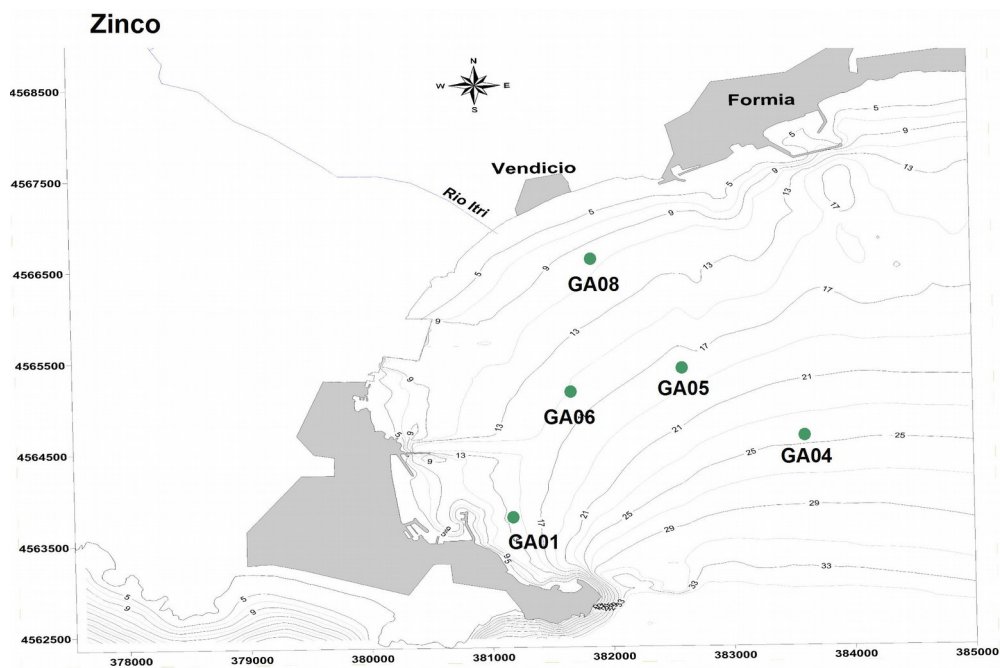


Fig.35 Concentrazioni di Zinco in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

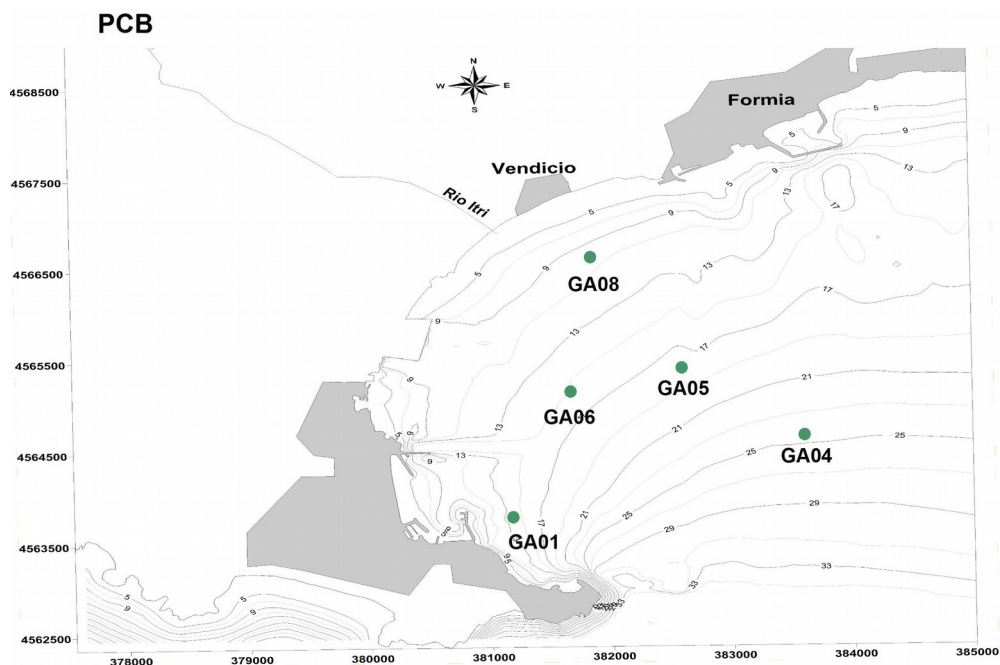


Fig.36 Concentrazioni di PCB in accordo alla classificazione cromatica riportata in Tab.5.

3.3 Campagna di misura e campionamento Colonna d'Acqua

Durante la campagna sono stati effettuati profili verticali lungo la colonna d'acqua con una sonda multiparametrica dotata di cavo elettromeccanico per l'acquisizione e visualizzazione dei dati *in real time*.



Fig.37 Sonda multiparametrica dotata di sensori per la misura delle principali variabili fisico-chimiche e dei sensori di fluorescenza della clorofilla *a* e di solido sospeso



Fig.38 Bottiglia Niskin

Dall'elaborazione dei dati acquisiti è stato possibile rappresentare l'andamento lungo la colonna d'acqua delle variabili temperatura, conducibilità, salinità, densità, ossigeno disciolto, clorofilla *a*, solidi sospesi. Di seguito vengono riportati i grafici dell'andamento delle singole variabili, in funzione della profondità, acquisite per ciascuna delle dieci stazioni di campionamento durante le otto campagne di misura.

Campagna di misura GADR_01 – 02.12.2015

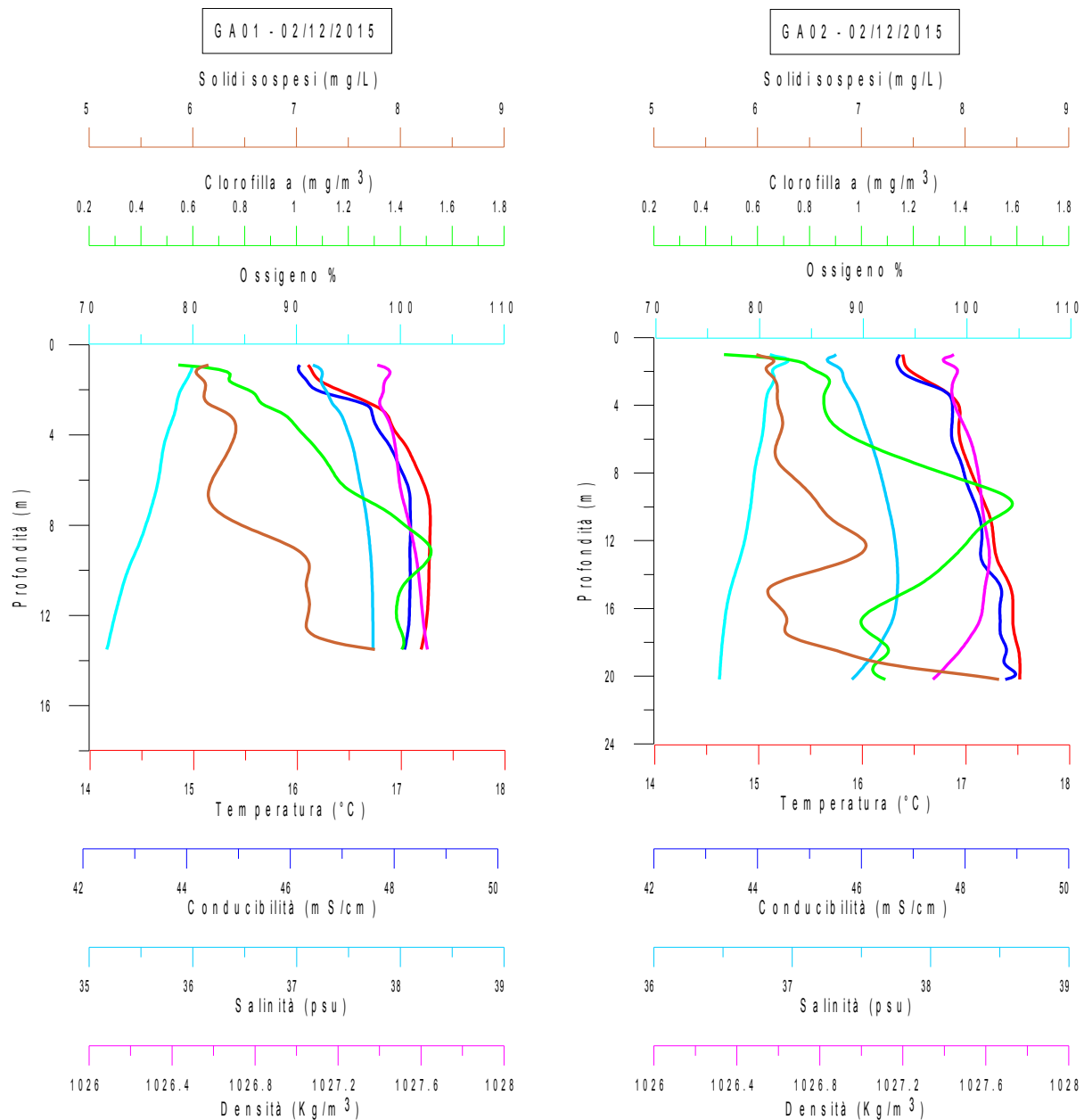


Fig.39 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

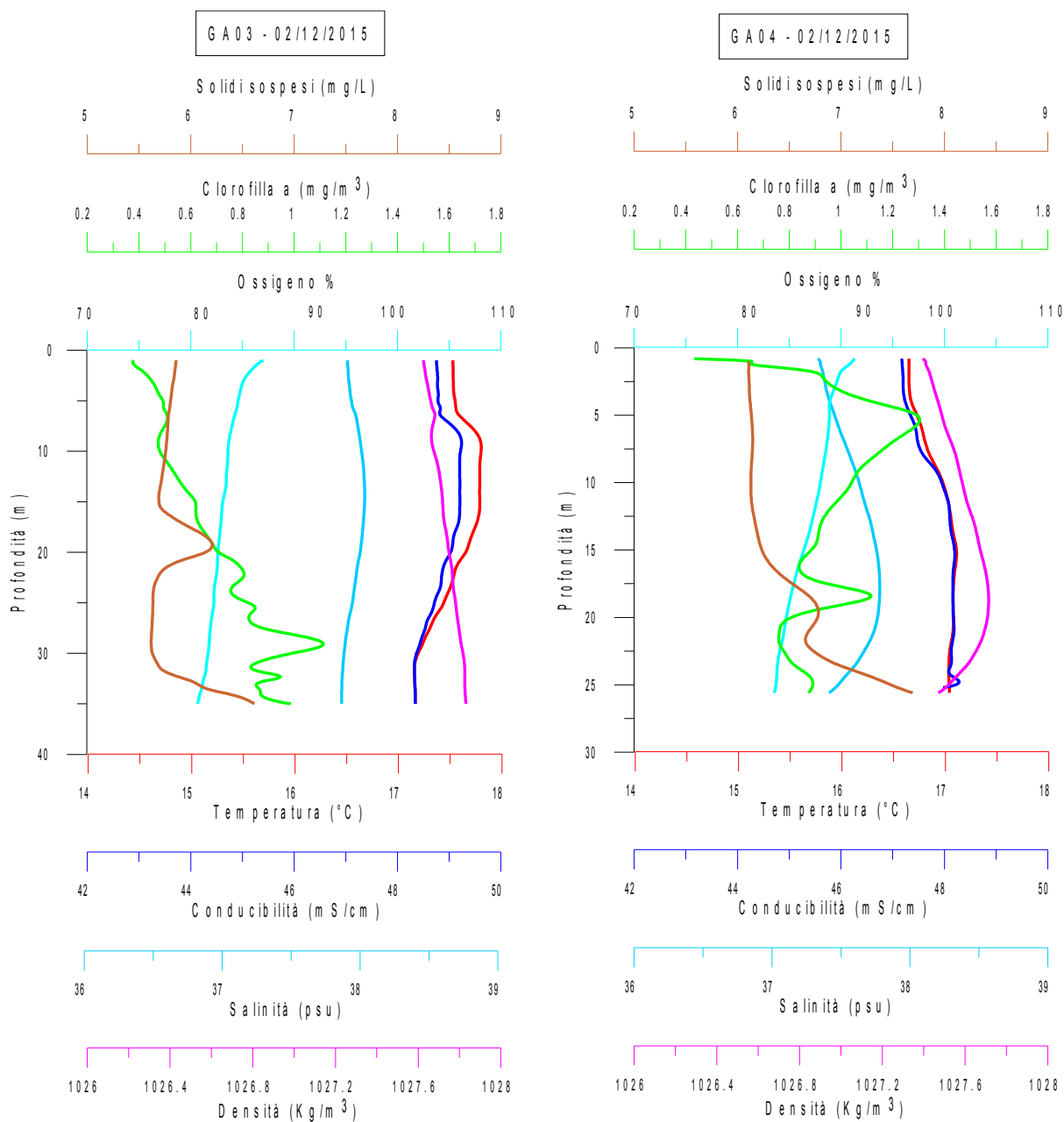


Fig.40 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

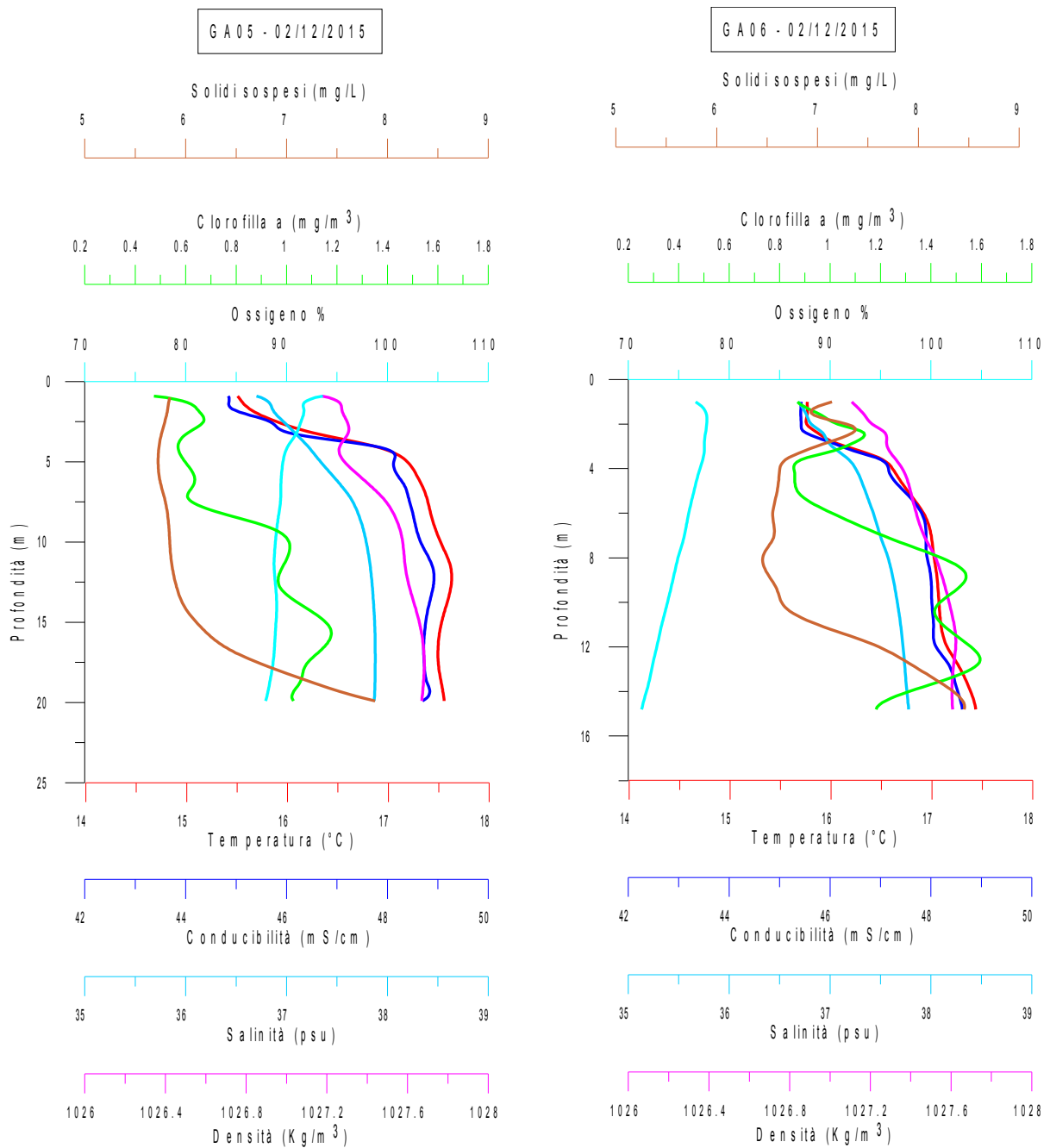


Fig.41 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

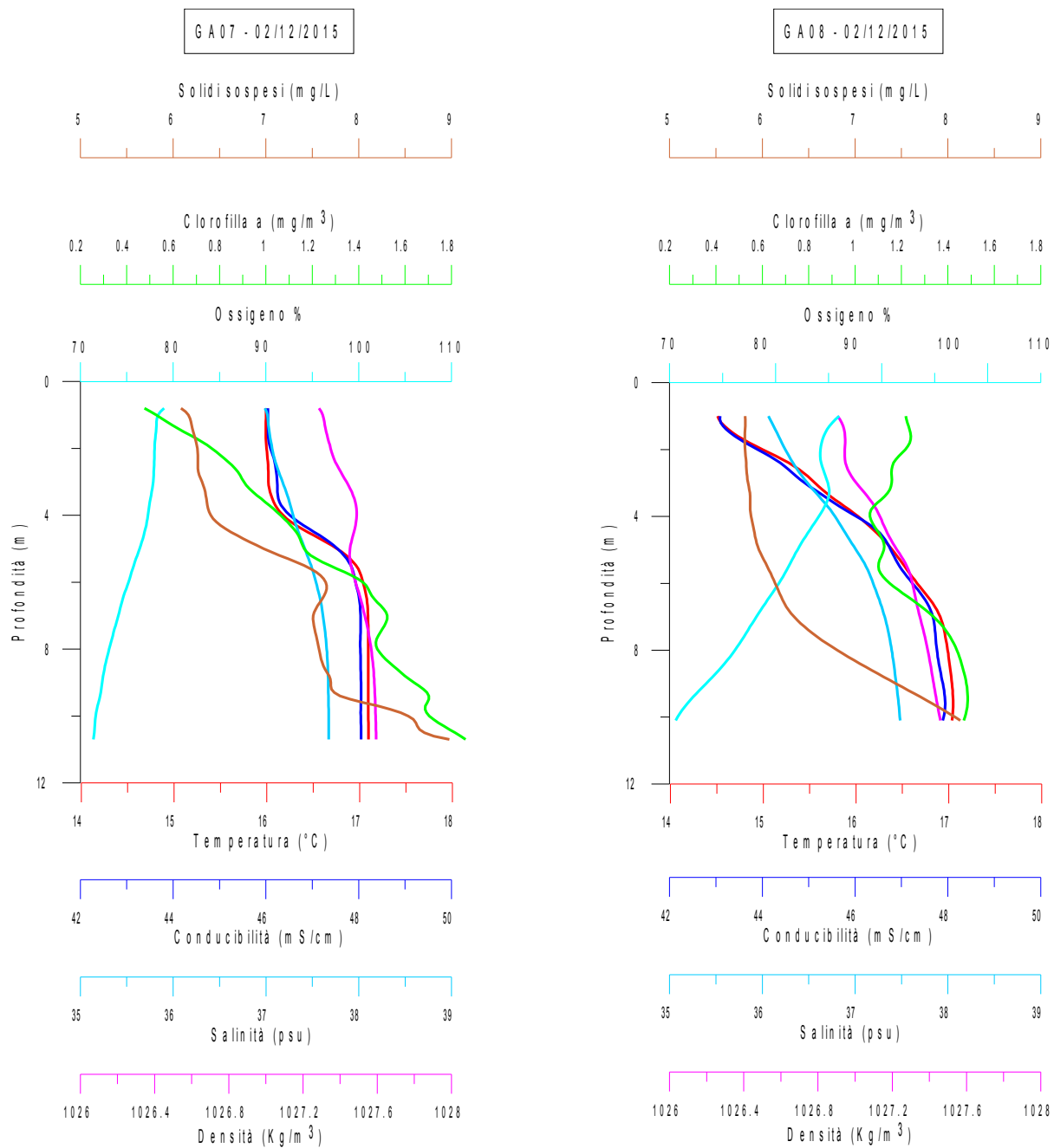


Fig.42 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a,ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

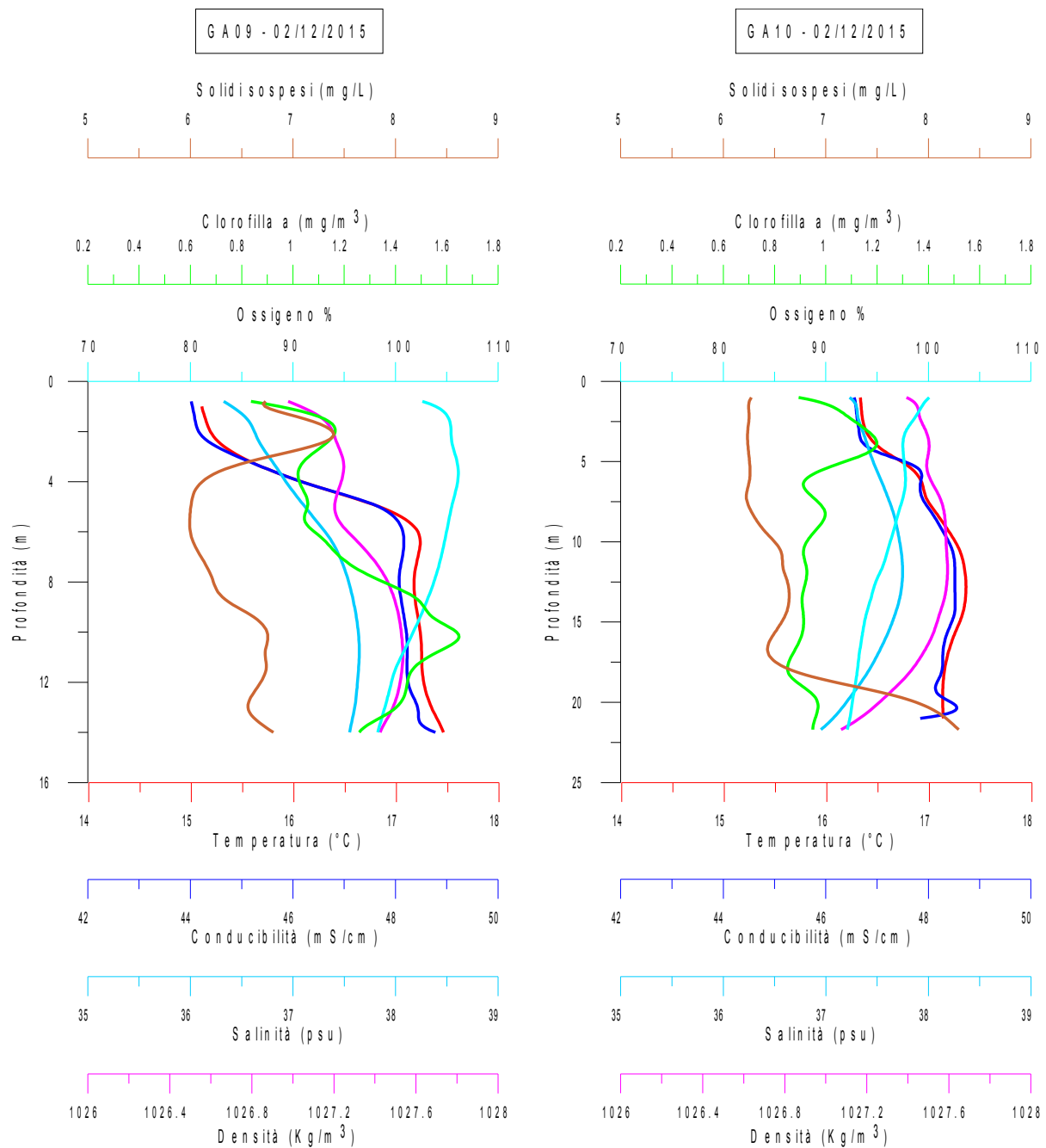
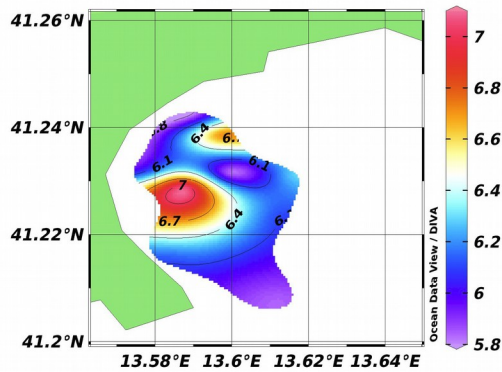


Fig.43 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

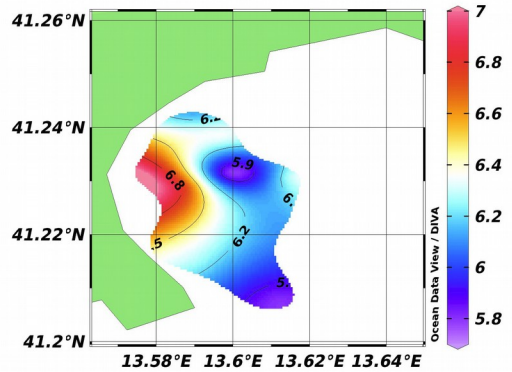
Dall'analisi della distribuzione delle diverse variabili acquisite durante la prima campagna di misura si può vedere che: la temperatura presenta valori che variano tra un minimo di 14.50°C in superficie e un massimo di 17.80°C; i solidi sospesi, in generale, aumentano verso il fondo ed i valori variano tra un minimo 5.70mg/l ed un massimo di 9.0mg/l sul fondo della stazione GA07, mentre le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.38mg/m³ in superficie e 1.80mg/m³ sul fondo.

I dati di torbidità sono stati anche elaborati con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relativa alle isosuperfici di 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso nelle diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate si trovino in corrispondenza delle stazioni più costiere.

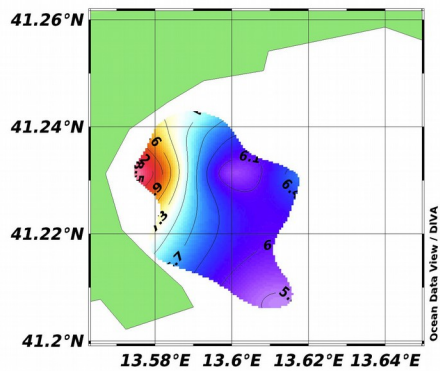
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



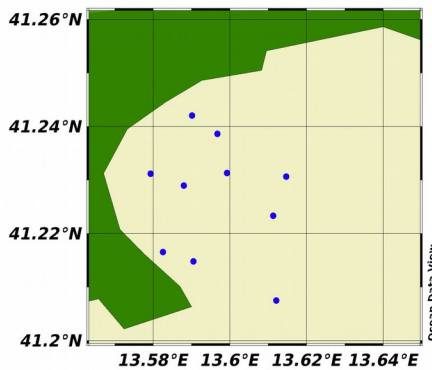
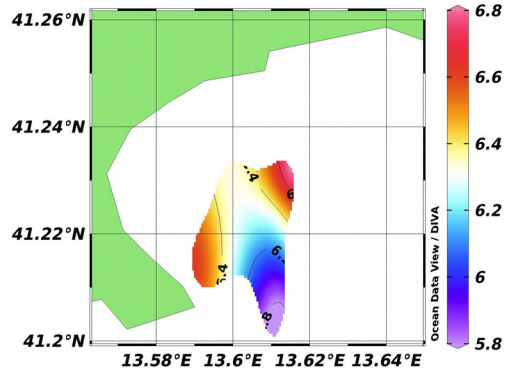
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

