

*Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero
della Regione Abruzzo*



Analisi dei dati osservati nell'anno 2014

INDICE

| | |
|---|-----------|
| PARTECIPANTI AL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO | 3 |
| PREMESSA..... | 4 |
| 1. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE | 5 |
| 2. GESTIONE DEL MONITORAGGIO..... | 7 |
| 2.1 CAMPIONAMENTO..... | 7 |
| 2.2 ANALISI..... | 8 |
| 2.3 GESTIONE DEI DATI | 8 |
| 3. PARAMETRI INDAGATI..... | 9 |
| 4. ANALISI DEI RISULTATI..... | 15 |
| 4.1 ACQUA..... | 15 |
| 4.1.1 NUTRIENTI..... | 25 |
| 4.1.2 INDICE TROFICO TRIX..... | 36 |
| 4.1.3 INQUINANTI CHIMICI | 38 |
| 4.2 FITOPLANCTON..... | 44 |
| 4.3 MACROBENTHOS..... | 51 |
| 4.4 SEDIMENTO | 59 |
| 4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI | 64 |
| 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE | 67 |
| ALLEGATI..... | 70 |



PARTECIPANTI AL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Responsabili del Programma

- *Responsabile regionale*

Dott. Nicola Caporale

Regione Abruzzo - Direzione Opere Marittime
Pescara

- *Ente attuatore*

Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente dell'Abruzzo

Distretto Provinciale di Pescara
V.le Marconi, 51 - 65126 Pescara

- *Responsabili del Progetto*

Dott.ssa Anna Renzi

Dott.ssa Emanuela Scamosci

Distretto Provinciale ARTA di Pescara

- *Partecipanti alle attività di monitoraggio*

Responsabile Motonave Laboratorio "Ermione": G. Ferrandino

Equipaggio Motonave Laboratorio "Ermione": P. De Iure, N. Febo

Campionamenti in mare: N. Di Deo, P. De Iure

Batimetrie e restituzioni cartografiche: R. Cacciatore

Responsabile della gestione del programma: G. Martella

Elaborazione dati prodotti: N. Di Deo, F. Rongione

Attività analitica:

- *Analisi chimiche:*
- *Distretto Prov.le di Pescara: E. Scamosci, S. Batilde, F. Caporale, E. Crescenzi, M. Di Nino, A. Felici, B. Filareto, F. Scorrano, S. Tennina.*
- *Analisi tossicologiche: A. Arizzi Novelli*
- *Analisi biologiche: F. P. Russo, N. Di Deo, M. Melchiorri, L. Mastrangioli*



Premessa

Nell'anno 2014 l'ARTA Abruzzo ha svolto le attività di monitoraggio dell'ambiente marino-costiero sulla Rete Regionale previste dalla convenzione della Regione Abruzzo, per la classificazione ecologico-ambientale delle acque marine in applicazione del D.M. 260/10.

Le attività attuate nell'ambito del monitoraggio possono essere così schematizzate:

- rilevazione dei parametri meteo marini
- acquisizione dati fisico-chimici delle acque tramite sonda multiparametrica, lungo la colonna d'acqua
- determinazione della concentrazione dei nutrienti e dei microinquinanti chimici sull'acqua
- analisi della comunità fitoplanctonica
- analisi delle biocenosi di fondo (macrobenthos)
- analisi granulometrica dei sedimenti
- bioaccumulo e sedimentazione di microinquinanti nel biota (*M. galloprovincialis*) e nel sedimento
- test ecotossicologici sui sedimenti



1. LA RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE

La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere è costituita da un reticolo di quattordici stazioni per il campionamento delle varie matrici, distribuite su sette transetti perpendicolari alla costa e poste rispettivamente a 500 m e 3000 m dalla costa (Tab. 1 e Fig. 1).

| AREA | Cod. Punto | LAT Nord | LONG Est | PROFONDITA' m |
|--|-------------|-----------|-----------|---------------|
| ALBA ADRIATICA zona antistante F. Vibrata | AL13 | 42°50'22" | 13°56'21" | 4,3 |
| | AL15 | 42°50'44" | 13°58'07" | 11,8 |
| GIULIANOVA 500 m a Sud molo Sud porto | GU01 | 42°44'52" | 13°58'55" | 4,7 |
| | GU03 | 42°45'14" | 14°00'41" | 12,2 |
| PINETO 300 m a Sud F. Vomano | PI16 | 42°39'14" | 14°02'43" | 4,5 |
| | PI18 | 42°39'45" | 14°04'24" | 12,0 |
| PESCARA zona antistante Via Cadorna | PE04 | 42°29'18" | 14°12'06" | 5,6 |
| | PE06 | 42°30'04" | 14°13'37" | 14,4 |
| ORTONA punta Acquabella | OR07 | 42°20'16" | 14°25'41" | 6,9 |
| | OR09 | 42°21'06" | 14°27'11" | 17,0 |
| VASTO punta Aderci | VA10 | 42°11'02" | 14°41'09" | 7,8 |
| | VA12 | 42°12'08" | 14°42'12" | 19,8 |
| SAN SALVO 100 m a Sud t. Buonanotte | SS01 | 42°05'01" | 14°45'25" | 4,2 |
| | SS02 | 42°06'10" | 14°46'20" | 11,0 |

Tab. 1 - Elenco delle stazioni di campionamento



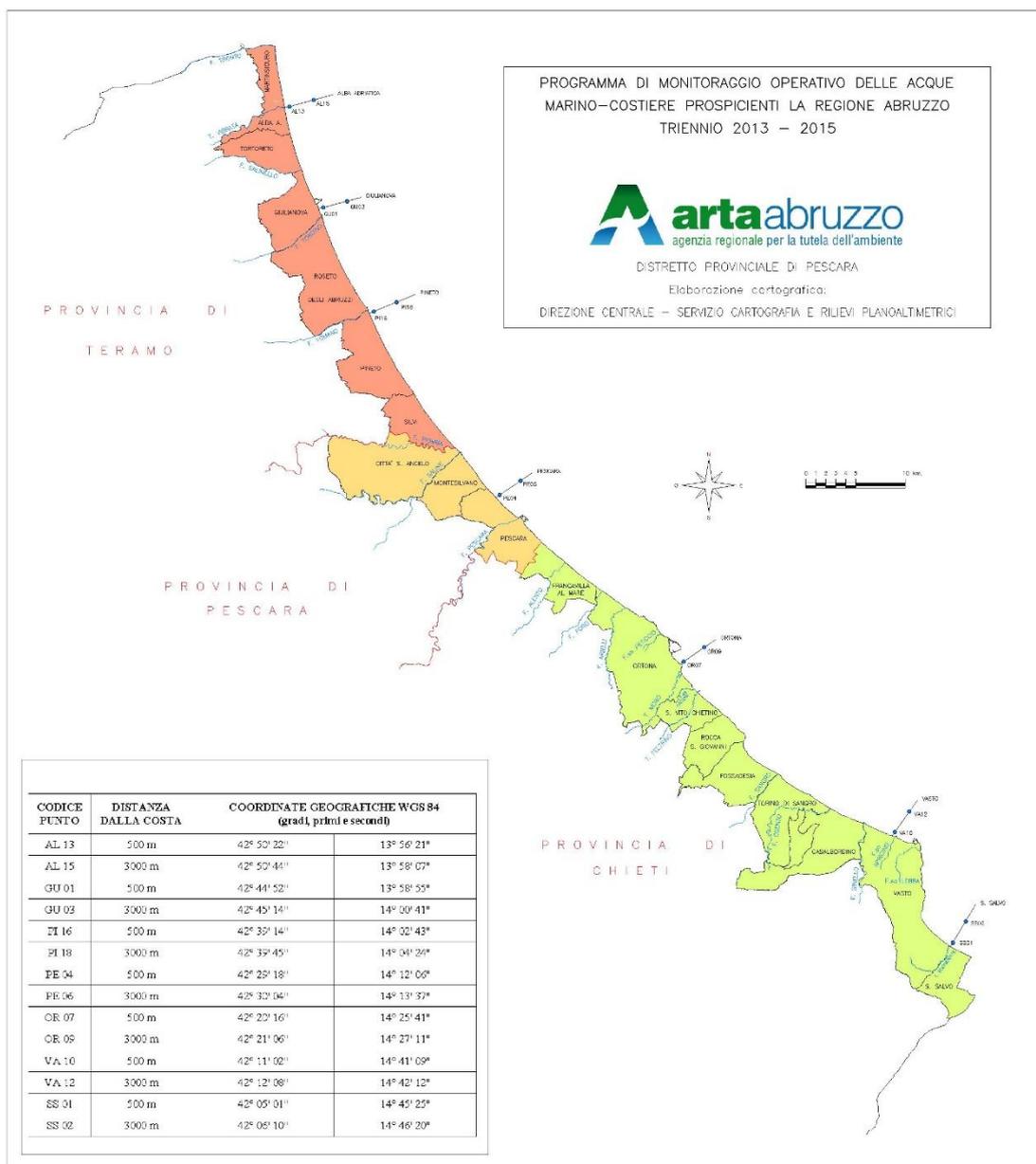


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale

2. GESTIONE DEL MONITORAGGIO

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, fitoplancton, macrobenthos), avviene secondo precisi protocolli operativi. Il programma prevede l'esecuzione di campagne di campionamento e misura, secondo un calendario prestabilito.

| Matrici | GEN | FEB | MAR | APR | MAG | GIU | LUG | AGO | SET | OTT | NOV | DIC |
|-----------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | N. CAMPIONI / MESE | | | | | | | | | | | |
| Dati sonda multiparametrica | | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | | 14 | | 14 |
| ACQUA (nutrienti) | | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | | 14 | | 14 |
| ACQUA (inquinanti) | | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | | 7 | | 7 |
| FITOPLANCTON | | 7 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | | 14 | | 14 |
| SEDIMENTI | | | | | 14 | | | | | | | |
| BIOTA | | | | | | | | | | | | |
| MACROBENTHOS | | | | 42 | | | | | | 42 | | |

Tab. 2 - Campagna di monitoraggio effettuata nel 2014 sulla Rete Regionale

2.1 CAMPIONAMENTO

L'Agenzia dispone di un mezzo nautico, la motonave "Ermione", che viene utilizzata per tutte le attività effettuate in mare.

Le attività operative di campionamento riguardano l'acquisizione di dati e il prelievo di campioni delle diverse matrici.

In ciascuna stazione sono state effettuate: rilevazioni chimico-fisiche (temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH e clorofilla "a") con sonda multiparametrica sulla colonna d'acqua e il prelievo di campioni d'acqua su cui successivamente sono state eseguite le analisi previste.

La misura della trasparenza è stata determinata mediante Disco di Secchi.

L'acquisizione dei valori delle variabili chimico-fisiche sulla colonna d'acqua viene effettuata ad ogni metro di profondità, da 50 cm dalla superficie a 50 cm dal fondo; l'acquisizione dati avviene mediante sonda multiparametrica "Idronaut mod. Ocean Seven 316 plus" che, azionata da un verricello, viene calata sulla verticale a velocità costante. Per i profili verticali della clorofilla "a" si utilizza un fluorimetro della "Sea Teck" abbinato alla sonda multiparametrica.

La funzionalità della sonda è garantita annualmente dalla ditta fornitrice attraverso taratura con il campione di riferimento.

I campioni di acqua sono prelevati a 50 cm dalla superficie con bottiglia Niskin per l'analisi dei nutrienti e per la ricerca dei microinquinanti chimici; un'aliquota viene utilizzata per lo studio del fitoplancton mediante osservazione al microscopio ottico rovesciato.

I campioni di acqua per le determinazioni dei nutrienti solubili sono filtrati sul posto,



utilizzando filtri Millipore con porosità di 0,45 µm; i campioni "tal quale" e quelli "filtrati" sono poi trasportati in laboratorio per le successive analisi, in contenitori refrigerati a +4 °C, insieme a tutti gli altri campioni.

Il campionamento di sedimento marino per la caratterizzazione chimico-fisica, bentonica, chimica e tossicologica viene effettuato mediante benna Van Veen.

Lo studio della comunità bentonica si effettua prelevando tre repliche per ogni stazione, setacciando ogni campione di sedimento mediante un setaccio con maglie di 1 mm; gli organismi separati sono immediatamente fissati in formalina al 10% in acqua di mare e trasportati in laboratorio per la classificazione.

2.2 ANALISI

Tutte le attività analitiche vengono eseguite presso i laboratori del Distretto Provinciale di Pescara.

In dettaglio le analisi di tipo chimico su matrici acqua (nutrienti disciolti, N e P totali, microinquinanti chimici) e sedimento (microinquinanti chimici e analisi granulometriche) sono svolte presso il Laboratorio Chimico-Ambientale, mentre le analisi biologiche (fitoplancton e fitoplancton potenzialmente tossico, macrobenthos), tossicologiche (saggi biologici) presso il Laboratorio di Biologia e Tossicologia Ambientale.

I prelievi e i rilievi sul campo, così come le metodologie analitiche, sono eseguite secondo le indicazioni fornite dal Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio (ICRAM-ANPA-Ministero dell' Ambiente e della Tutela del Territorio-Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell' ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento.*

2.3 GESTIONE DEI DATI

I risultati analitici, validati dai Laboratori per la parte di rispettiva competenza, vengono inseriti nel Sistema Informativo Regionale Ambientale dell' Abruzzo (SIRA) attraverso un programma informatico denominato "LIMS". Nell' applicativo LIMS vengono inserite tutte le informazioni relative ad ogni singolo campione, dall' anagrafica ai risultati analitici, ai dati dei rilievi fatti direttamente sul campo. Tutti i dati inseriti, elaborati e validati da parte dei responsabili di Sezione, vengono trasferiti alla banca dati centrale SIRA e estratti in formato excel per l' invio alla Regione Abruzzo.

L'elaborazione statistica e grafica dei dati raccolti viene realizzata con l'ausilio dei programmi del pacchetto Office, Systat, AMBI.



3. PARAMETRI INDAGATI

Temperatura: parametro fisico di grande importanza per le acque del Mar Adriatico, presenta marcate fluttuazioni stagionali a causa della bassa profondità media, della latitudine e dell'afflusso di acque fluviali determinando non solo una modificazione delle caratteristiche fisiche e chimiche dell'acqua stessa, ma influenzando in maniera sostanziale la vita degli organismi acquatici.

Trasparenza: esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della "zona eufotica". E' influenzata da molteplici fattori quali: presenza di materiali e detriti organici ed inorganici in sospensione, incrementi di biomassa fito e zoo planctonica, apporti fluviali veicolanti, risospensione del particolato fine del sedimento generato dal moto ondoso.

Ossigeno disciolto: è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O₂ atmosferico, caratterizzato da andamenti regolari, sia stagionali (mantenendosi costante in inverno e aumentando in primavera), sia giornalieri (aumentando di giorno e decrescendo di notte). Il valore dell'O₂ disciolto è in relazione inversa con temperatura e salinità, in stretta correlazione con fattori quali pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua, pH e processi di attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica.

Salinità: importante indicatore ecologico che influenza la capacità di osmoregolazione degli individui e conseguentemente gli habitats. Le variazioni di salinità dipendono soprattutto dagli apporti di acque dolci in superficie provenienti principalmente dall'Adriatico settentrionale e dall'ingresso di correnti di fondo di acque più salate dal bacino meridionale. Essa viene espressa in PSU (Practical Salinity Unit).

pH: le acque marine presentano generalmente una notevole stabilità di pH garantita da un efficiente sistema tampone; questo è rappresentato dall'equilibrio dello ione bicarbonato tra le due forme bicarbonato di calcio (solubile) e carbonato di calcio (insolubile). Il pH è influenzato da alcuni fattori quali l'attività fotosintetica e i processi di decomposizione del materiale organico. Valori compresi tra 6 e 9 sono ottimali per la vita degli organismi acquatici, mentre valori <6 e > 9 indicano presenza di sostanze inquinanti che possono avere effetti letali sulla flora e sulla fauna.

Sali nutritivi: si identificano con questo termine i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta: nitrati, nitriti, sali d'ammonio e fosfati. Tra essi viene compreso anche il silicio in quanto entra nella composizione dei frustuli di Diatomee, gusci e di spicole di Silicoflagellati e Radiolari. Sono sostanze chimiche che favoriscono la crescita delle microalghe e delle fanerogame marine. Costituiscono un fattore critico o limitante poiché la loro concentrazione in mare è scarsa. A volte, in determinate condizioni soprattutto nella fascia costiera e in bacini semichiusi, si può avere un eccesso di queste sostanze che può dar luogo al fenomeno dell'eutrofizzazione.

La concentrazione dei nutrienti non è omogenea né in senso verticale, né orizzontale, né temporale. Nella distribuzione verticale, si può notare che negli strati superficiali,



eufotici, essi vengono assimilati dagli organismi fotosintetici nei vari processi metabolici con formazione di materia organica, mentre negli strati profondi hanno luogo i processi rigenerativi con decomposizione di materia organica di provenienza diversa. Il gradiente orizzontale è dovuto principalmente all'apporto costante di nutrienti da parte dei fiumi, che convogliano al mare acque raccolte dai bacini imbriferi a monte; in relazione a tale gradiente esistono differenze notevoli tra il livello trofico della zona costiera e quello delle acque al largo. Per quanto riguarda l'andamento temporale, in particolare per azoto e fosforo, esso dipende principalmente dai seguenti fattori: la portata dei fiumi legata alle condizioni meteorologiche, l'andamento stagionale del fitoplancton e i processi rigenerativi a livello del sedimento.

Clorofilla "a": è qualitativamente e quantitativamente il pigmento più importante nel processo della fotosintesi clorofilliana, sia in ambiente terrestre che in quello marino. In base alla relazione tra clorofilla "a" e produzione primaria, si è ritenuto opportuno utilizzare la valutazione del contenuto di clorofilla "a" come indice della biomassa fitoplanctonica. Come è stato osservato per i nutrienti, anche la clorofilla è soggetta ad una variabilità spazio-temporale, essendo anch'essa coinvolta nei processi di produzione primaria e influenzata da più fattori (apporto di nutrienti, temperatura, intensità luminosa).

Indice trofico TRIX : è un indice che permette di dare un criterio di caratterizzazione oggettivo delle acque, unendo elementi di giudizio qualitativi e quantitativi. L'indice trofico è stato calcolato sulla base di fattori nutrizionali (azoto inorganico disciolto -DIN e fosforo totale) e fattori legati alla produttività (clorofilla *a* ed ossigeno disciolto).

| INDICE DI TROFIA | STATO TROFICO | COLORE |
|------------------|---------------|--|
| 2-4 | Elevato |  |
| 4-5 | Buono |  |
| 5-6 | Mediocre |  |
| 6-8 | Scadente |  |

Tab. 3 - Classificazione trofica delle acque marine costiere (D.Lgs 152/06 e s.m.i.)

L'indice classifica lo stato trofico delle acque in base a 4 classi di qualità, in funzione delle variazioni di parametri quali clorofilla *a*, ossigeno disciolto, fosforo totale ed azoto inorganico:

$$\text{Indice trofico TRIX} = \frac{[\log (\text{Chl } a * \text{OD}\% * N * P) - (-1.5)]}{1.2}$$

dove:

Chl *a* = clorofilla (µg/l);

OD% = Ossigeno disciolto in percentuale come deviazione in valore assoluto dalla saturazione;

N = N-(NO₃ + NO₂ + NH₃) Azoto minerale solubile (DIN) (µg/l);

P = Fosforo totale (µg/l).



| STATO | DESCRIZIONE |
|----------|--|
| ELEVATO | Buona trasparenza delle acque Assenza di anomale colorazioni delle acque Assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche |
| BUONO | Occasionali intorbidimenti delle acque Occasionali anomale colorazioni delle acque Occasionali ipossie nelle acque bentiche |
| MEDIOCRE | Scarsa la trasparenza delle acque Anomale colorazioni delle acque Ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico |
| SCADENTE | Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura |

INQUINANTI CHIMICI

- Solventi clorurati:** sono composti chimici derivati da idrocarburi a cui sono stati aggiunti atomi di cloro. I più noti sono il cloroformio, il tricloroetilene, il percloroetilene, il tetracloruro di carbonio, il tricloroetano. Si tratta di sostanze dotate di un ottimo potere solvente, propellente, refrigerante e di scarsa infiammabilità. Per le loro caratteristiche trovano largo impiego nell'industria chimica, tessile, della gomma, delle materie plastiche, nella formulazione degli estinguenti presenti negli estintori, nei liquidi refrigeranti, nelle vernici, nelle operazioni di sgrassaggio e pulitura di metalli, nei cicli produttivi di produzione di catrami e bitumi, nelle operazioni di smacchiatura a secco di indumenti, nel trattamento di pelli, tessuti etc. Per quanto concerne gli effetti tossicologici si può affermare che, benché questi cambino in funzione del tipo di sostanza, tutti i solventi clorurati, hanno proprietà narcotiche e neurotossiche, e quasi tutti possiedono tossicità epatica, renale ed emopoietica.

Il largo utilizzo fatto negli ultimi decenni e gli smaltimenti scorretti hanno causato una notevole diffusione ambientale di questi composti sia nelle acque superficiali sia in quelle sotterranee. Per la loro volatilità, queste sostanze possono contaminare le acque superficiali essenzialmente in prossimità dei siti di sversamento.
- Solventi aromatici:** sono i composti a minor peso molecolare e maggiormente volatili appartenenti alla classe degli idrocarburi aromatici. I composti più rappresentativi sono: benzene, toluene, etilbenzene, xilene, propilbenzene, stirene. L'inquinamento da solventi organici aromatici deriva dal loro impiego in campo industriale e dall'uso di prodotti petroliferi (in particolare benzine). La loro diffusione nell'ecosistema acquatico è legata a perdite che si possono verificare durante le fasi di trasporto e stoccaggio di prodotti derivati dal petrolio. Tali composti rivestono grande importanza nel panorama della chimica delle acque perché ad essi è associata una notevole tossicità per l'ambiente e per gli esseri viventi. La sua pericolosità è dovuta principalmente agli effetti cancerogeni riconosciuti per l'uomo, conseguenti ad un'esposizione cronica.