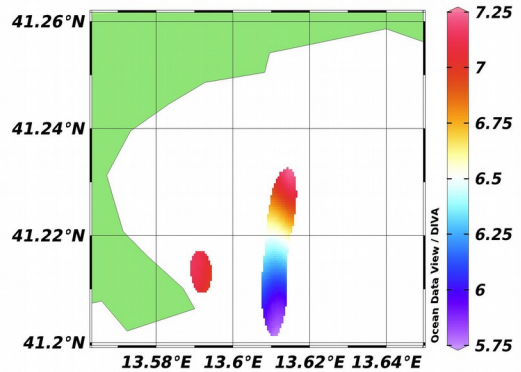


Fig.44 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_02 – 09.12.2015

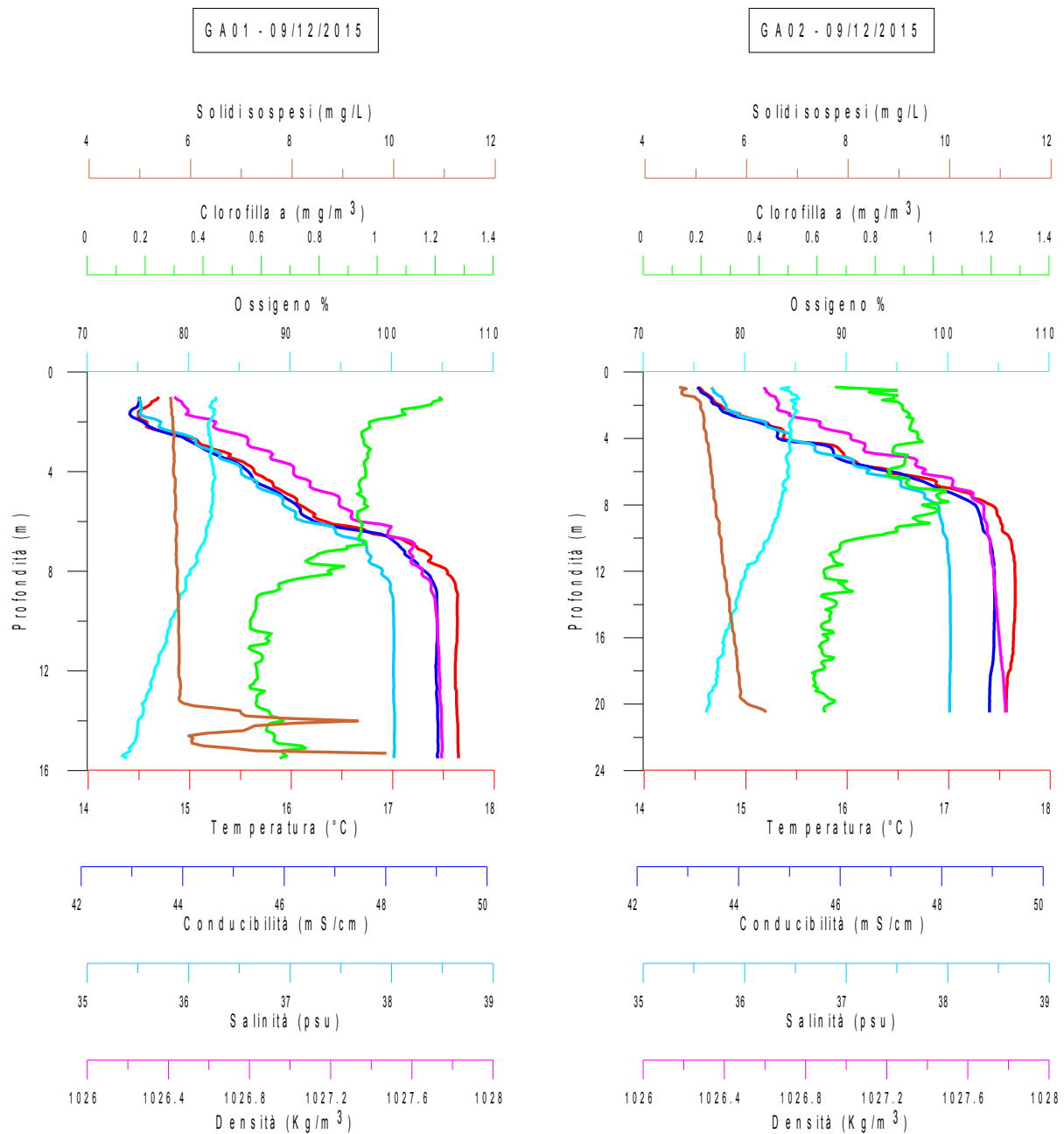


Fig.45 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

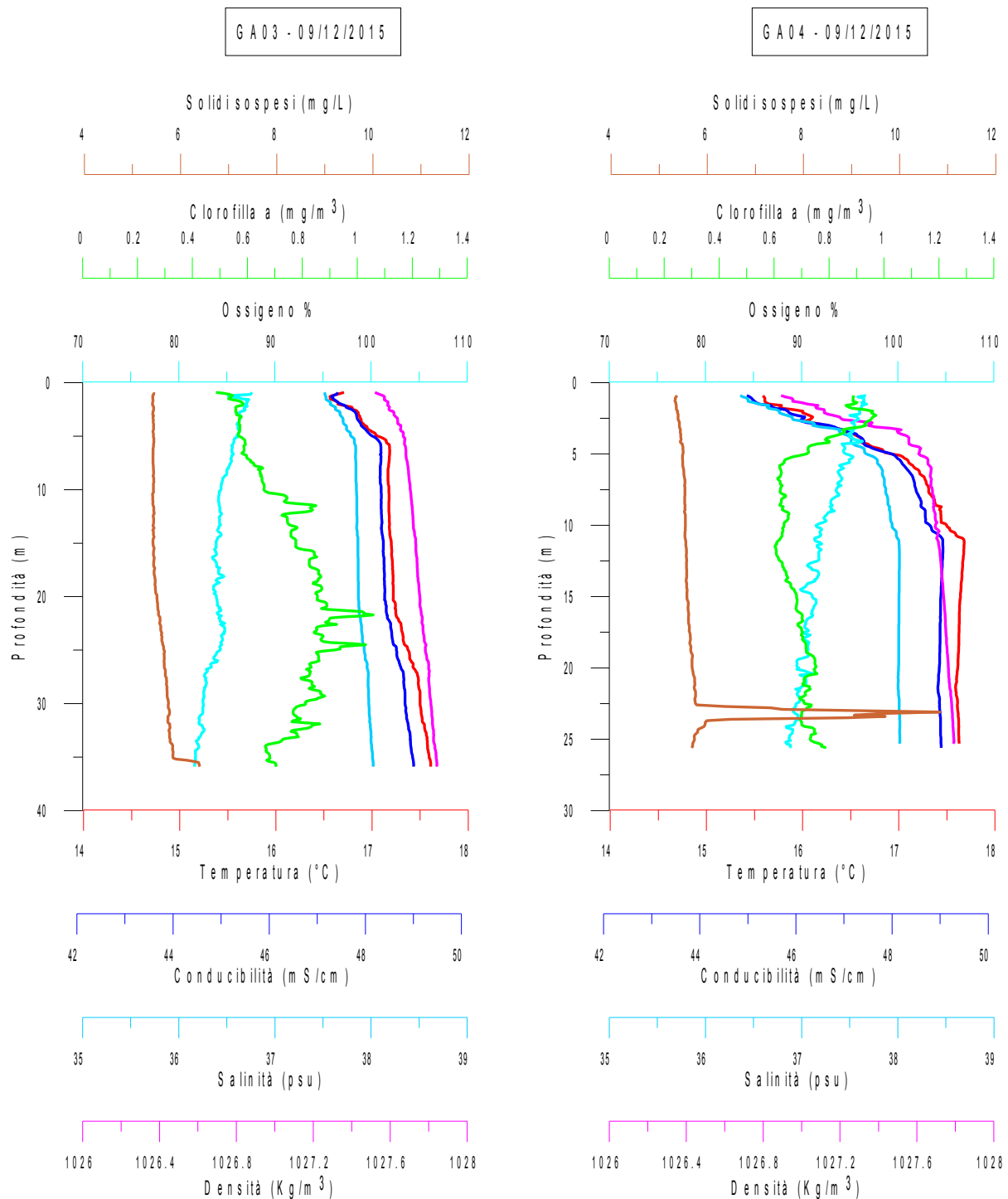


Fig.46 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

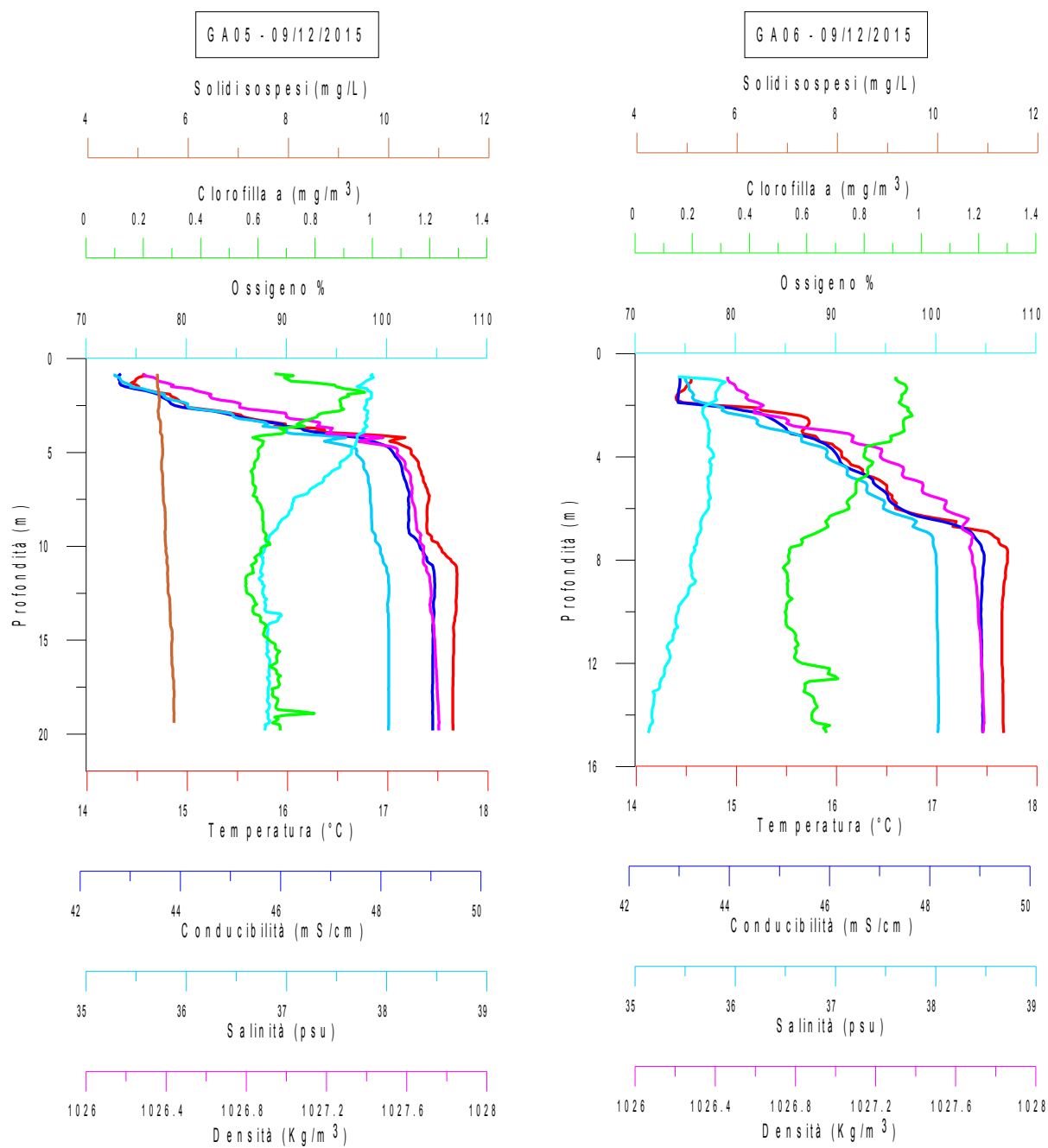


Fig.47 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

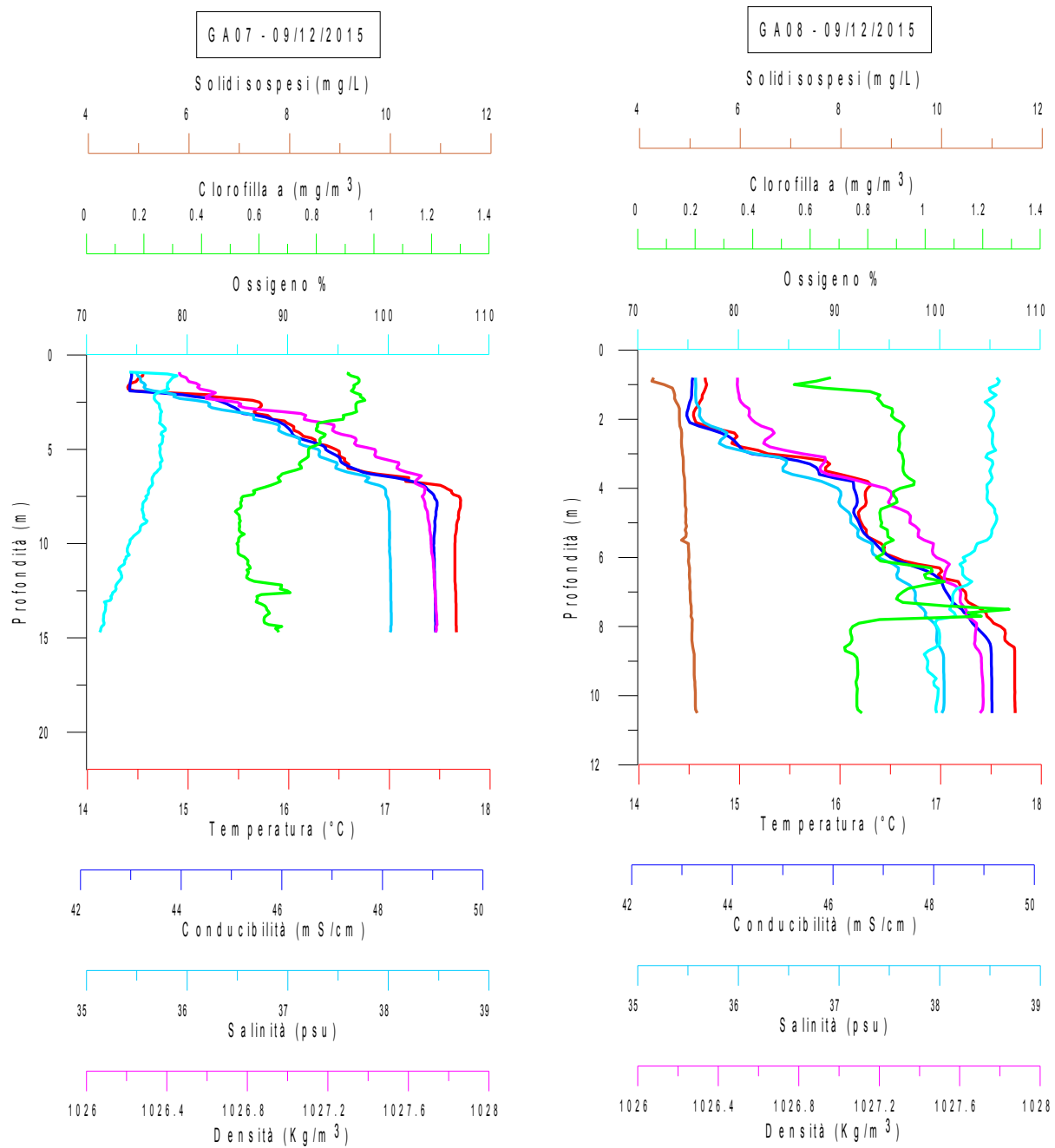


Fig.48 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

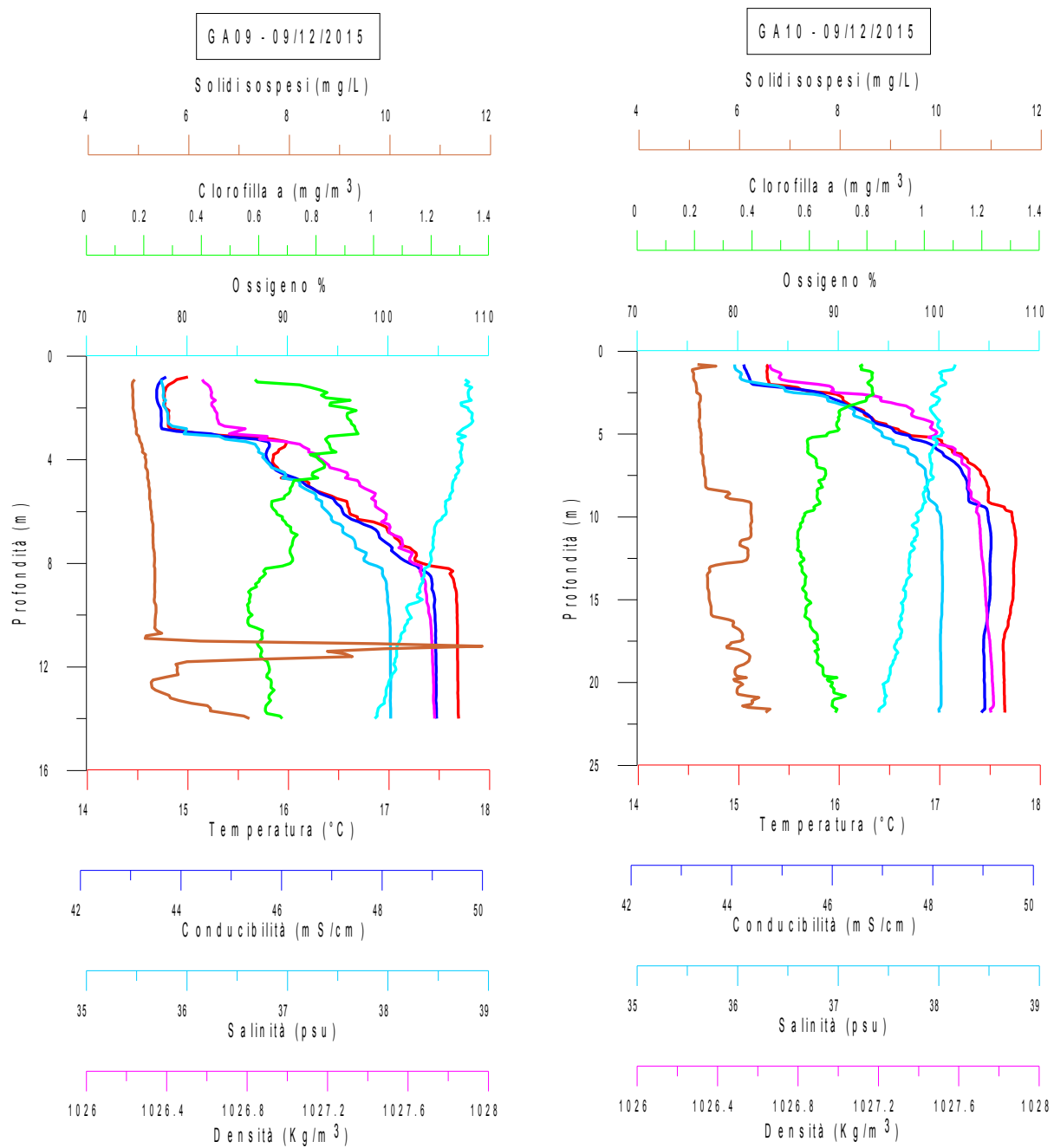
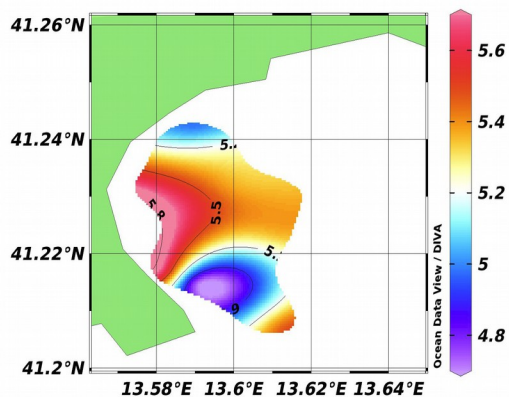


Fig.49 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

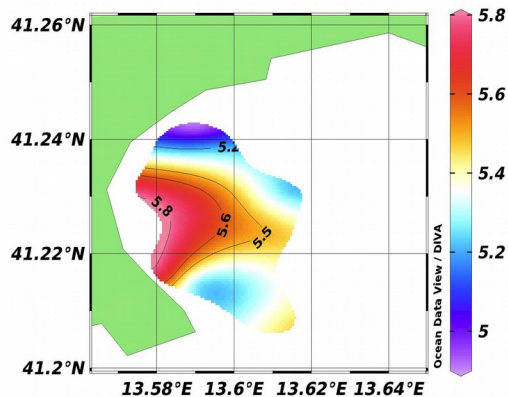
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante la seconda campagna di misura si può vedere che: la temperatura presenta valori tipici stagionali che variano tra un minimo di 14.70°C in superficie e un massimo di 17.70°C sul fondo, in generale la temperatura aumenta verso il fondo in modo concorde ai profili di salinità e densità; i solidi sospesi mostrano concentrazioni di poco superiori alla prima campagna, con valori compresi tra 4.10mg/l in superficie e 12.0mg/l in corrispondenza della stazione GA09 ad una profondità di circa 11m; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra un minimo di 0.45mg/m³ e 1.30mg/m³.

I dati di torbidità sono stati elaborati anche con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione generale del solido sospeso nelle diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti in superficie e comunque distribuite nell'area costiera interna al Golfo, tra Punta Stendardo e Fosso Monte Lauro.

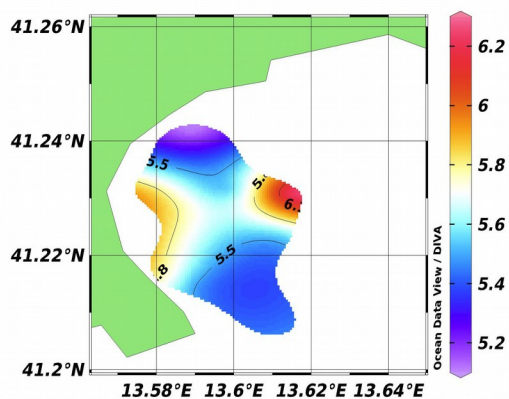
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



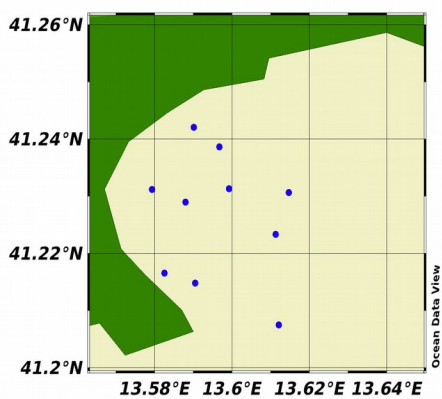
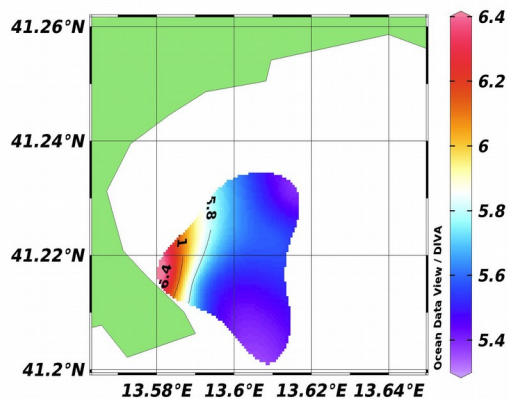
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

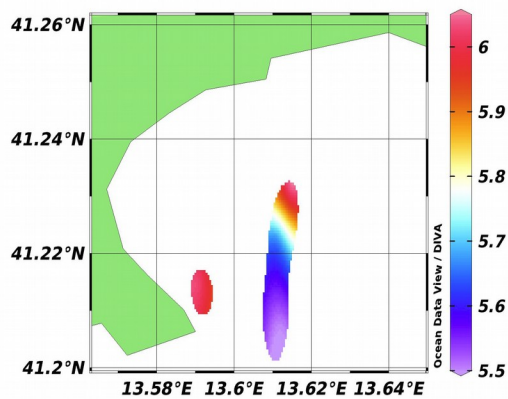


Fig.50 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_03 – 12.02.2016

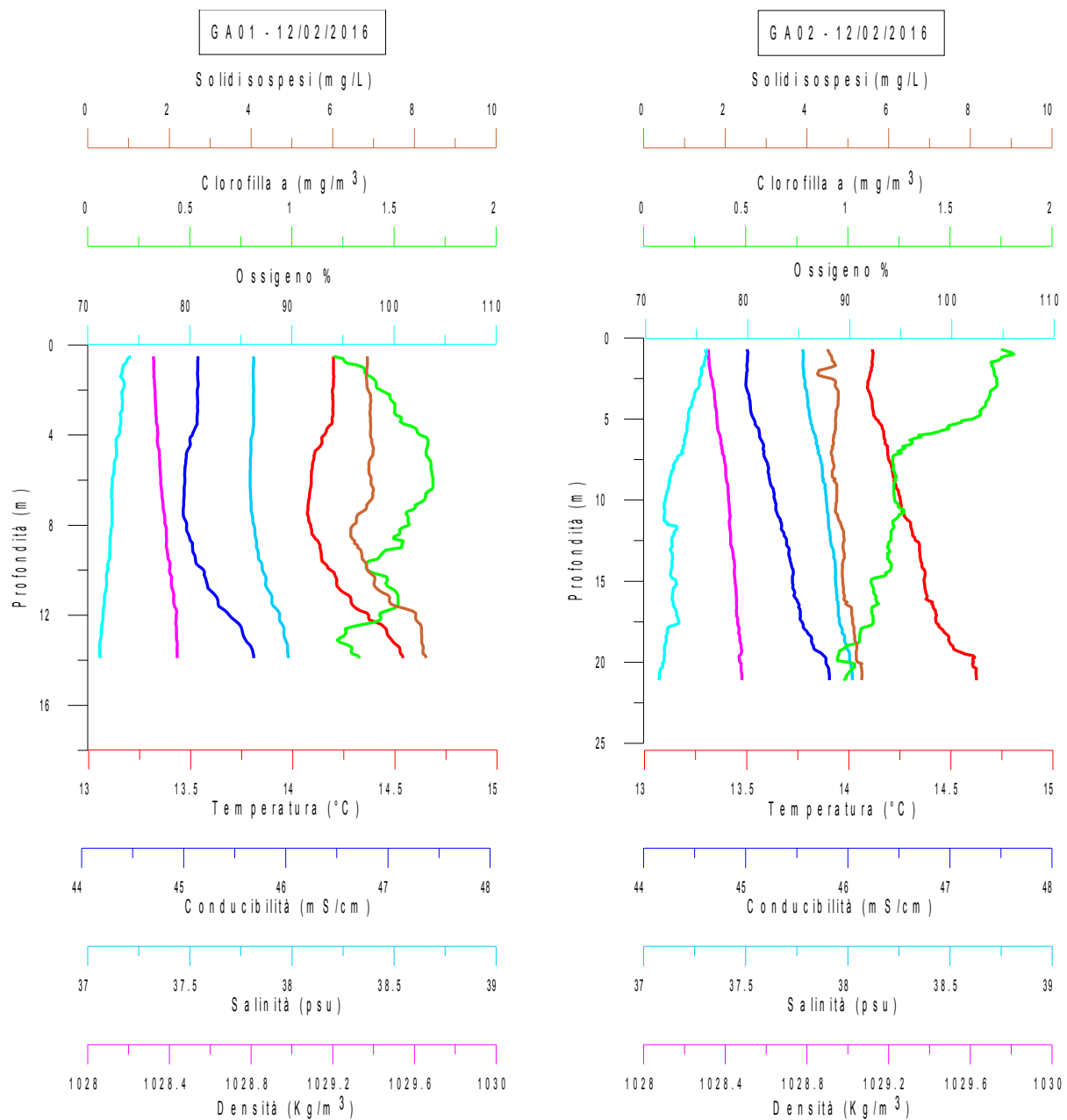


Fig.51 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

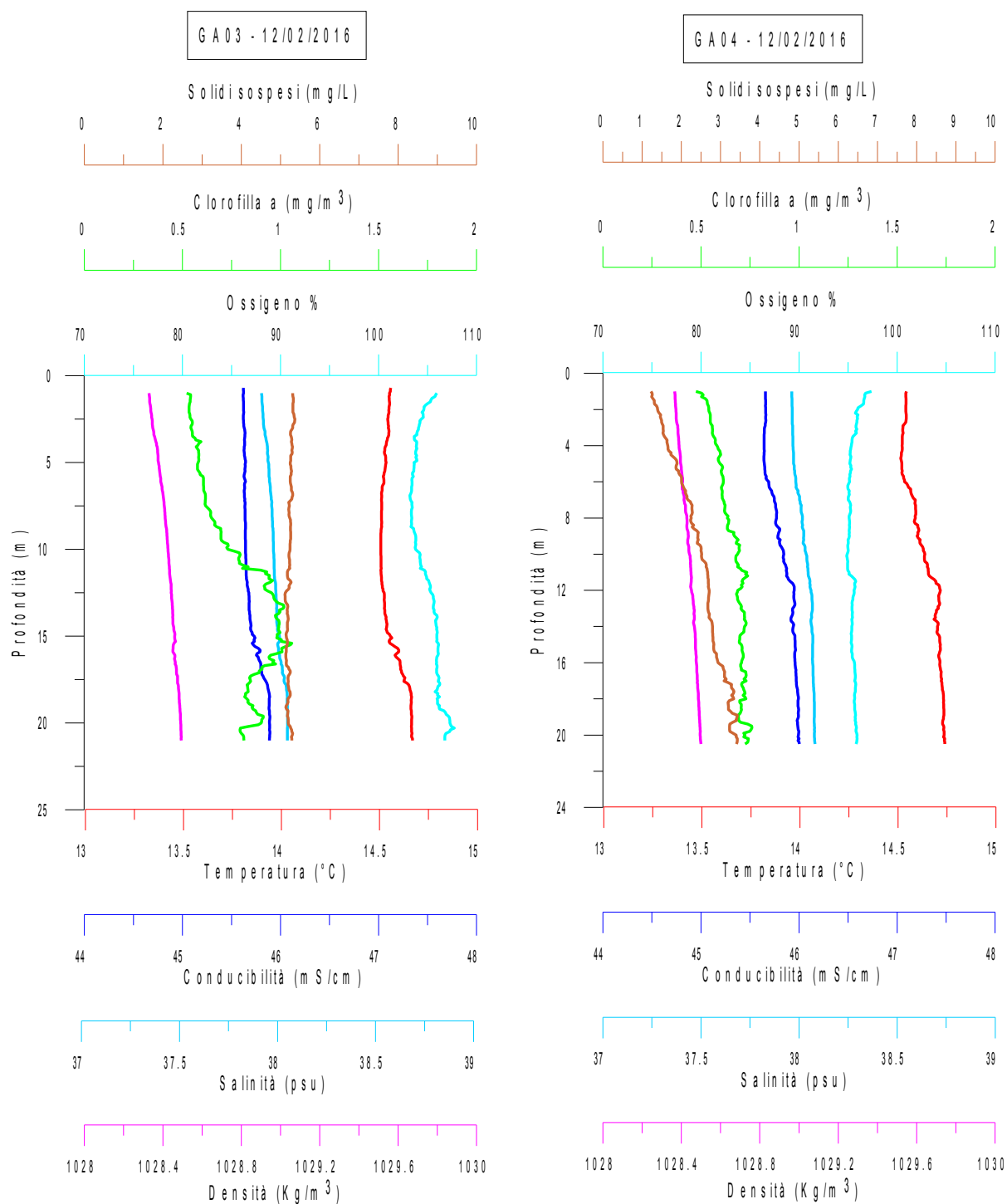


Fig.52 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

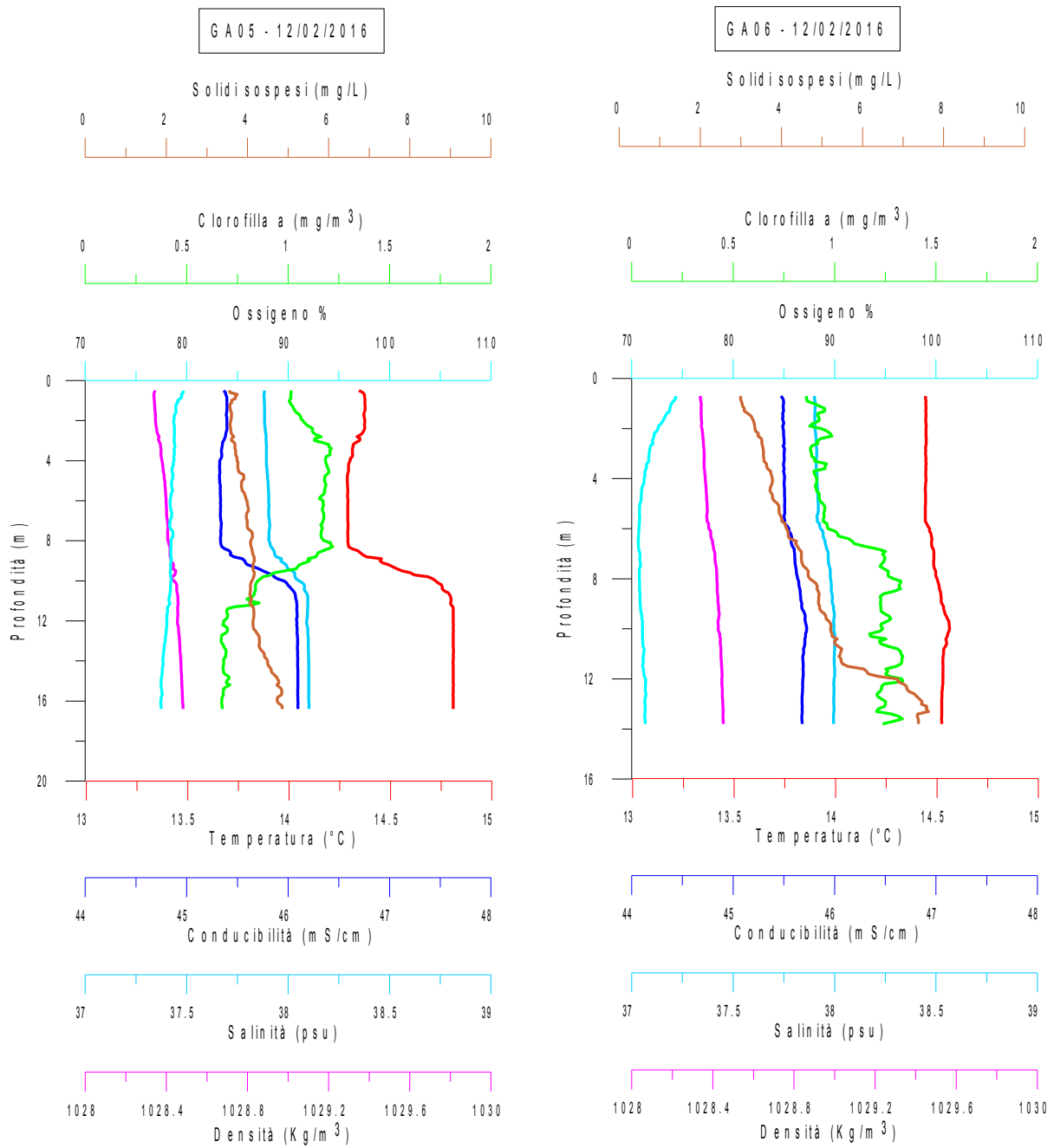


Fig.53 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a,ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

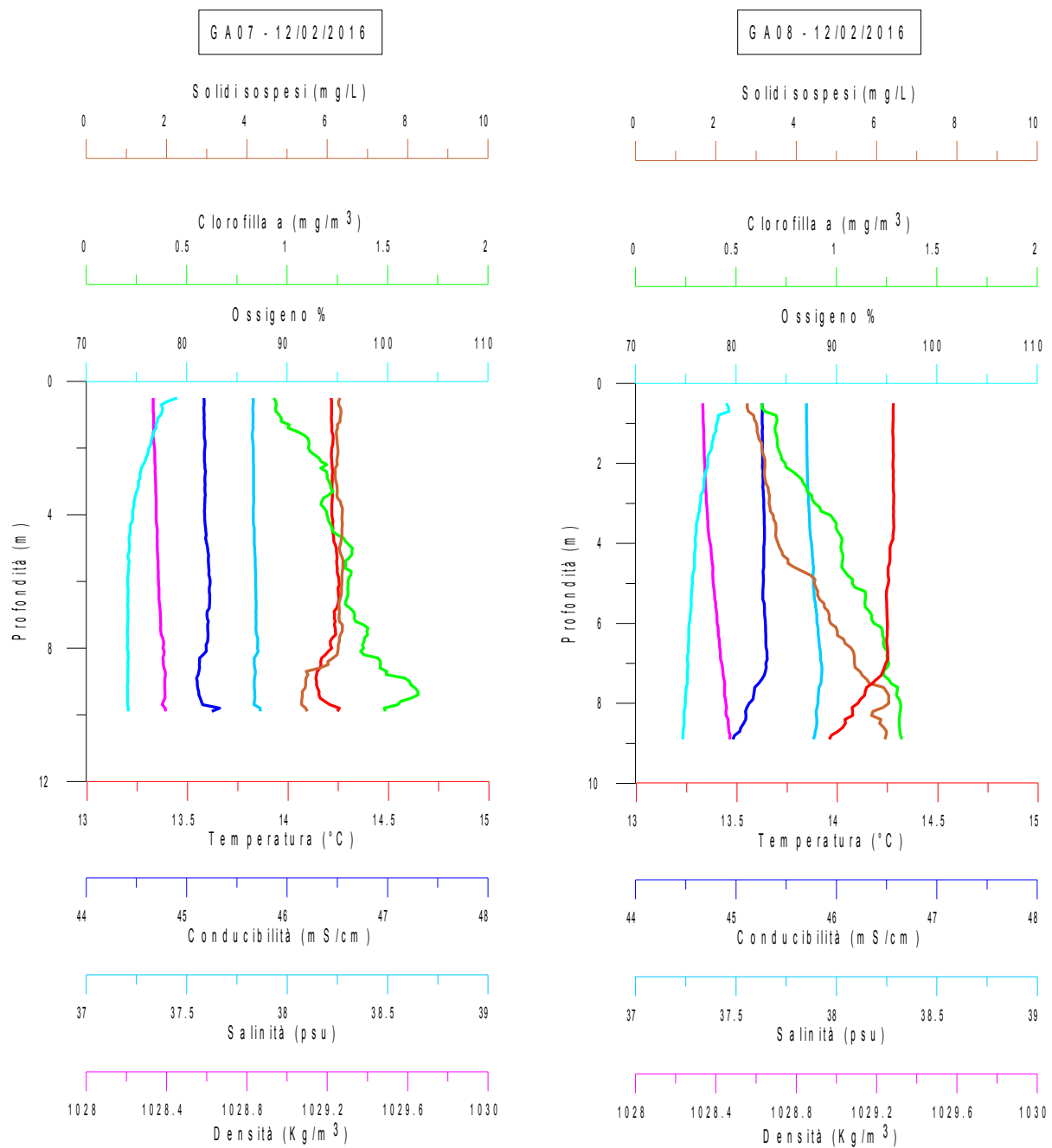


Fig.54 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

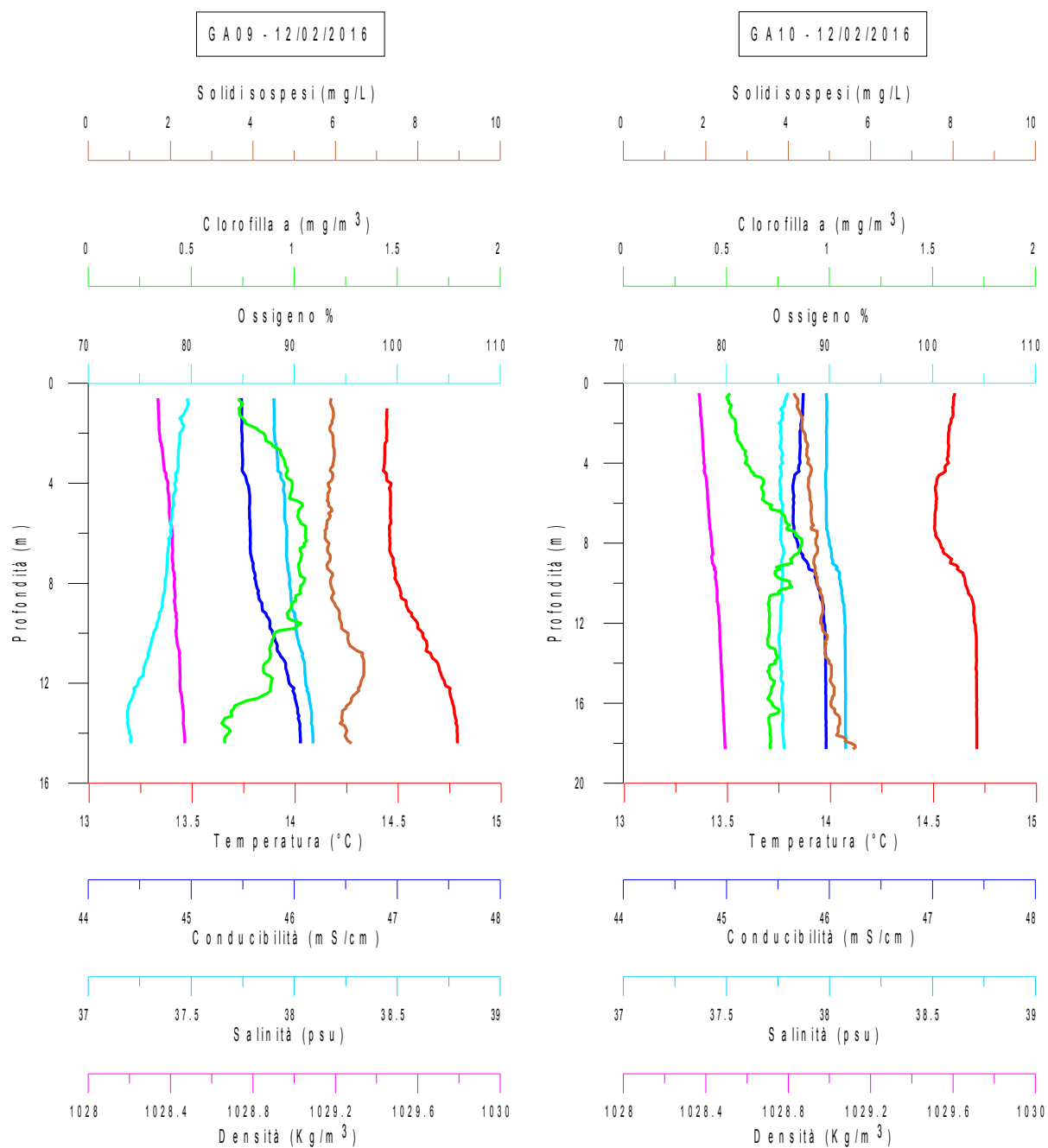
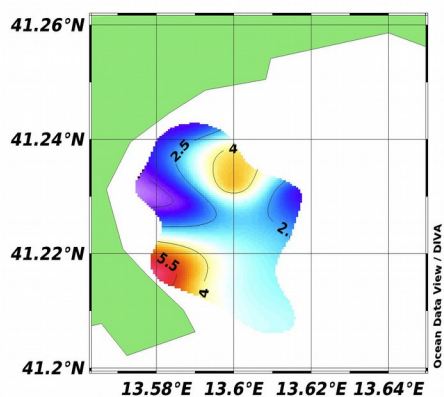


Fig.55 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

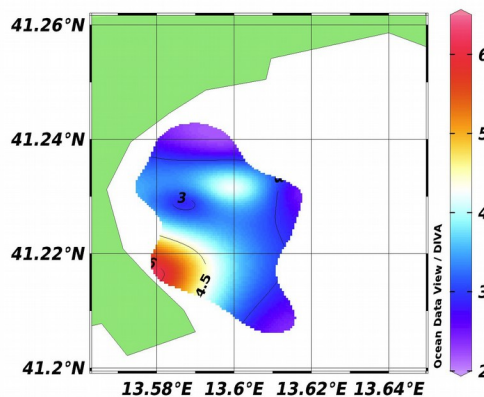
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante la presente campagna di misura si può vedere che: la temperatura presenta una distribuzione abbastanza omogenea lungo la colonna d'acqua, con valori che variano tra un minimo di 13.90°C in superficie e un massimo di 14.80°C sul fondo; i solidi sospesi mostrano concentrazioni compresi tra 1.10mg/l in superficie in corrispondenza della stazione GA04 e 8.20mg/l sul fondo della stazione GA01; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.50mg/m³ in superficie e 1.80mg/m³.

Infine i dati di torbidità sono stati elaborati con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere le mappe della distribuzione dei solidi sospesi alle isosuperfici 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti nell'area costiera in corrispondenza della stazione GA01.

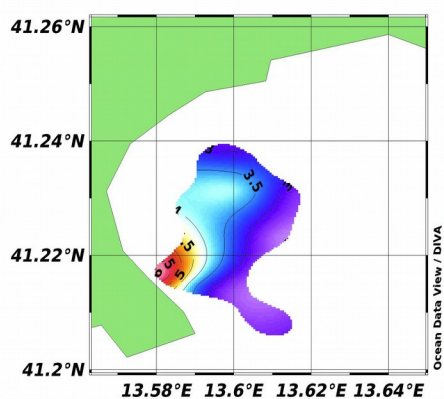
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



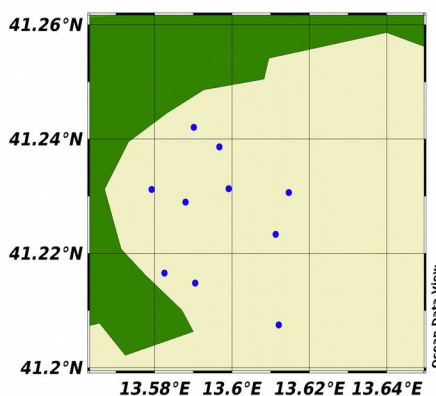
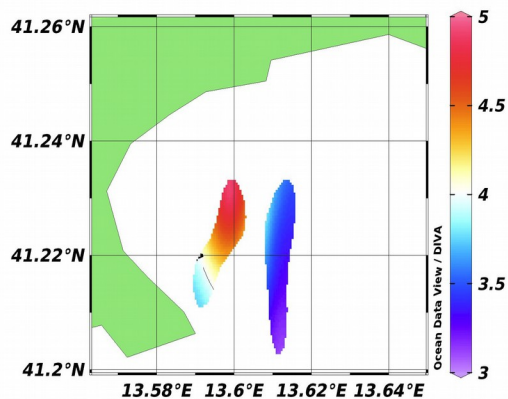
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

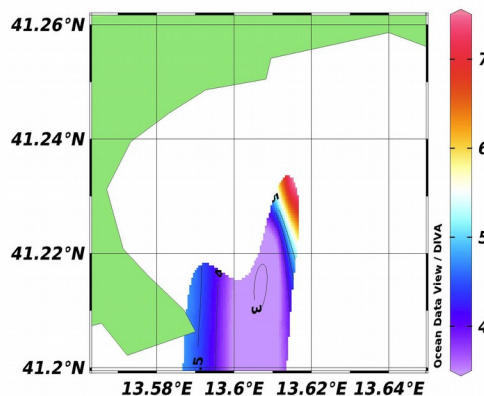


Fig.56 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_04 – 18.02.2016

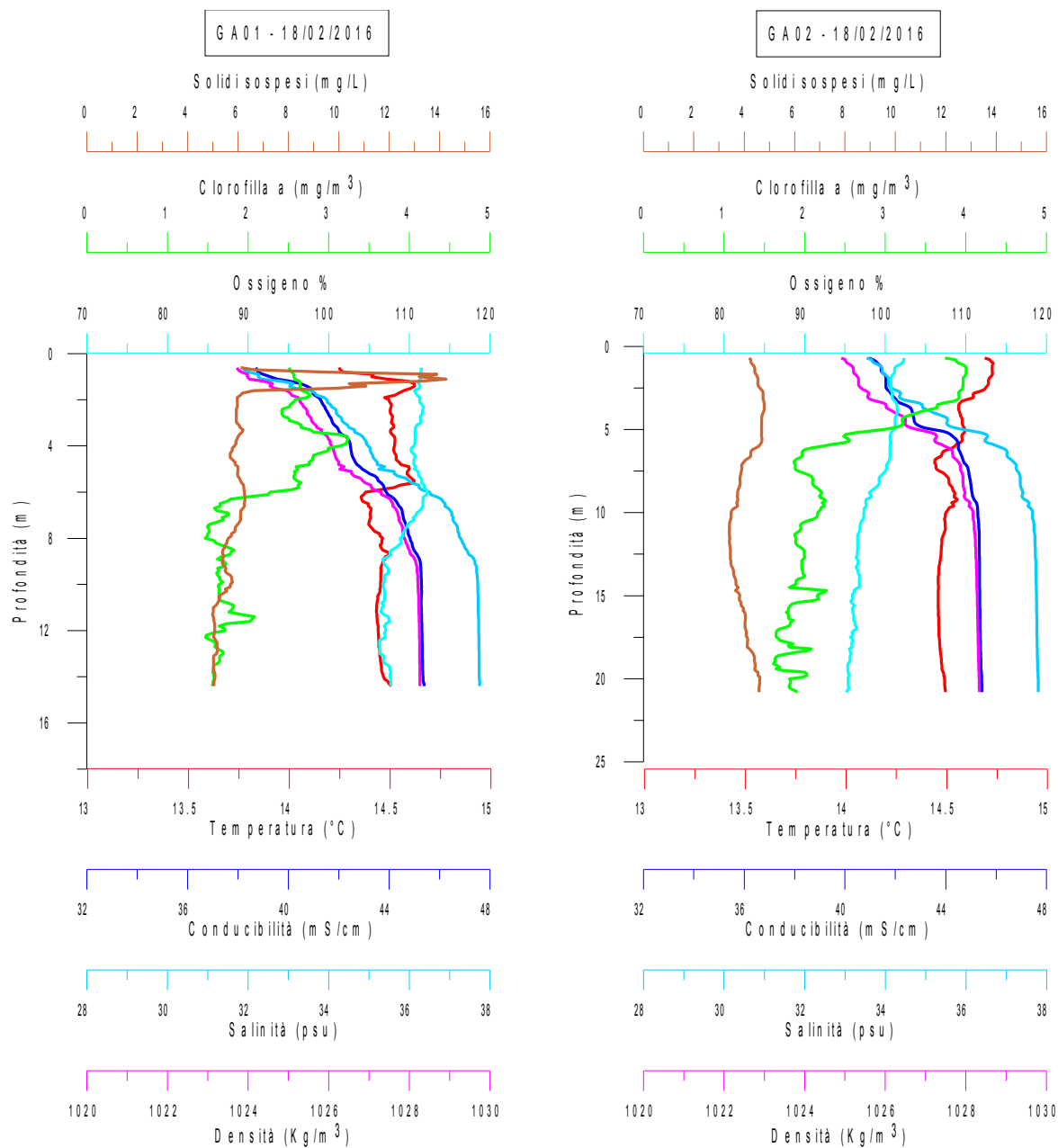


Fig.57 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

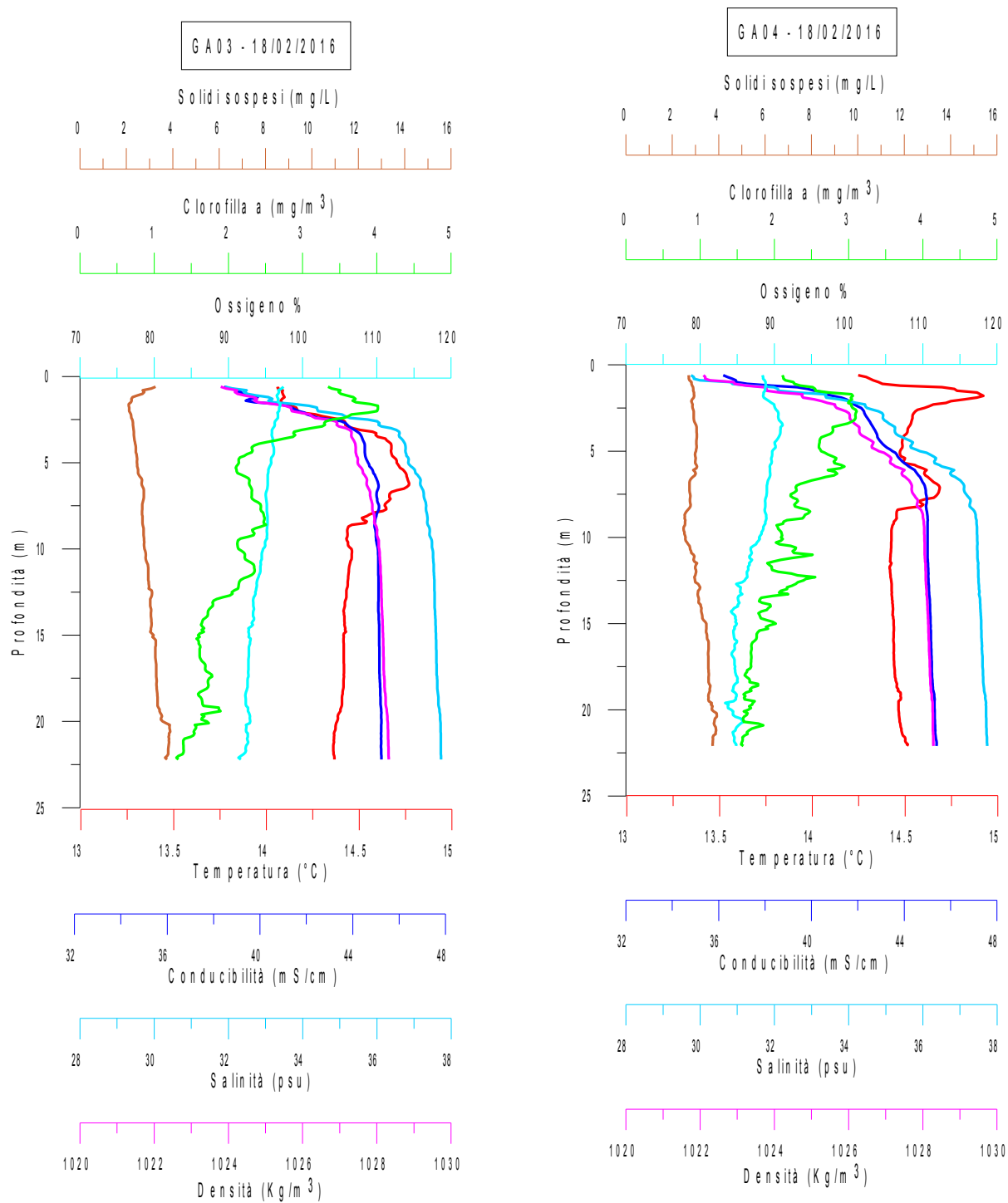


Fig.58 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

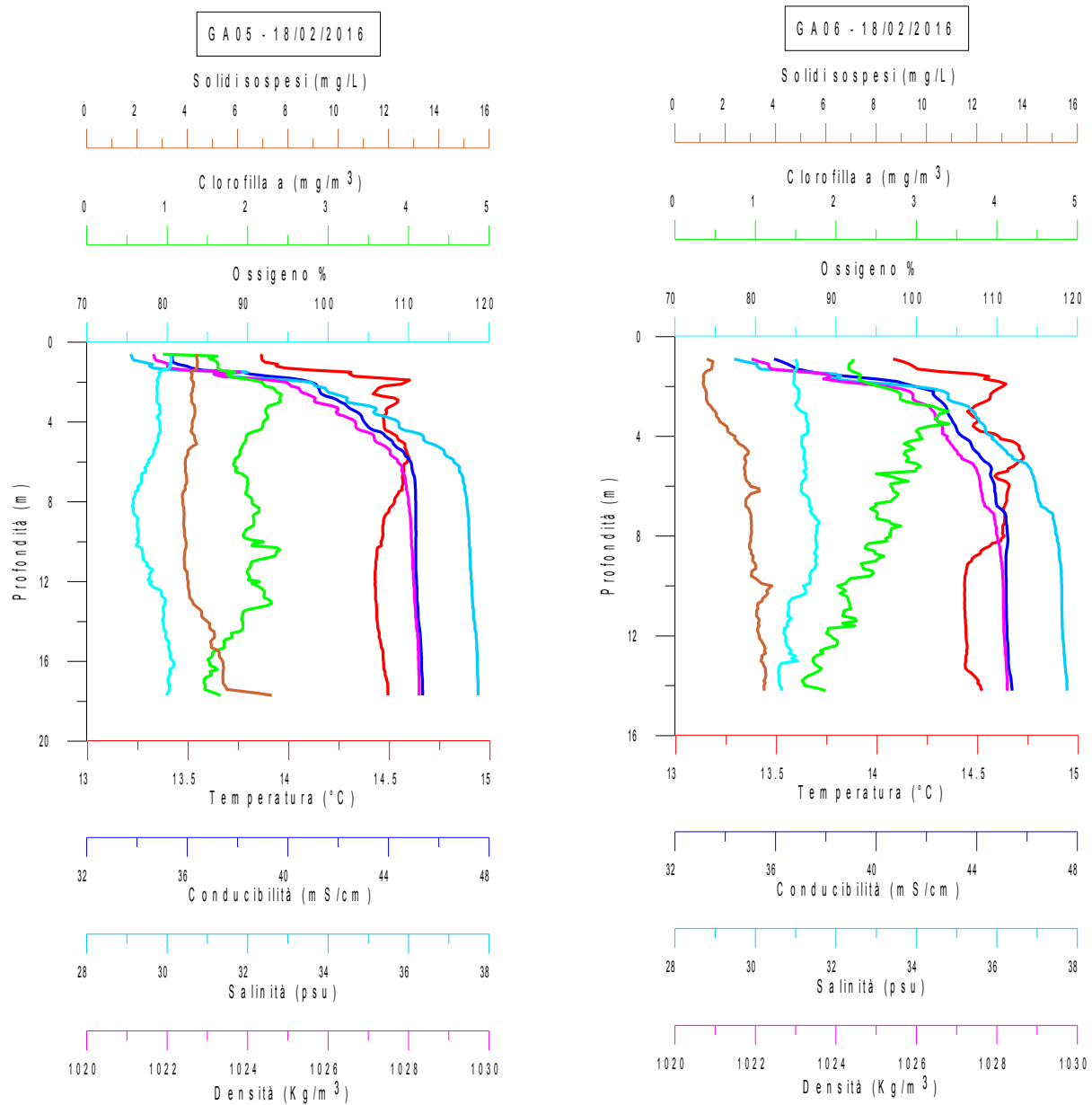


Fig.59 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

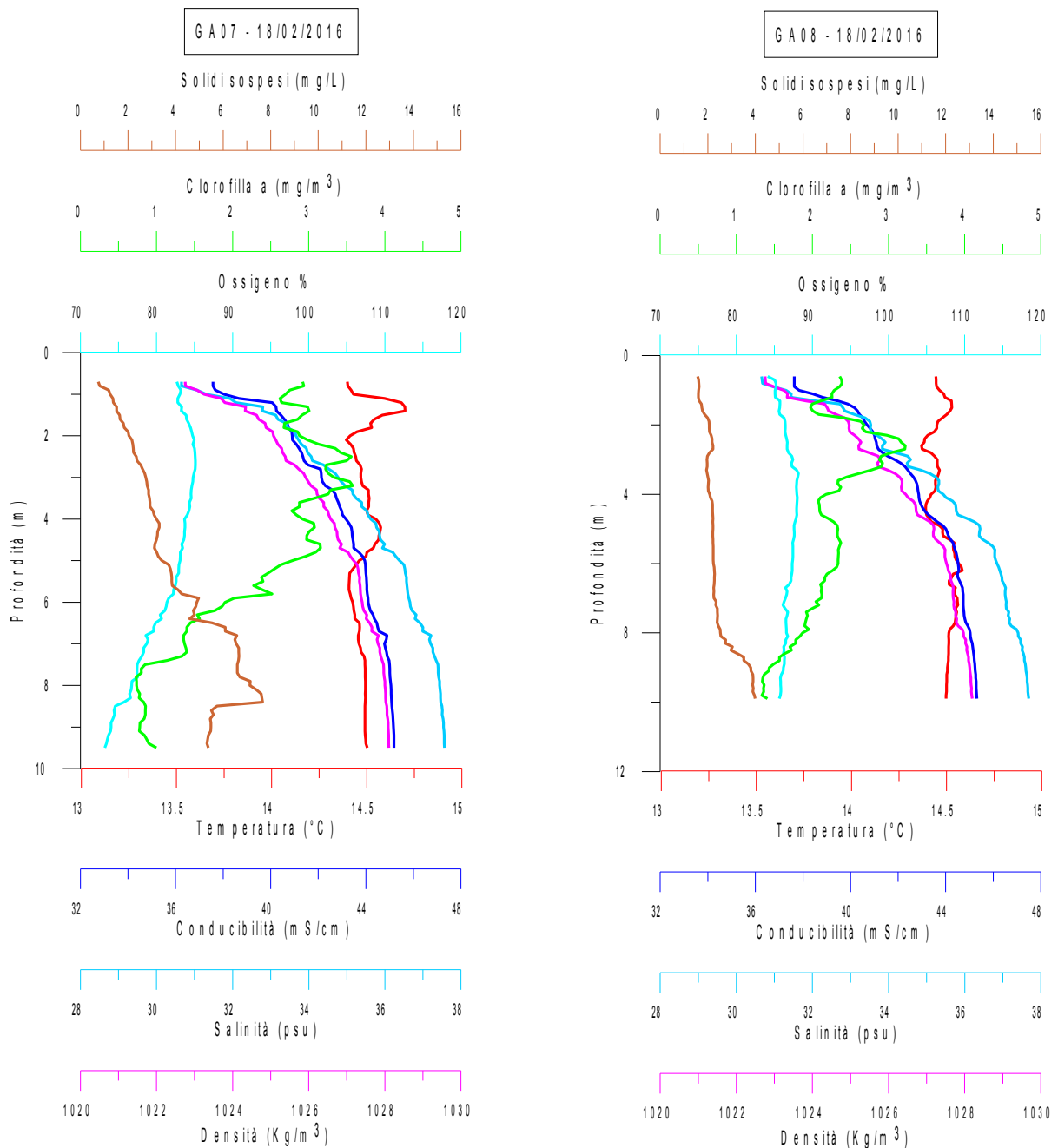


Fig.60 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

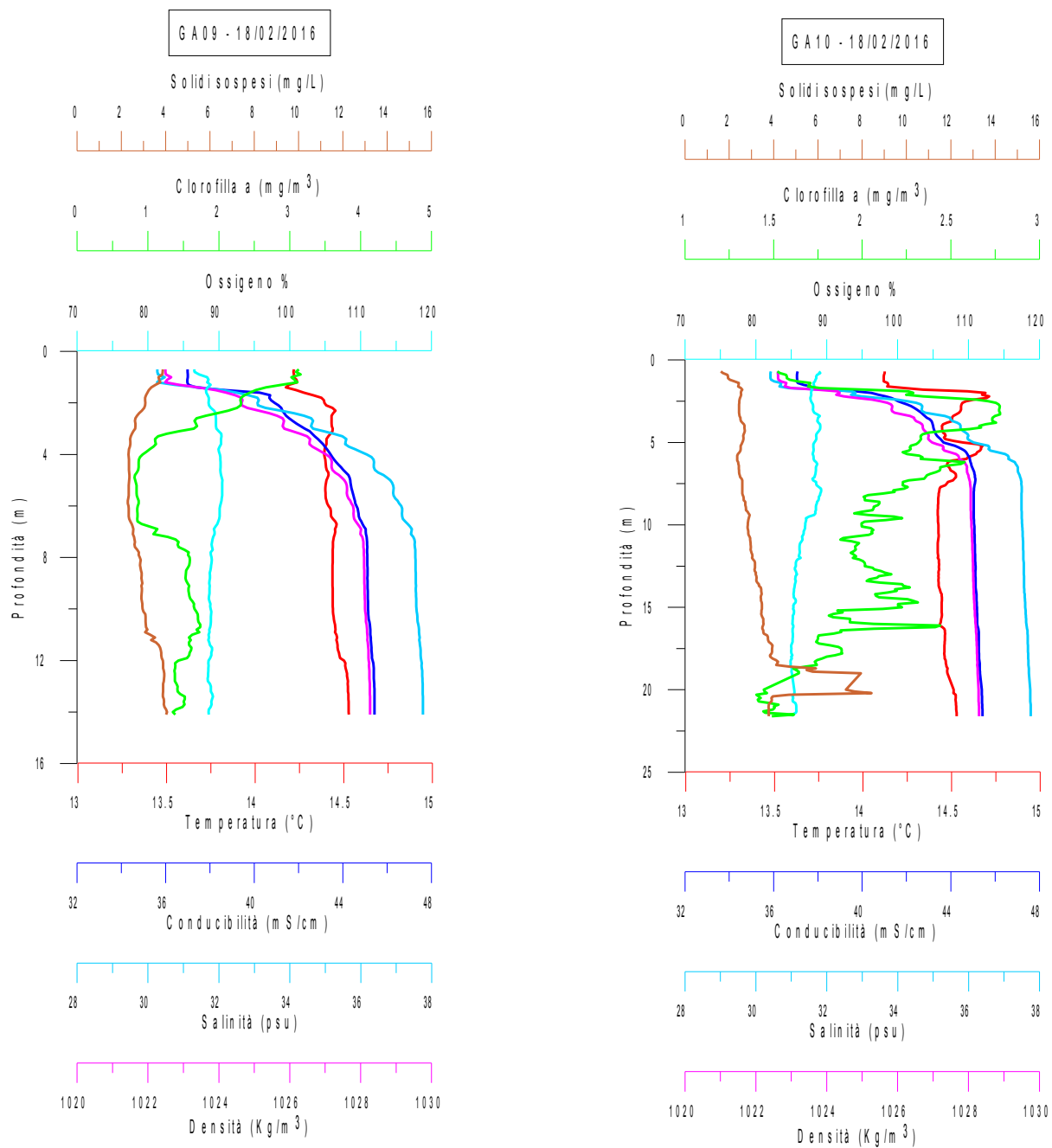
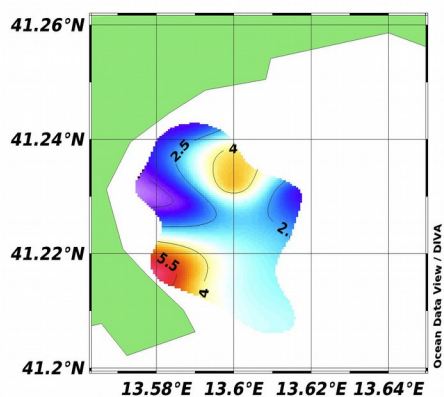


Fig.61 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

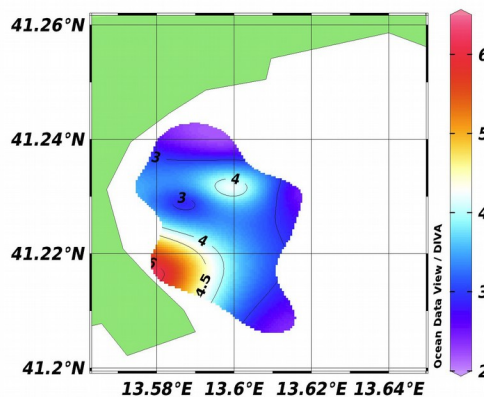
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante la campagna di misura GADR_04 si può vedere che: la temperatura presenta una drastica diminuzione rispetto alla prima campagna di misura, con valori che variano tra un minimo di 13.75°C e un massimo di 14.90°C; i solidi sospesi presentano valori compresi tra 0.90mg/l e 14.20mg/l in corrispondenza della stazione GA01; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.70mg/m³ e 4.05mg/m³.