-
- **Metalli pesanti:** sono componenti naturali delle acque e dei sedimenti e sono considerati inquinanti se il loro livello eccede quello naturale e in particolare i metalli pesanti sono quelli maggiormente tossici; i più rappresentativi per il rischio ambientale sono: Mercurio (Hg), Cadmio (Cd) e Piombo (Pb). La formazione di questi metalli presenta alta affinità per lo zolfo degli enzimi presenti in alcune reazioni metaboliche fondamentali nel corpo umano: il complesso metallo-zolfo inibisce il normale funzionamento dell'enzima con conseguente danno per la salute dell'uomo. Il mercurio presenta il fenomeno della biomagnificazione, cioè la sua concentrazione aumenta progressivamente attraverso gli anelli della catena trofica.
 - **Composti organo clorurati:** sono composti caratterizzati dal legame del cloro con un atomo di carbonio e tra i loro derivati, il più noto è il DDT o [1,1,1-tricloro-2,2-di-(4-clorofenil)etano]. Sono ampiamente usati come pesticidi, erbicidi e fungicidi. Questi composti risultano fortemente tossici per l'uomo e per altri animali, inoltre non sono biodegradabili e una volta liberati nell'ambiente permangono in maniera definitiva nell'acqua, negli animali, nelle piante, nei sedimenti. La loro presenza indica una contaminazione di tipo "agricolo" operata soprattutto da fiumi che drenano vaste aree di territorio. Sono stati rilevati nei tessuti dei mitili di molte località costiere, sia dell'Adriatico che del Tirreno, seppure con concentrazioni molto basse. I pesticidi clorurati rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.
 - **Policlorobifenili (PCB):** l'acronimo PCB indica un gruppo di sostanze chimiche industriali organoclorurate (difenili policlorurate). I PCB sono insolubili in acqua e solubili in mezzi idrofobi, chimicamente inerti e difficili da bruciare, possono persistere nell'ambiente per lunghissimi periodi ed essere trasportati anche per lunghe distanze. Tendono ad accumularsi nel suolo e nei sedimenti, si accumulano nella catena alimentare e possono dar luogo al fenomeno della biomagnificazione, raggiungendo pertanto concentrazioni potenzialmente rilevanti sul piano tossicologico.
Proprio per le loro caratteristiche di stabilità e bassa biodegradabilità, i PCB sono inquinanti ambientali pressoché ubiquitari. I PCB rientrano tra gli inquinanti organici persistenti (POP) riconosciuti a livello internazionale.
 - **Diossine e Furani:** Con il termine generico di "diossine" si indica un gruppo di 210 composti chimici aromatici policlorurati, ossia formati da carbonio, idrogeno, ossigeno e cloro, divisi in due famiglie: dibenzo-p-diossine (PCDD o propriamente "diossine") e dibenzo-p-furani (PCDF o "furani"). Si tratta di idrocarburi aromatici clorurati, per lo più di origine antropica, particolarmente stabili e persistenti nell'ambiente, tossici per l'uomo, gli animali e l'ambiente stesso; le diossine e i furani costituiscono infatti due delle dodici classi di inquinanti organici, persistenti, riconosciute a livello internazionale dall'UNEP.
Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani: di questi però solo 17, di cui 7 PCDD e 10 PCDF, destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.



-
- **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA):** sono un gruppo di idrocarburi che contengono anelli benzenici condensati e si formano in seguito alla combustione incompleta di materiali organici contenenti carbonio: sono composti cancerogeni. Gli IPA presenti nell'ambiente provengono da numerose fonti: traffico auto veicolare, dal "catrame", dal fumo delle sigarette, dalla superficie di alimenti affumicati, dal fumo esalato dalla combustione del legno o del carbone; quelli che inquinano l'ambiente acquatico sono riconducibili alla fuoriuscita di petrolio dalle petroliere, dalle raffinerie e dai punti di trivellazione del petrolio in mare aperto.
 - **Composti organostannici (TBT):** sono composti organici a base di stagno largamente impiegati come agenti "antivegetativi" (antiincrostazione) alle vernici usate per le barche, per lo scafo delle imbarcazioni, per le reti da pesca. Parte del composto del tributil stagno si libera nelle acque, di conseguenza tale composto penetra nella catena alimentare attraverso i microrganismi che vivono in prossimità della superficie. A causa della loro tossicità, persistenza e capacità di bioaccumulo si ritrovano anche in aree lontane dalla fonte originaria di emissione e concorrono a generare notevoli danni all'ecosistema marino.
 - **Carbonio organico totale**
Il carbonio Organico Totale è un indice della concentrazione totale delle sostanze organiche: quella disciolta (DOM) e quella particolata (POM).
 - **Analisi granulometrica**
E' una misura della dimensione media delle particelle che compongono i sedimenti marini; si determina la percentuale in peso della sabbia (particelle con diametro superiore ai 0,063 mm ma inferiore ai 2 mm) e delle peliti o fanghi (particelle con diametro inferiore ai 0,063 mm).
 - ghiaia (superiore ai 2 mm di diametro);
 - sabbia molto grossolana (compresa tra 2 e 1 mm);
 - sabbia grossolana (compresa tra 1 e 0,5 mm);
 - sabbia media (compresa tra 0,5 e 0,25 mm);
 - sabbia fine (compresa tra 0,25 e 0,125 mm);
 - sabbia molto fine (compresa tra 0,125 e 0,063 mm).

La composizione granulometrica è un parametro che influisce sulla capacità di accumulo di sostanze inquinanti da parte del sedimento (sedimenti con una abbondante frazione pelitica hanno la tendenza ad accumulare maggiori quantità di sostanze chimiche) ma anche sulle caratteristiche delle comunità bentoniche di fondo mobile.

PLANKTON

Fitoplancton Negli ecosistemi acquatici il *fitoplancton* ricopre un ruolo fondamentale, rappresentando il primo anello della catena trofica.

E' costituito da organismi vegetali, in genere microscopici, ed è il maggior responsabile dei processi fotosintetici e della produzione della sostanza organica necessaria allo zooplancton. La componente più rappresentativa del fitoplancton di mare, sia come numero di individui che come numero di specie, è generalmente



costituita da *Diatomee*; ad esse si associano, con importanza variabile secondo la stagione e le condizioni idrologiche, altri gruppi algali, *Dinophyceae*, *Euglenophyceae*, *Cryptophyceae*, *Chrysophyceae*; altre classi che possono essere presenti, ma in minor parte, sono *Prasinophyceae* e *Rafidophyceae*.

La densità fitoplanctonica presenta variazioni stagionali strettamente correlate alla quantità di radiazione solare, alla disponibilità di macronutrienti (principalmente azoto e fosforo) e alla efficienza degli organismi che si cibano di alghe planctoniche. Comprende numerosissime specie che si differenziano per dimensione, morfologia ed ecologia; la distribuzione verticale è influenzata dalla percentuale di penetrazione della radiazione solare incidente e dalla sua progressiva estinzione, a loro volta dipendenti dalla presenza di torbidità minerale, di sostanze umiche e degli stessi organismi planctonici.

SAGGI BIOLOGICI

Permettono di verificare la presenza di microinquinanti in concentrazioni tali da determinare effetti tossici a breve, medio o lungo termine sulle comunità biologiche. In tali saggi possono essere utilizzate diverse specie-test, differenti per trofia, sensibilità specifica, rilevanza ecologica (batteri, alghe, molluschi bivalvi, policheti, echinodermi). Sono uno strumento essenziale da utilizzare in maniera complementare alla determinazione della concentrazione di inquinanti chimici, al fine di valutare la qualità dei sedimenti marini.

Macrobenthos

Organismi marini animali (zoobenthos) e vegetali (fitobenthos) che vivono a stretto contatto con il fondale o ancorati a substrati duri. Le indagini condotte riguardano lo studio delle comunità zoobentoniche di fondi mobili, cioè costituiti da sabbia e/o fango, che caratterizzano l'ambiente marino. Infatti queste comunità permanendo per lungo tempo in una data area sono esposte in maniera continua, tanto ai fattori che ne supportano lo sviluppo (nutrienti, radiazione solare, ecc) quanto ai fattori che possono determinare una loro alterazione (inquinanti, variazioni fisico-chimiche delle acque, ecc).

Per questo motivo, il controllo della composizione (attraverso la determinazione delle liste di specie presenti in queste comunità in una data area e delle abbondanze relative di ogni singola specie) e della struttura (attraverso il calcolo di indici di diversità) delle comunità bentoniche dei fondi mobili, è utilizzato per individuare eventuali fenomeni di perturbazione dell'area studiata, fenomeni che possono aver agito in un intervallo di tempo e di spazio molto ampio.

In tal senso il DM 260/2010 ha introdotto l'Indice M-AMBI, che utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata per riassumere la complessità della comunità di fondo mobile, permettendo così una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.



4. ANALISI DEI RISULTATI

I risultati presentati sono riferiti a prelievi e rilievi effettuati nell'anno 2014, da Febbraio a Dicembre; i prelievi di gennaio, settembre e novembre non sono stati effettuati a causa di condizioni meteo marine avverse.

La campagna di monitoraggio sui sette transetti della rete Regionale ha portato all'acquisizione di 1.008 dati meteo marini, 126 profili con sonda multiparametrica per un totale di 630 dati analitici acquisiti a 0,5 m di profondità, al prelievo di 126 campioni di acqua, 126 campioni di fitoplancton, 14 campioni di sedimento, e 84 di macrobenthos.

4.1 ACQUA

I campioni della matrice acqua sono stati prelevati con frequenza mensile su tutte le stazioni per l'analisi dei nutrienti e, solo sulle stazioni a 500 m dalla costa, per la determinazione degli inquinanti chimici. Fanno eccezione i mesi di gennaio, settembre e novembre nel corso dei quali per difficoltà tecniche e condizioni meteo marine avverse, non è stato possibile procedere con i campionamenti.

I dati analitici rilevati in campo e in laboratorio, sono stati elaborati ed analizzati.

TEMPERATURA

La temperatura delle acque superficiali, nel 2014, mostra un tipico andamento sinusoidale con valori minimi nei mesi invernali che aumentano, raggiungendo i massimi nel periodo estivo. I valori mensili evidenziano un minimo di 10,8 °C nel mese di Febbraio (AL13 e GU01) ed un massimo di 27,6 °C a Agosto (SS01 e PE06).

Gli andamenti dei valori mensili di temperatura superficiale sono riportati nelle figure sottostanti (Fig. 2 e 3).

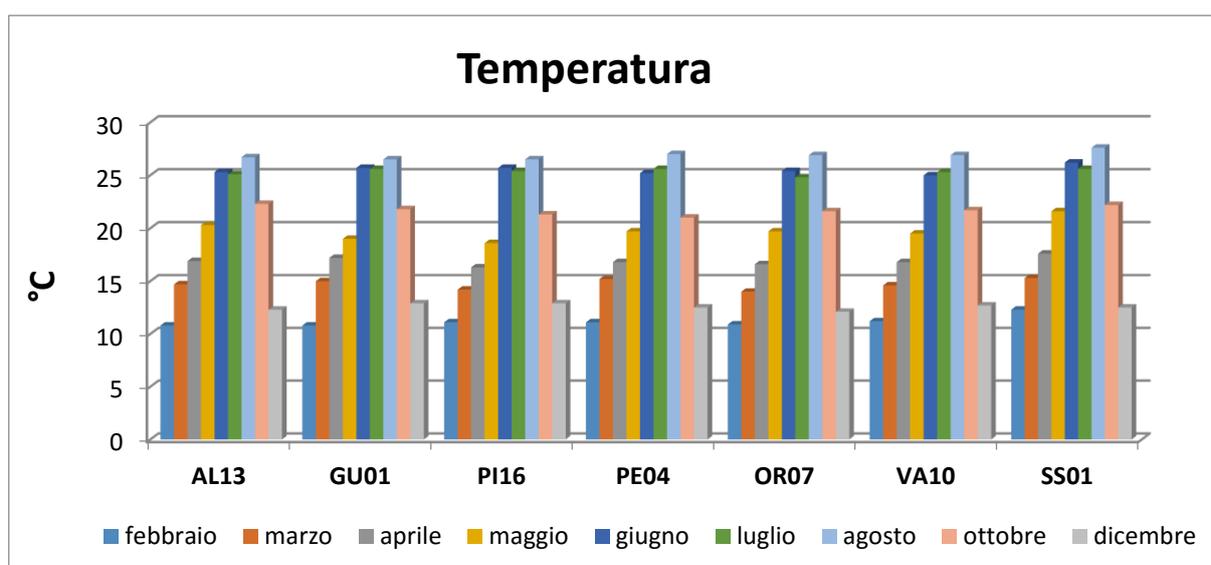


Fig. 2 - Andamento della temperatura delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.



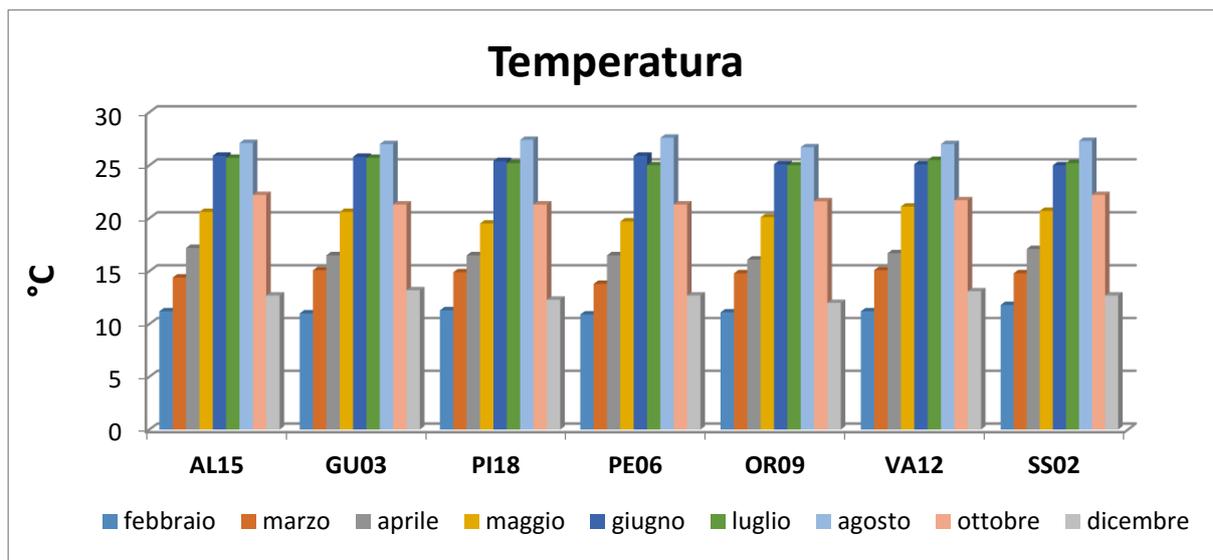


Fig. 3 - Andamento della temperatura delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

La media annuale, calcolata per tutte le stazioni di campionamento, sottolinea tale andamento sinusoidale e mostra una sostanziale omogeneità sia nelle stazioni settentrionali sia in quelle centro-meridionali.

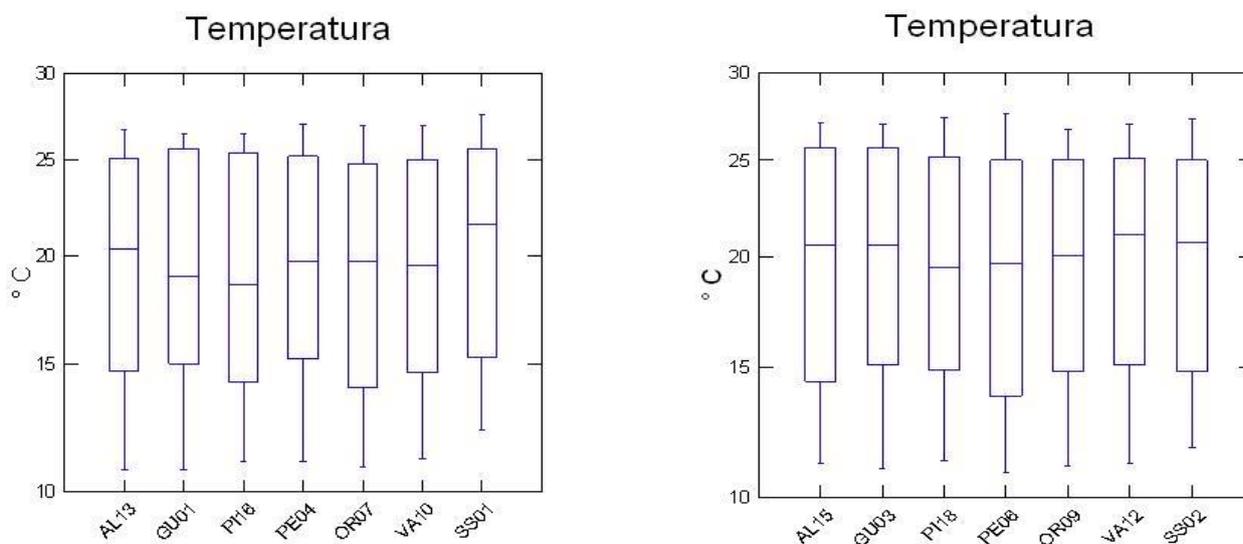


Fig. 4 - Diagrammi Box Plot della temperatura nelle singole stazioni costiere



TRASPARENZA

La trasparenza mostra valori compresi tra un massimo di 13,5 m rilevato presso la stazione OR09 nel mese di Luglio ed un minimo pari a 0,5 m rilevato nella stazione PI16 (a Febbraio). La trasparenza delle acque varia in base a numerosi fattori, tra i quali gli apporti di acque continentali e la presenza di microalghe in colonna d'acqua.

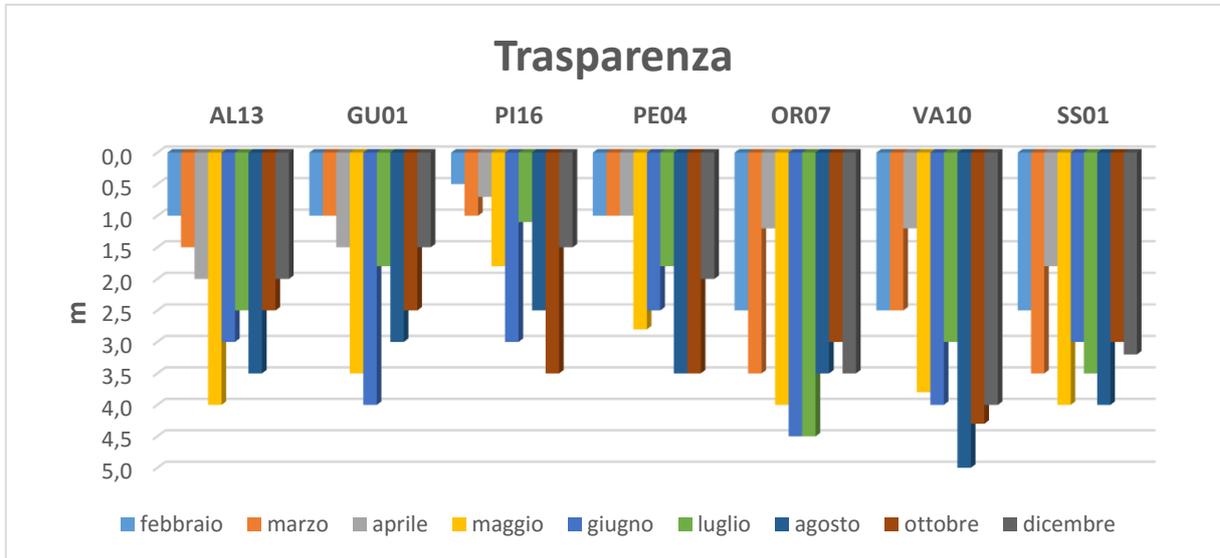


Fig. 5 - Andamento della trasparenza delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

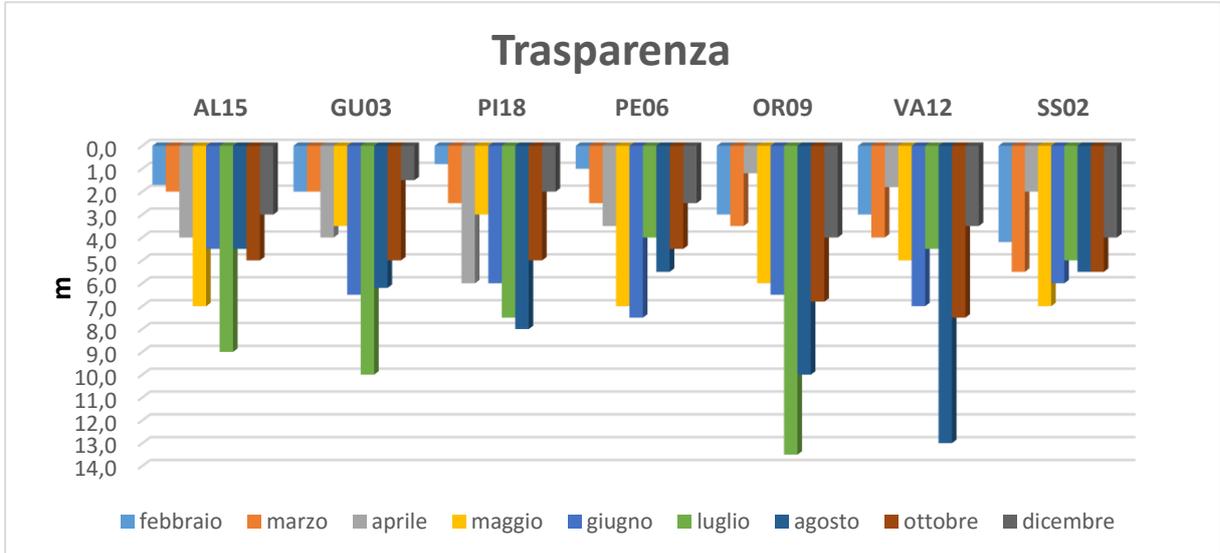


Fig. 6 - Andamento della trasparenza delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.



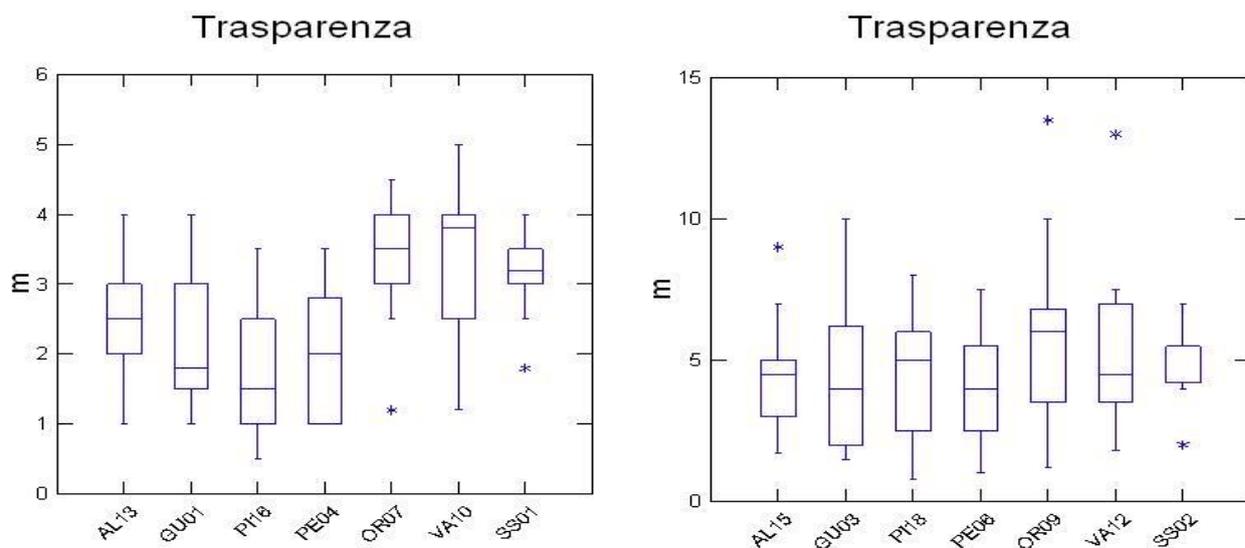


Fig. 7 - Diagrammi Box Plot della trasparenza nelle singole stazioni costiere

SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 27,8 psu (stazione GU03 nel mese di Marzo) ed il valore massimo di 36,8 psu (stazione AL13 nel mese di Ottobre).

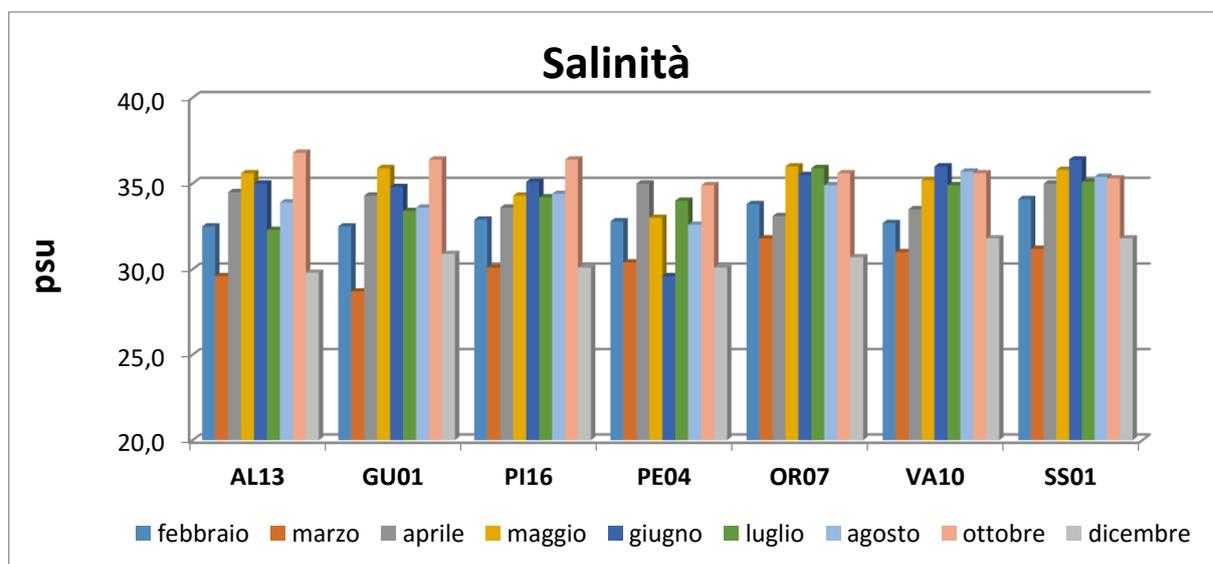


Fig. 8 - Andamento della salinità delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.



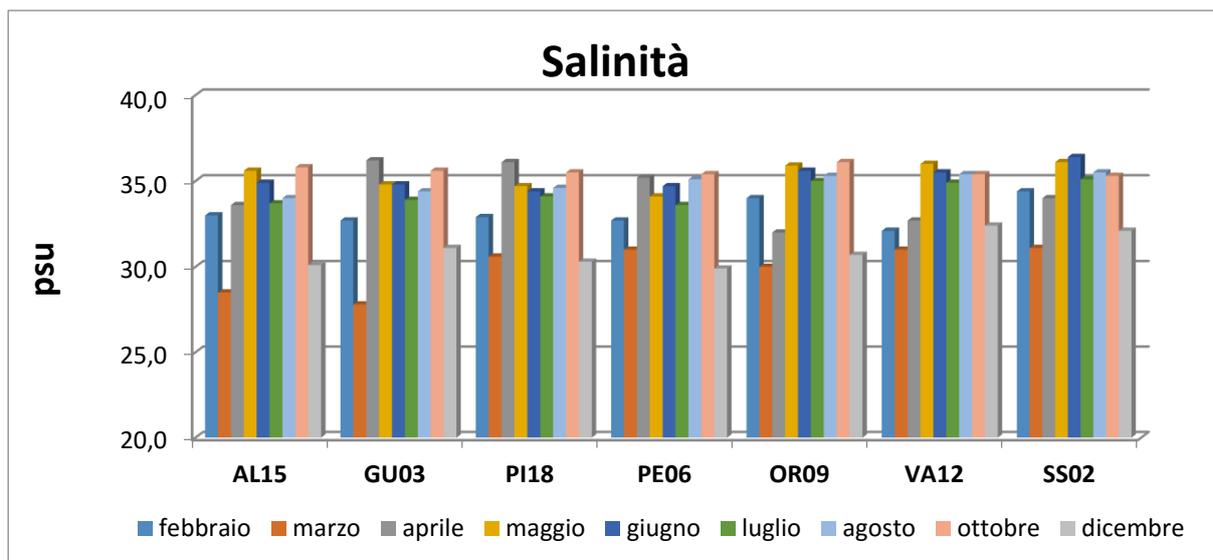


Fig. 9 - Andamento della salinità delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

Le oscillazioni di salinità stagionali sono riconducibili a fenomeni naturali quali precipitazioni, apporto di acque dolci continentali, evaporazione, e a situazioni idrodinamiche particolari in grado di esercitare un azione di rimescolamento o stratificazione delle masse d'acqua.

Nelle Fig. 8 - 9, si riportano gli andamenti delle salinità mensili, registrate in superficie in ciascuna stazione di monitoraggio, dalle quali si nota come i valori più elevati di salinità si riscontrano nel periodo primaverile mentre le concentrazioni più basse nel periodo autunno-inverno.

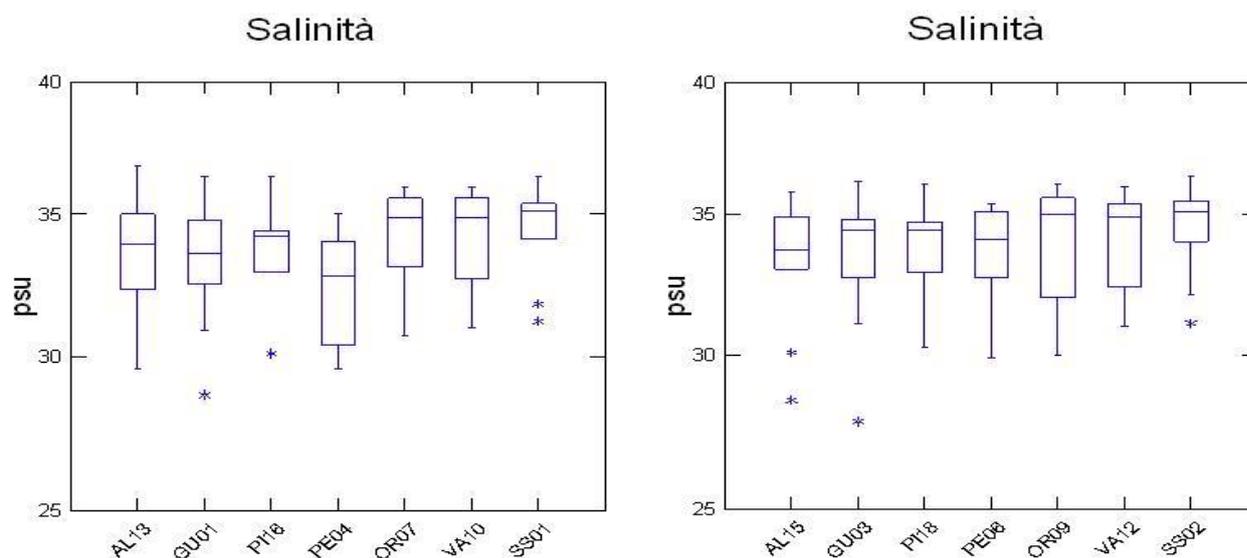


Fig. 10 - Diagrammi Box Plot della salinità nelle singole stazioni costiere



CONCENTRAZIONE IDROGENIONICA

Rappresenta il parametro che, grazie all'azione del forte sistema tampone esercitata dall'acqua di mare, esprime la più ristretta variabilità con un valore medio in superficie pari a 8,1 unità di pH, un massimo di 8,5 (staz. AL13, AL15, GU01 e GU03 a Marzo) ed un minimo di 7,5 (staz. AL15 a Dicembre).

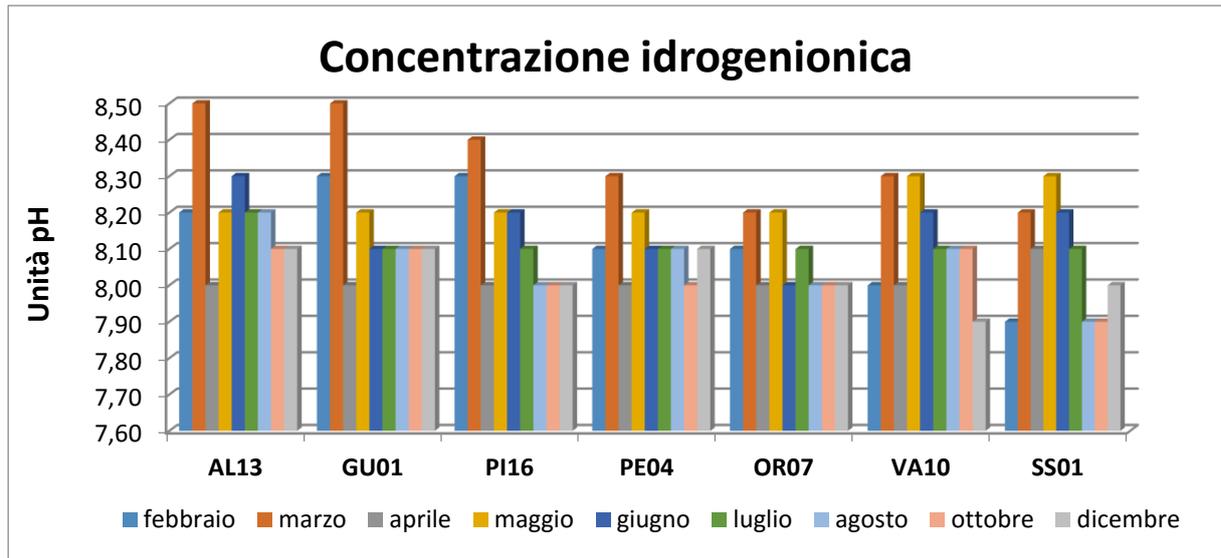


Fig. 11 - Andamento del pH delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

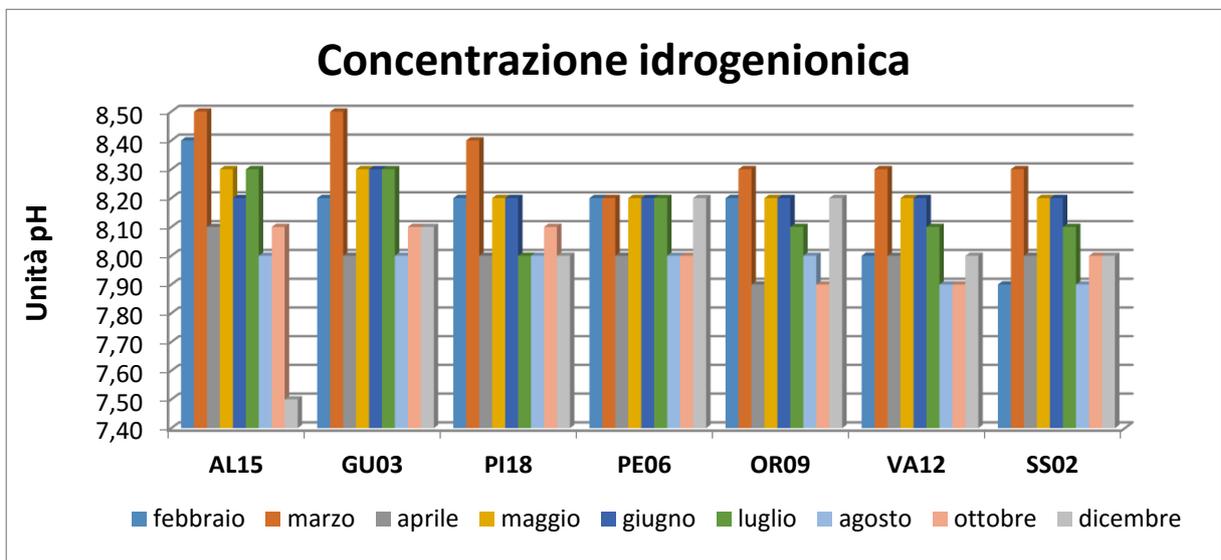


Fig. 12 - Andamento del pH delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

In figura 13, si riporta il Box Plot dell'andamento annuale dei valori di pH calcolati in superficie in ciascuna stazione.



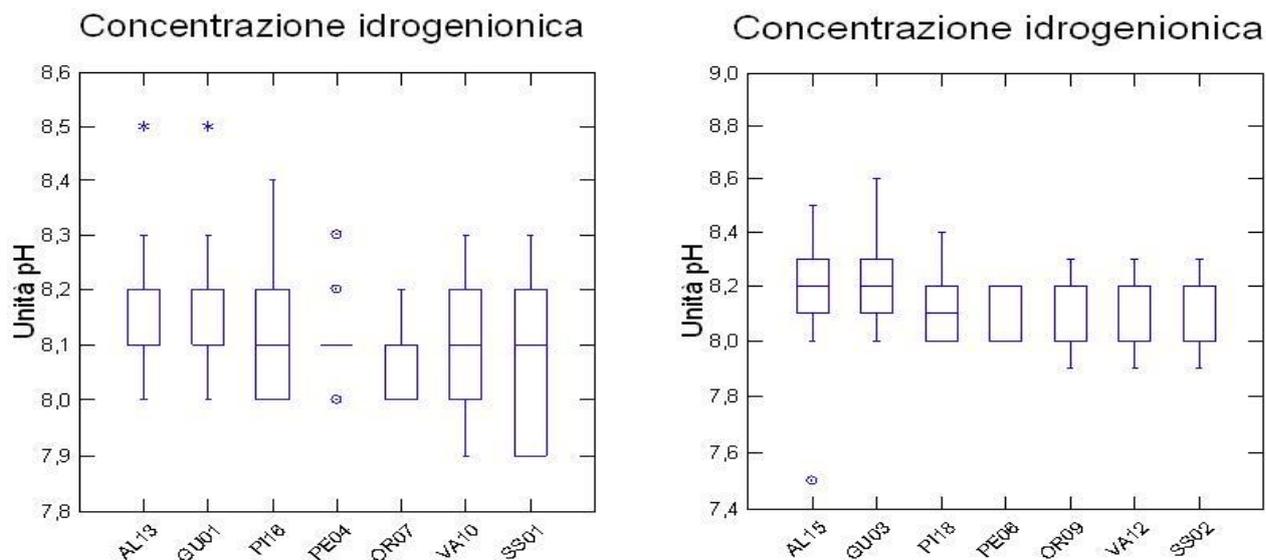


Fig. 13 - Diagrammi Box Plot della concentrazione idrogenionica nelle singole stazioni costiere

OSSIGENO DISCIOLTO

L'ossigeno disciolto rappresenta un indicatore dello stato trofico di un ecosistema marino, in quanto il suo andamento è strettamente correlato alla biomassa autotrofa presente.

In superficie il valore medio di ossigeno disciolto riscontrato è di 101,8 % con un minimo di 90,2% alla stazione PE04 a Ottobre ed un massimo di 125,0 % alla stazione AL13 a Marzo.

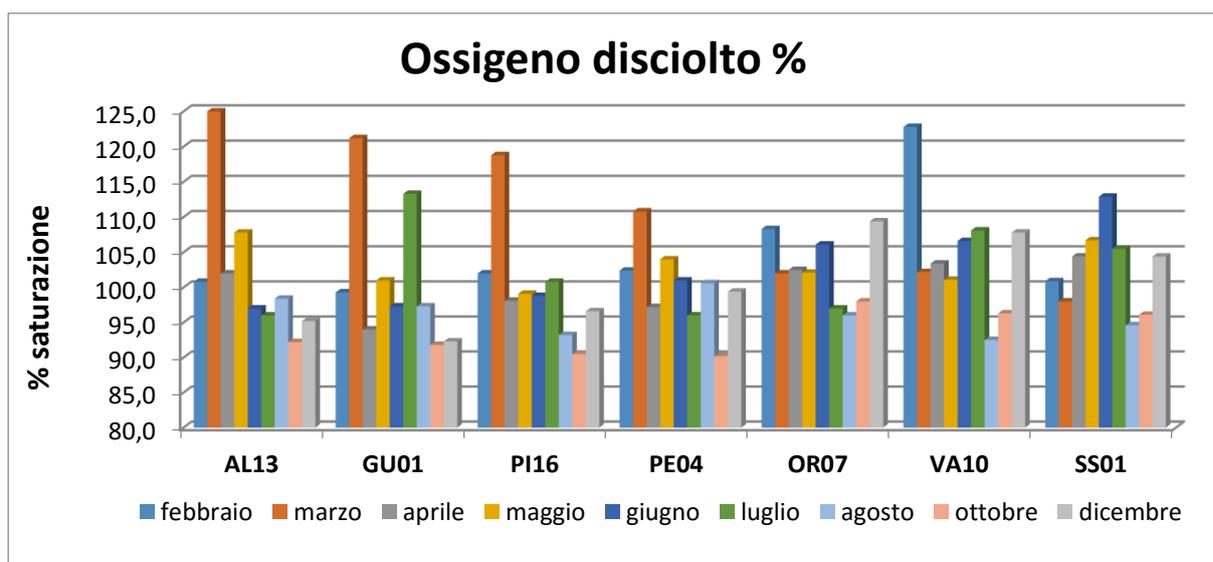


Fig. 14 - Ossigeno disciolto delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.



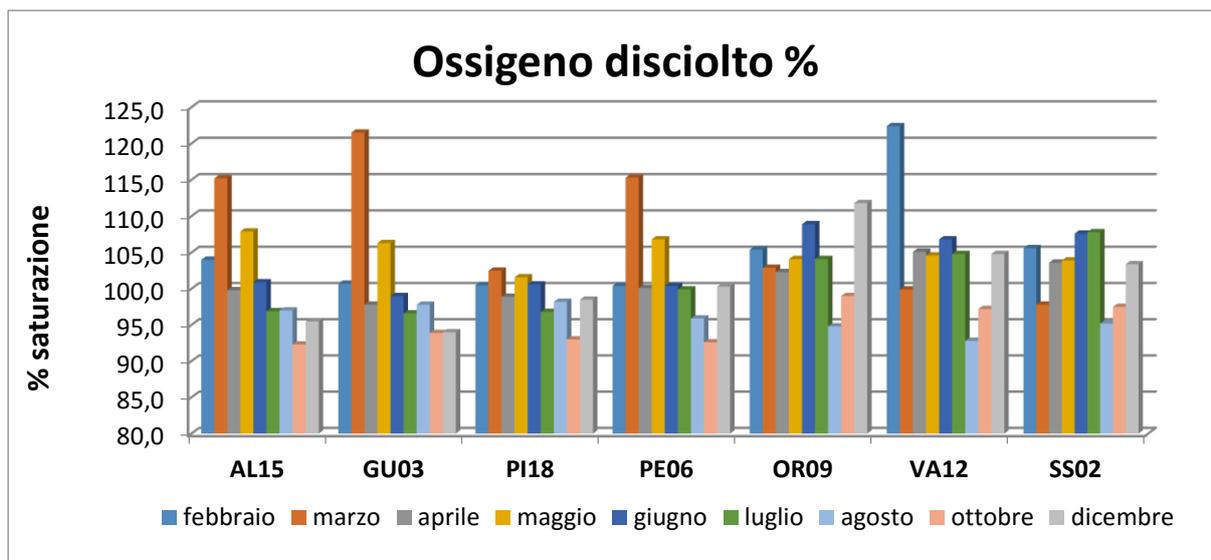


Fig. 15 - Ossigeno disciolto delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

Nelle fig. 14 - 15, è rappresentato l'andamento mensile di ossigeno disciolto in ciascuna stazione di monitoraggio; si nota che il trend di concentrazione di O₂ disciolto, in generale, risulta omogeneo per quasi la totalità delle stazioni nel corso dell'anno. Si distinguono i valori più elevati, superiori al 110%, registrati nel mese di marzo, nelle stazioni a nord (da Alba Adriatica a Pescara) e nel mese di giugno nelle stazioni più a sud (Vasto e S. Salvo).