Infine i dati di torbidità sono stati elaborati con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici di 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso nelle diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti nell'area costiera in corrispondenza della stazione GA01.

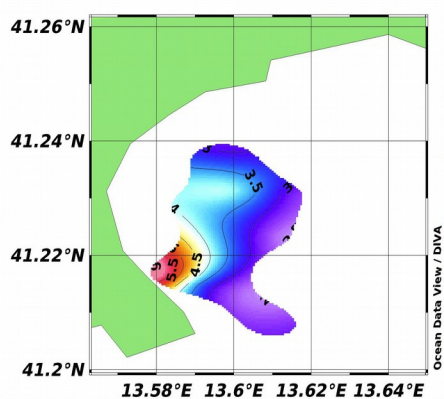
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



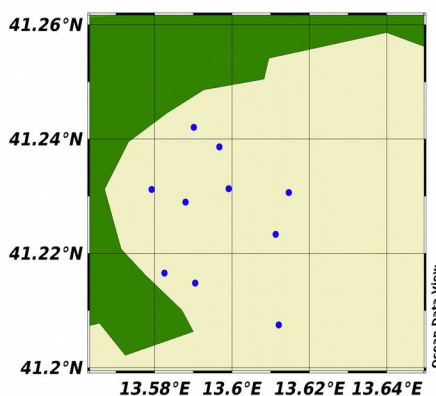
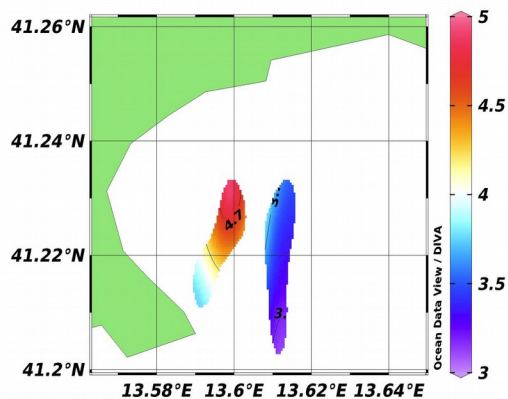
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

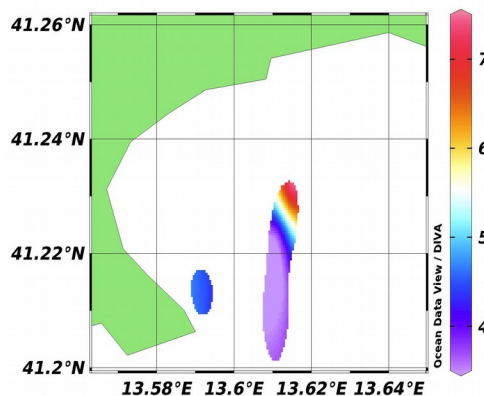


Fig.62 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_05 – 19.02.2016

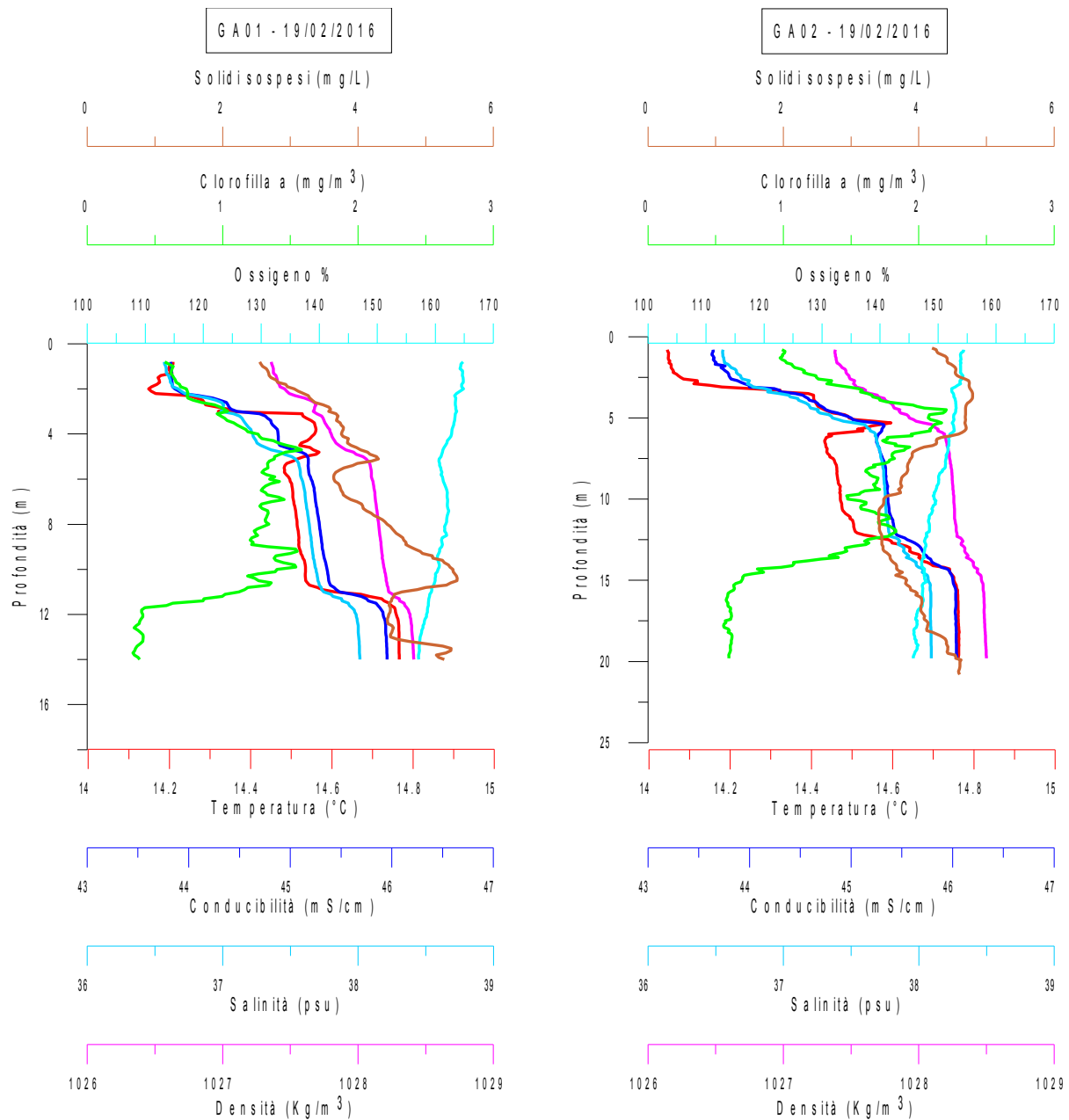


Fig.63 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

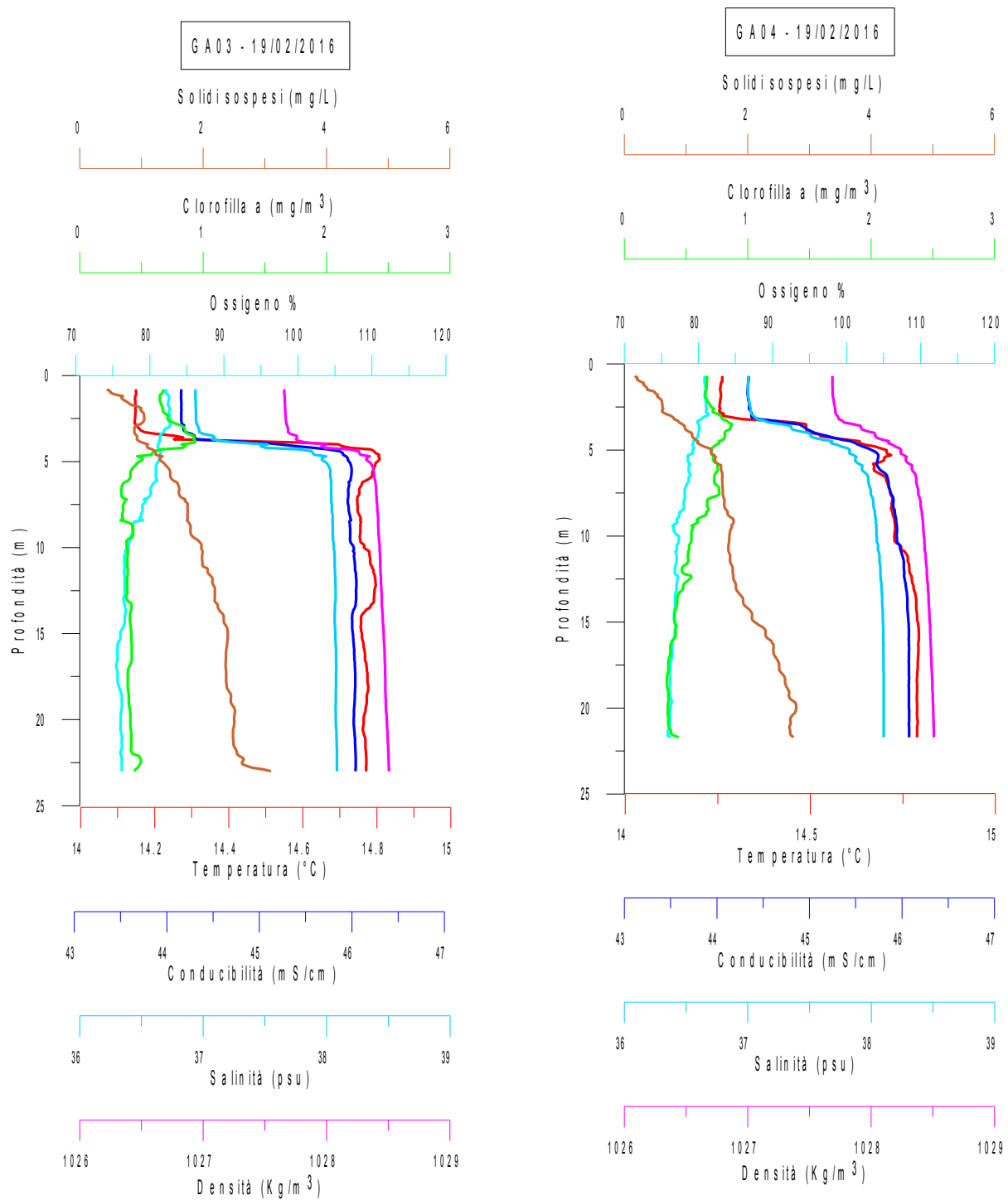


Fig.64 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

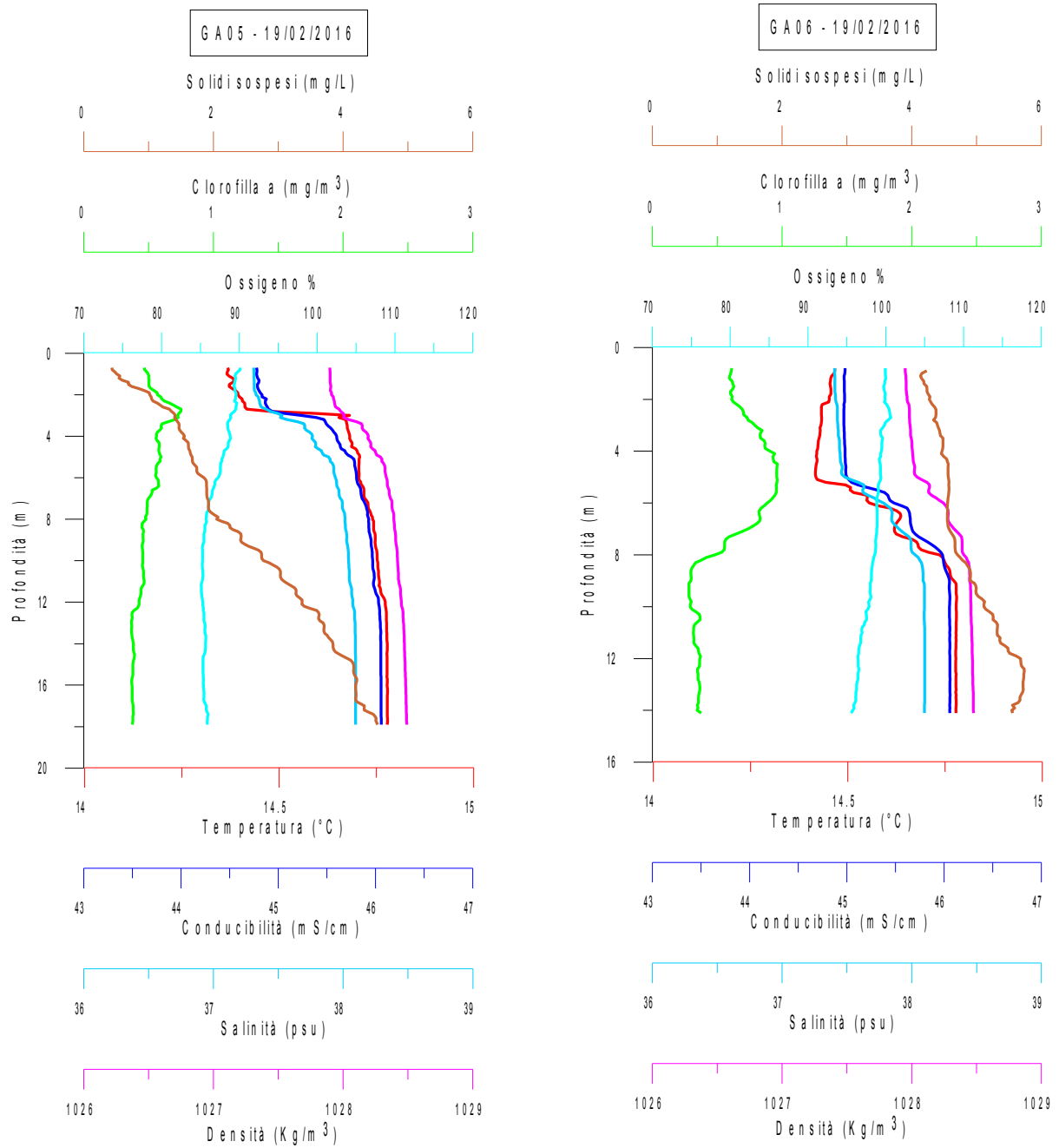


Fig.65 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

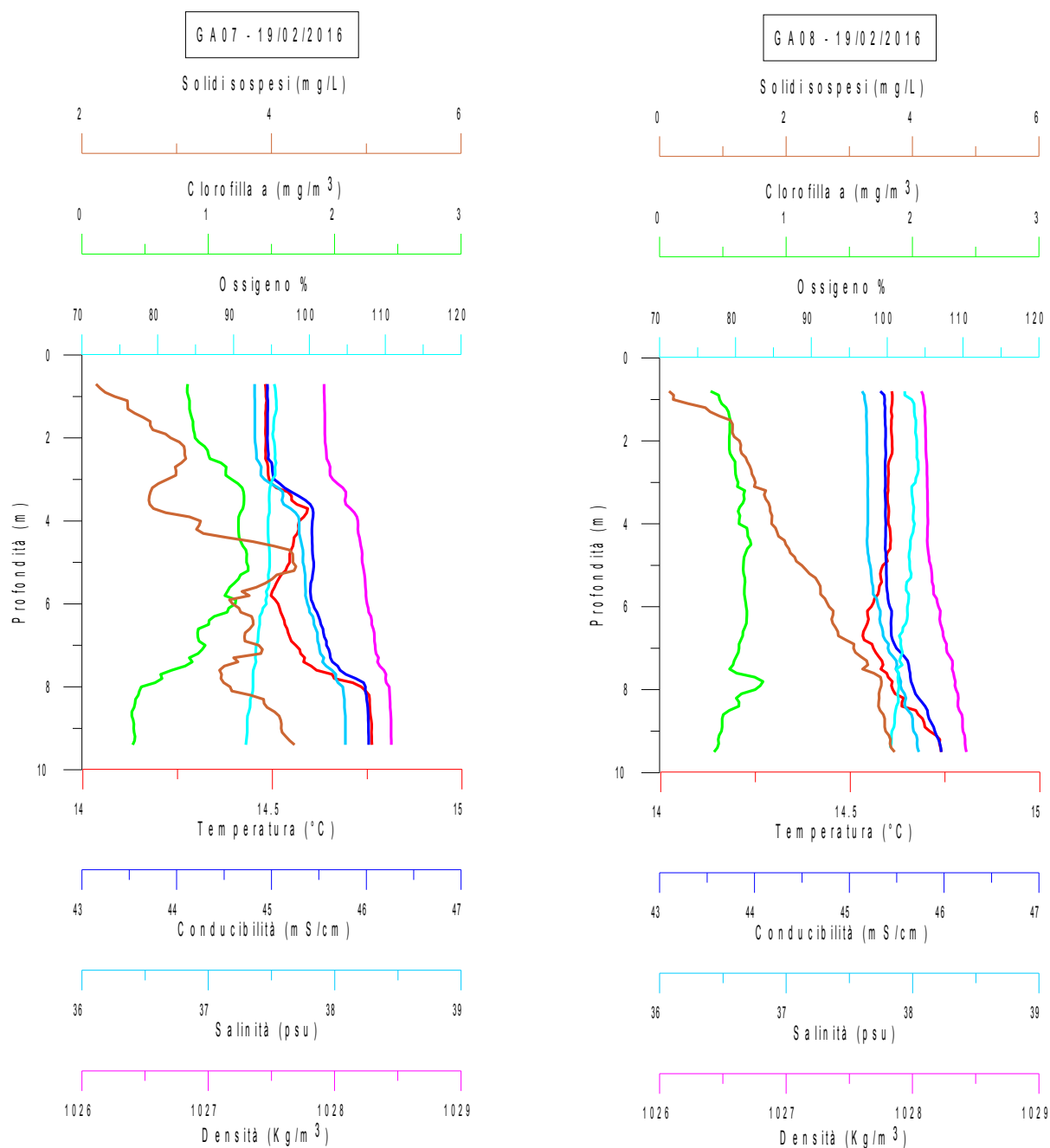


Fig.66 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

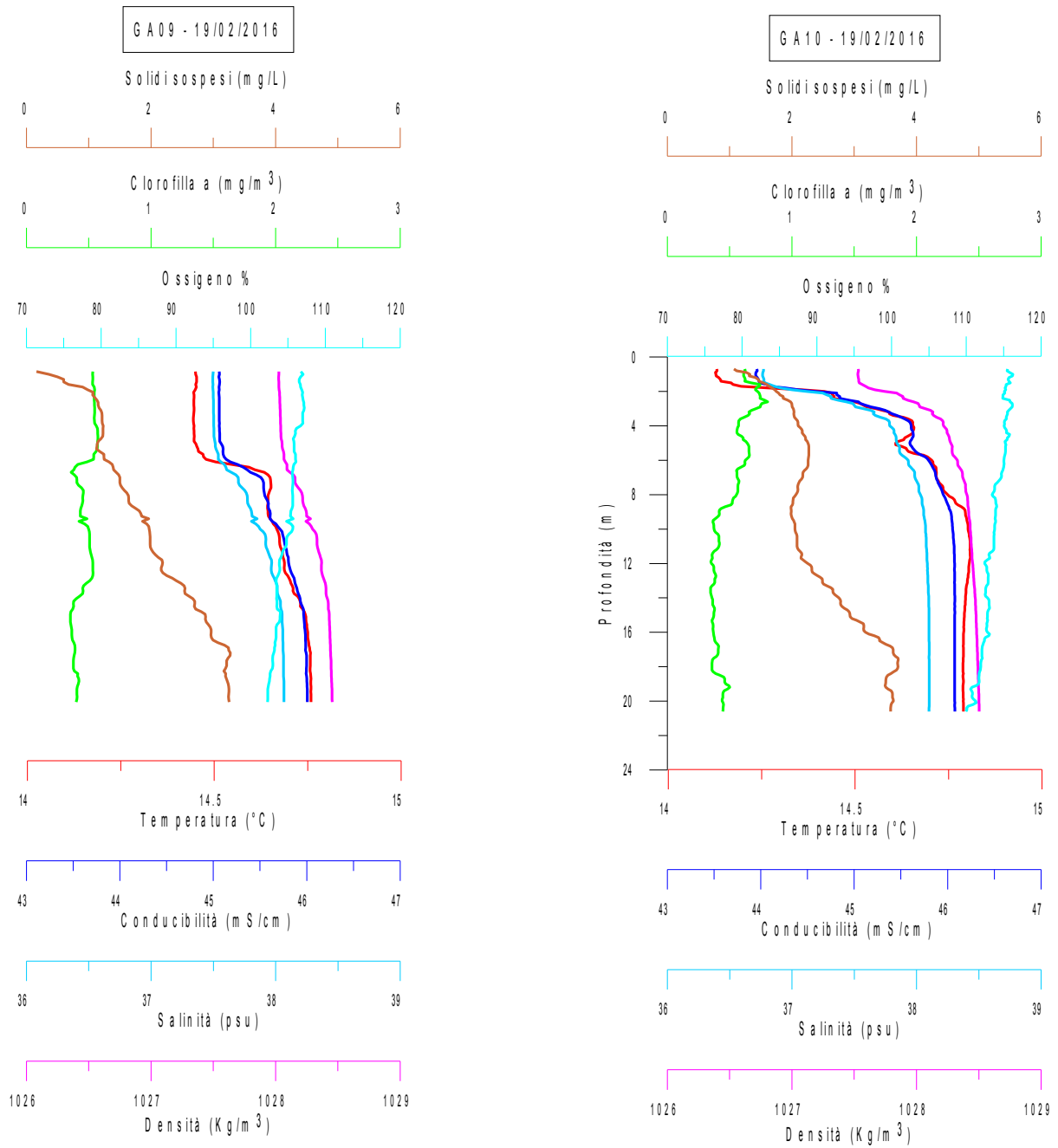
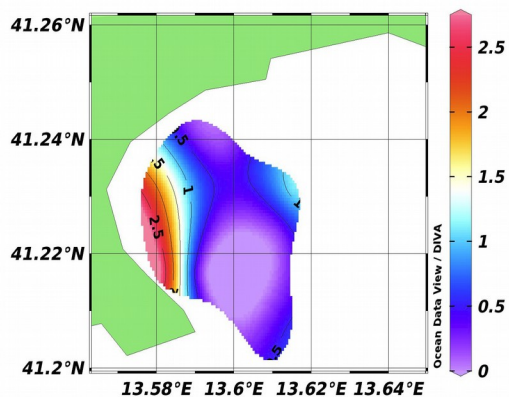


Fig.67 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

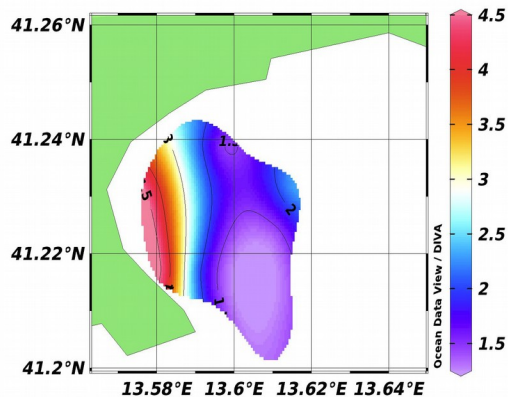
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante questa campagna di misura è possibile vedere che: la temperatura presenta valori che variano tra un minimo di 14.15°C in superficie e un massimo di 14.75°C sul fondo; i solidi sospesi mostrano valori paragonabili alla prima campagna, con valori compresi tra 0.10mg/l in superficie 5.80mg/l sul fondo; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.30mg/m³ e 2.25mg/m³.

I dati di torbidità sono stati elaborati anche con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso lungo le diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti nell'area costiera tra Punta Stendardo e Fosso Monte Lauro.

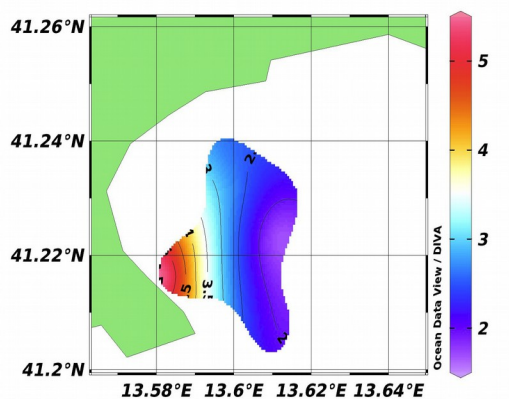
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



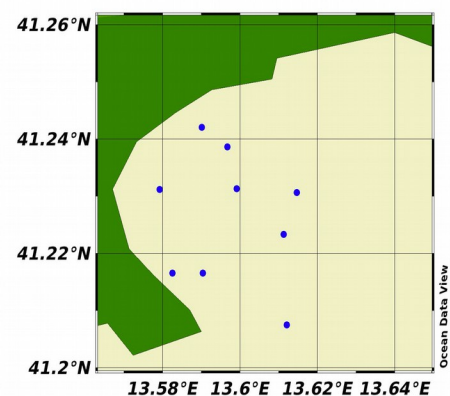
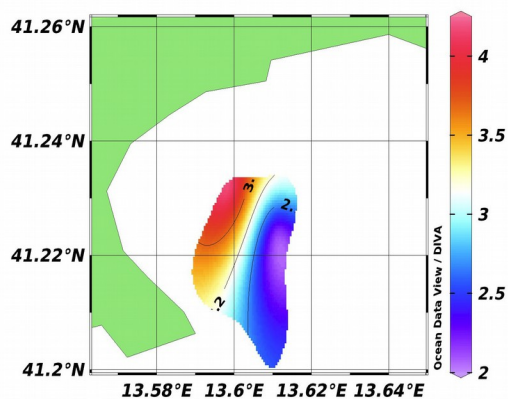
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