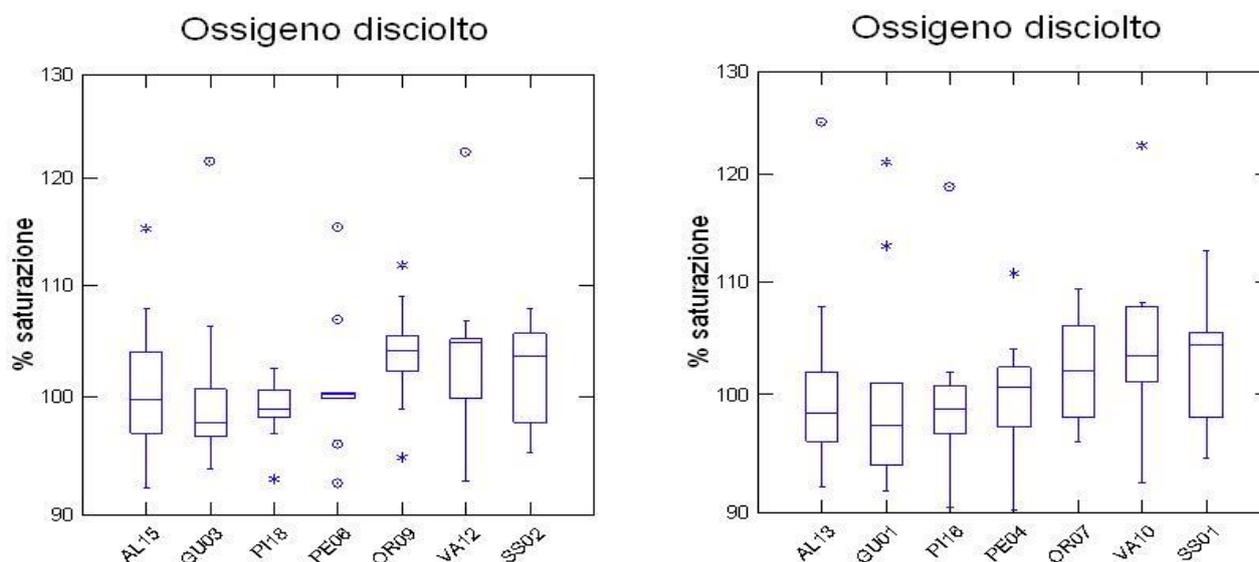


Fig. 16 - Diagrammi Box Plot dell'Ossigeno disciolto nelle singole stazioni costiere



CLOROFILLA "a"

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla "a", misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,54 µg/L. Il valore minimo, pari a 0,04 µg/L, è stato rilevato nella stazione di PE06 nel mese di Giugno mentre il massimo, di 4,3 µg/L, è stato riscontrato nella stazione GU01 a Luglio. Un altro picco di concentrazione, corrispondente ad un valore di 4,0 µg/L, è stato rilevato nella stazione VA12 nel mese di febbraio (Fig. 17).

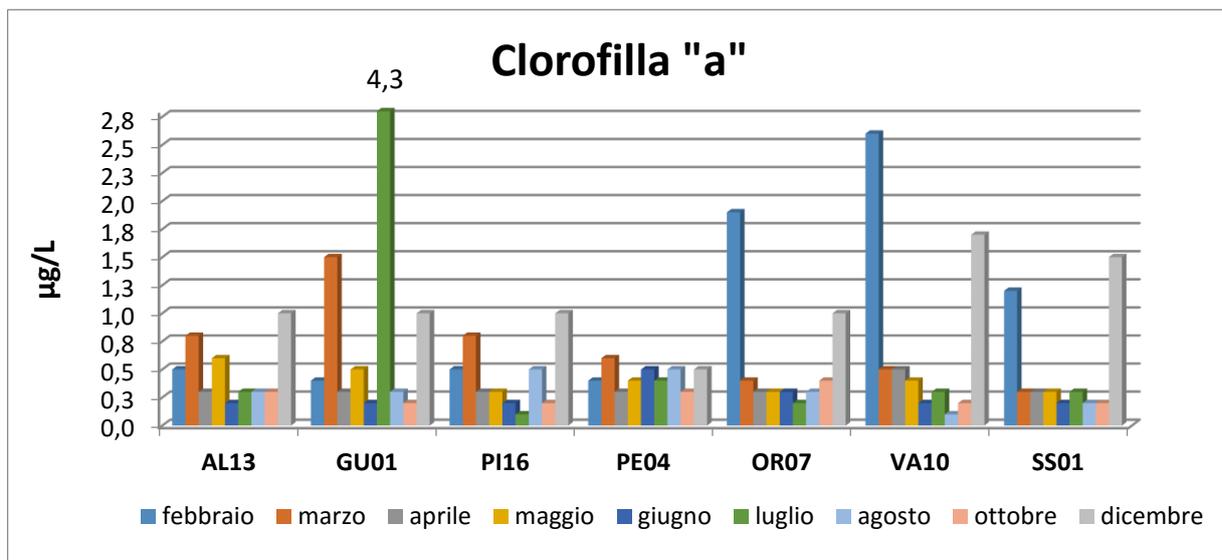


Fig. 17 - Clorofilla "a" delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.

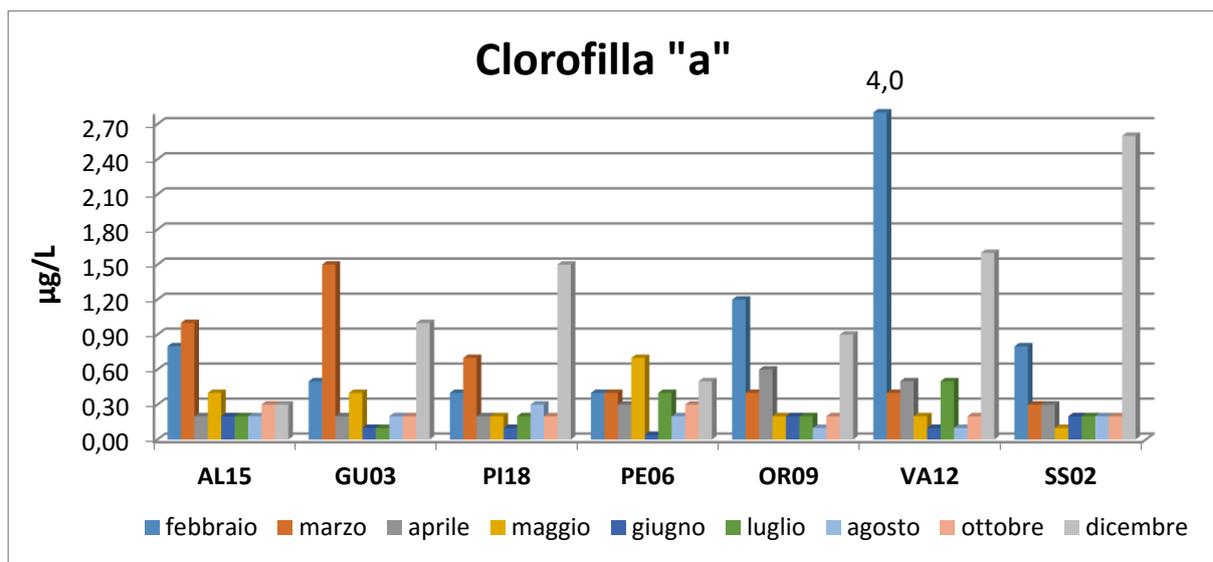


Fig. 18 - Clorofilla "a" delle acque superficiali nelle stazioni di monitoraggio.



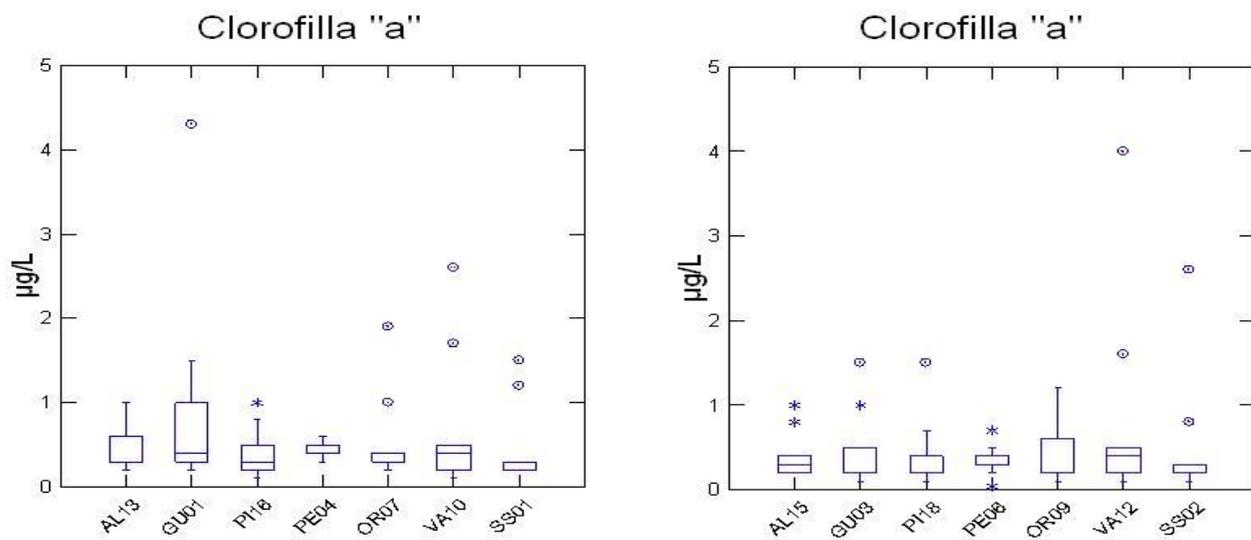


Fig. 19 - Diagrammi Box Plot della Clorofilla nelle singole stazioni costiere



4.1.1 NUTRIENTI

AZOTO AMMONIACALE

In superficie la concentrazione media annua di azoto ammoniacale è stata pari a $24,67 \mu\text{g/L}$, con un valore medio mensile minimo pari a $14,54 \mu\text{g/L}$ nel mese di dicembre ed un valore massimo di $75,10 \mu\text{g/L}$, nel mese di agosto.

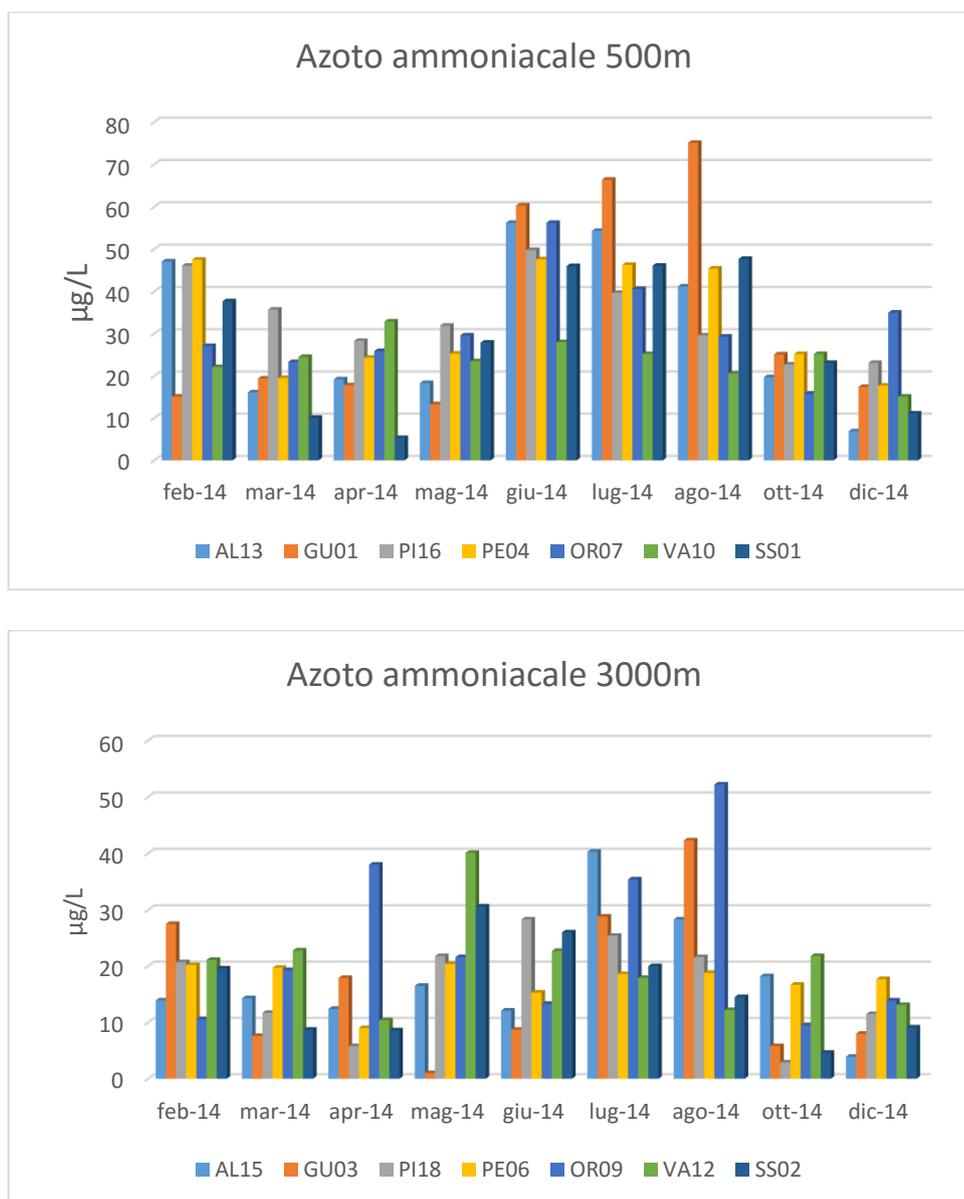


Fig. 20 – Andamento stagionale dell'azoto ammoniacale rilevato in superficie

Come si evidenzia in fig. 20, le concentrazioni più elevate sono rilevate nelle stazioni a 500 m e, in generale, i valori sono più alti nel periodo estivo.



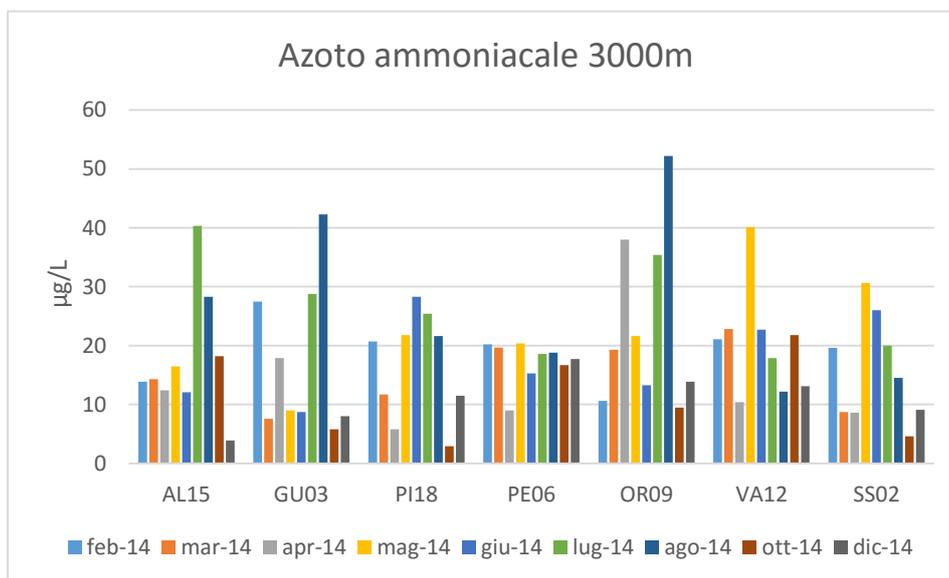
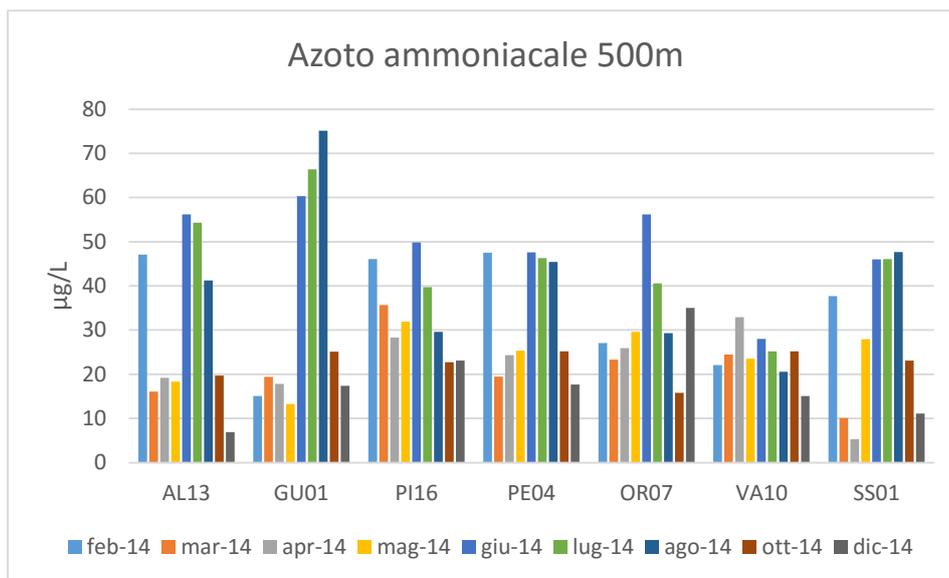


Fig. 21 - Azoto ammoniacale rilevato in superficie a 500 m e 3000 m dalla costa

| 2014 | Azoto ammoniacale µg/L | | | | |
|------|------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 31,00 | 19,70 | 6,90 | 56,20 | 18,62 |
| GU01 | 34,43 | 19,40 | 13,30 | 75,10 | 25,11 |
| PI16 | 34,10 | 31,90 | 22,70 | 49,80 | 9,58 |
| PE04 | 33,20 | 25,30 | 17,70 | 47,60 | 13,07 |
| OR07 | 31,42 | 29,30 | 15,80 | 56,20 | 11,61 |
| VA10 | 24,12 | 24,50 | 15,10 | 32,90 | 4,91 |
| SS01 | 28,33 | 27,90 | 5,30 | 47,70 | 16,87 |



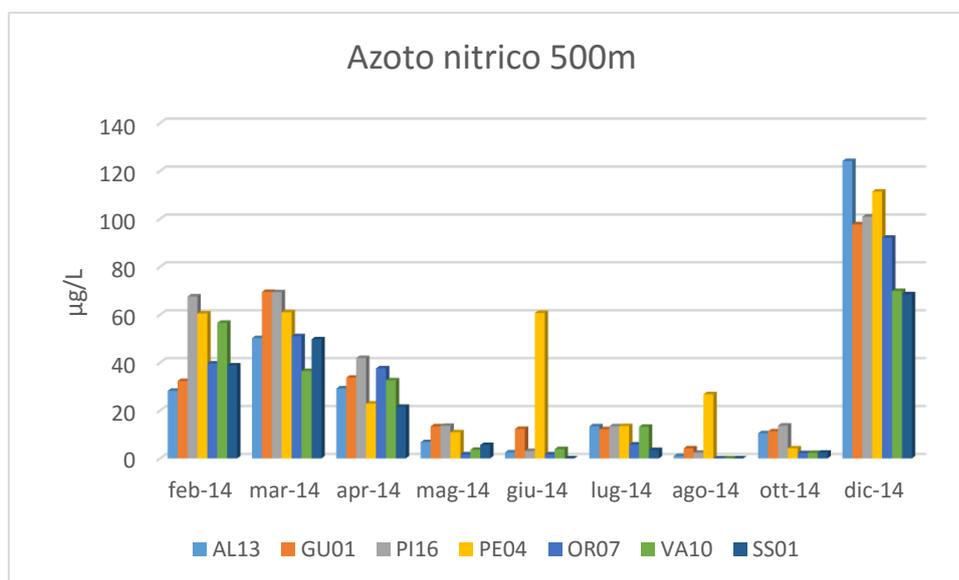
| 2014 | Azoto ammoniacale $\mu\text{g/L}$ | | | | |
|------|-----------------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL15 | 17,77 | 14,30 | 3,90 | 40,30 | 10,61 |
| GU03 | 17,29 | 9,00 | 5,80 | 42,30 | 12,83 |
| PI18 | 16,63 | 20,70 | 2,90 | 28,30 | 8,93 |
| PE06 | 17,38 | 18,60 | 9,00 | 20,40 | 3,55 |
| OR09 | 23,76 | 19,30 | 9,50 | 52,20 | 14,81 |
| VA12 | 20,23 | 21,10 | 10,40 | 40,10 | 8,86 |
| SS02 | 15,74 | 14,50 | 4,60 | 30,60 | 8,87 |

Tab. 4 - Indici statistici azoto ammoniacale

Dall'osservazione delle medie annue rilevate in ciascuna stazione, risulta inoltre che i valori più bassi sono stati riscontrati nella stazione di S.Salvo a 3000 m dalla costa (SS02), con un valore medio annuo pari a 15,74 $\mu\text{g/L}$, mentre le concentrazioni più elevate sono state osservate nei campioni prelevati nella stazione GU01, con un valore medio annuo di 34,43.

AZOTO NITRICO

In superficie la concentrazione media del azoto nitrico è di 26,20 $\mu\text{g/L}$, con un valore minimo di 3,24 $\mu\text{g/L}$ misurato nel mese di agosto ed un valore massimo di 91,14/L nel mese di dicembre; l'andamento stagionale mostrato in fig. 22 evidenzia che i valori più elevati di azoto nitrico sono stati riscontrati nei campioni prelevati nel periodo invernale per la totalità delle stazioni.



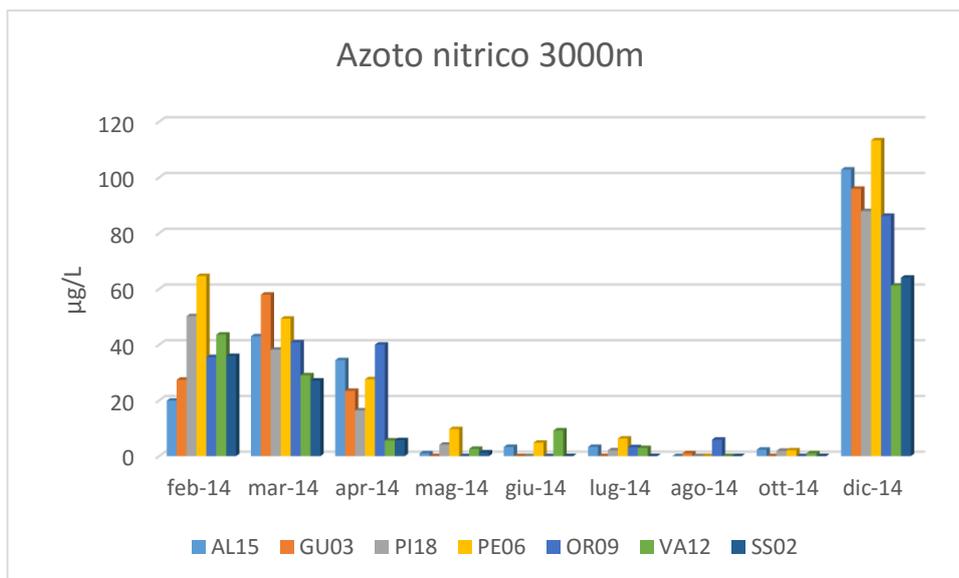


Fig. 22 - Andamento stagionale dell'azoto nitrico rilevato in superficie

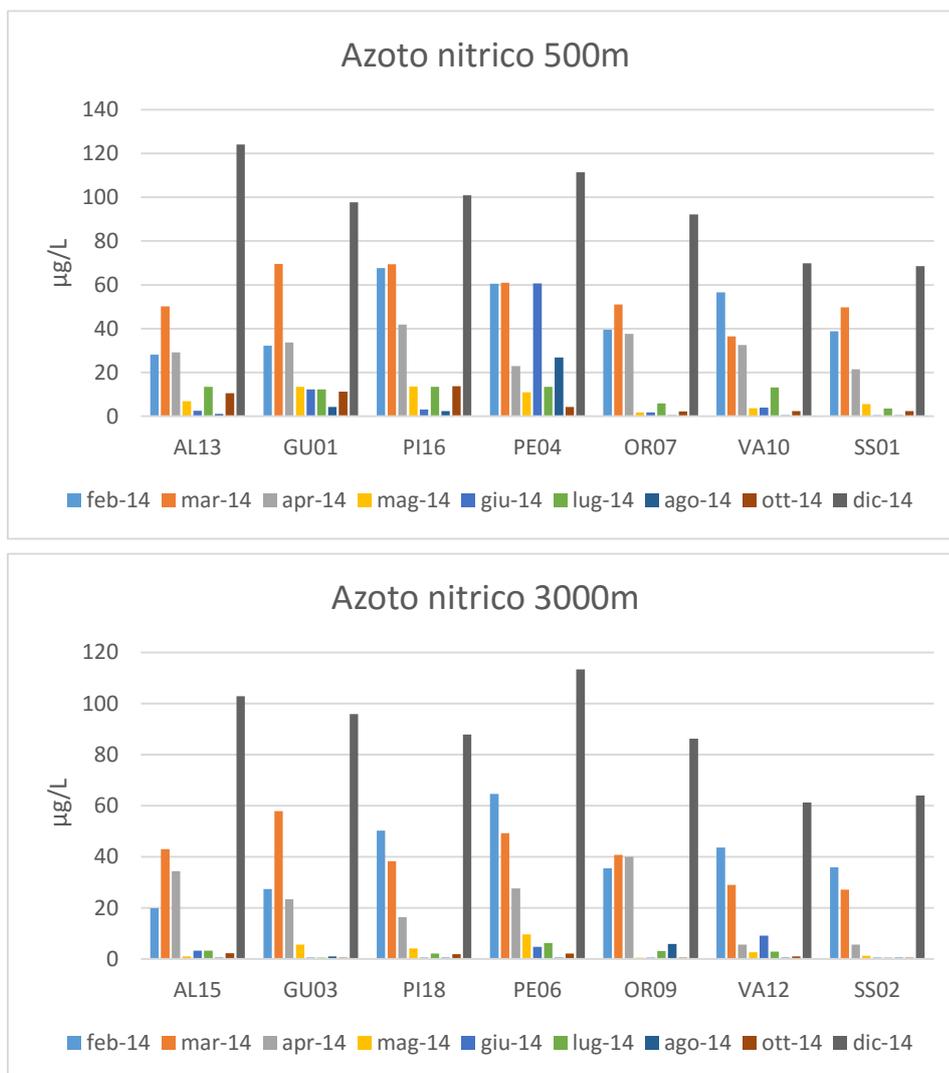


Fig. 23 - Azoto nitrico rilevato in superficie a 500m e 3000 m dalla costa

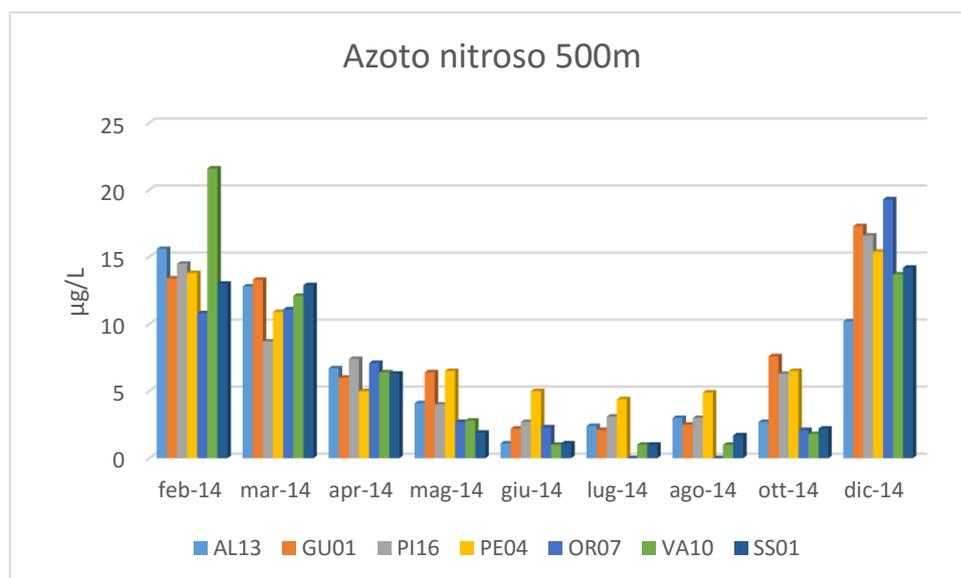


| 2014 | Azoto nitrico $\mu\text{g/L}$ | | | | |
|------|-------------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 29,54 | 13,40 | 1,00 | 124,10 | 38,82 |
| GU01 | 31,84 | 13,40 | 4,20 | 97,70 | 31,73 |
| PI16 | 36,22 | 13,70 | 2,40 | 100,90 | 35,50 |
| PE04 | 41,32 | 26,80 | 4,20 | 111,40 | 34,77 |
| OR07 | 25,80 | 5,80 | 0,50 | 92,10 | 31,86 |
| VA10 | 24,34 | 13,20 | 0,50 | 69,90 | 25,88 |
| SS01 | 21,22 | 5,60 | 0,50 | 68,50 | 25,31 |
| AL15 | 23,39 | 3,30 | 0,50 | 102,80 | 33,73 |
| GU03 | 23,63 | 5,60 | 0,50 | 95,90 | 33,27 |
| PI18 | 22,42 | 4,10 | 0,50 | 87,90 | 30,57 |
| PE06 | 30,91 | 9,70 | 0,50 | 113,30 | 38,35 |
| OR09 | 23,68 | 5,90 | 0,50 | 86,20 | 29,49 |
| VA12 | 17,29 | 5,60 | 0,50 | 61,20 | 22,16 |
| SS02 | 15,11 | 1,30 | 0,50 | 64,00 | 22,64 |

Tab. 5 - Indici statistici azoto nitrico

AZOTO NITROSO

In superficie le concentrazione media dell'azoto nitroso, è di $6,94 \mu\text{g/L}$ con una media mensile minima di $1,78 \mu\text{g/L}$ ed un valore medio mensile massimo pari a $15,20 \mu\text{g/L}$ nel mese di dicembre; la fig. 24 mostra l'andamento stagionale delle concentrazioni dell'azoto nitroso nelle stazioni monitorate e, in particolare, evidenzia un incremento nel periodo autunno-inverno e valori bassi nel periodo estivo per la totalità delle stazioni.



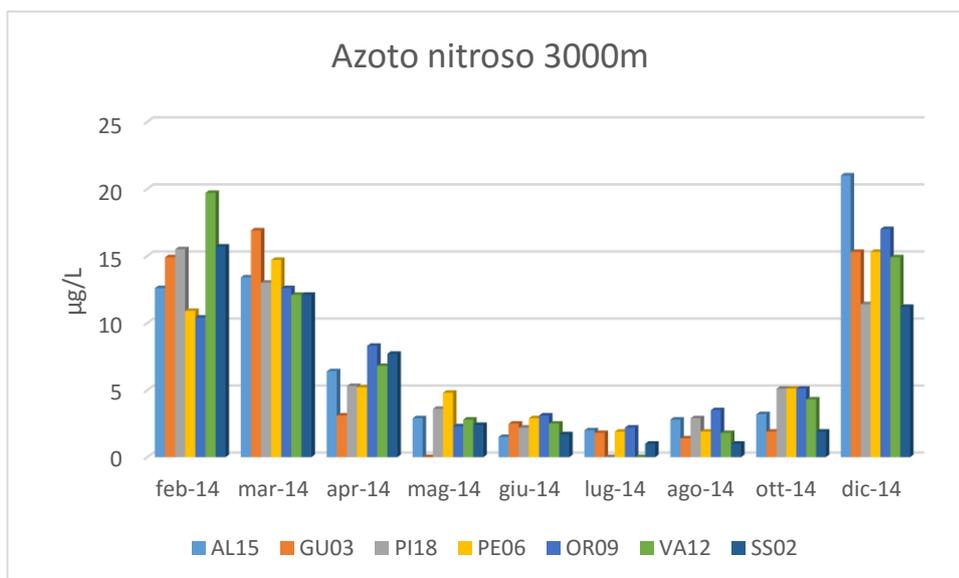


Fig. 24 - Andamento stagionale dell'azoto nitroso rilevato in superficie

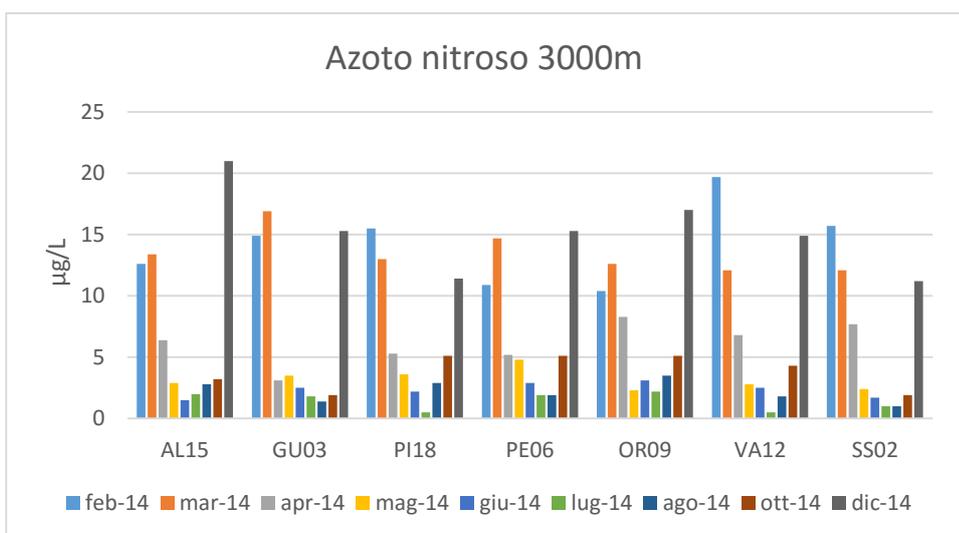
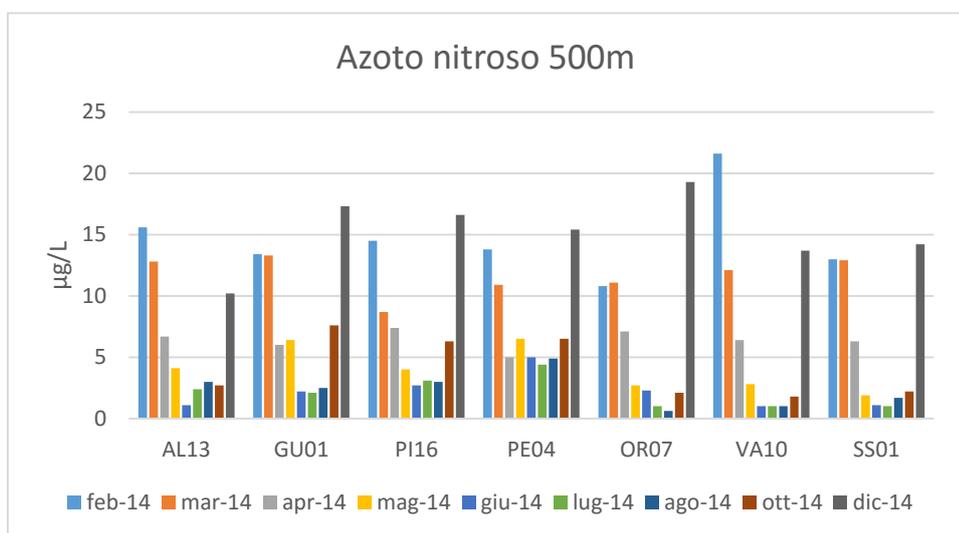


Fig. 25 - Azoto nitroso rilevato in superficie a 500m e 3000 m dalla costa.



| 2014 | Azoto nitroso $\mu\text{g/L}$ | | | | |
|------|-------------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 6,51 | 4,10 | 1,10 | 15,60 | 5,18 |
| GU01 | 7,87 | 6,40 | 2,10 | 17,30 | 5,58 |
| PI16 | 7,37 | 6,30 | 2,70 | 16,60 | 5,12 |
| PE04 | 8,04 | 6,50 | 4,40 | 15,40 | 4,21 |
| OR07 | 6,33 | 2,70 | 0,61 | 19,30 | 6,32 |
| VA10 | 6,82 | 2,80 | 1,00 | 21,60 | 7,39 |
| SS01 | 6,03 | 2,20 | 1,00 | 14,20 | 5,73 |
| AL15 | 7,31 | 3,20 | 1,50 | 21,00 | 6,82 |
| GU03 | 6,81 | 3,10 | 1,40 | 16,90 | 6,72 |
| PI18 | 6,61 | 5,10 | 0,50 | 15,50 | 5,32 |
| PE06 | 6,97 | 5,10 | 1,90 | 15,30 | 5,29 |
| OR09 | 7,17 | 5,10 | 2,20 | 17,00 | 5,25 |
| VA12 | 7,27 | 4,30 | 0,50 | 19,70 | 6,74 |
| SS02 | 6,08 | 2,40 | 1,00 | 15,70 | 5,69 |

Tab. 6 - Indici statistici azoto nitroso

AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media annuale di azoto totale è di $93,40 \mu\text{g/L}$, con un valore minimo pari a $11,90 \mu\text{g/L}$ in GU03 ed un valore massimo di $225,80 \mu\text{g/L}$ nella stazione PE04 nel mese di agosto; la fig. 26 evidenzia che le concentrazioni sono in generale più elevate nelle stazioni a 500 m.

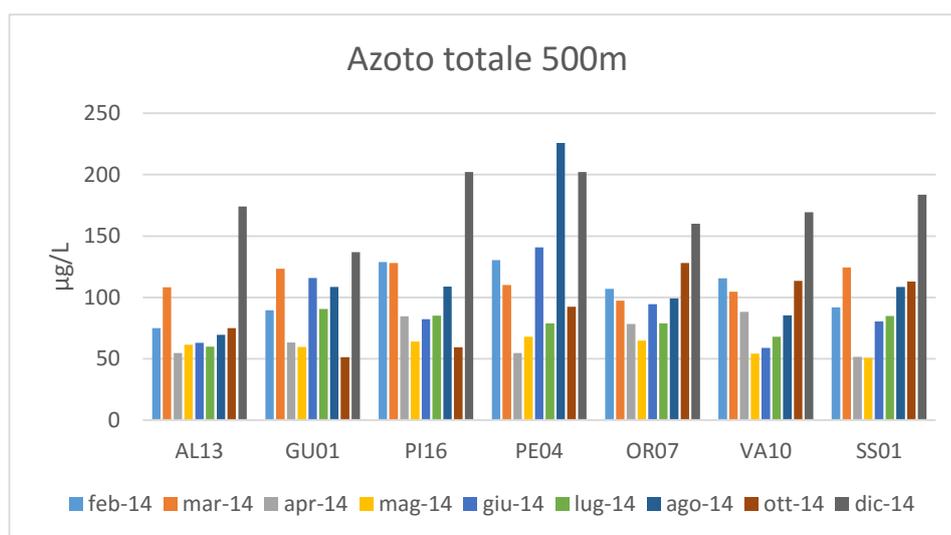


Fig. 26 - Azoto totale rilevato in superficie a 500m dalla costa.



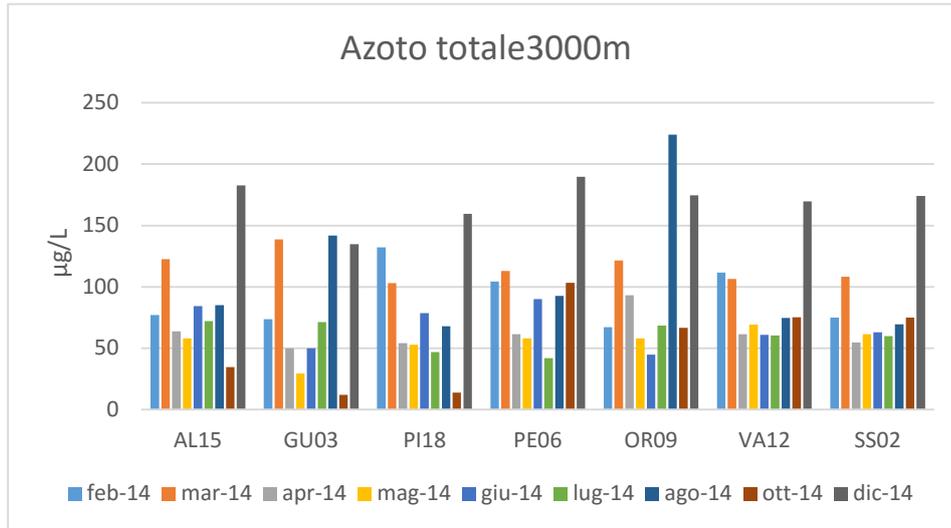


Fig. 27 - Azoto totale rilevato in superficie a 3000m dalla costa.

| 2014 | Azoto totale µg/L | | | | |
|------|-------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 82,24 | 69,40 | 54,50 | 174,20 | 37,89 |
| GU01 | 93,20 | 90,60 | 51,20 | 136,90 | 30,37 |
| PI16 | 104,72 | 85,00 | 59,20 | 202,20 | 44,28 |
| PE04 | 122,54 | 110,00 | 54,60 | 225,80 | 59,13 |
| OR07 | 100,86 | 97,30 | 64,70 | 160,00 | 28,80 |
| VA10 | 95,21 | 88,30 | 54,20 | 169,30 | 35,75 |
| SS01 | 98,76 | 91,90 | 50,70 | 183,80 | 40,79 |
| AL15 | 86,64 | 77,10 | 34,60 | 182,60 | 43,09 |
| GU03 | 77,90 | 71,20 | 11,90 | 141,80 | 49,20 |
| PI18 | 78,69 | 67,80 | 13,70 | 159,50 | 45,58 |
| PE06 | 94,88 | 92,50 | 41,80 | 189,70 | 43,03 |
| OR09 | 102,00 | 68,40 | 44,60 | 224,10 | 60,70 |
| VA12 | 87,69 | 74,70 | 60,20 | 169,60 | 36,15 |
| SS02 | 82,24 | 69,40 | 54,50 | 174,20 | 37,89 |

Tab. 7 - Indici statistici azoto totale



FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media annua di fosforo totale è di 53,70 µg/L, con un valore minimo, pari a 24,00 µg/L (staz. GU03 a ottobre) ed un massimo di 96,80 µg/L nella stazione GU01 a luglio; dal trend di concentrazione mostrato in fig.28, si notano, in generale, valori maggiori di fosforo totale nei campioni prelevati nel periodo giugno/luglio.

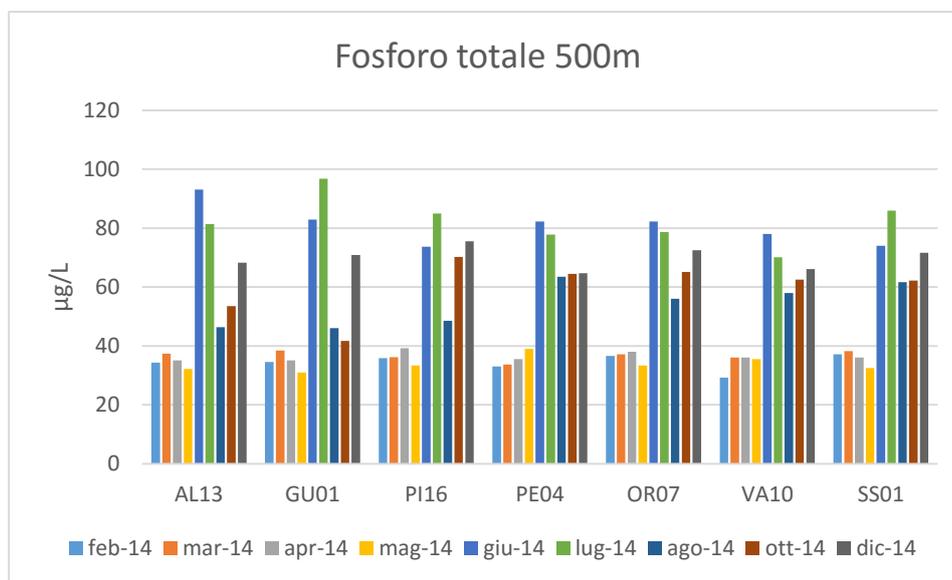


Fig. 28 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Fosforo totale rilevati in superficie a 500m dalla costa.