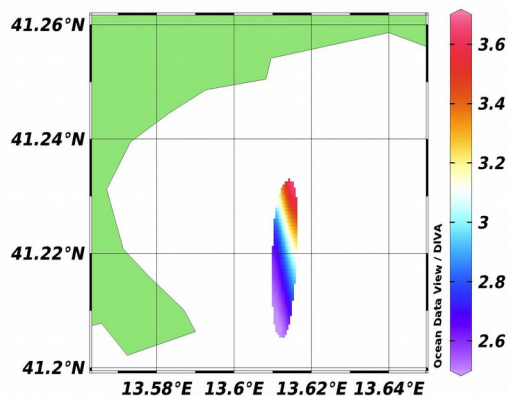


Fig.68 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_06 – 11.04.2016

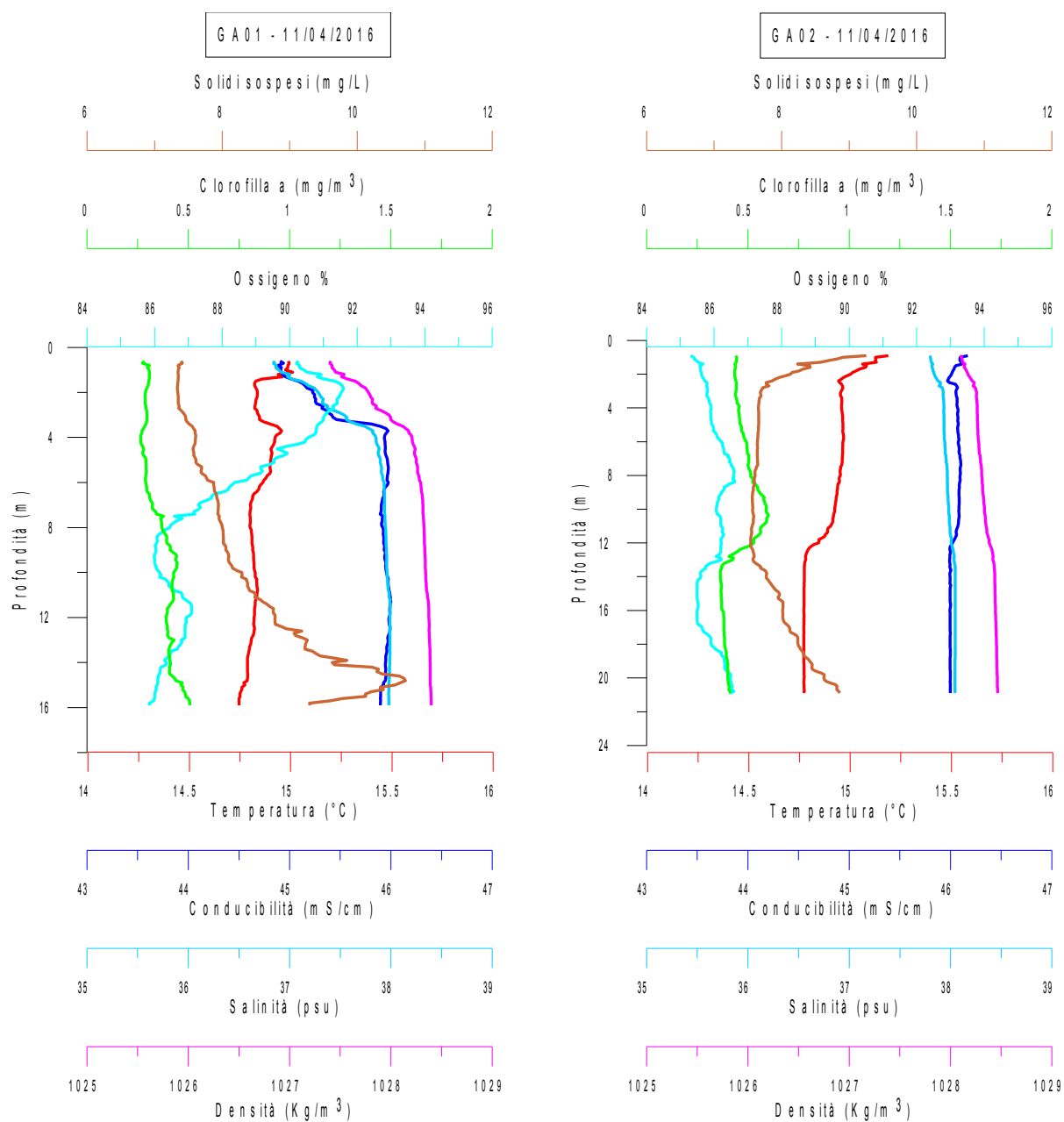


Fig.69 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

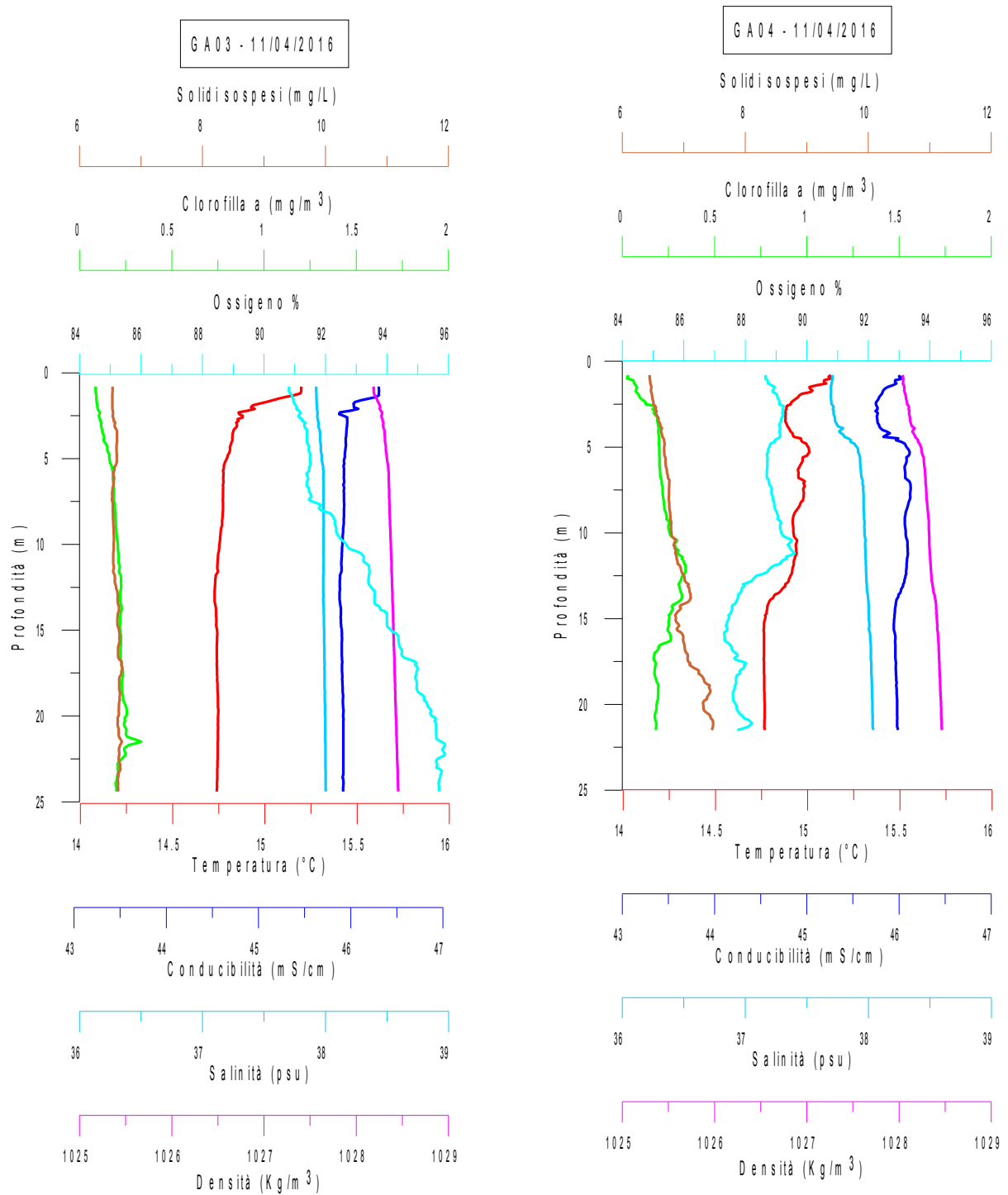


Fig.70 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

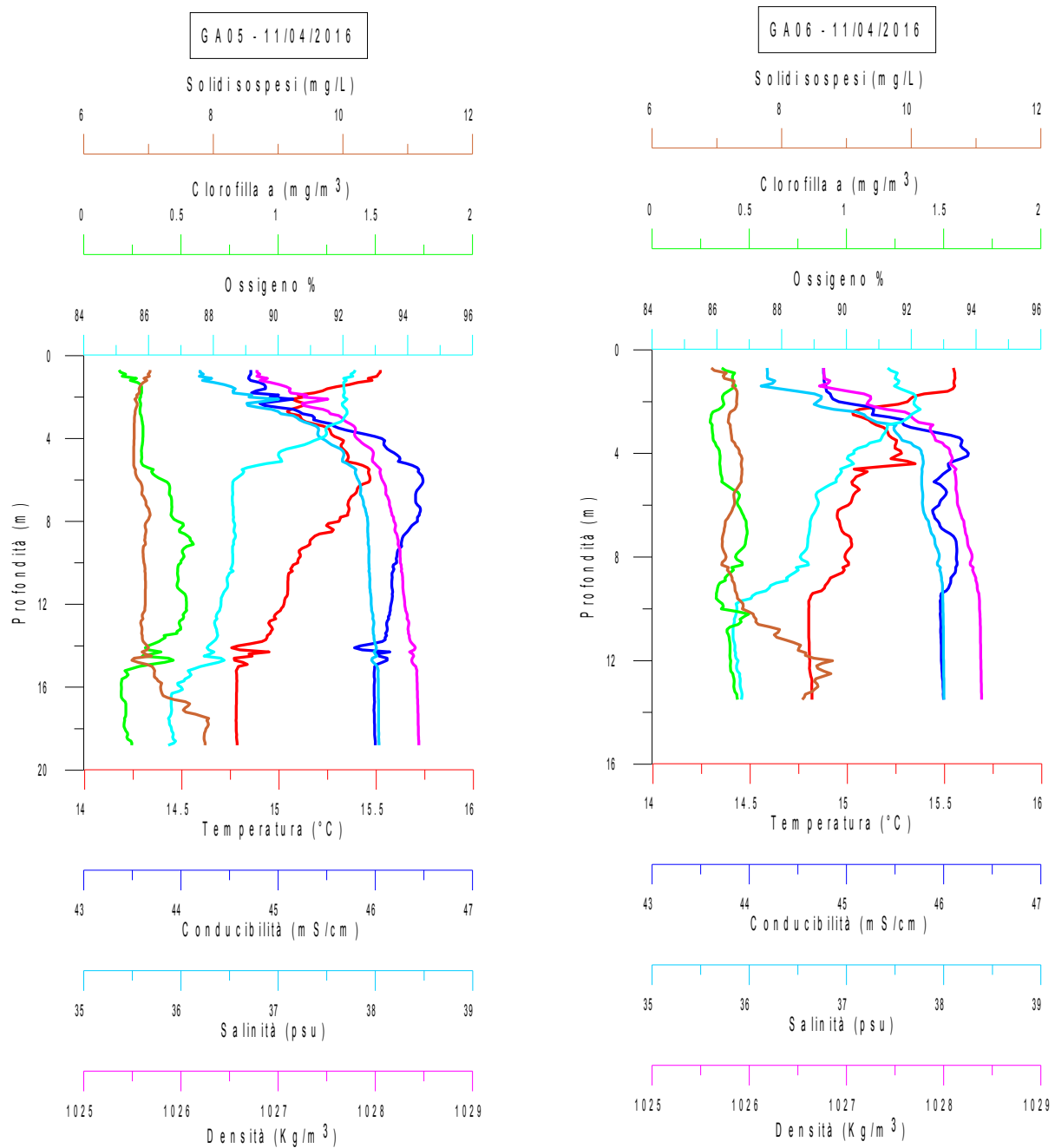


Fig.71 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

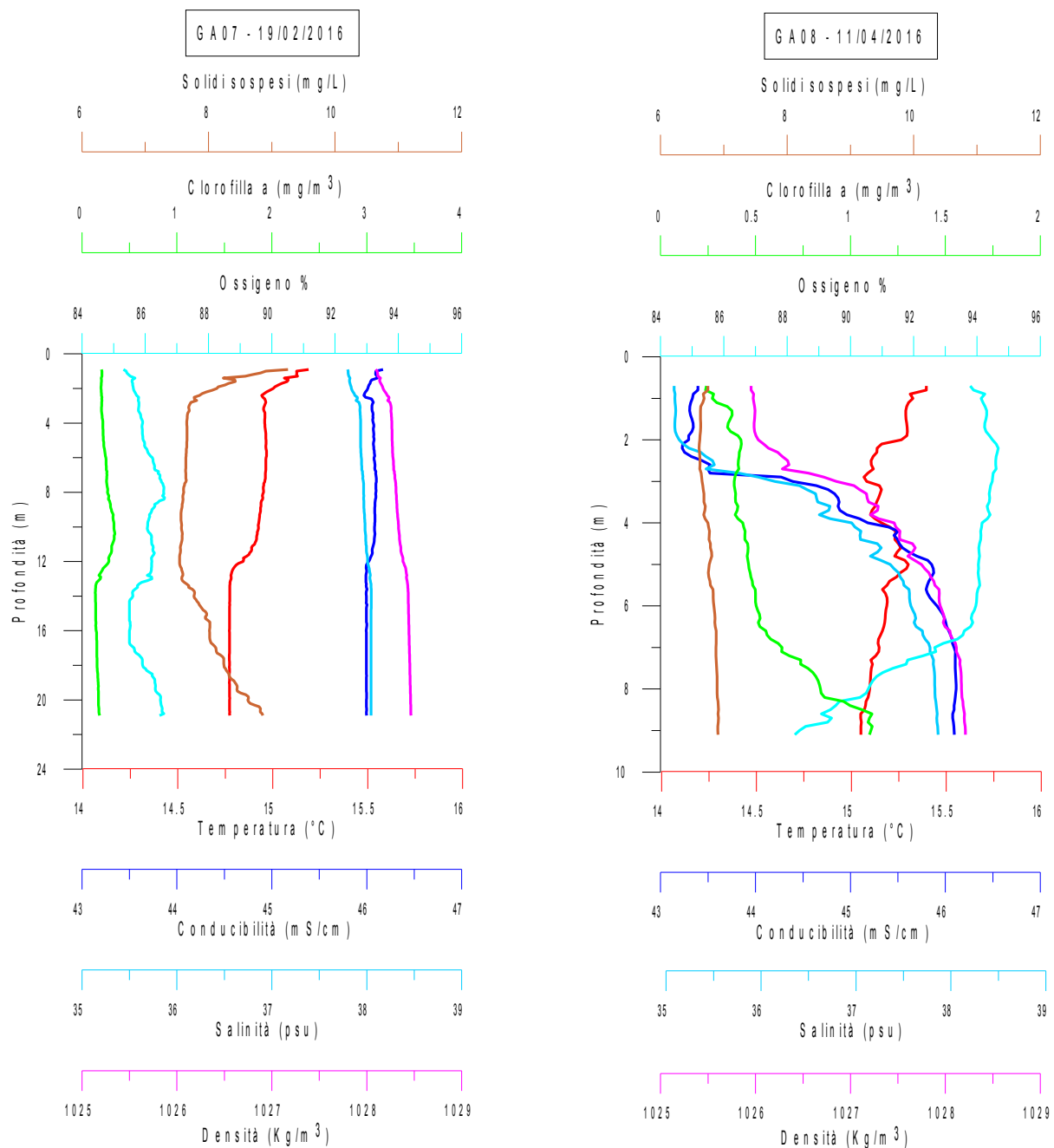


Fig.72 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

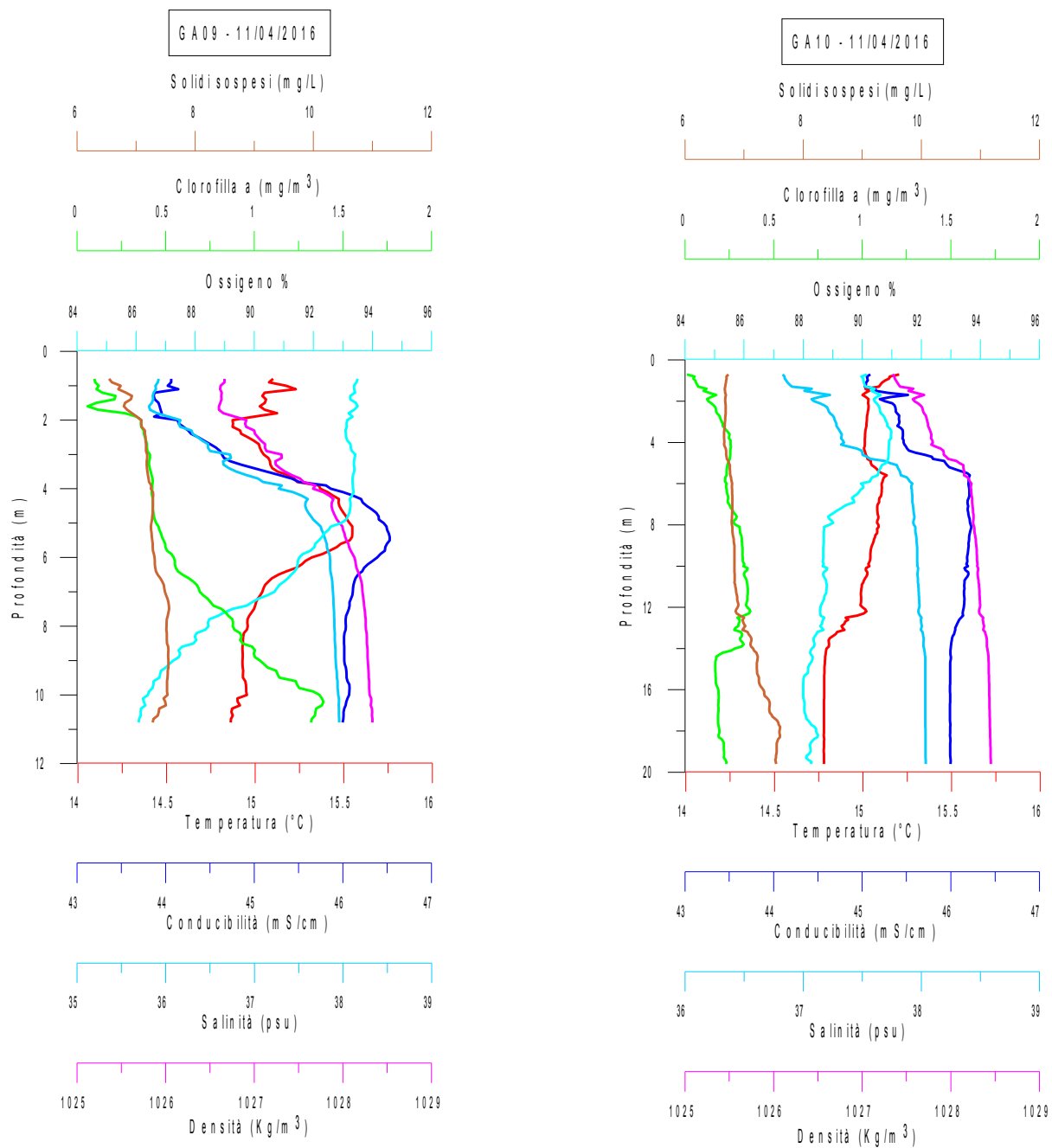
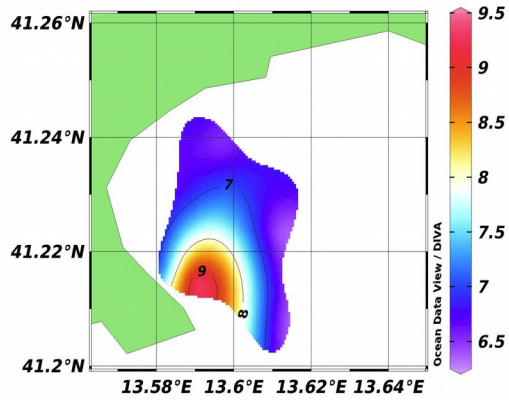


Fig.73 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

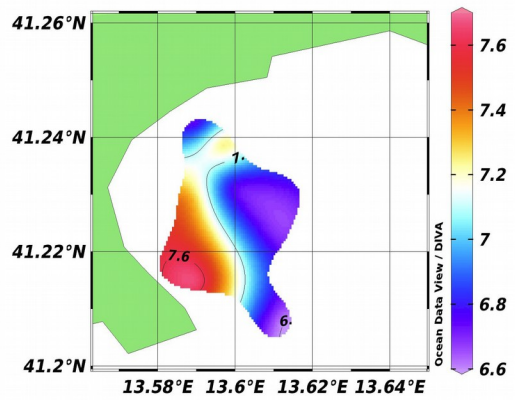
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante la presente campagna di misura si può vedere che: la temperatura presenta un graduale aumento rispetto alle precedenti campagne di misura, con valori che variano tra un minimo di 14.75°C e un massimo di 15.55°C; i solidi sospesi mostrano concentrazioni comprese tra 6.60mg/l 10.90mg/l sul fondo in corrispondenza della stazione GA01; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori massimi di 1.35mg/m³ sul fondo.

Anche in questa campagna i dati di torbidità sono stati elaborati con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m, 20m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso alle diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti in superficie in corrispondenza della stazione GA02 e permangono elevate in profondità, nella stessa area, in corrispondenza della stazione GA01.

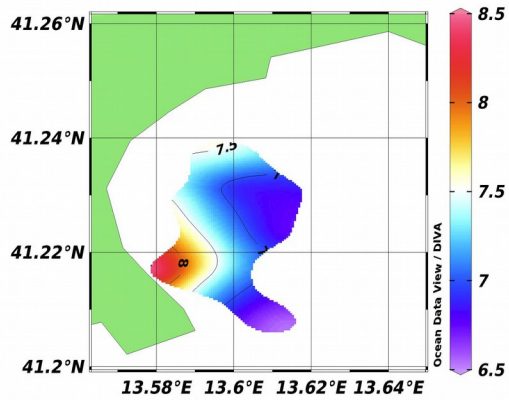
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



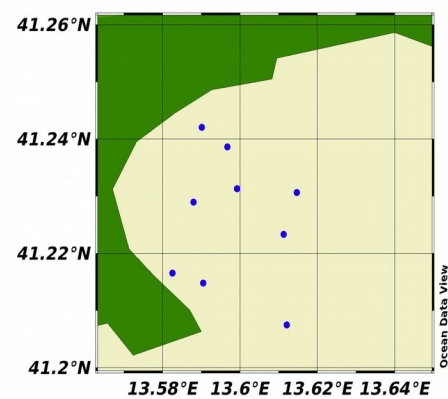
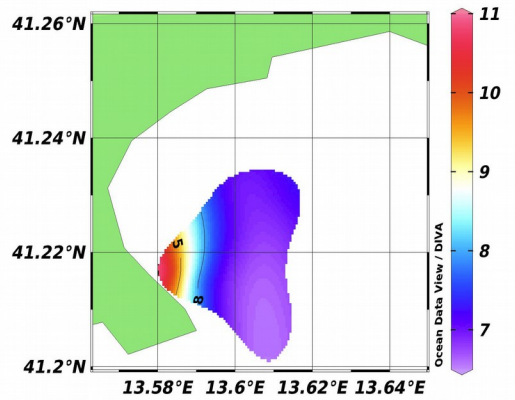
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=20