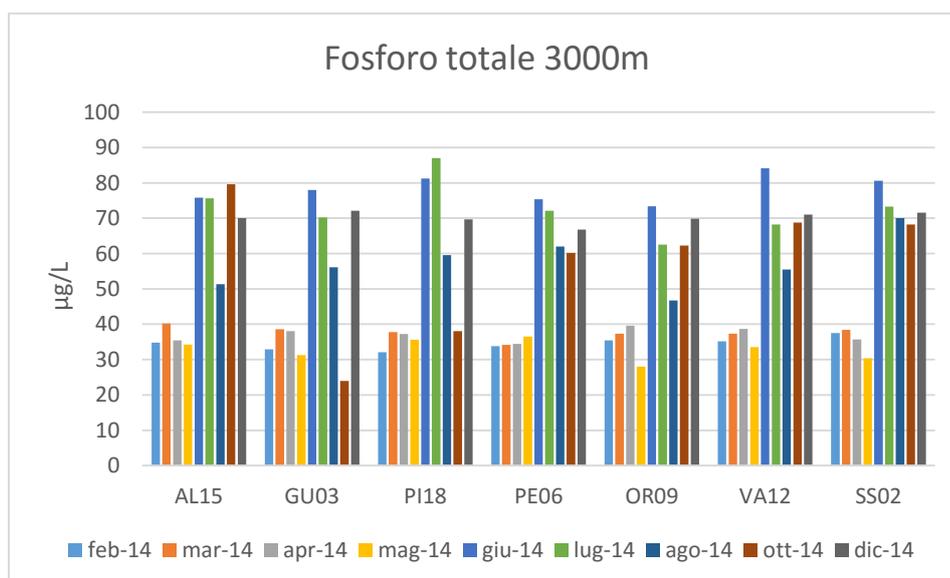


Fig. 29 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Fosforo totale rilevati in superficie a 3000m dalla costa.

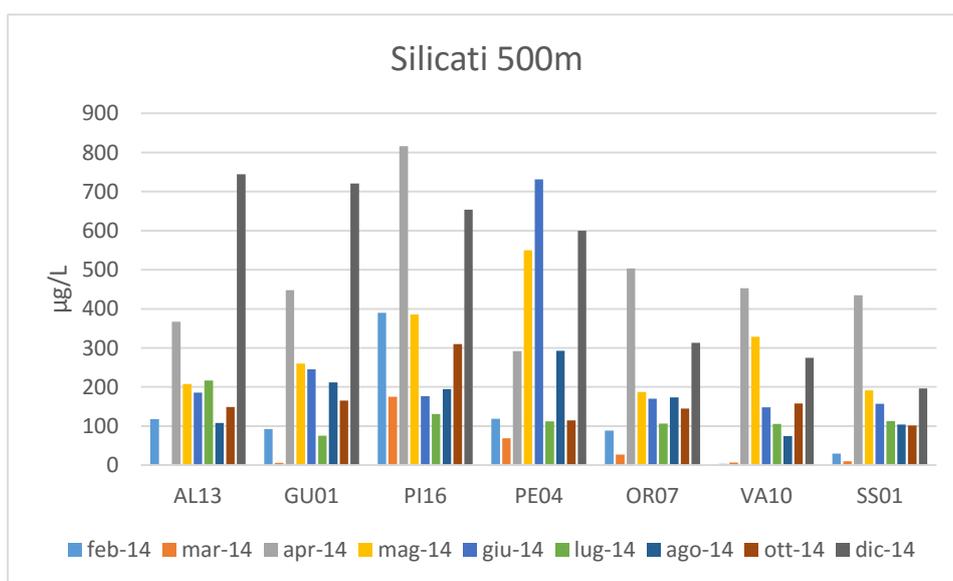


| 2014 | Fosforo totale $\mu\text{g/L}$ | | | | |
|------|--------------------------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 53,52 | 46,40 | 32,20 | 93,10 | 22,46 |
| GU01 | 53,03 | 41,70 | 31,00 | 96,80 | 24,16 |
| PI16 | 55,29 | 48,50 | 33,40 | 85,00 | 20,55 |
| PE04 | 54,88 | 63,50 | 33,00 | 82,20 | 19,65 |
| OR07 | 55,53 | 56,00 | 33,40 | 82,30 | 19,76 |
| VA10 | 52,40 | 58,00 | 29,20 | 78,00 | 18,18 |
| SS01 | 55,47 | 61,60 | 32,50 | 85,90 | 19,85 |
| AL15 | 55,22 | 51,30 | 34,30 | 79,60 | 19,81 |
| GU03 | 49,03 | 38,60 | 24,00 | 78,00 | 20,31 |
| PI18 | 53,14 | 38,10 | 32,10 | 87,00 | 21,55 |
| PE06 | 52,82 | 60,20 | 33,80 | 75,40 | 17,78 |
| OR09 | 50,57 | 46,70 | 28,00 | 73,40 | 16,68 |
| VA12 | 54,70 | 55,50 | 33,50 | 84,10 | 19,04 |
| SS02 | 56,19 | 68,20 | 30,40 | 80,60 | 20,04 |

Tab. 8 - Indici statistici fosforo totale

SILICATI

In superficie la concentrazione media di silicati è di 214,13 $\mu\text{g/L}$ con un massimo di 816,40 $\mu\text{g/L}$ (staz. PI16) ed un minimo di 0,5 $\mu\text{g/L}$ in GU03 nel mese di maggio (fig.29).



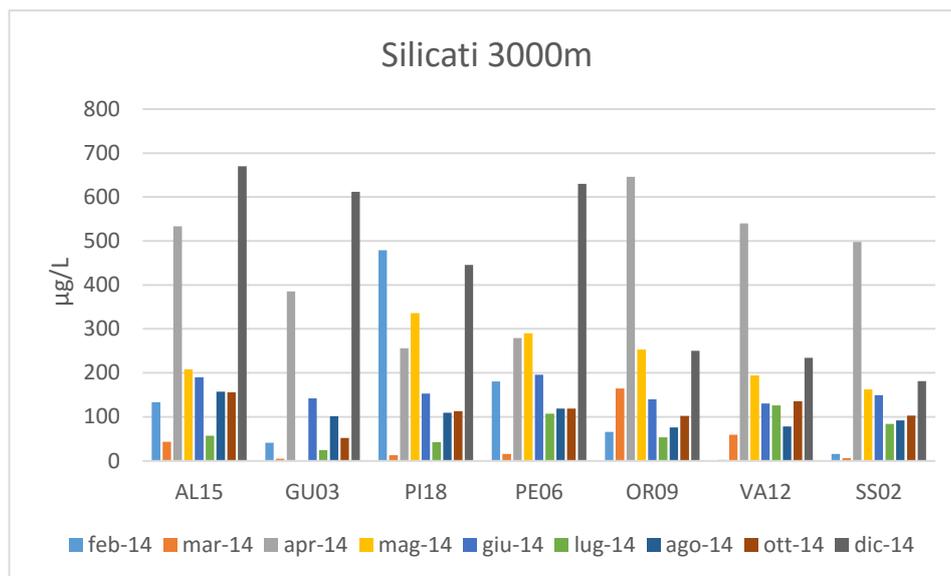


Fig. 30 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Silicati rilevata in superficie.

| 2014 | Silicati µg/L | | | | |
|------|---------------|---------|--------|---------|-----------|
| | Media | Mediana | Minimo | Massimo | Dev. Std. |
| AL13 | 233,30 | 185,30 | 3,00 | 744,10 | 215,40 |
| GU01 | 247,17 | 212,20 | 5,80 | 721,00 | 219,23 |
| PI16 | 359,17 | 309,90 | 130,80 | 816,40 | 236,22 |
| PE04 | 320,08 | 292,10 | 68,70 | 731,60 | 247,76 |
| OR07 | 190,56 | 170,50 | 27,00 | 503,30 | 141,36 |
| VA10 | 172,42 | 148,10 | 3,20 | 453,10 | 151,95 |
| SS01 | 148,62 | 112,60 | 10,10 | 434,50 | 124,85 |
| AL15 | 238,69 | 157,40 | 43,70 | 670,00 | 215,58 |
| GU03 | 151,53 | 51,90 | 0,50 | 612,00 | 209,70 |
| PI18 | 216,39 | 153,30 | 12,80 | 478,70 | 171,35 |
| PE06 | 215,13 | 180,80 | 15,50 | 629,60 | 177,89 |
| OR09 | 194,48 | 139,70 | 53,70 | 645,60 | 184,71 |
| VA12 | 166,76 | 130,60 | 1,70 | 540,20 | 156,27 |
| SS02 | 143,53 | 102,80 | 6,30 | 497,60 | 145,85 |

Tab. 8 - Indici statistici silicati



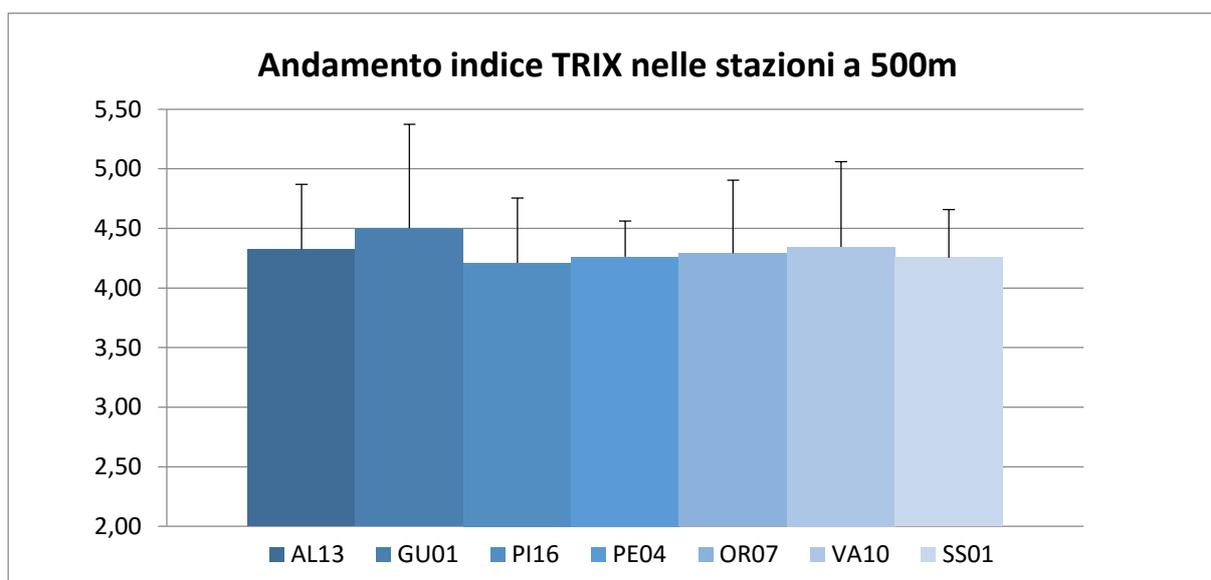
4.1.2 INDICE TROFICO TRIX

I valori relativi al periodo indagato, calcolati utilizzando i valori di clorofilla "a" misurata in campo, evidenziano, per le acque di superficie, un valore medio annuale di indice trofico Trix pari a 4,3 per la fascia a 500 m dalla costa e un valore di 4,0 per la fascia a 3000 m dalla costa; entrambi corrispondono ad uno stato trofico "buono".

I dati ottenuti sono riepilogati nella tab. 9, e nei grafici che seguono.

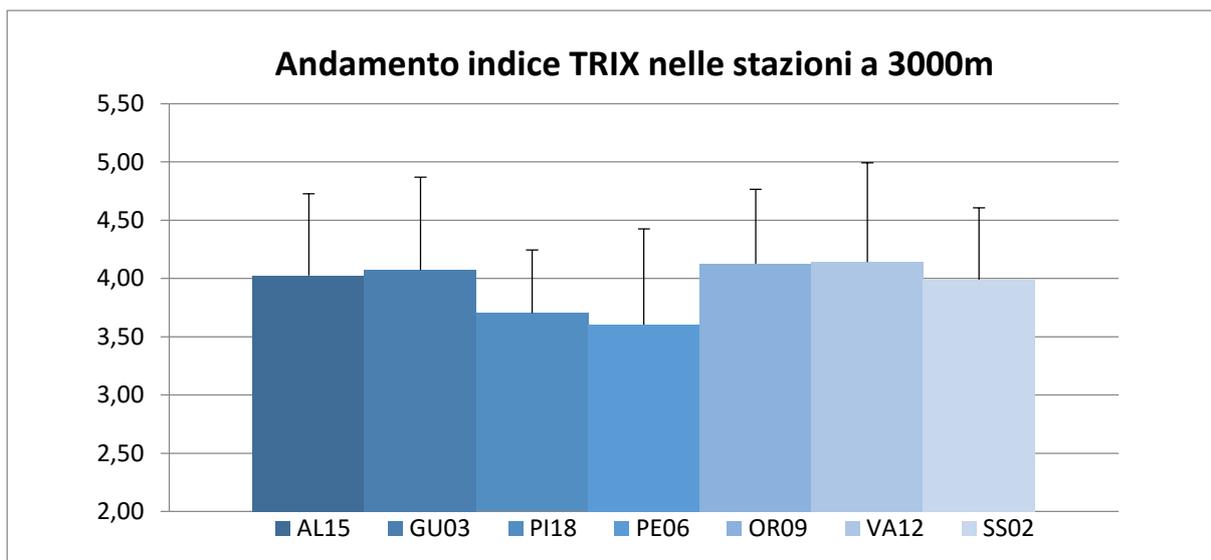
| INDICE TRIX 2014 | | | | | | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | Media annuale |
| AL13 | 3,83 | 5,23 | 3,80 | 4,29 | 4,19 | 4,45 | 3,75 | 4,26 | 5,14 | 4,33 |
| AL15 | 4,34 | 5,11 | 2,81 | 4,04 | 3,22 | 4,02 | 3,74 | 4,28 | 4,65 | 4,02 |
| GU01 | 3,56 | 5,50 | 4,22 | 3,51 | 4,19 | 5,96 | 4,15 | 4,15 | 5,30 | 4,50 |
| GU03 | 3,88 | 5,51 | 3,79 | 3,85 | 3,13 | 3,89 | 3,93 | 3,38 | 5,27 | 4,07 |
| PI16 | 4,30 | 5,24 | 3,95 | 3,46 | 3,74 | 3,40 | 4,38 | 4,38 | 5,05 | 4,21 |
| PI18 | 3,54 | 4,27 | 3,21 | 3,36 | 3,07 | 3,91 | 3,67 | 3,52 | 4,78 | 3,70 |
| PE04 | 4,24 | 4,83 | 3,91 | 4,10 | 4,31 | 4,50 | 3,89 | 4,44 | 4,12 | 4,26 |
| PE06 | 3,51 | 4,79 | 2,61 | 4,40 | 2,45 | 2,82 | 3,78 | 4,17 | 3,89 | 3,60 |
| OR07 | 5,13 | 4,09 | 4,00 | 3,63 | 4,55 | 4,04 | 4,01 | 3,77 | 5,42 | 4,29 |
| OR09 | 4,68 | 4,16 | 4,31 | 3,54 | 4,04 | 4,02 | 3,90 | 3,15 | 5,37 | 4,13 |
| VA10 | 5,62 | 4,14 | 4,29 | 3,47 | 4,19 | 4,44 | 3,73 | 3,86 | 5,36 | 4,34 |
| VA12 | 5,77 | 2,90 | 4,04 | 3,87 | 3,99 | 4,20 | 3,55 | 3,77 | 5,16 | 4,14 |
| SS01 | 4,21 | 3,93 | 3,91 | 4,05 | 4,55 | 4,46 | 4,18 | 3,86 | 5,12 | 4,25 |
| SS02 | 4,65 | 3,69 | 3,69 | 3,42 | 4,20 | 4,07 | 3,76 | 3,23 | 5,19 | 3,99 |

Tab. 9 - Indice TRIX 2014



Tab. 10 - Valori medi annui relativi all'indice TRIX per le stazioni a 500m.





Tab. 11 - Valori medi annui relativi all'indice TRIX per le stazioni a 3000m.

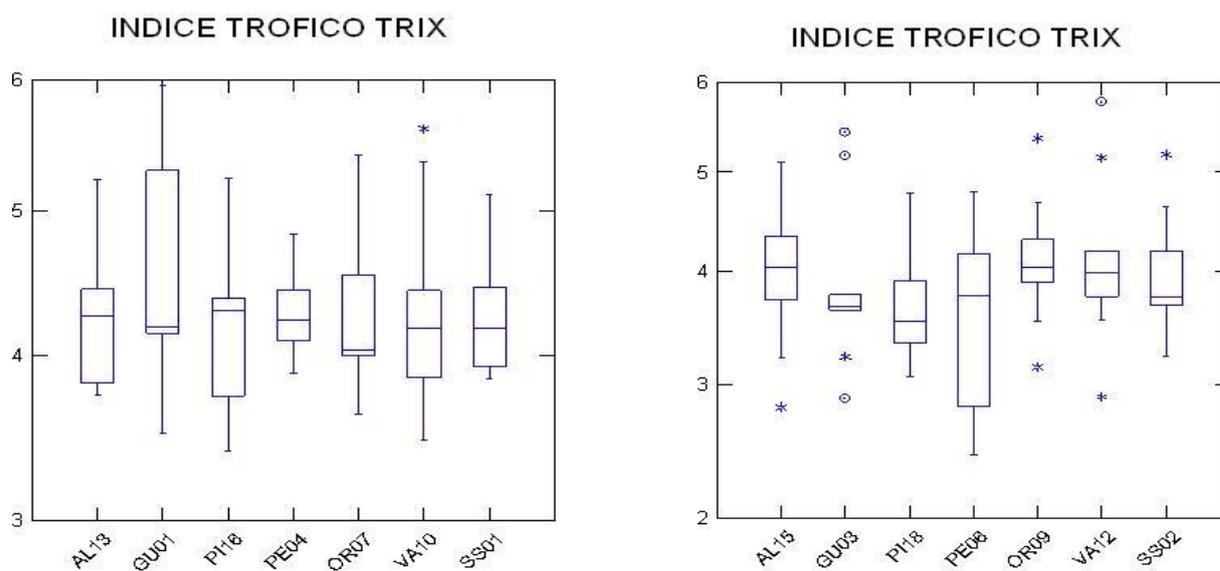


Fig. 31 - Diagrammi Box Plot dell'indice trofico TRIX nelle singole stazioni costiere



4.1.3 INQUINANTI CHIMICI

I risultati relativi agli inquinanti chimici determinati sui campioni di acqua, sono riportati nelle tabelle tra gli allegati.

Nello specifico, i valori di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), Composti organici volatili (VOC), Pesticidi in tutte le stazioni indagate, in generale sono risultati sempre inferiori al limite di quantificazione (LOQ). Fanno eccezione i composti Oxadiazon e Metolachlor, non presenti nelle tabelle del DM 260/10. Tali composti sono stati rilevati in quantità comunque di poco superiori al LOQ, nelle stazioni di PI16, PE04, VA10 e SS01 rispettivamente nei mesi di ottobre, agosto, giugno e maggio. Tutti i valori sono riportati in allegato.