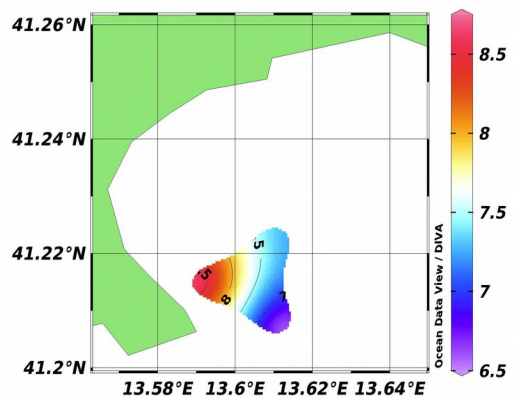


Fig.74 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_07 – 14.04.2016

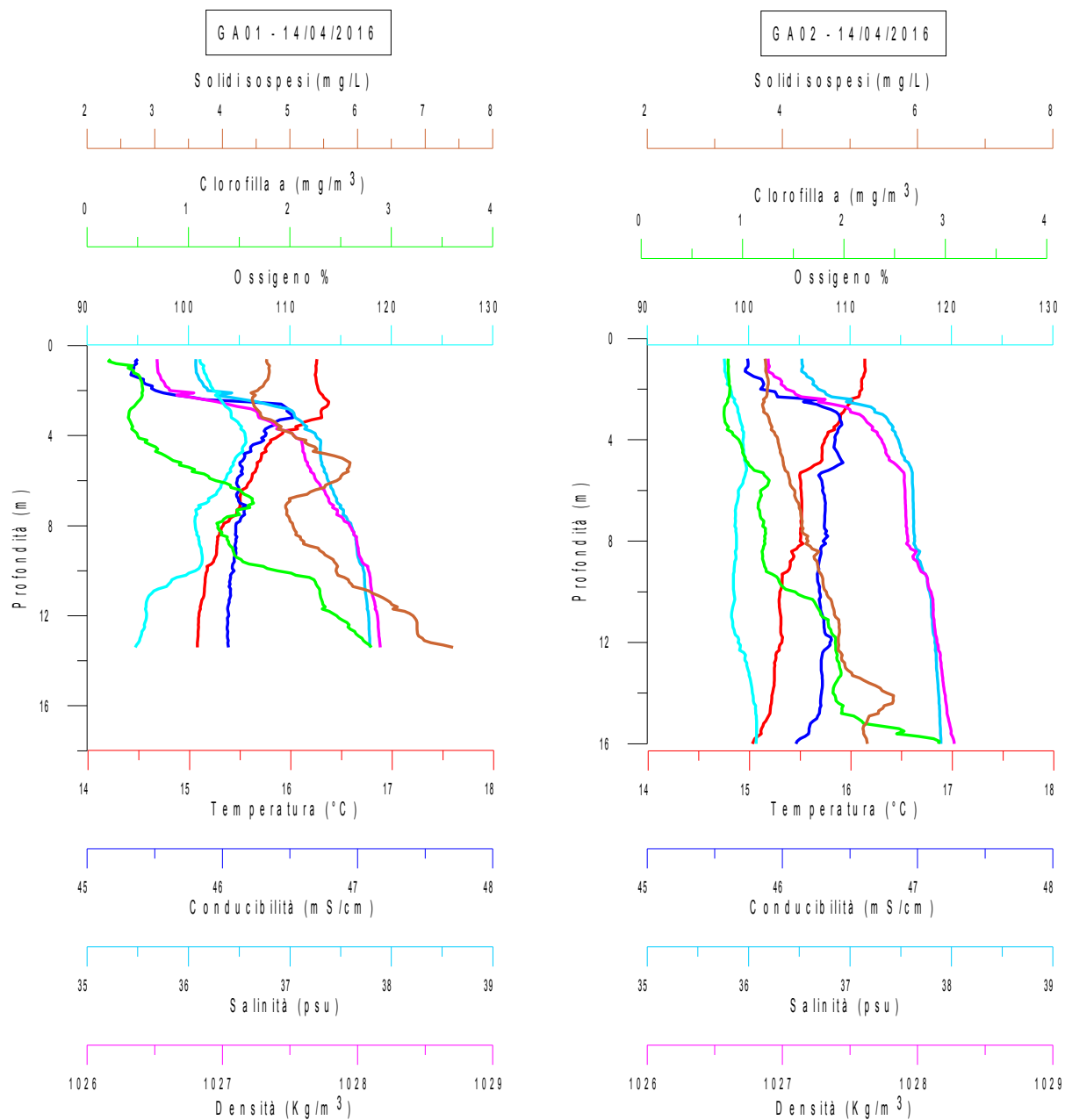


Fig.75 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

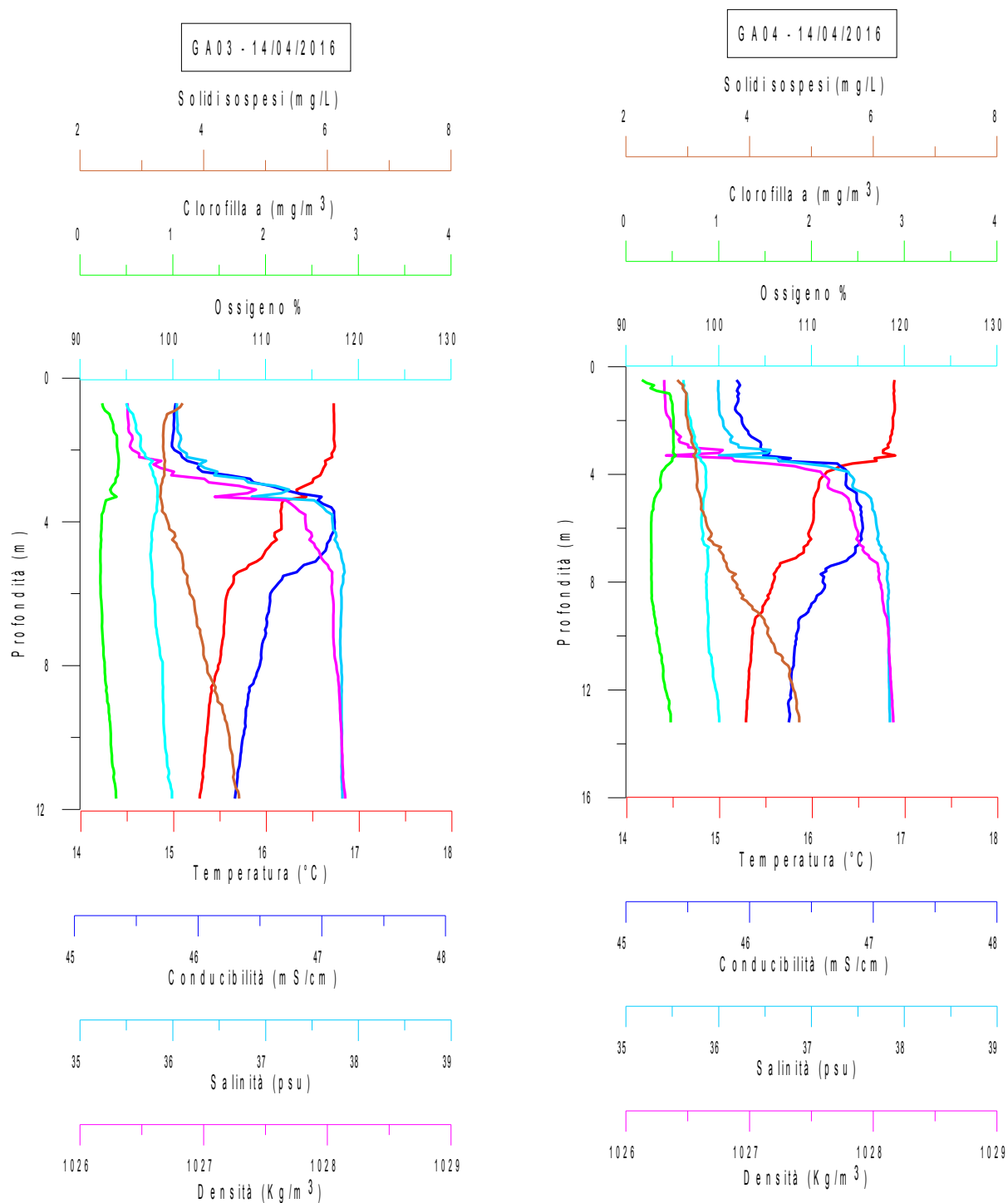


Fig.76 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

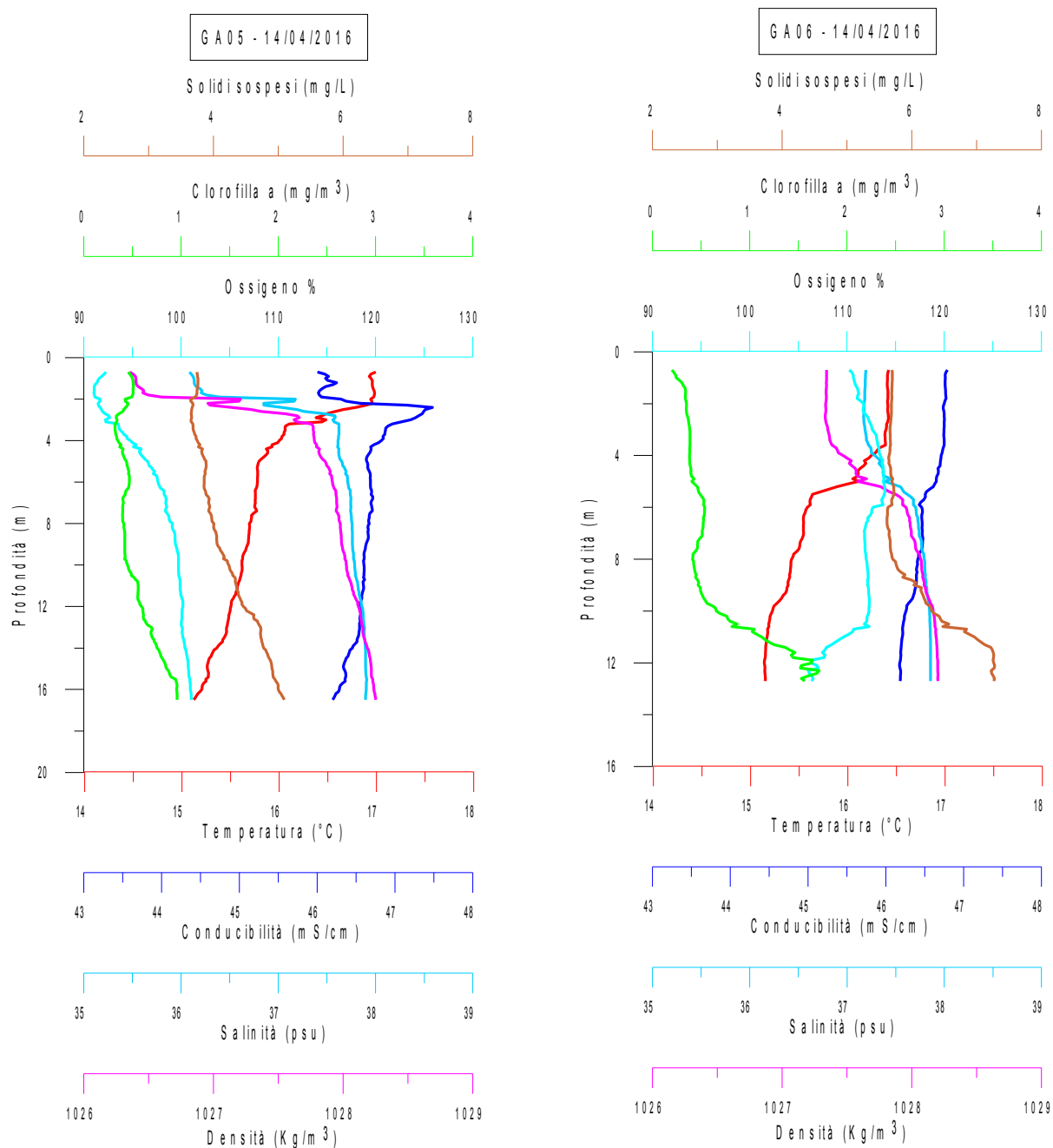


Fig.77 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

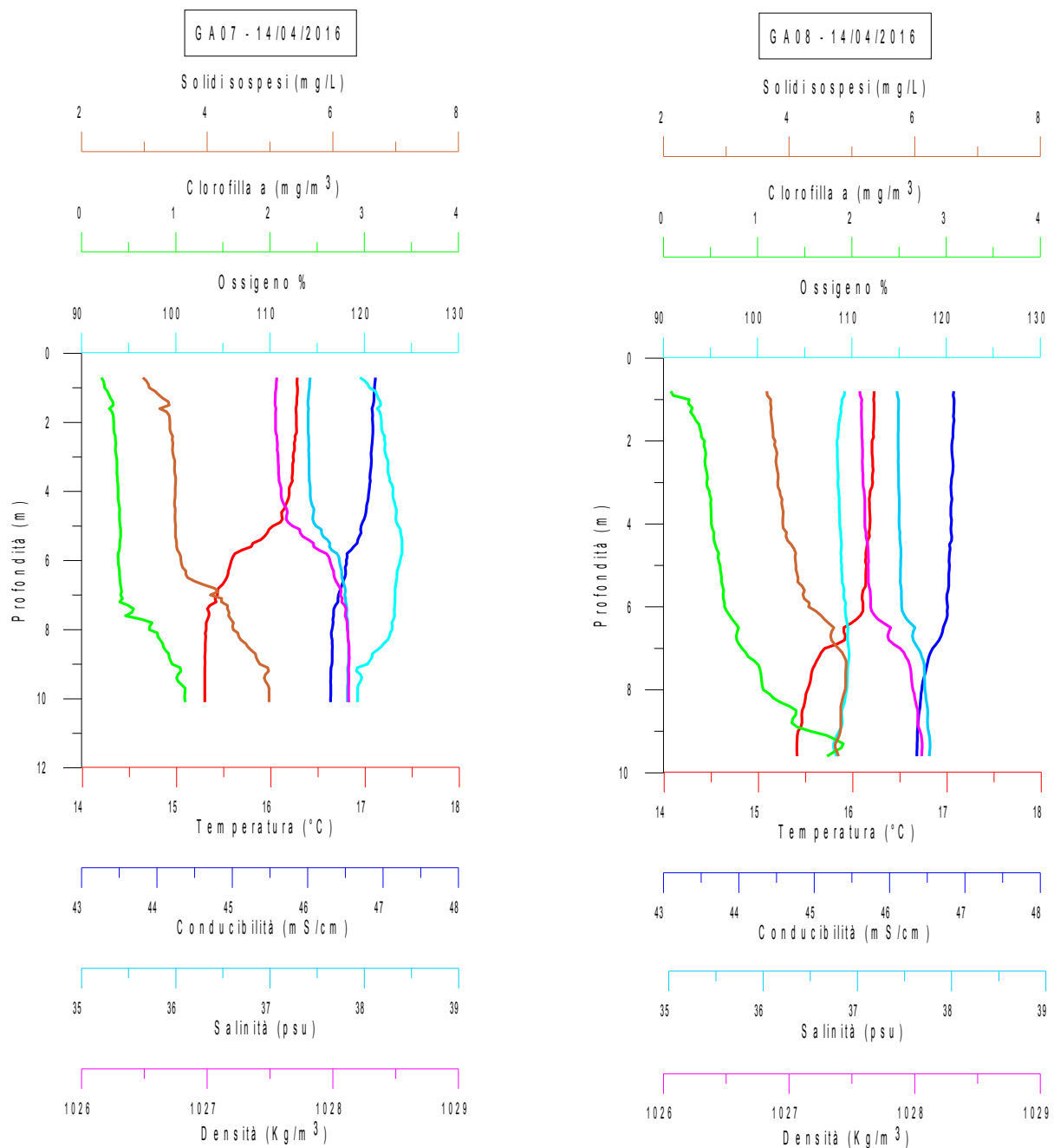


Fig.78 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

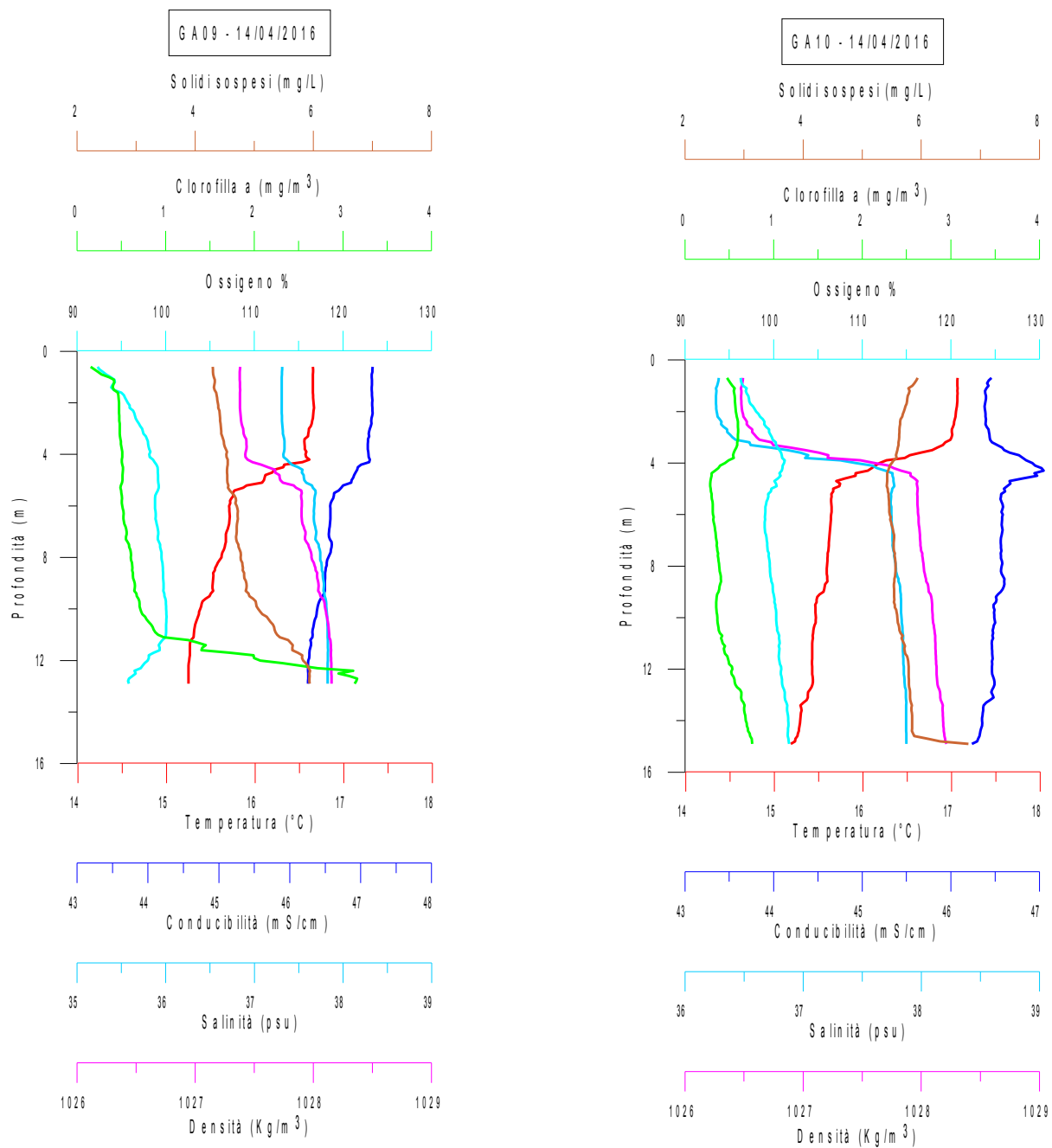
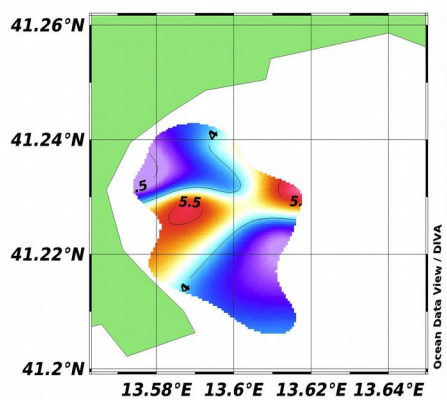


Fig.79 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

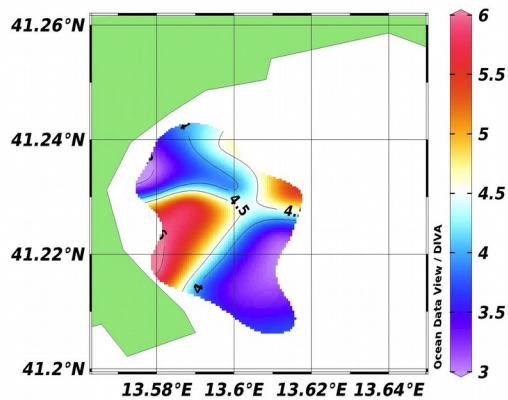
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante la presente campagna di misura si può vedere che: la colonna d'acqua comincia a presentare una leggera stratificazione con conseguente formazione di un termoclino visibile in quasi la totalità delle stazioni, che presentano una temperatura variabile tra un minimo di 15.0°C sul fondo e un massimo di 17.10°C in superficie; i solidi sospesi mostrano concentrazioni comprese tra 3.0mg/l in superficie 7.50mg/l sul fondo della stazione GA01; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.10mg/m³ in superficie e 3.20mg/m³ sul fondo.

I dati di torbidità sono stati elaborati anche con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m, 20m.

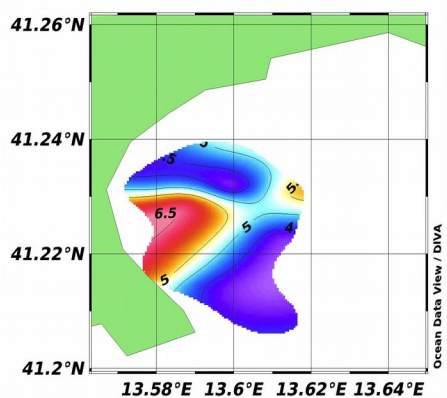
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15

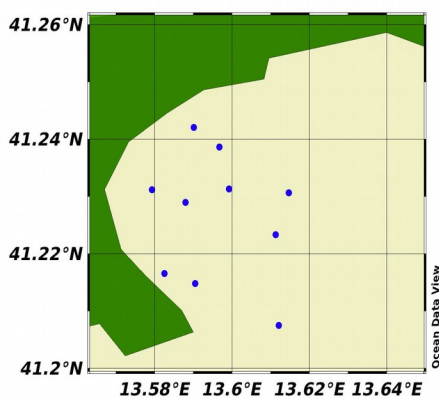
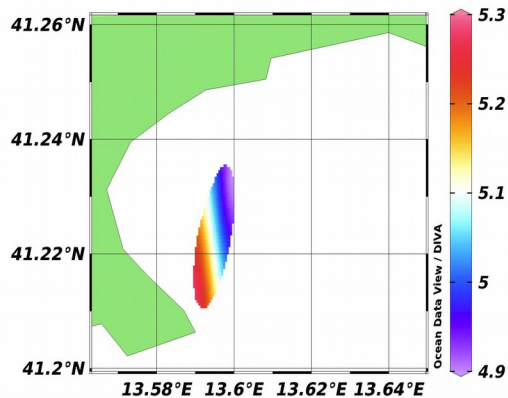


Fig.80 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

Campagna di misura GADR_08 – 19.04.2016

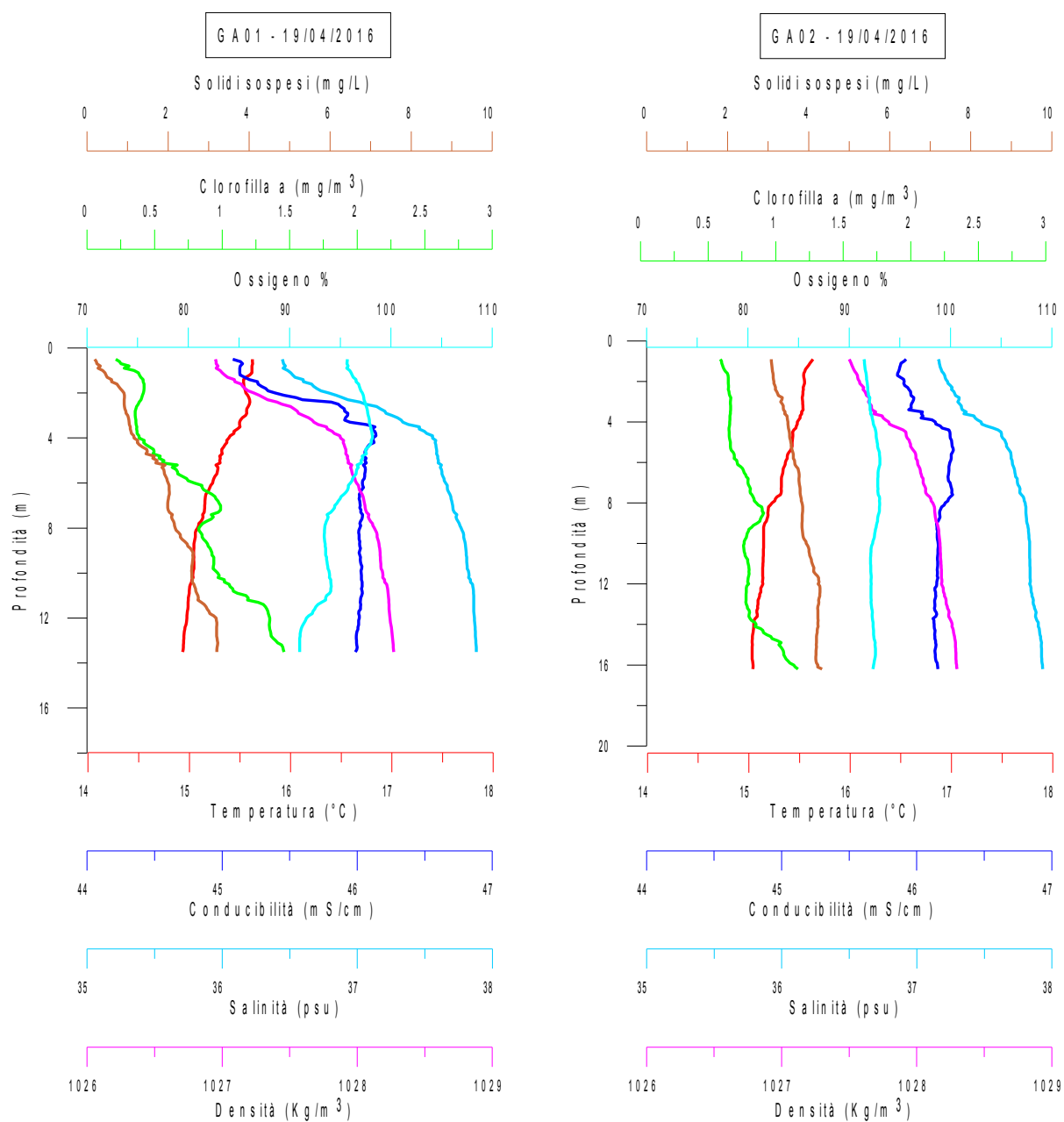


Fig.81 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA01 e GA02

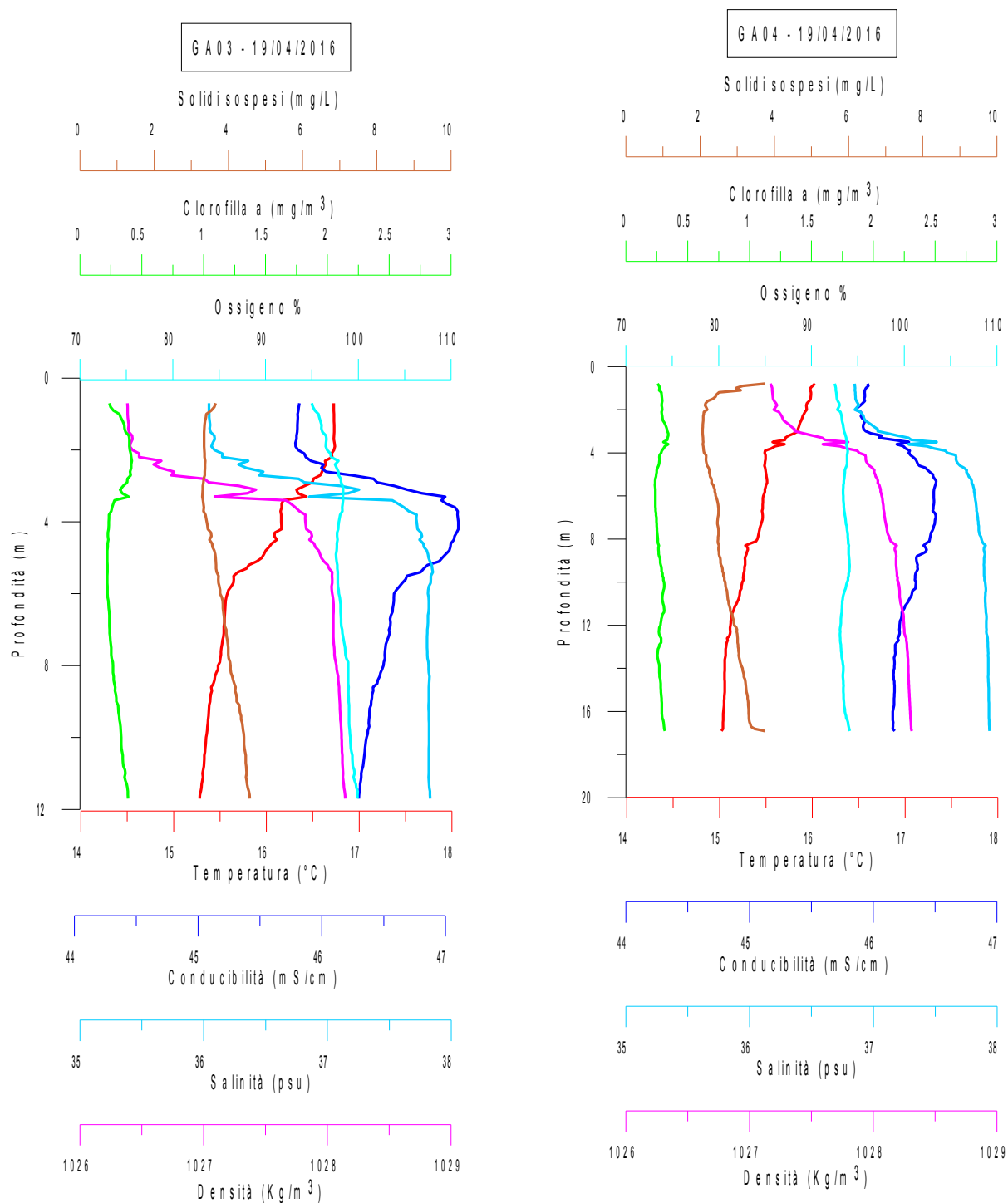


Fig.82 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA03 e GA04

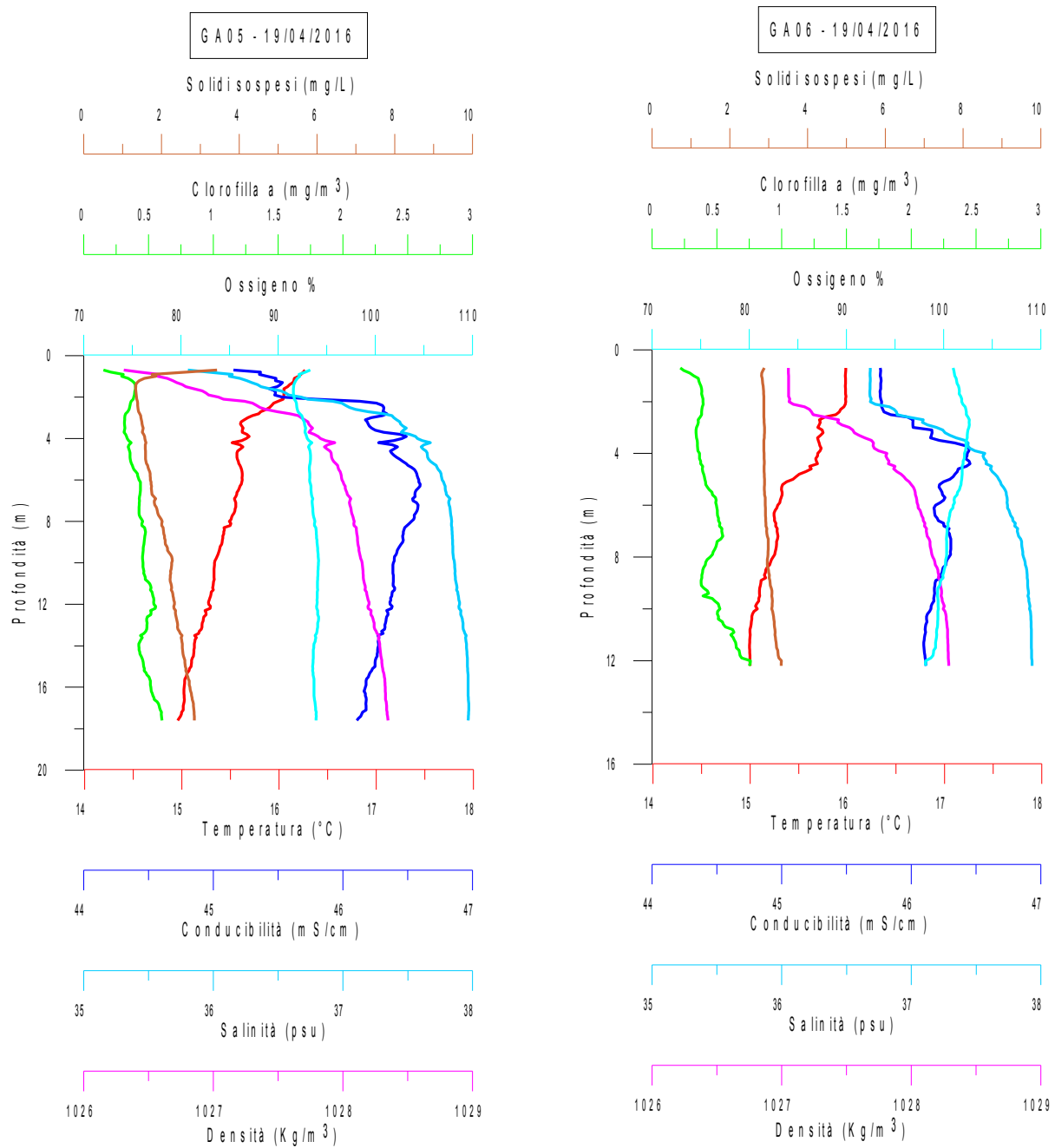


Fig.83 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA05 e GA06

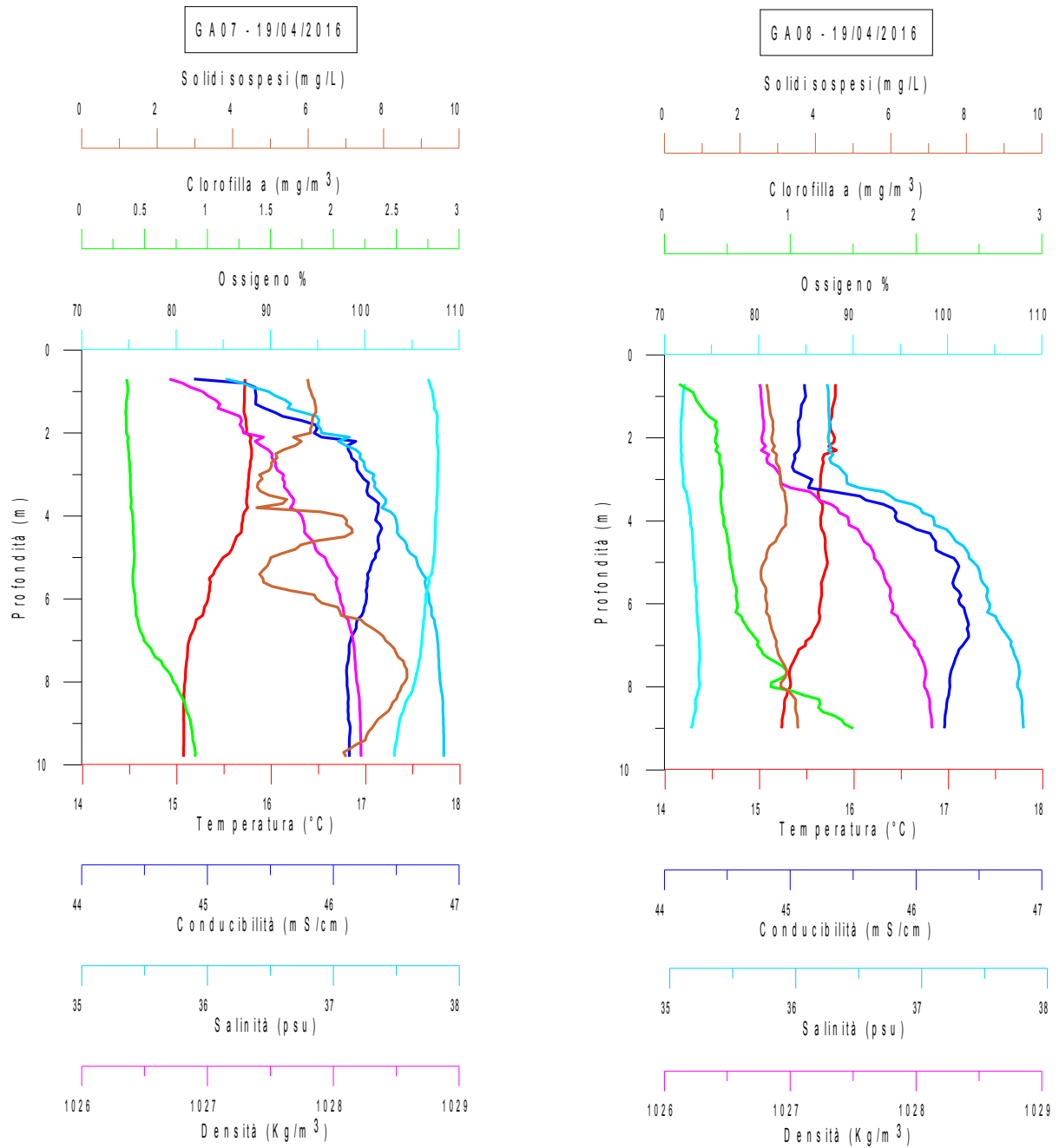


Fig.84 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conduttività, salinità e densità nelle stazioni GA07 e GA08

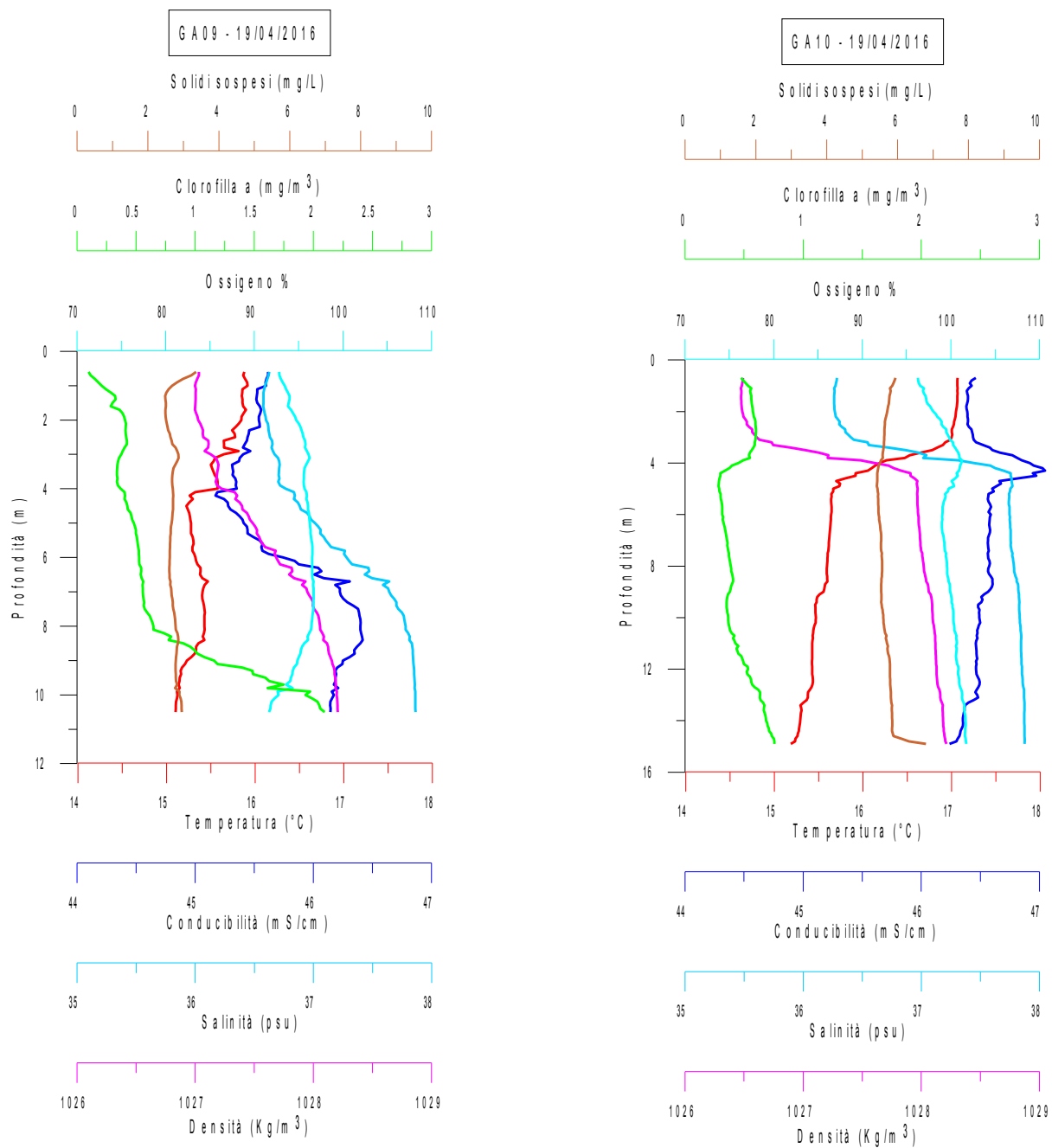
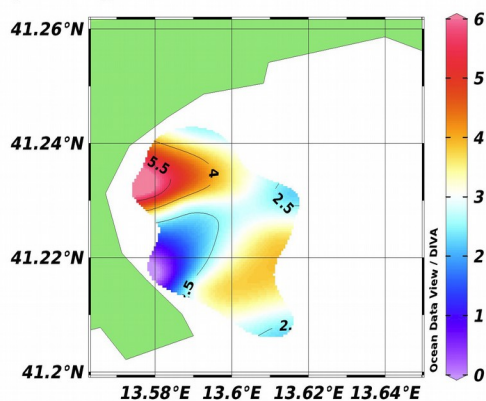


Fig.85 Grafico della distribuzione lungo la colonna d'acqua di solido sospeso, clorofilla a, ossigeno disciolto, temperatura, conducibilità, salinità e densità nelle stazioni GA09 e GA10

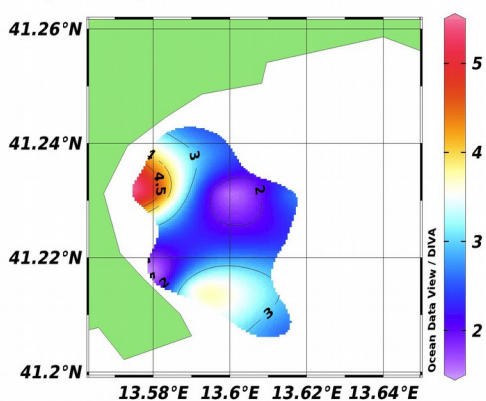
Dall'analisi della distribuzione delle variabili acquisite durante l'ultima campagna di misura si può vedere che: anche in questo caso è visibile la struttura del termoclino in molte delle stazioni effettuate, con una temperatura che varia tra un minimo di 14.90°C sul fondo e un massimo di 17.10°C in superficie; i solidi sospesi mostrano un concentrazioni paragonabili alla prima campagna, con valori compresi tra 0.20mg/l in superficie 8.80mg/l sul fondo; le concentrazioni di clorofilla *a* presentano valori compresi tra 0.15mg/m³ in superficie e 2.10mg/m³ in corrispondenza del fondo della stazione GA09.

Infine i dati di torbidità sono stati elaborati con il software Ocean Data View (ODV) al fine di ottenere mappe della distribuzione dei solidi sospesi relative alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m. Dall'analisi della distribuzione del solido sospeso nelle diverse profondità si vede come le concentrazioni più elevate siano presenti negli strati più superficiali nell'area corrispondente alla stazione GA07, mentre aumenta verso il fondo nelle stazioni limitrofe a Punta Stendardo.

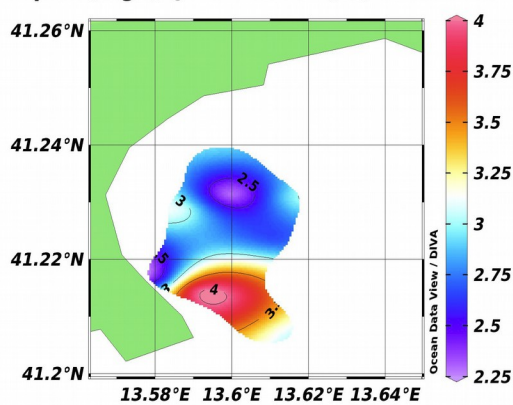
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=first



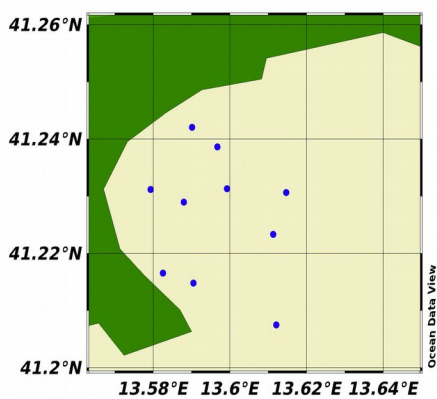
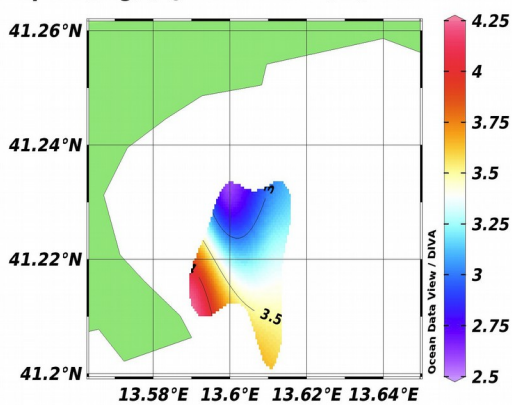
Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=5



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=10



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=15



Solidi Sospesi [mg/l] @ Profondità [m]=17

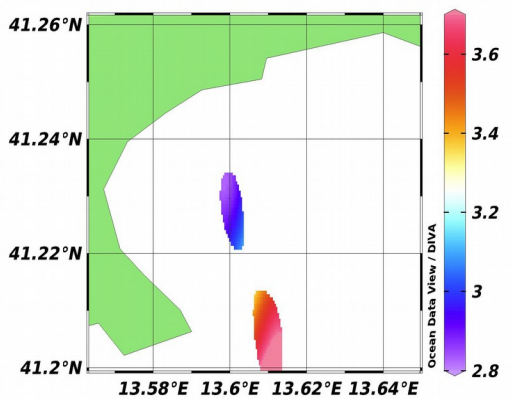


Fig.86 Mappe della distribuzione del solido sospeso relativa alle isosuperfici di superficie, 5m, 10m, 15m e 20m

In corrispondenza di ciascuna stazione sono stati prelevati, per mezzo di una bottiglia Niskin, campioni di acqua alla quota di superficie e in prossimità del fondo, al fine di analizzare le concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso totale.



Fig.87 Bottiglia Niskin per il campionamento dell'acqua a differenti profondità

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti.

Tabella 6 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_01 del 02.12.2015

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_01 | GA01S | 12/02/15 | 10:50 | 1 | 1.65 | 5.40 |
| GADR_01 | GA01F | 12/02/15 | 10:50 | 10 | 1.23 | 7.75 |
| GADR_01 | GA02S | 12/02/15 | 10:43 | 1 | 1.87 | 4.05 |
| GADR_01 | GA02F | 12/02/15 | 10:43 | 17 | 1.34 | 6.67 |
| GADR_01 | GA03S | 12/02/15 | 10:30 | 1 | 0.43 | 4.05 |
| GADR_01 | GA03F | 12/02/15 | 10:30 | 28 | 0.54 | 4.70 |
| GADR_01 | GA04S | 12/02/15 | 10:19 | 1 | 0.75 | 4.15 |
| GADR_01 | GA04F | 12/02/15 | 10:19 | 20 | 0.66 | 4.40 |
| GADR_01 | GA05S | 12/02/15 | 10:09 | 1 | 1.01 | 4.57 |
| GADR_01 | GA05F | 12/02/15 | 10:09 | 17 | 0.62 | 5.26 |
| GADR_01 | GA06S | 12/02/15 | 11:04 | 1 | 1.40 | 4.15 |
| GADR_01 | GA06F | 12/02/15 | 11:04 | 10 | 1.03 | 9.00 |
| GADR_01 | GA07S | 12/02/15 | 11:14 | 1 | 1.46 | 6.83 |
| GADR_01 | GA07F | 12/02/15 | 11:14 | 7 | 1.28 | 8.30 |
| GADR_01 | GA08S | 12/02/15 | 09:40 | 1 | 2.43 | 4.05 |
| GADR_01 | GA08F | 12/02/15 | 09:40 | 9 | 1.24 | 4.90 |
| GADR_01 | GA09S | 12/02/15 | 09:45 | 1 | 1.94 | 2.85 |
| GADR_01 | GA09F | 12/02/15 | 09:45 | 12 | 1.12 | 3.25 |
| GADR_01 | GA10S | 12/02/15 | 09:58 | 1 | 1.56 | 4.00 |
| GADR_01 | GA10F | 12/02/15 | 09:58 | 17 | 0.76 | 6.18 |

Tabella 7 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_02 del 09.12.2015

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_02 | GA01S | 12/09/15 | 12:44 | 1 | 2.44 | 6.33 |
| GADR_02 | GA01F | 12/09/15 | 12:44 | 10 | 0.38 | 4.56 |
| GADR_02 | GA02S | 12/09/15 | 12:36 | 1 | 1.67 | 4.05 |
| GADR_02 | GA02F | 12/09/15 | 12:36 | 17 | 0.40 | 7.00 |
| GADR_02 | GA03S | 12/09/15 | 12:25 | 1 | 0.67 | 3.45 |
| GADR_02 | GA03F | 12/09/15 | 12:25 | 28 | 0.45 | 2.50 |
| GADR_02 | GA04S | 12/09/15 | 12:12 | 1 | 1.09 | 4.00 |
| GADR_02 | GA04F | 12/09/15 | 12:12 | 20 | 0.74 | 3.65 |
| GADR_02 | GA05S | 12/09/15 | 12:03 | 1 | 1.87 | 3.87 |
| GADR_02 | GA05F | 12/09/15 | 12:03 | 17 | 0.39 | 4.20 |
| GADR_02 | GA06S | 12/09/15 | 12:53 | 1 | 1.43 | 3.75 |
| GADR_02 | GA06F | 12/09/15 | 12:53 | 10 | 0.30 | 4.75 |
| GADR_02 | GA07S | 12/09/15 | 13:00 | 1 | 1.70 | 3.29 |
| GADR_02 | GA07F | 12/09/15 | 13:00 | 7 | 0.83 | 4.77 |
| GADR_02 | GA08S | 12/09/15 | 11:35 | 1 | 1.58 | 4.65 |
| GADR_02 | GA08F | 12/09/15 | 11:35 | 9 | 0.85 | 4.86 |
| GADR_02 | GA09S | 12/09/15 | 11:42 | 1 | 1.73 | 4.79 |
| GADR_02 | GA09F | 12/09/15 | 11:42 | 12 | 0.47 | 5.00 |
| GADR_02 | GA10S | 12/09/15 | 11:54 | 1 | 2.35 | 6.20 |
| GADR_02 | GA10F | 12/09/15 | 11:54 | 17 | 0.24 | 4.20 |

Tabella 8 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_03 del 12.02.2016

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_03 | GA01S | 02/12/16 | 13:40 | 1 | 1.39 | 5.85 |
| GADR_03 | GA01F | 02/12/16 | 13:40 | 13 | 1.30 | 7.00 |
| GADR_03 | GA02S | 02/12/16 | 13:29 | 1 | 1.00 | 6.20 |
| GADR_03 | GA02F | 02/12/16 | 13:29 | 20 | 0.74 | 11.48 |
| GADR_03 | GA03S | 02/12/16 | 11:10 | 1 | 0.73 | 3.30 |
| GADR_03 | GA03F | 02/12/16 | 11:10 | 30 | 0.46 | 3.70 |
| GADR_03 | GA04S | 02/12/16 | 11:40 | 1 | 0.48 | 4.75 |
| GADR_03 | GA04F | 02/12/16 | 11:40 | 22 | 0.39 | 7.47 |
| GADR_03 | GA05S | 02/12/16 | 12:22 | 1 | 1.00 | 6.33 |
| GADR_03 | GA05F | 02/12/16 | 12:22 | 16 | 0.50 | 12.70 |
| GADR_03 | GA06S | 02/12/16 | 13:15 | 1 | 0.63 | 5.71 |
| GADR_03 | GA06F | 02/12/16 | 13:15 | 15 | 0.75 | 7.69 |
| GADR_03 | GA07S | 02/12/16 | 13:04 | 1 | 0.60 | 8.20 |
| GADR_03 | GA07F | 02/12/16 | 13:04 | 12 | 0.61 | 7.30 |
| GADR_03 | GA08S | 02/12/16 | 12:30 | 1 | 1.11 | 7.36 |
| GADR_03 | GA08F | 02/12/16 | 12:30 | 10 | 1.02 | 8.92 |
| GADR_03 | GA09S | 02/12/16 | 12:34 | 1 | 0.71 | 6.15 |
| GADR_03 | GA09F | 02/12/16 | 12:34 | 12 | 0.68 | 10.50 |
| GADR_03 | GA10S | 02/12/16 | 12:00 | 1 | 0.44 | 5.76 |
| GADR_03 | GA10F | 02/12/16 | 12:00 | 20 | 0.56 | 7.15 |

Tabella 9 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_04 del 18.02.2016

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_04 | GA01S | 02/18/16 | 10:50 | 1 | 3.54 | 9.2 |
| GADR_04 | GA01F | 02/18/16 | 10:50 | 12 | 1.87 | 9.2 |
| GADR_04 | GA02S | 02/18/16 | 11:13 | 1 | 3.00 | 8.5 |
| GADR_04 | GA02F | 02/18/16 | 11:13 | 20 | 1.37 | 6.4 |
| GADR_04 | GA03S | 02/18/16 | 11:23 | 1 | 5.22 | 15.23 |
| GADR_04 | GA03F | 02/18/16 | 11:23 | 20 | 2.05 | 10.5 |
| GADR_04 | GA04S | 02/18/16 | 11:37 | 1 | | |
| GADR_04 | GA04F | 02/18/16 | 11:37 | 16 | | |
| GADR_04 | GA05S | 02/18/16 | 11:43 | 1 | 2.21 | 6.6 |
| GADR_04 | GA05F | 02/18/16 | 11:43 | 14 | 1.83 | 8.7 |
| GADR_04 | GA06S | 02/18/16 | 12:37 | 1 | 3.01 | 7 |
| GADR_04 | GA06F | 02/18/16 | 12:37 | 8 | 1.78 | 7.3 |
| GADR_04 | GA07S | 02/18/16 | 12:54 | 1 | 4.45 | 9.9 |
| GADR_04 | GA07F | 02/18/16 | 12:54 | 9 | 2.83 | 10.5 |
| GADR_04 | GA08S | 02/18/16 | 12:12 | 1 | 2.76 | 6.6 |
| GADR_04 | GA08F | 02/18/16 | 12:12 | 12 | 2.25 | 6.9 |
| GADR_04 | GA09S | 02/18/16 | 11:53 | 1 | 3.59 | 12.13 |
| GADR_04 | GA09F | 02/18/16 | 11:53 | 17 | 1.41 | 9 |
| GADR_04 | GA10S | 02/18/16 | 12:07 | 1 | 2.02 | 5.5 |
| GADR_04 | GA10F | 02/18/16 | 12:07 | 12 | 1.96 | 7.4 |

Tabella 10 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_05 del 09.12.2015

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_05 | GA01S | 02/19/16 | 10:12 | 1 | 1.00 | 8.71 |
| GADR_05 | GA01F | 02/19/16 | 10:12 | 12 | 0.37 | 8.17 |
| GADR_05 | GA02S | 02/19/16 | 10:29 | 1 | 2.67 | 5.6 |
| GADR_05 | GA02F | 02/19/16 | 10:29 | 16 | 0.58 | 5.15 |
| GADR_05 | GA03S | 02/19/16 | 10:42 | 1 | 1.98 | 6.41 |
| GADR_05 | GA03F | 02/19/16 | 10:42 | 20 | 0.23 | 4.9 |
| GADR_05 | GA04S | 02/19/16 | 10:56 | 1 | 2.05 | 4.48 |
| GADR_05 | GA04F | 02/19/16 | 10:56 | 20 | 1.85 | 2.95 |
| GADR_05 | GA05S | 02/19/16 | 11:21 | 1 | 1.64 | 6.29 |
| GADR_05 | GA05F | 02/19/16 | 11:21 | 17 | 0.51 | 5.39 |
| GADR_05 | GA06S | 02/19/16 | 11:53 | 1 | 1.78 | 4.34 |
| GADR_05 | GA06F | 02/19/16 | 11:53 | 11 | 1.45 | 3.88 |
| GADR_05 | GA07S | 02/19/16 | 12:05 | 1 | 1.94 | 7.84 |
| GADR_05 | GA07F | 02/19/16 | 12:05 | 8 | 1.77 | 7.44 |
| GADR_05 | GA08S | 02/19/16 | 11:42 | 1 | 1.77 | 5.19 |
| GADR_05 | GA08F | 02/19/16 | 11:42 | 9 | 1.17 | 5.6 |
| GADR_05 | GA09S | 02/19/16 | 11:31 | 1 | 1.69 | 6 |
| GADR_05 | GA09F | 02/19/16 | 11:31 | 12 | 1.04 | 4.4 |
| GADR_05 | GA10S | 02/19/16 | 11:08 | 1 | 2.07 | 4.14 |
| GADR_05 | GA10F | 02/19/16 | 11:08 | 18 | 0.44 | 3.46 |

Tabella 11 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_06 del 11.04.2016

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_06 | GA01S | 04/11/16 | 11:10 | 0 | 0.96 | 5.59 |
| GADR_06 | GA01F | 04/11/16 | 11:10 | 10 | 0.58 | 8.43 |
| GADR_06 | GA02S | 04/11/16 | 11:20 | 0 | 0.68 | 6.92 |
| GADR_06 | GA02F | 04/11/16 | 11:20 | 15 | 0.23 | 9.40 |
| GADR_06 | GA03S | 04/11/16 | 11:34 | 0 | 0.42 | 4.90 |
| GADR_06 | GA03F | 04/11/16 | 11:34 | 20 | 0.19 | 4.75 |
| GADR_06 | GA04S | 04/11/16 | 11:50 | 0 | 0.32 | 5.87 |
| GADR_06 | GA04F | 04/11/16 | 11:50 | 20 | 0.44 | 6.67 |
| GADR_06 | GA05S | 04/11/16 | 12:15 | 0 | 1.37 | 7.58 |
| GADR_06 | GA05F | 04/11/16 | 12:15 | 15 | 0.38 | 7.14 |
| GADR_06 | GA06S | 04/11/16 | 13:10 | 0 | 1.96 | 6.31 |
| GADR_06 | GA06F | 04/11/16 | 13:10 | 15 | 0.52 | 6.92 |
| GADR_06 | GA07S | 04/11/16 | 12:58 | 0 | 1.65 | 8.30 |
| GADR_06 | GA07F | 04/11/16 | 12:58 | 8 | 1.10 | 9.73 |
| GADR_06 | GA08S | 04/11/16 | 12:44 | 0 | 2.54 | 7.00 |
| GADR_06 | GA08F | 04/11/16 | 12:44 | 7 | 1.27 | 7.92 |
| GADR_06 | GA09S | 04/11/16 | 12:31 | 0 | 2.08 | 6.67 |
| GADR_06 | GA09F | 04/11/16 | 12:31 | 10 | 1.72 | 8.75 |
| GADR_06 | GA10S | 04/11/16 | 12:00 | 0 | 1.03 | 6.69 |
| GADR_06 | GA10F | 04/11/16 | 12:00 | 15 | 1.02 | 6.14 |

Tabella 12 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_07 del 14.04.2016

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_07 | GA01S | 04/14/16 | 10:52 | 0 | 2.58 | 7.21 |
| GADR_07 | GA01F | 04/14/16 | 10:52 | 15 | 1.82 | 1.71 |
| GADR_07 | GA02S | 04/14/16 | 11:07 | 0 | 2.27 | 1.87 |
| GADR_07 | GA02F | 04/14/16 | 11:07 | 25 | 1.42 | 0.94 |
| GADR_07 | GA03S | 04/14/16 | 11:23 | 0 | 1.68 | 1.29 |
| GADR_07 | GA03F | 04/14/16 | 11:23 | 35 | 1.61 | 2.00 |
| GADR_07 | GA04S | 04/14/16 | 11:41 | 0 | 1.83 | 1.15 |
| GADR_07 | GA04F | 04/14/16 | 11:41 | 24 | 1.98 | 2.36 |
| GADR_07 | GA05S | 04/14/16 | 12:37 | 0 | 1.89 | 1.43 |
| GADR_07 | GA05F | 04/14/16 | 12:37 | 15 | 1.63 | 1.31 |
| GADR_07 | GA06S | 04/14/16 | 13:25 | 0 | 1.17 | 1.62 |
| GADR_07 | GA06F | 04/14/16 | 13:25 | 8 | 1.20 | 1.29 |
| GADR_07 | GA07S | 04/14/16 | 13:14 | 0 | 1.14 | 1.48 |
| GADR_07 | GA07F | 04/14/16 | 13:14 | 12 | 1.08 | 1.48 |
| GADR_07 | GA08S | 04/14/16 | 13:00 | 0 | 1.37 | 1.46 |
| GADR_07 | GA08F | 04/14/16 | 13:00 | 10 | 1.76 | 2.42 |
| GADR_07 | GA09S | 04/14/16 | 12:49 | 0 | 1.70 | 3.00 |
| GADR_07 | GA09F | 04/14/16 | 12:49 | 12 | 3.24 | 2.36 |
| GADR_07 | GA10S | 04/14/16 | 12:24 | 0 | 2.16 | 1.50 |
| GADR_07 | GA10F | 04/14/16 | 12:24 | 15 | 2.16 | 1.92 |

Tabella 13 Concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso
Campagna Dragaggio GADR_08 del 19.04.2016

| Campagna | Stazione | Data | Ora | Prof. Campionamento (m) | CHLA (mg/m ³) | SS (mg/L) |
|----------|----------|----------|-------|-------------------------|---------------------------|-----------|
| GADR_08 | GA01S | 04/19/16 | 12:01 | 0 | 2.25 | 5.50 |
| GADR_08 | GA01F | 04/19/16 | 12:01 | 10 | 2.85 | 9.13 |
| GADR_08 | GA02S | 04/19/16 | 12:11 | 0 | 2.02 | 5.62 |
| GADR_08 | GA02F | 04/19/16 | 12:11 | 15 | 1.70 | 7.73 |
| GADR_08 | GA03S | 04/19/16 | 12:27 | 0 | 1.66 | 6.50 |
| GADR_08 | GA03F | 04/19/16 | 12:27 | 20 | 0.94 | 5.20 |
| GADR_08 | GA04S | 04/19/16 | 12:41 | 0 | 1.72 | 5.45 |
| GADR_08 | GA04F | 04/19/16 | 12:41 | 20 | 0.85 | 7.90 |
| GADR_08 | GA05S | 04/19/16 | 13:15 | 0 | 1.64 | 5.55 |
| GADR_08 | GA05F | 04/19/16 | 13:15 | 15 | 1.64 | 5.67 |
| GADR_08 | GA06S | 04/19/16 | 14:00 | 0 | 1.81 | 5.50 |
| GADR_08 | GA06F | 04/19/16 | 14:00 | 8 | 1.12 | 4.23 |
| GADR_08 | GA07S | 04/19/16 | 13:50 | 0 | 2.92 | 13.75 |
| GADR_08 | GA07F | 04/19/16 | 13:50 | 8 | 3.49 | 14.75 |
| GADR_08 | GA08S | 04/19/16 | 13:30 | 0 | 2.20 | 6.64 |
| GADR_08 | GA08F | 04/19/16 | 13:30 | 9 | 1.40 | 5.64 |
| GADR_08 | GA09S | 04/19/16 | 13:24 | 0 | 1.83 | 7.55 |
| GADR_08 | GA09F | 04/19/16 | 13:24 | 12 | 1.13 | 4.24 |
| GADR_08 | GA10S | 04/19/16 | 12:47 | 0 | 1.57 | 5.00 |
| GADR_08 | GA10F | 04/19/16 | 12:47 | 15 | 0.71 | 5.40 |

I dati ottenuti attraverso l'analisi delle concentrazioni di clorofilla *a* e solido sospeso sono stati fondamentali anche per la calibrazione dei sensori di fluorescenza della clorofilla *a* e solido sospeso utilizzati per l'acquisizione dei dati lungo la colonna d'acqua. A titolo esemplificativo si riporta la retta di calibrazione ottenuta con i dati di clorofilla *a* ottenuti dalle analisi spettrofotometriche.

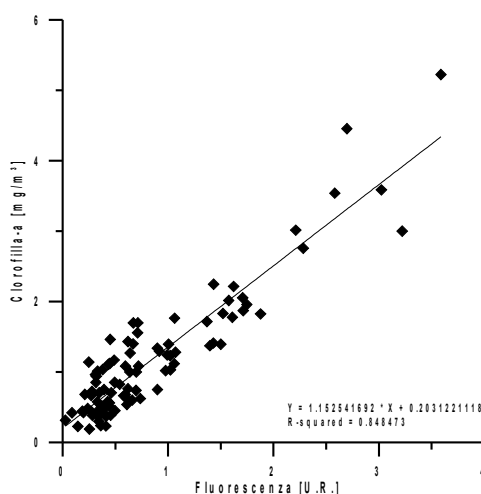


Fig.88 Retta di calibrazione della fluorescenza con le concentrazioni di clorofilla *a*

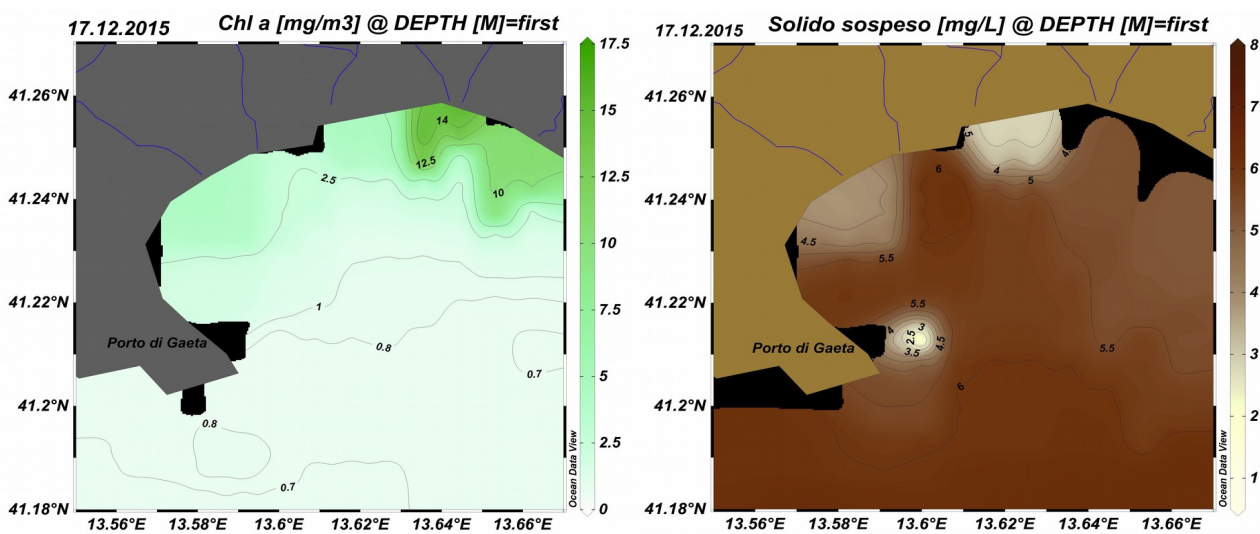
3.4 Analisi della distribuzione superficiale di solido sospeso e clorofilla da immagini satellitari

Durante il periodo in cui sono state effettuate le attività di dragaggio e di caratterizzazione ambientale, sono state valutate, selezionate ed elaborate le immagini satellitari disponibili e qualitativamente più significative, sia per quanto attiene il MODIS che OLI Landsat.

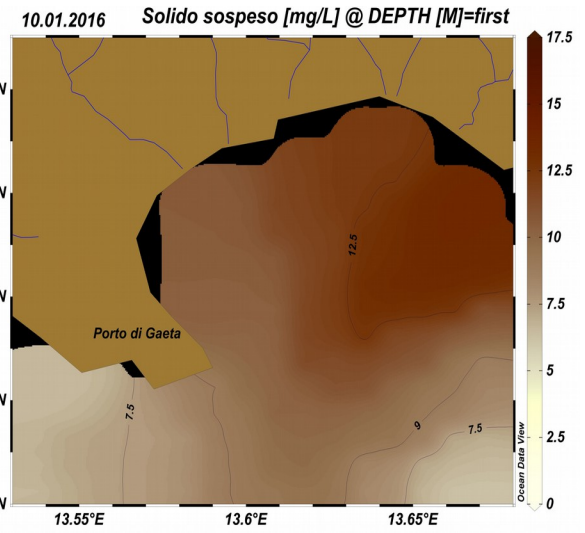
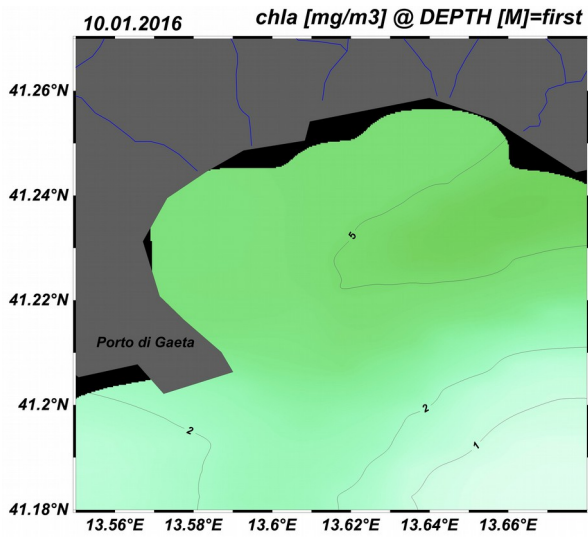
I dati satellitari disponibili nel periodo oggetto della presente relazione sono stati processati e successivamente rappresentati attraverso il software Ocean Data View (ODV), che ha permesso di costruire le mappe della distribuzione della clorofilla *a* e del solido sospeso, come di seguito riportato.