I valori dei microinquinanti inorganici (metalli), invece, sono riportati nelle tabelle seguenti e presentano valori spesso inferiori ai limiti di di quantificazione (LOQ). Per nessuno dei metalli determinati vengono riscontrati superamenti degli standard di qualità ambientale, espressi come valori medi annui (SQA-MA), previsti dal DM 260/10.

| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | Tab 1/A | | Tab 1/B | | | | | | | SQA-MA (**) |
| | AL13 | | | | | | | | | |
| µg/L | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | µg/L |
| arsenico | 3,41 | 2,65 | 3,43 | 4,3 | 3,59 | 1,92 | 3,14 | 2,72 | 2,5 | 5 |
| cadmio | <0,050 | 0,083 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,2 |
| cromo | 1,6 | 1,6 | 0,7 | 0,31 | 0,81 | 0,36 | 1,48 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,01 |
| nicel | 0,71 | 1,41 | 2,65 | 0,31 | 2,89 | 5,95 | 3,12 | 3,65 | 1,65 | 20 |
| piombo | 0,8 | 0,97 | 15,35 | 2,6 | 7,06 | 1,14 | 0,37 | 0,54 | 0,91 | 7,2 |

| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | Tab 1/A | | Tab 1/B | | | | | | | SQA-MA (**) |
| | GU01 | | | | | | | | | |
| µg/L | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | µg/L |
| arsenico | 4,51 | 2,63 | 2,09 | 4,5 | 3,68 | 2,11 | 1,46 | 2,4 | 1,61 | 5 |
| cadmio | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | <0,050 | 0,06 | 0,2 |
| cromo | 1,89 | 1,66 | < 0,01 | <0,01 | 0,48 | 0,3 | 0,06 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | <0,010 | 0,01 |
| nicel | 0,67 | 0,46 | 1,8 | 0,06 | 2,88 | 8,13 | 2,62 | 1,82 | 2,12 | 20 |
| piombo | 1,1 | 1,69 | 12,42 | 2,11 | 0,55 | 1,07 | 1,05 | 0,17 | 1,43 | 7,2 |



| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | feb-14 | Tab 1/A | | mag-14 | Tab 1/B | | | | | SQA-MA (**) |
| | | mar-14 | apr-14 | | PI16 | | | | | |
| µg/L | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | µg/L |
| arsenico | 3,53 | 1,94 | 2,57 | 3,5 | 3,24 | 3,41 | 2,28 | 2,95 | 2,94 | 5 |
| cadmio | <0.050 | 0,086 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | 0,062 | 0,2 |
| cromo | 0,84 | 1,41 | 0,18 | 0,2 | 0,35 | 0,8 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,01 |
| nichel | 0,95 | 0,91 | 2,92 | 1,12 | 3,97 | 5,8 | 0,35 | 1,75 | 1,6 | 20 |
| piombo | 0,31 | 4,07 | 5,8 | < 0,01 | 0,29 | 0,55 | 0,32 | 0,53 | < 0,01 | 7,2 |

| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | feb-14 | Tab 1/A | | mag-14 | Tab 1/B | | | | | SQA-MA (**) |
| | | mar-14 | apr-14 | | PE04 | | | | | |
| µg/L | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | µg/L |
| arsenico | 4,06 | 3,27 | 3,11 | 4,2 | 3,36 | 1,98 | 2,13 | 2,66 | 2,72 | 5 |
| cadmio | 0,061 | 0,083 | 0,08 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | 0,2 |
| cromo | 0,64 | 1,76 | 0,22 | 0,4 | 0,71 | 0,74 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0.010 | <0.010 | 0,01 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,015 | <0.010 | <0.010 | 0,01 |
| nichel | 0,81 | 1,74 | 3,32 | 0,47 | 2,16 | 4,46 | 1,58 | 2,42 | 1,34 | 20 |
| piombo | 2,73 | 7,29 | 15,9 | 2,19 | 2,6 | 1,31 | 2,48 | 0,83 | 1,23 | 7,2 |

| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | feb-14 | Tab 1/A | | mag-14 | Tab 1/B | | | | | SQA-MA (**) |
| | | mar-14 | apr-14 | | OR07 | | | | | |
| µg/L | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | µg/L |
| arsenico | 2,89 | 2,28 | 1,78 | 4,3 | 3,24 | 2,96 | 1,78 | 5,34 | 2,28 | 5 |
| cadmio | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | 0,2 |
| cromo | 0,02 | 1,61 | < 0,01 | 0,27 | 0,45 | 0,34 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,04 | <0.010 | <0.010 | 0,01 |
| nichel | 1,74 | 0,3 | 0,75 | 1,04 | 2,94 | 5,84 | 0,51 | 1,75 | 2,32 | 20 |
| piombo | 1,35 | 2,35 | 1,55 | 3,77 | 1,95 | 0,69 | 0,32 | < 0,01 | 4,19 | 7,2 |



| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | SQA-MA (**) |
| | | | | | | | | | | VA10 |
| arsenico | 2,79 | 1,65 | 1,74 | 3,7 | 2,61 | 1,83 | 2,7 | 4 | 1,29 | 5 |
| cadmio | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | 0,2 |
| cromo | 1,2 | 1,14 | < 0,01 | 0,15 | 0,44 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.0001 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,01 |
| nichel | 0,98 | < 0,01 | 0,75 | 0,74 | 2,41 | 1,74 | 1,92 | 1,87 | 1,46 | 20 |
| piombo | 1,9 | 0,87 | 1,6 | 1,56 | 0,24 | 0,5 | 0,11 | < 0,01 | 0,79 | 7,2 |

| Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010 | | | | | | | | | | Limite |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Sostanza | feb-14 | mar-14 | apr-14 | mag-14 | giu-14 | lug-14 | ago-14 | ott-14 | dic-14 | SQA-MA (**) |
| | | | | | | | | | | SS01 |
| arsenico | 3,4 | 1,98 | 3,26 | 3,2 | 3,35 | 2,42 | 4,05 | 3,36 | 1,29 | 5 |
| cadmio | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | <0.050 | 0,2 |
| cromo | 1,77 | 1,67 | 0,4 | 0,01 | 0,36 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | < 0,01 | 4 |
| mercurio | <0.010 | <0.010 | 0,017 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | <0.010 | 0,01 |
| nichel | 0,54 | 0,31 | 0,18 | 2,89 | 3,04 | < 0,01 | 2,32 | 1,08 | 1,29 | 20 |
| piombo | 3,15 | 1,46 | 0,87 | 0,58 | < 0,01 | < 0,01 | 0,48 | < 0,01 | 2,04 | 7,2 |

(**) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA)

Tab. 12 - Valori analitici dei metalli nei campioni di acqua.



Nelle figure che seguono sono riportati gli andamenti delle concentrazioni (valori mensili) rilevate nelle stazioni campionate.

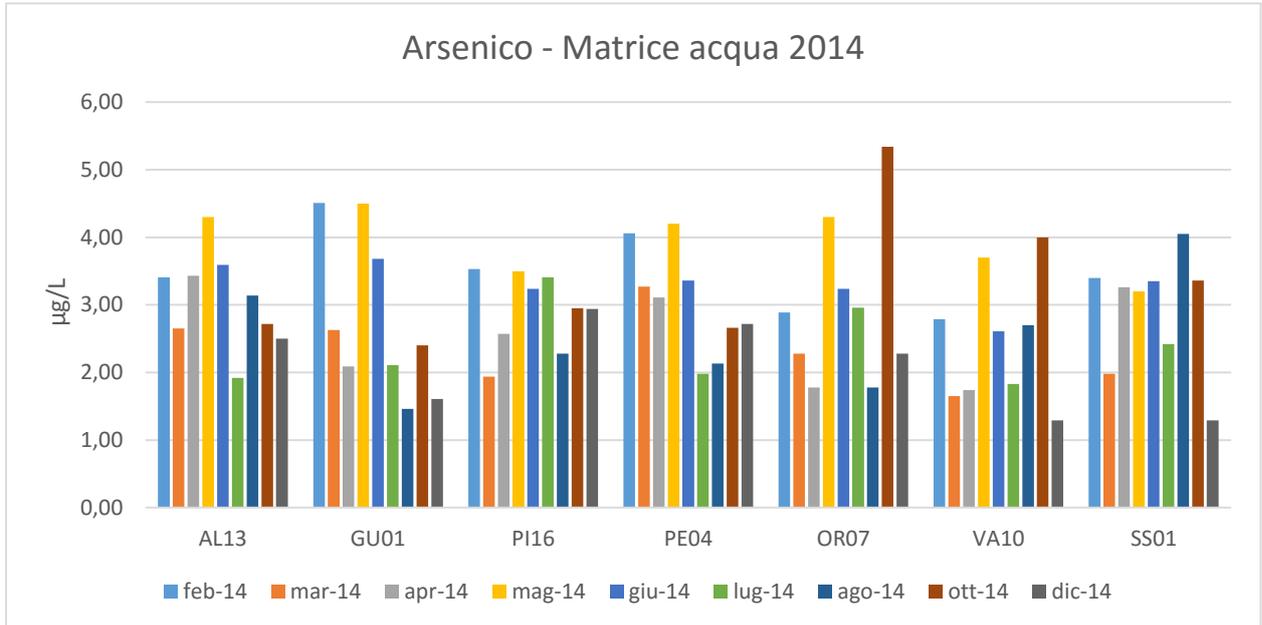


Fig. 32 - Andamento dell'Arsenico nelle 7 stazioni monitorate

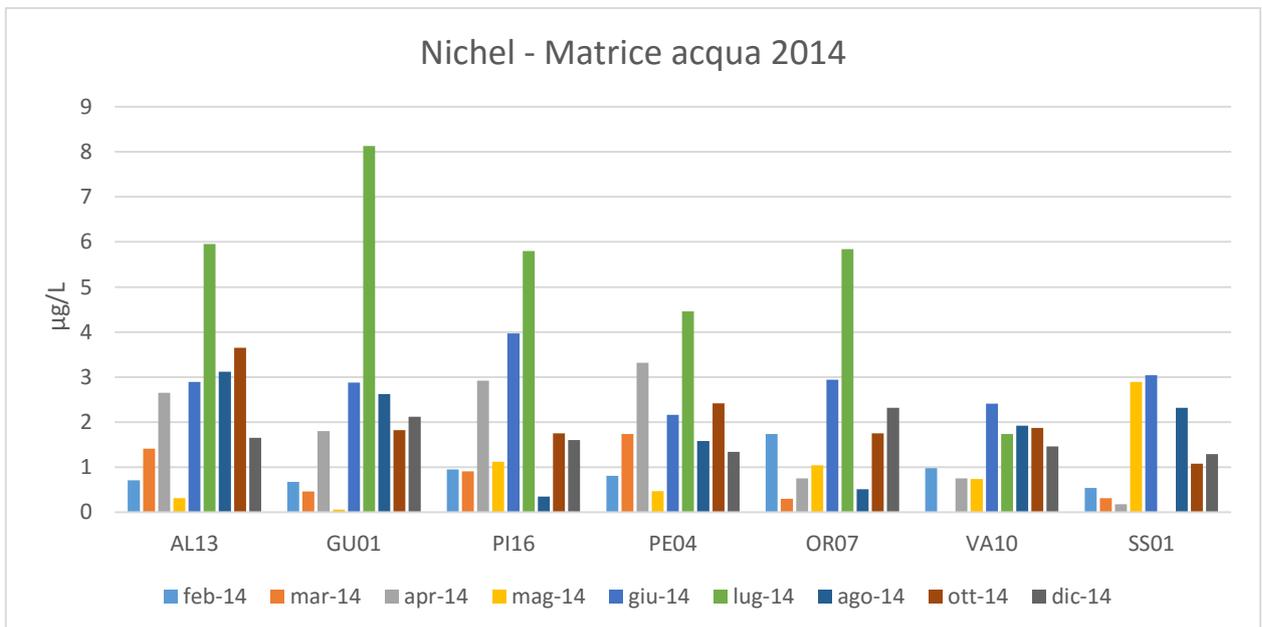


Fig. 33 - Andamento del Nichel nelle 7 stazioni monitorate



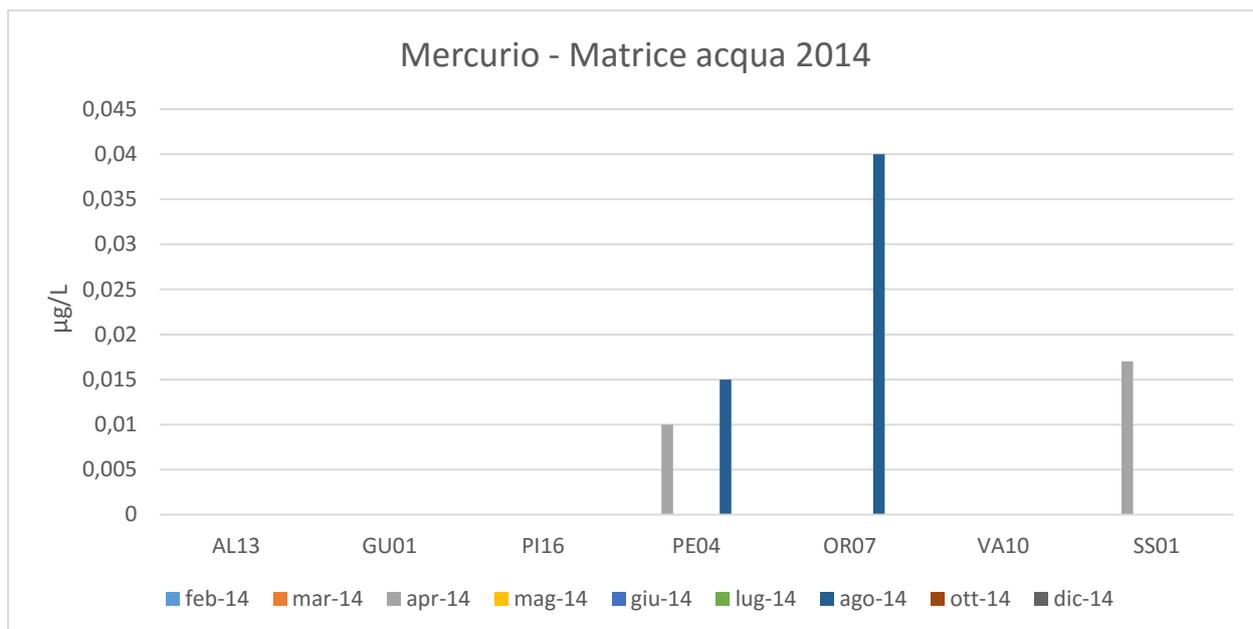


Fig. 34 - Andamento del Mercurio nelle 7 stazioni monitorate

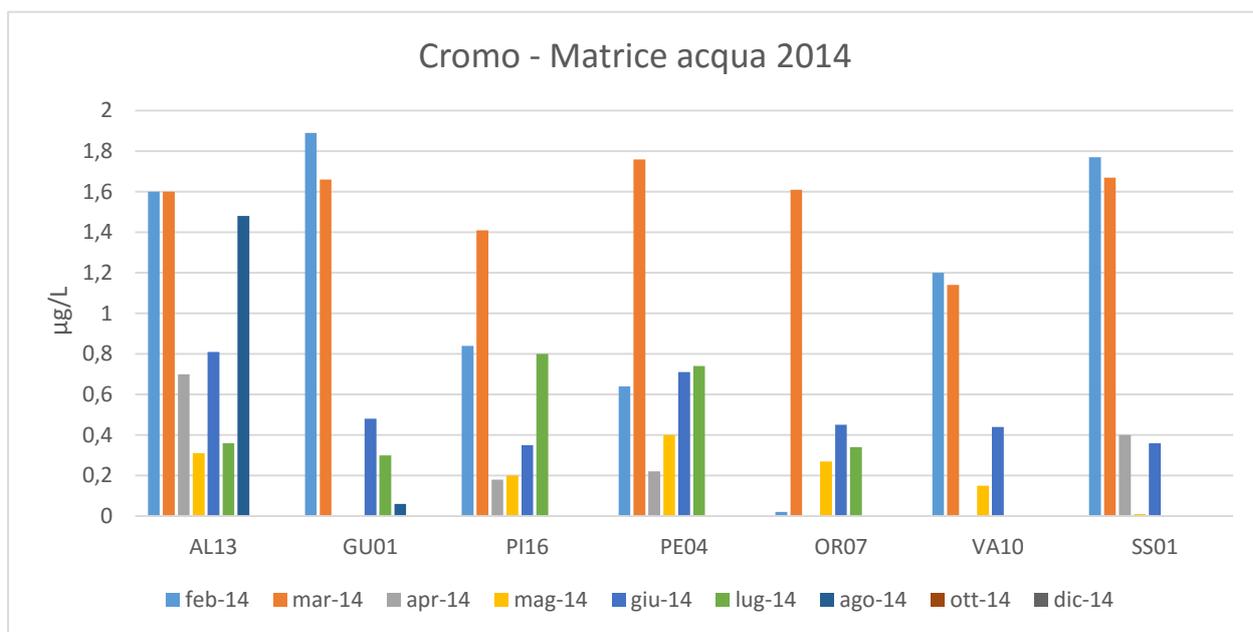


Fig. 35 - Andamento di Cromo, Piombo e Cadmio nelle 7 stazioni monitorate



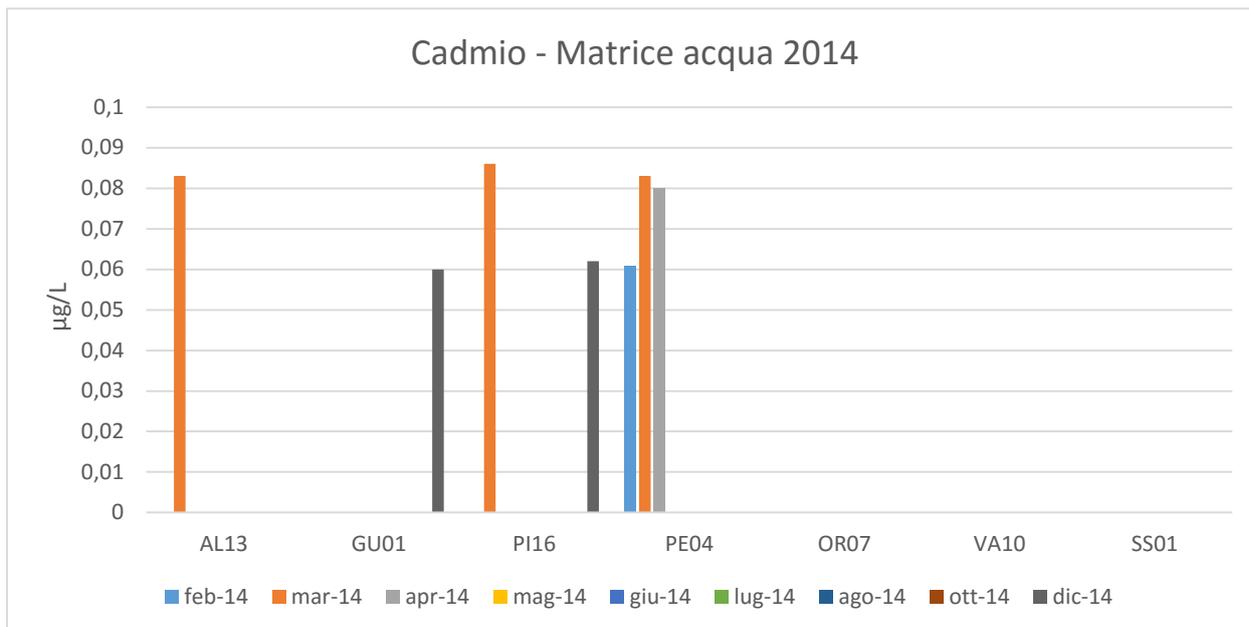


Fig. 36 - Andamento di Cadmio nelle 7 stazioni monitorate

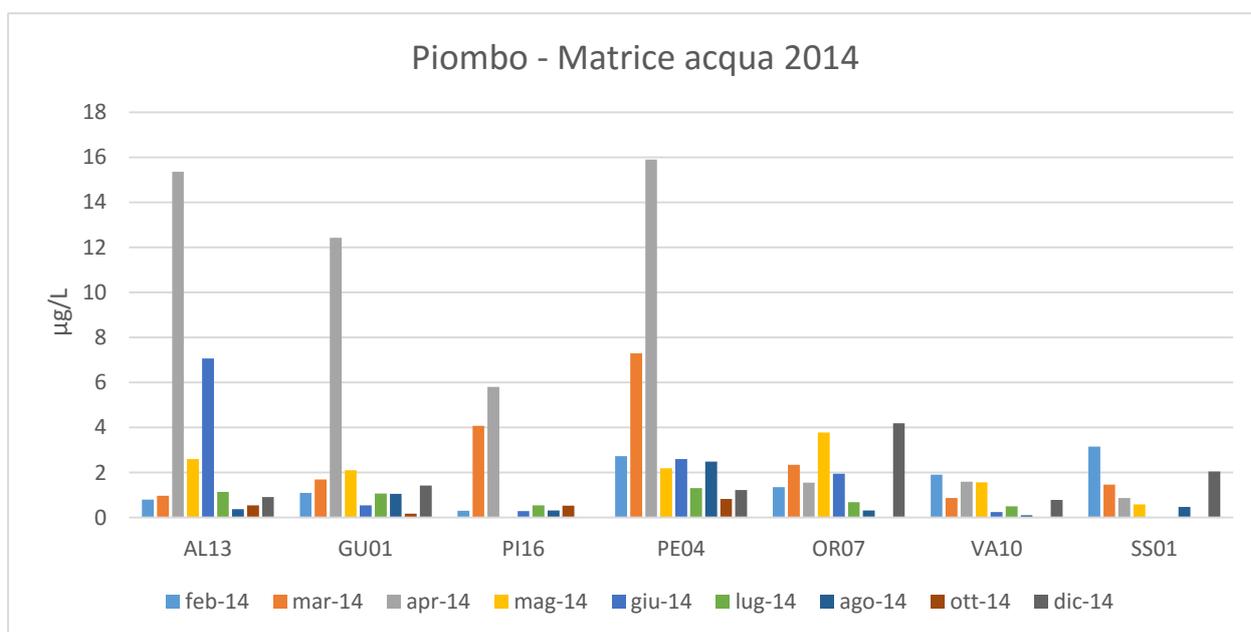


Fig. 37 - Andamento di Piombo nelle 7 stazioni monitorate



4.2 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni di acqua prelevati nelle stazioni a 500 m e 3000 m di distanza dalla costa.

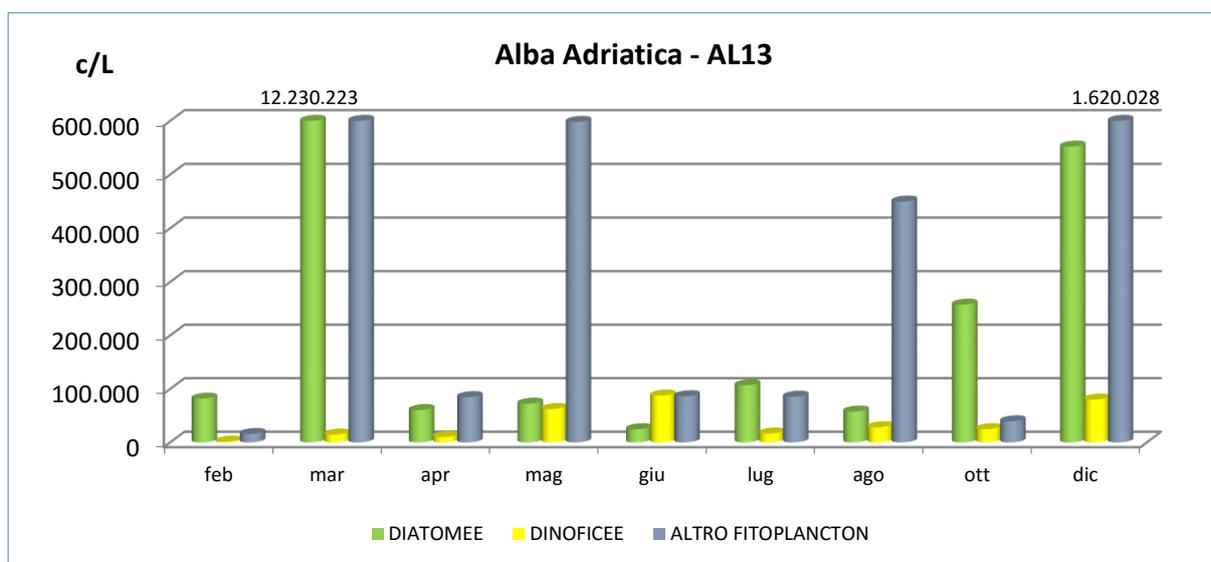
Nella Fig. 29 viene riportato l'andamento per le abbondanze di fitoplancton totale, della classe delle Diatomee, delle Dinoflagellate e per il gruppo Altro fitoplancton. Dal confronto si nota come il fitoplancton totale sia dovuto principalmente alla componente Diatomee, mentre è irrilevante il contributo della classe delle Dinoflagellate.