- Immagini a media risoluzione: MODIS

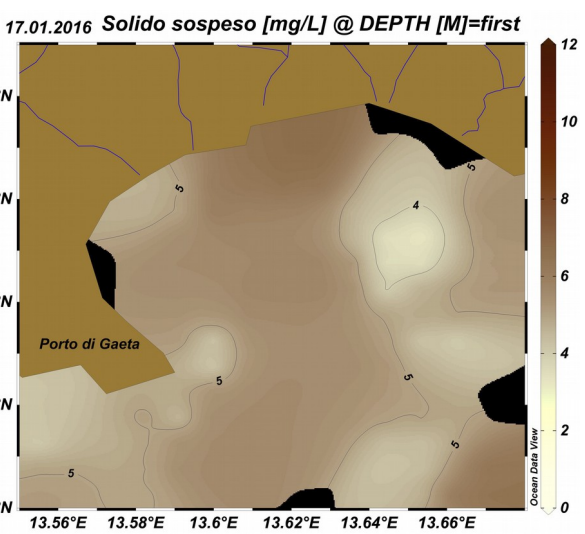
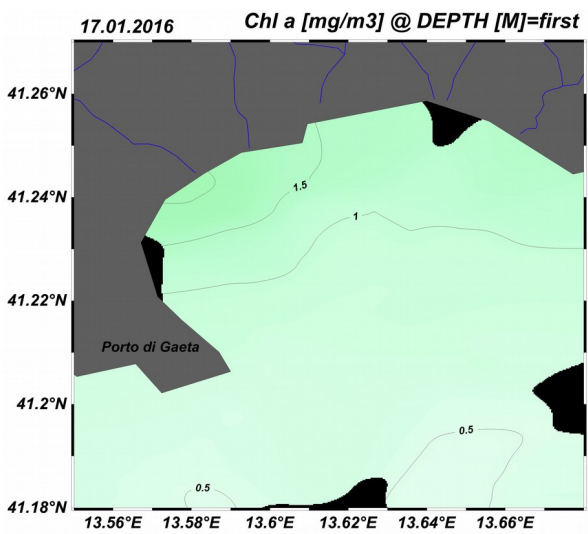
17.12.2015



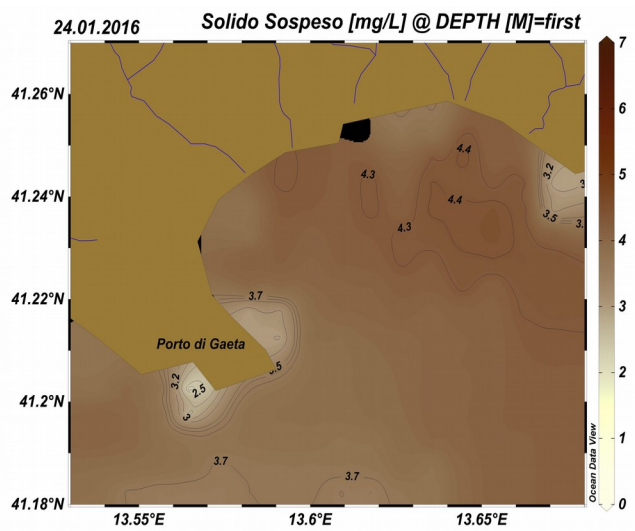
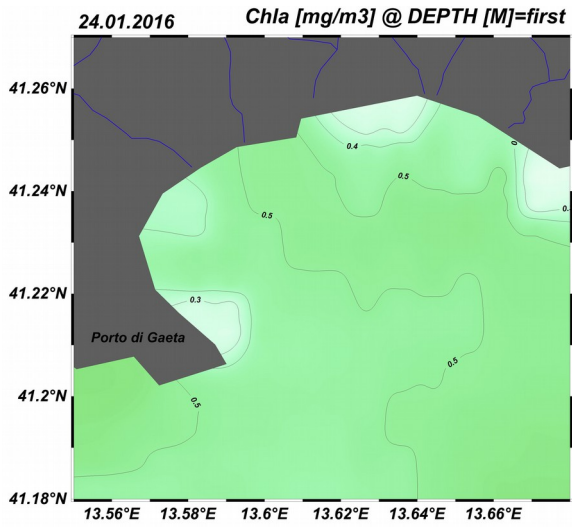
10.01.2016



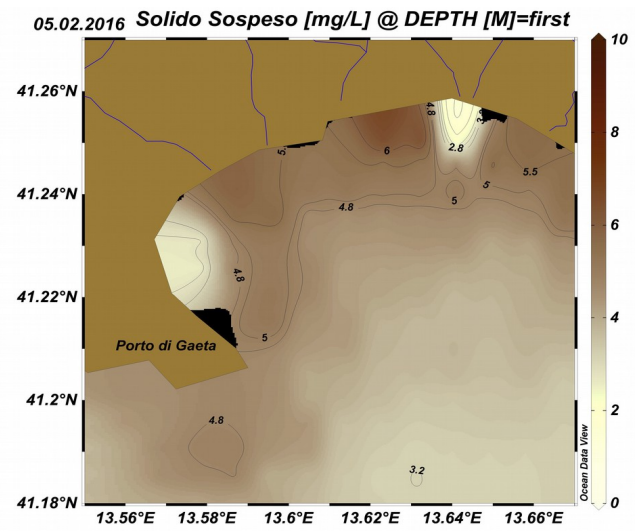
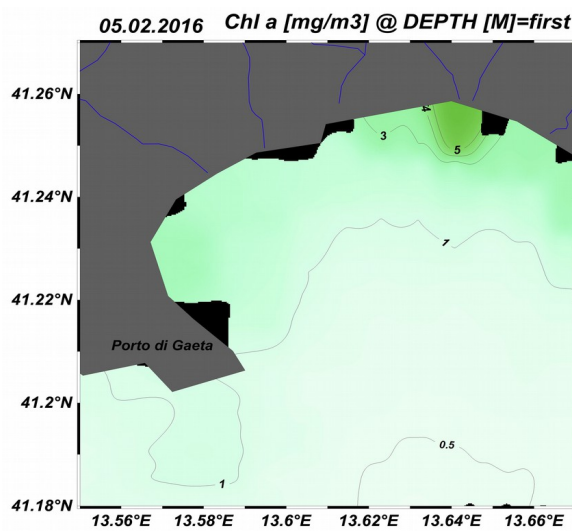
17.01.2016



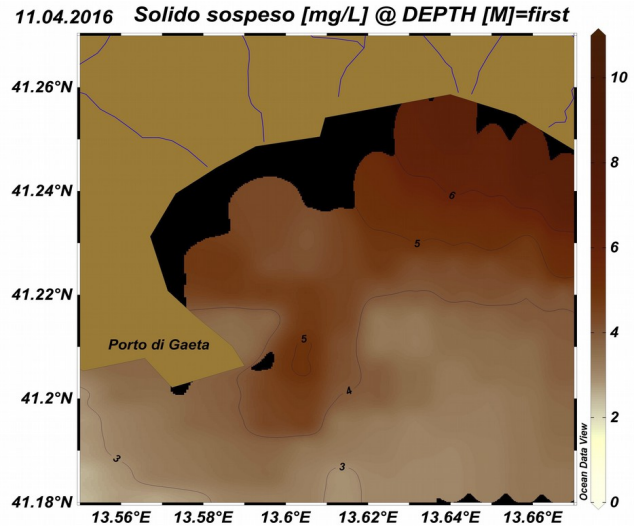
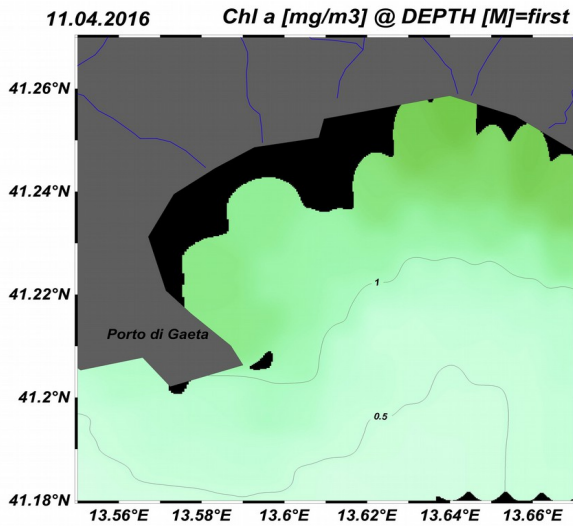
24.01.2016



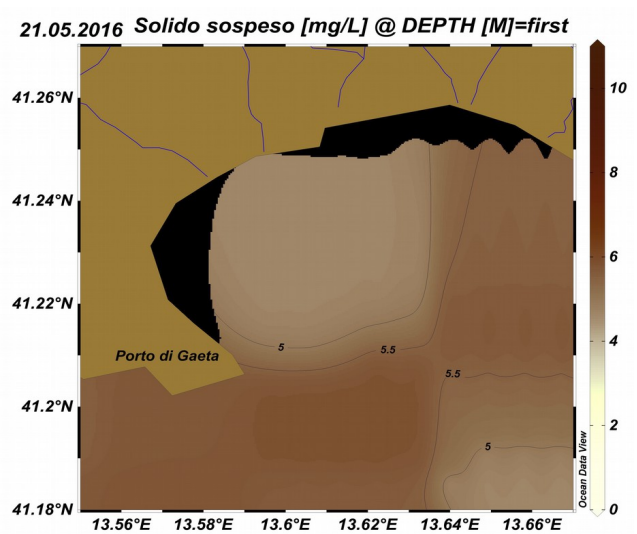
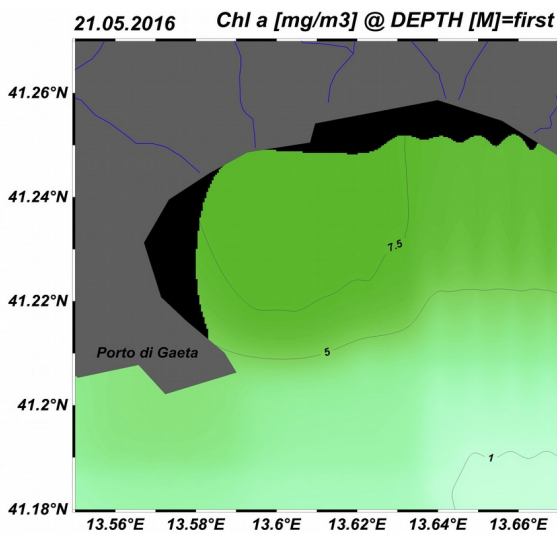
05.02.2016



11.04.2016

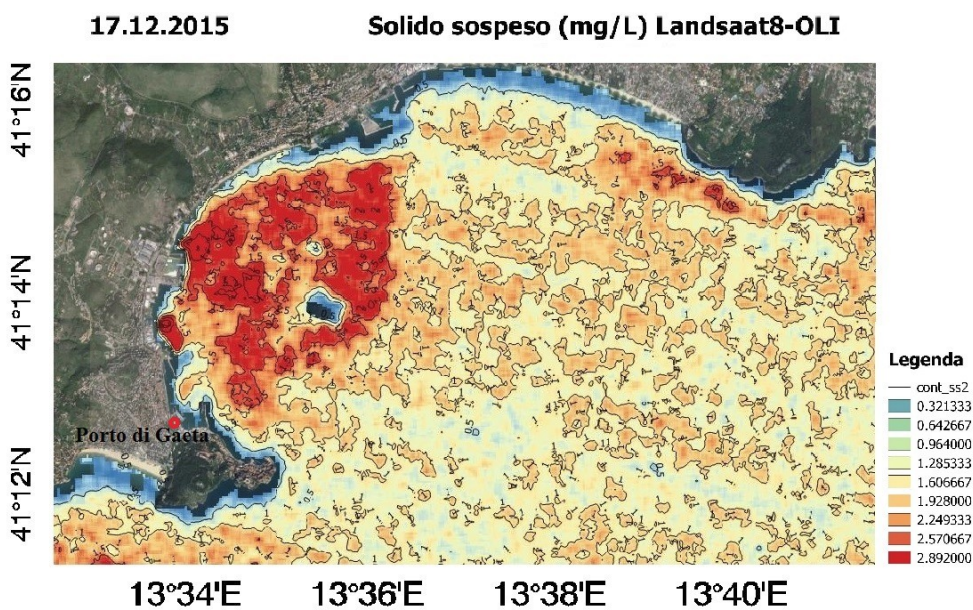
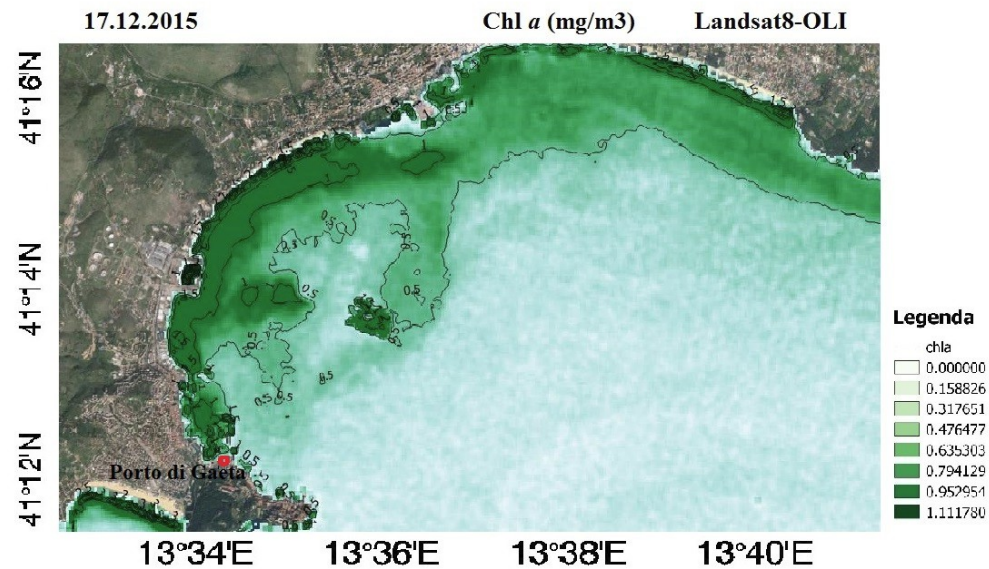


21.05.2016

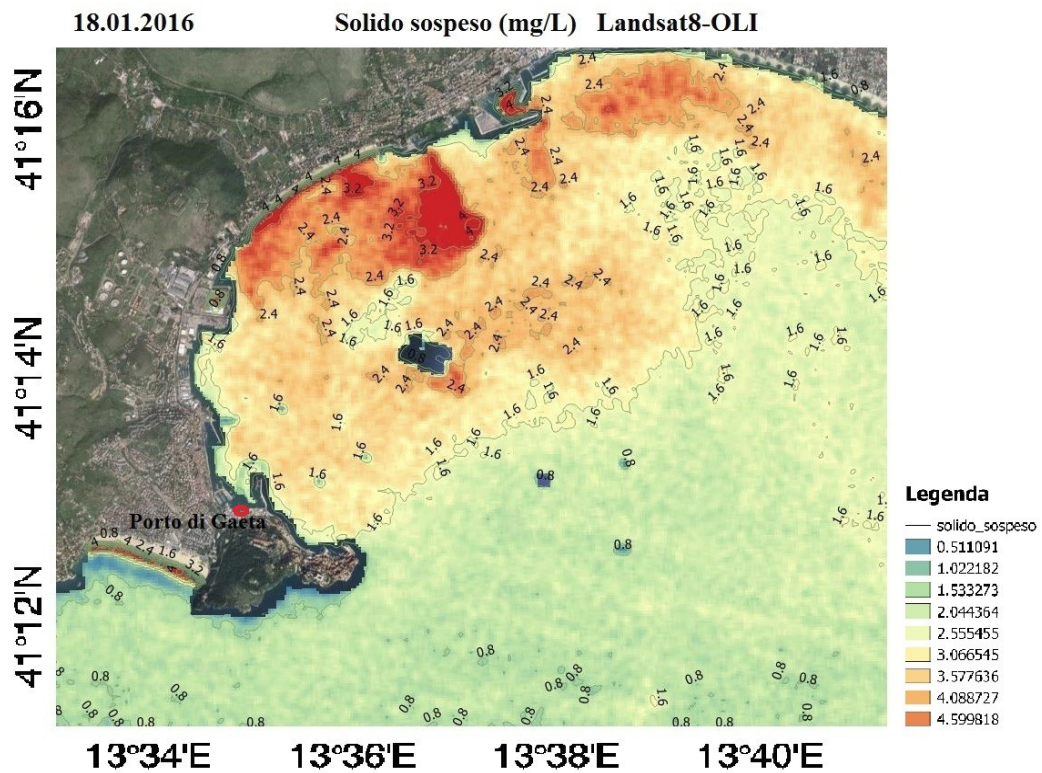
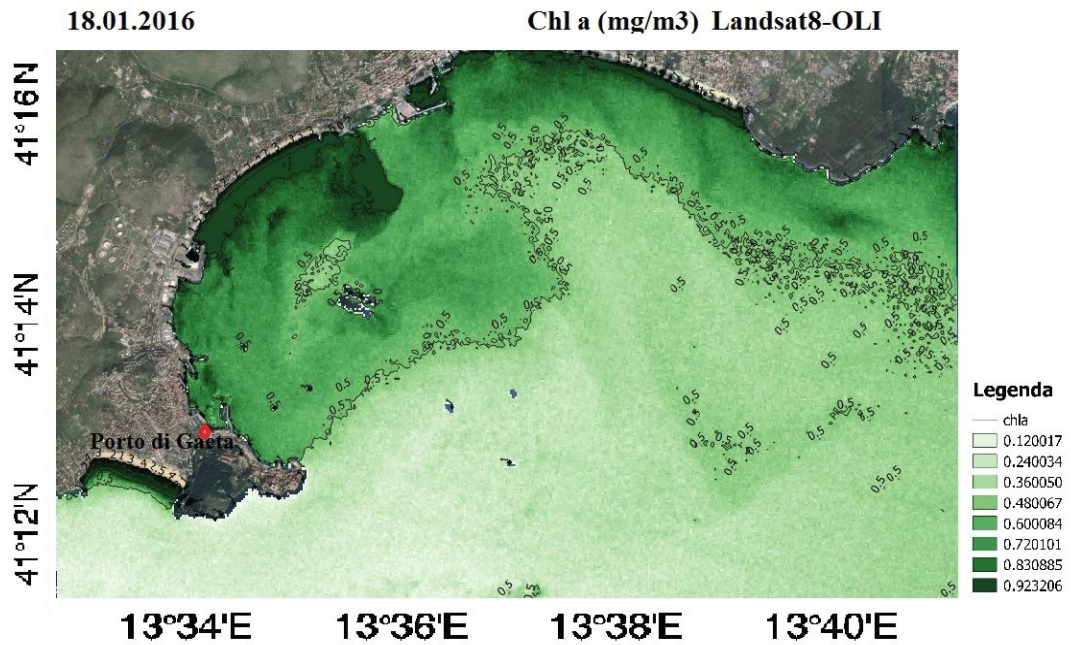


– Immagini ad alta risoluzione: Landsat 8 OLI

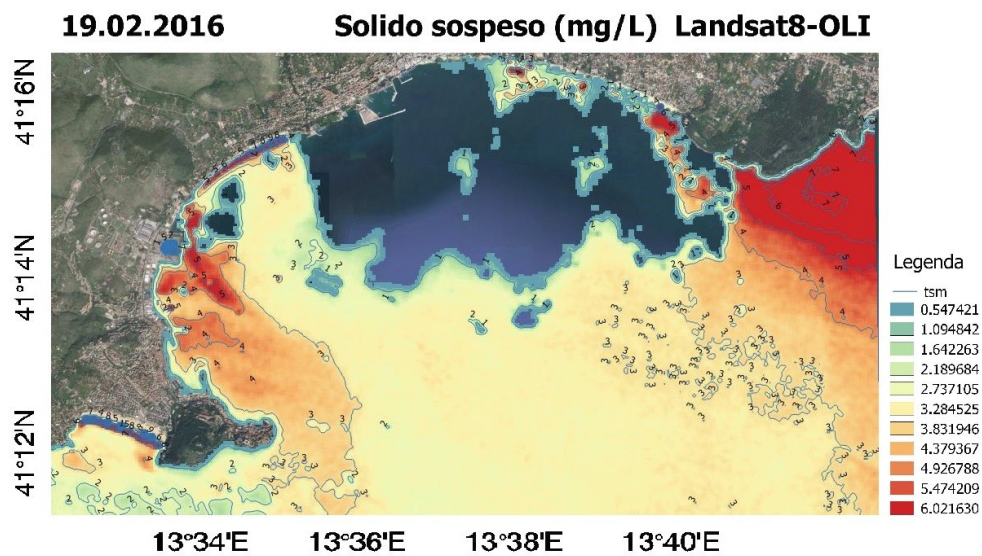
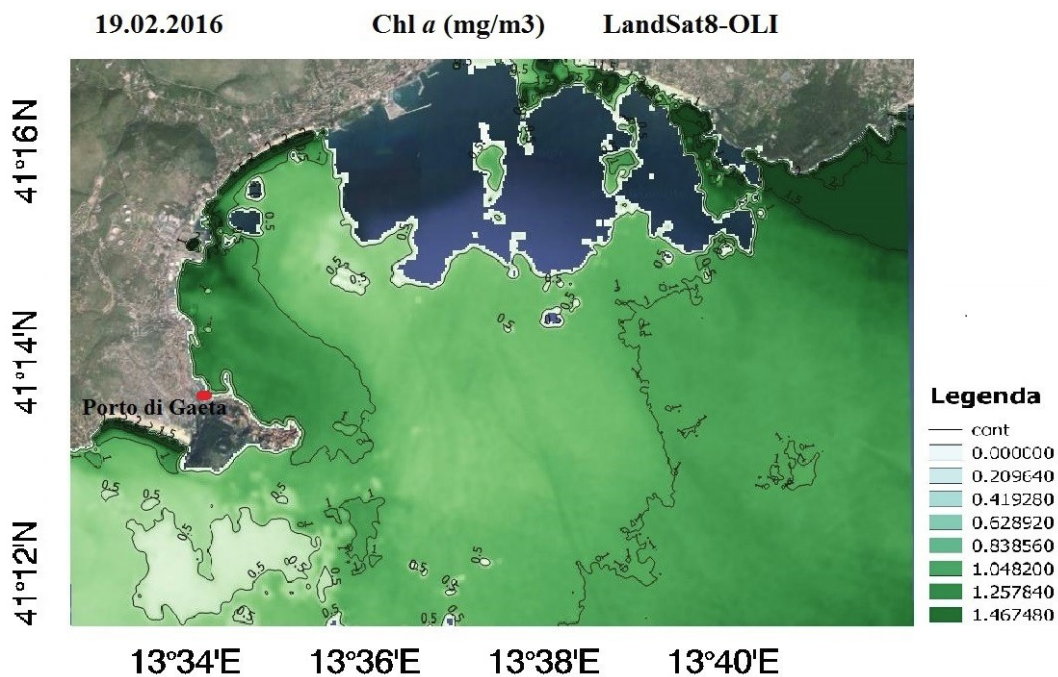
17.12.2015



18.01.2016



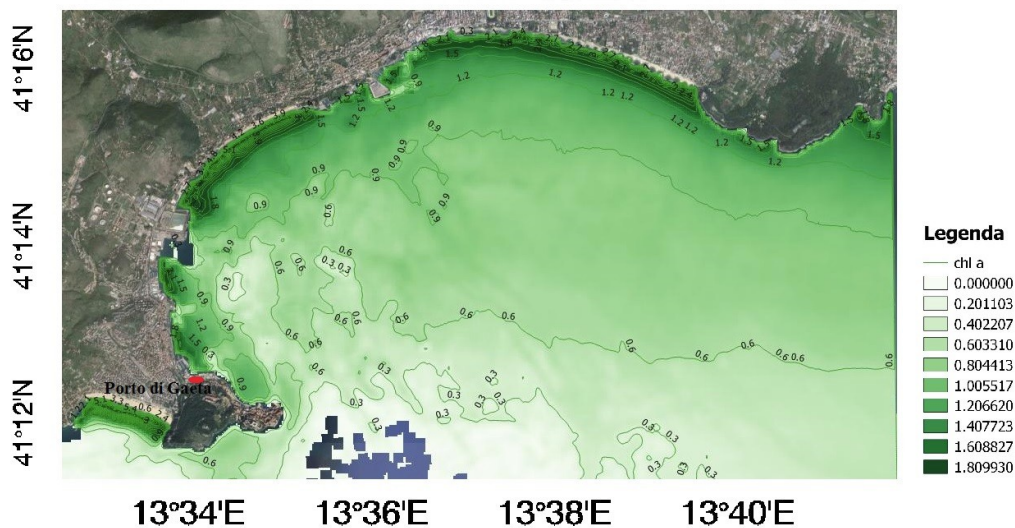
19.02.2016



09.05.2016

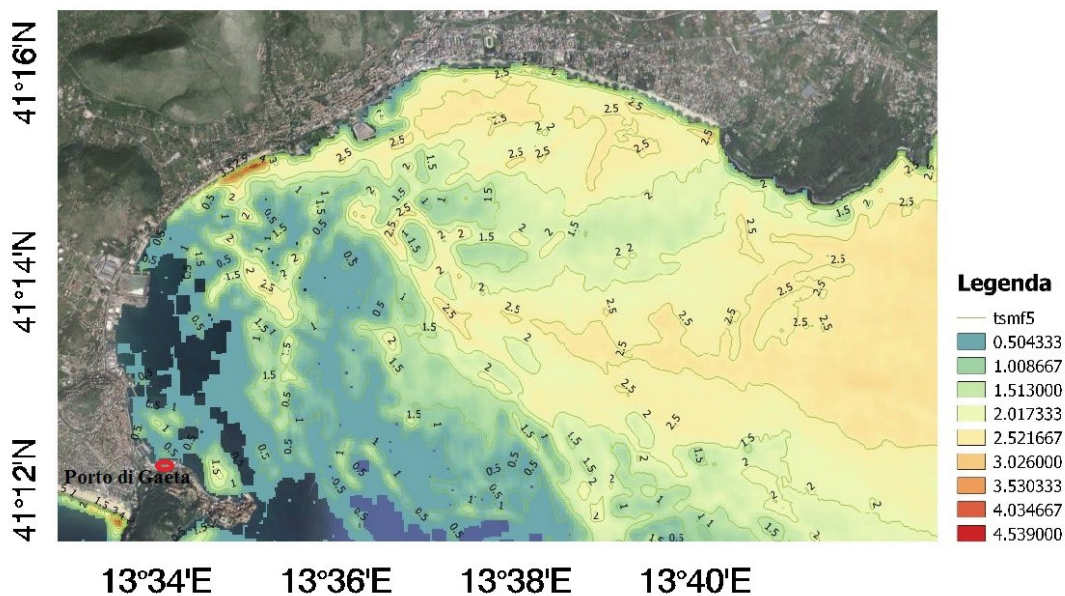
09.05.2016

Chl a (mg/m³) Landsat8-OLI



09.05.2016

Solido sospeso (mg/L) Landsat8-OLI



Dall'analisi delle diverse immagini, disponibili nell'intero periodo considerato nel presente studio, è possibile vedere che, sia per quanto attiene i dati a media risoluzione del MODIS che ad alta risoluzione del Landsat, la copertura spaziale e temporale non risulta sufficiente a seguire l'elevata variabilità delle attività di dragaggio. Risulta comunque fondamentale per rilevare potenziali input diversi rispetto a quelli portuali e la distribuzione delle variabili clorofilla e solido sospeso nell'area vasta.

Ad esempio è ben visibile nell'immagine Landsat del 19.02.2016 un importante apporto di solido sospeso proveniente, con molta probabilità, dal Garigliano, mentre è facilmente individuabile l'input del Rio d'Itri sia nell'immagine del 09.05.2016 che rimane confinato nell'area costiera limitrofa, che nell'immagine del 18.01.2016, cui consegue un aumento della biomassa fitoplanctonica, testimoniato dalla corrispondente immagine della distribuzione della clorofilla.

Al fine di analizzare la dispersione del sedimento dragato all'interno dell'area di studio, e quindi dettagliare meglio i processi dinamici intercorsi durante le diverse fasi di dragaggio, saranno messi a punto modelli che calcolano le correnti marine (DELFT3D-FLOW), la propagazione del moto ondoso verso costa (SWAN) e il processi legati al trasporto di sostanze conservative (DELFT3D-WAQ). Al fine di valutare la performance dei modelli utilizzati nello studio, i risultati delle simulazioni saranno confrontati sia con le misure effettuate attraverso il Radar X Band installato nel porto commerciale di Gaeta che con i dati acquisiti nelle campagne di misura condotte durante le operazioni di dragaggio.

4. BIBLIOGRAFIA

APAT, Irsa-Cnr. Metodi analitici per le acque. *Manuali e linee guida*, 2003, 29: 2003.

APHA, AWWA, WEF (1998): “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, XX Ed., (Washington, APHA) 2-8/2-11.

ASTM – D422 – 63 (1998). Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils.

Carder, K.L, Chen, F.R., Cannizzaro, J.P., Campbell, J.W., Mitchell, B.G. 2004. Performance of the MODIS Semi-analytical Ocean Color Algorithm for Chlorophyll-a. *Space Research*. Vol. 33, no.7, pp. 1152-1159.

Dogliotti, A., Ruddick, K., Nechad, B., Doxaran, D., Knaeps, E., 2015. A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters. *Remote Sens. Environ.* 156, 157–168.

Chengxin F, Yuxin Z, Zhijun J (2002) Characteristics of the pollution of heavy metals in the sediments of Yilihe River, Taihu Basin. *J Lake Sci* 14:235–241.

Forstner U, Wittman GTW (1984) Metal pollution in aquatic environment. Springer-Verlag, Berlin.

Horowitz AJ (1991) A primer on sediment-trace element chemistry, 2nd edn. Lewis, Chelsea, p.136.

Selvaraj K, Mohan RV, Piotr S (2004) Evaluation of metal contamination in coastal sediments of the Bay of Bengal, India: geochemical and statistical approaches. *Mar Pollut Bull* 49: 174–185.

Icram, Apat, 2007. Manuale per la movimentazione di sedimenti marini. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

ISO 10260. Water quality — measurement of biochemical parameters — spectrometric determination of the chlorophyll a concentration. International Organization for Standardization, 1992.

Lazzara, L., Bianchi, F., Massi., L., Ribera d’Alcalà, M., 2010. Pigmenti clorofilliani per la stima della biomassa fotototrofa. In: Socal G., Buttino I., Cabrini M., Mangoni O., Penna A., Totti C. (Eds.) *Metodologie di campionamento e di studio del plancton marino*. SIBM ISPRA, Roma, 348-360.

Pasqualini V., Pergent-Martini C., Pergent G., Agreil M., Skoufas G., Sourbes L., Tsirika A. (2005). Use of SPOT 5 for mapping seagrasses: An application to *Posidonia oceanica*. *Remote Sensing of Environment*, 94: 39–45.



Spagnoli F, Dinelli E, Giordano P, Marcaccio M, Zaffagnini F, Frascari F (2014) Sedimentological, biogeochemical and mineralogical facies of Northern and Central Western Adriatic Sea. *J Mar Syst* 139:183–203.

Strickland, J.D.H., Parson, T.R., 1972. A practical handbook of sea-water analysis. *Journal of the Fisheries Research, Board of Canada*, 177–179.

Vanhellemont Q. , Ruddick K., (2015). Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: Examples from Landsat-8. *Remote Sensing of Environment* 16, 89–106.

Vanhellemont, Q., Ruddick, K., 2015. Advantages of high quality SWIR bands for ocean colour processing: examples from Landsat-8. *Remote Sens. Environ.* 161, 89–106.

<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/specifications.php>

<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>

http://seadas.gsfc.nasa.gov/SeaDAS_Training/SeaDAS_Training_Manual.pdf