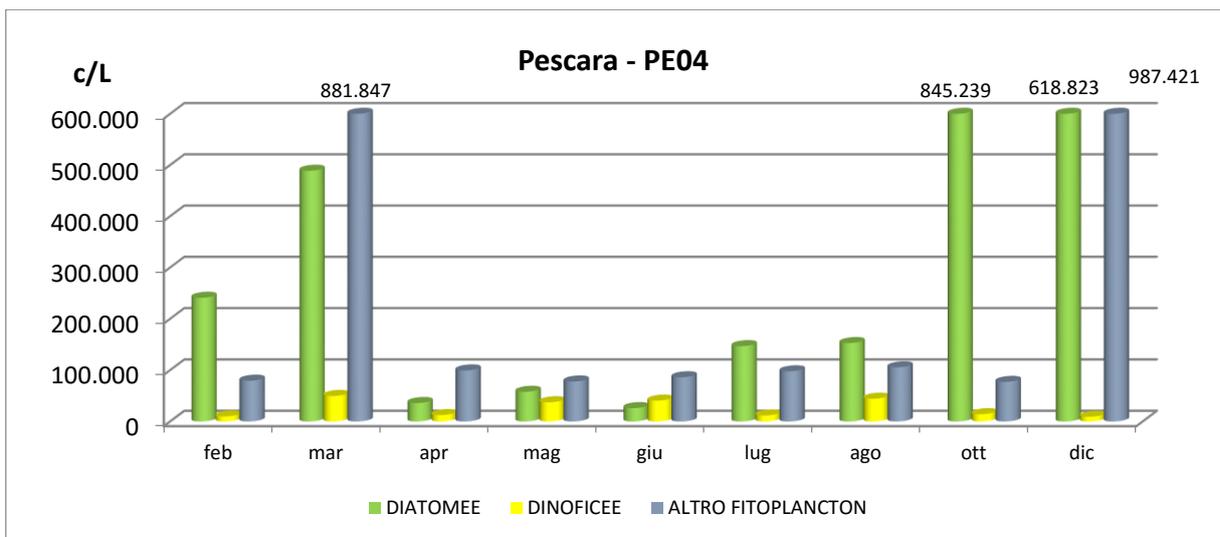
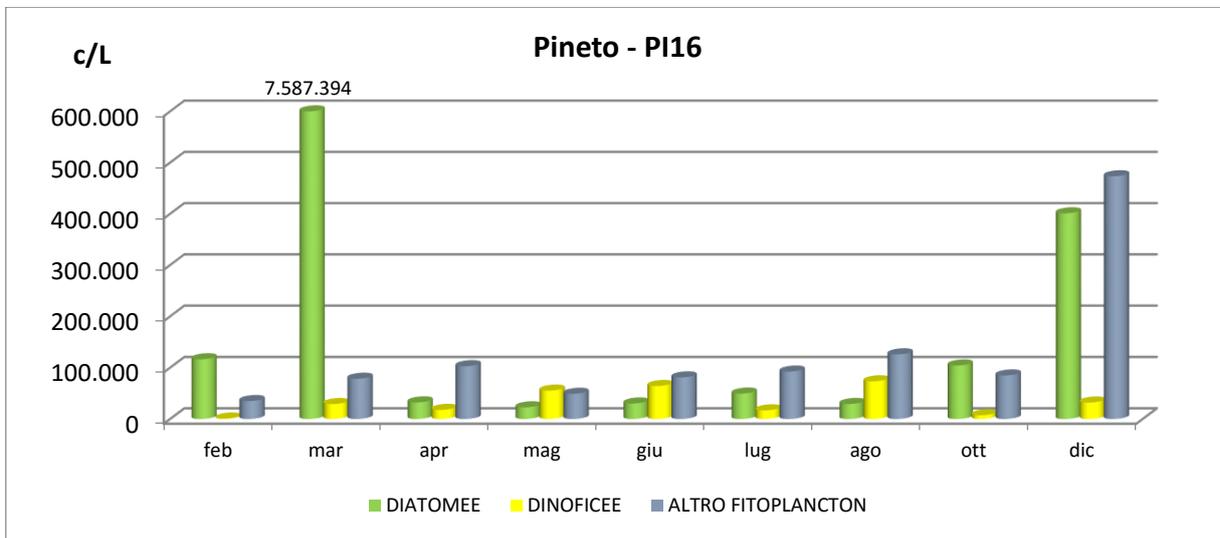
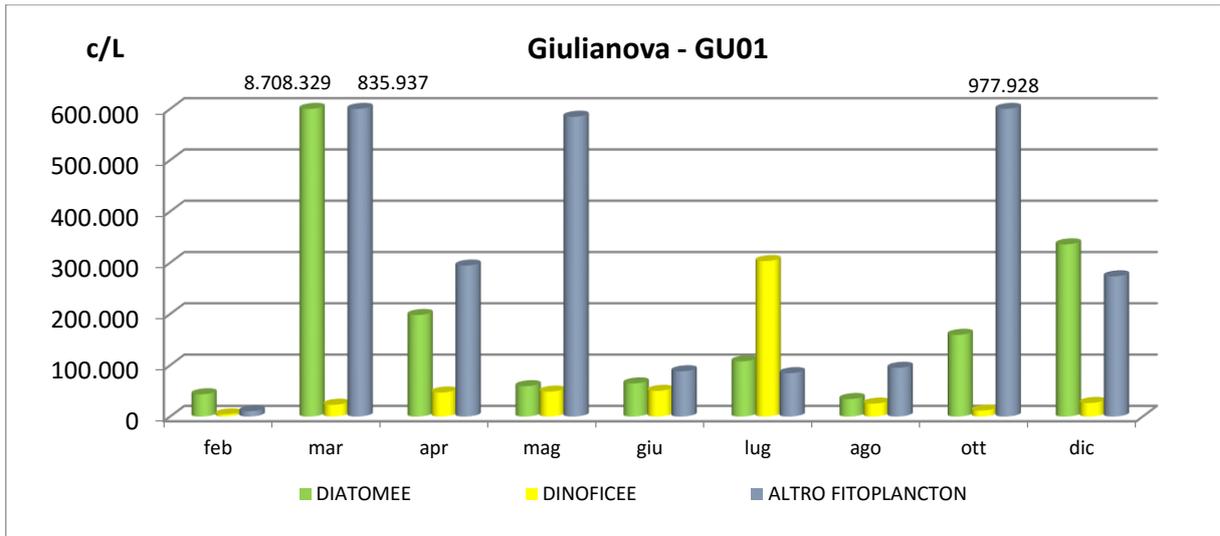
La determinazione quali-quantitativa del fitoplancton è finalizzata alle seguenti valutazioni:

- Abbondanza (cell/L) e composizione di Diatomee;
- Abbondanza (cell/L) e composizione di Dinoflagellate;
- Abbondanza (cell/L) e composizione di Altri fitoflagellati;

Le abbondanze fitoplanctoniche sono caratterizzate da valori massimi di *Chaetoceros socialis* nel mese di marzo pari a 11.314.203 cell/L, 2.159.984 cell/L, 8.228.511 cell/L, 8.845.650 cell/L, 7.302804 cell/L, 2.468.553 cell/L rispettivamente nelle stazioni AL13, AL15, GU01, GU03, PI16 e PE06, e di *Cryptophyceae indet.* nel mese di dicembre pari a 1.049.135 cell/L, 863.994 cell/L, 987.421 cell/L, 1.079.992 cell/L, 925.707 cell/L, 1.481.132 cell/L, 1.357.704 cell/L, 1.311.419 cell/L e 863.994 cell/L rispettivamente nelle stazioni di AL15, PI18, PE04, PE06, OR09, VA10, VA12 SS01 e SS02.

In particolare, nei grafici successivi vengono mostrati gli andamenti mensili dei tre gruppi rappresentativi di fitoplancton rilevati in tutte le stazioni.





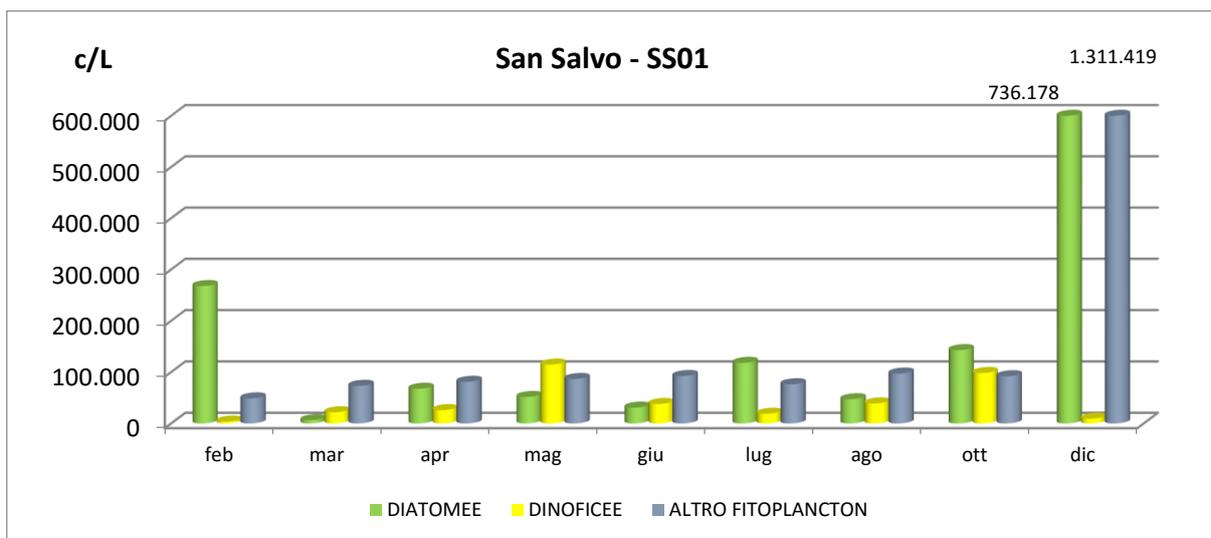
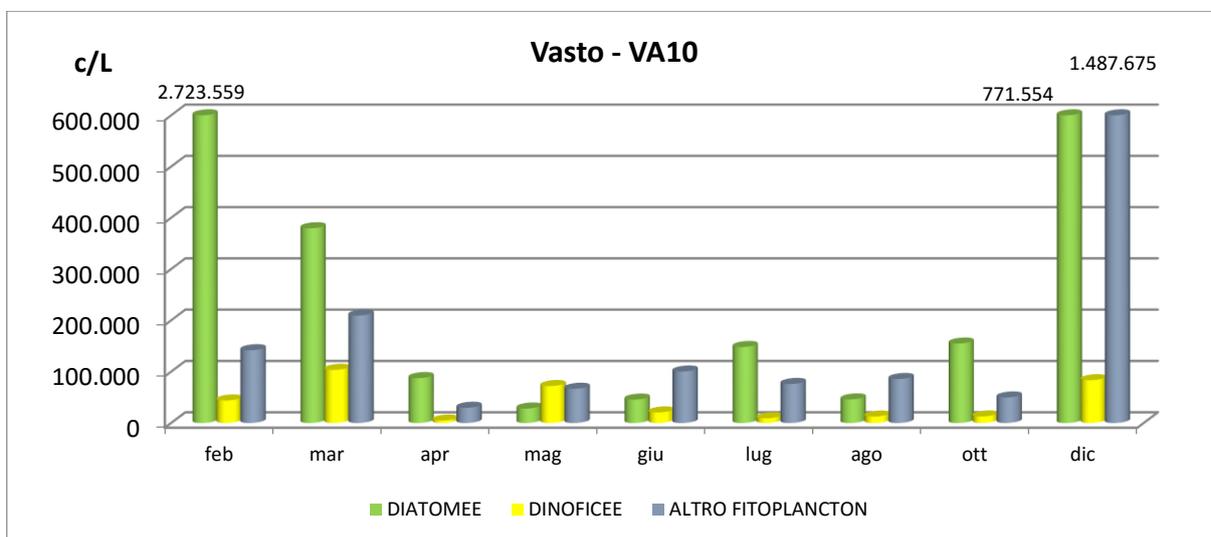
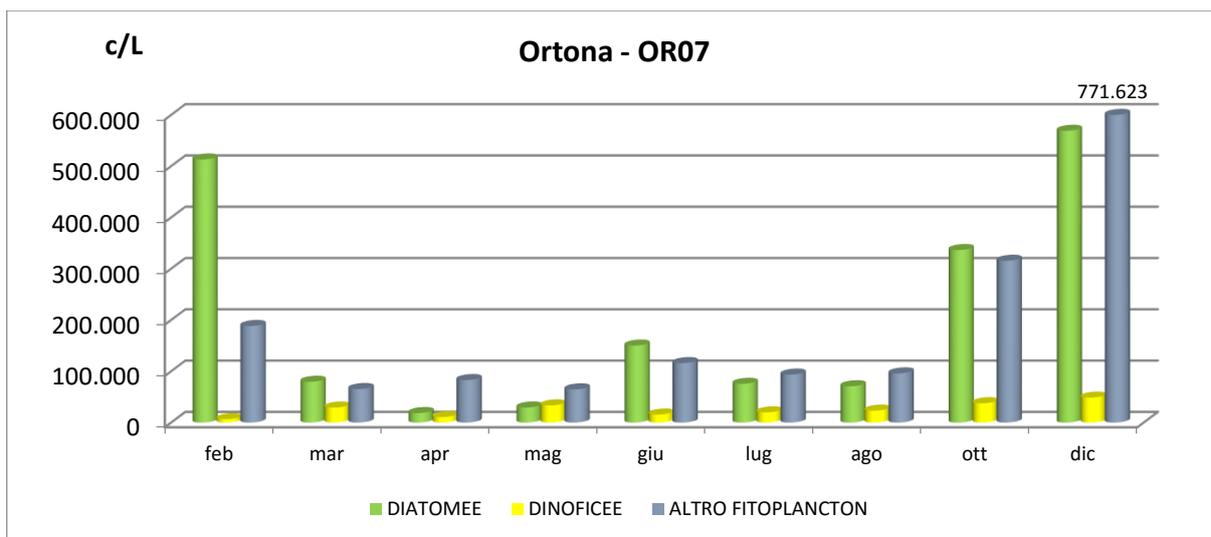
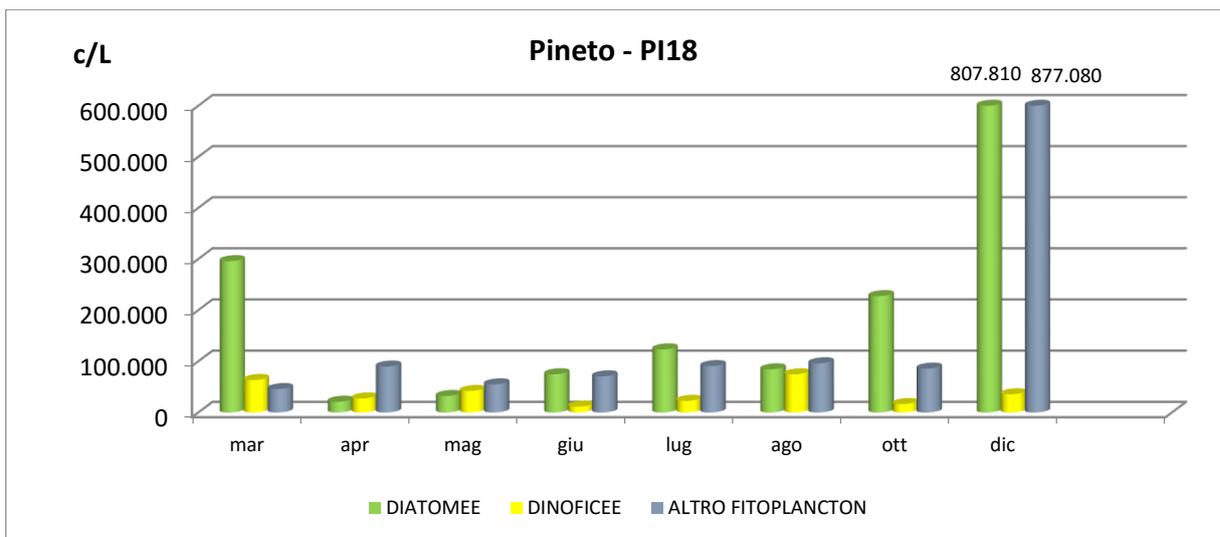
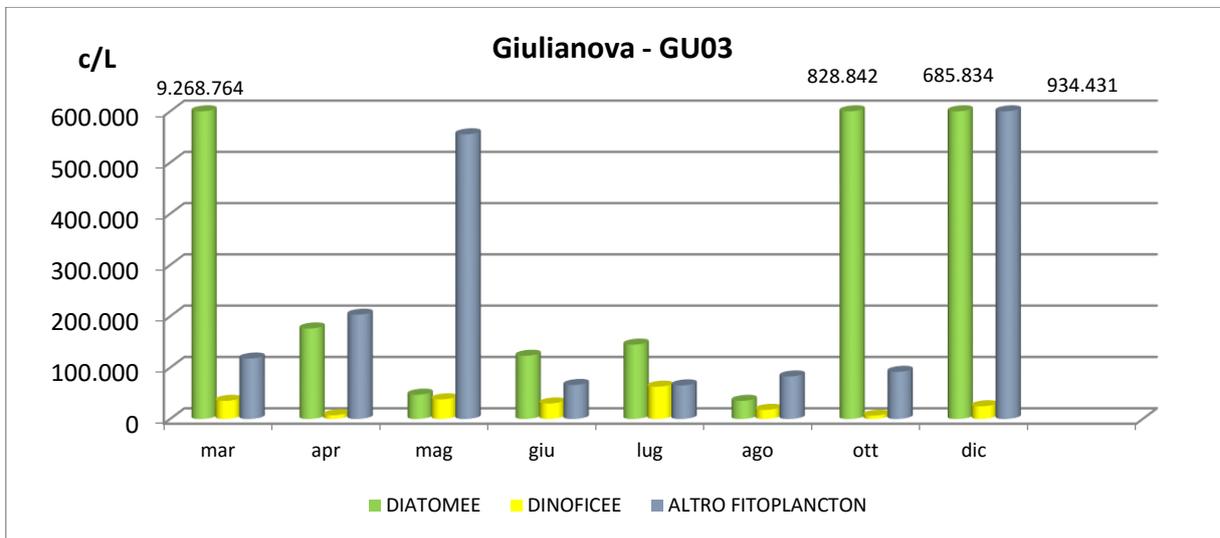
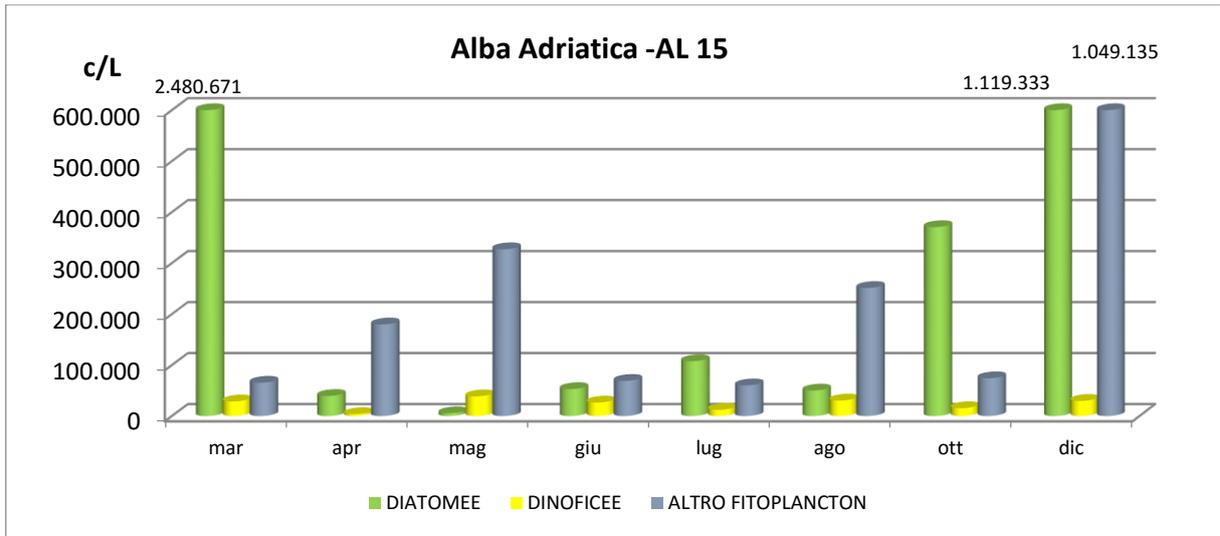
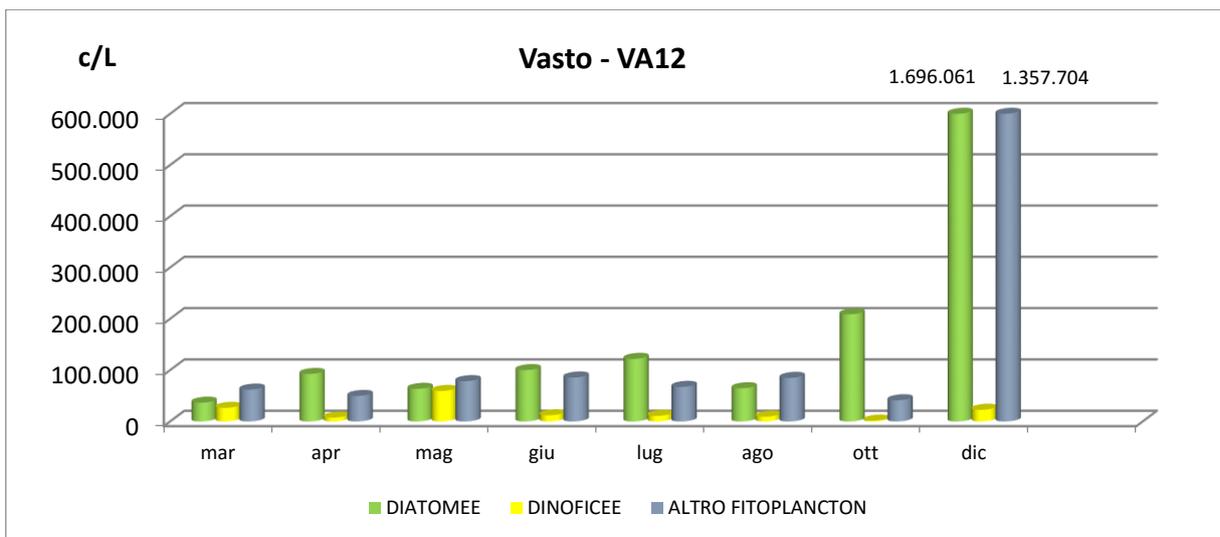
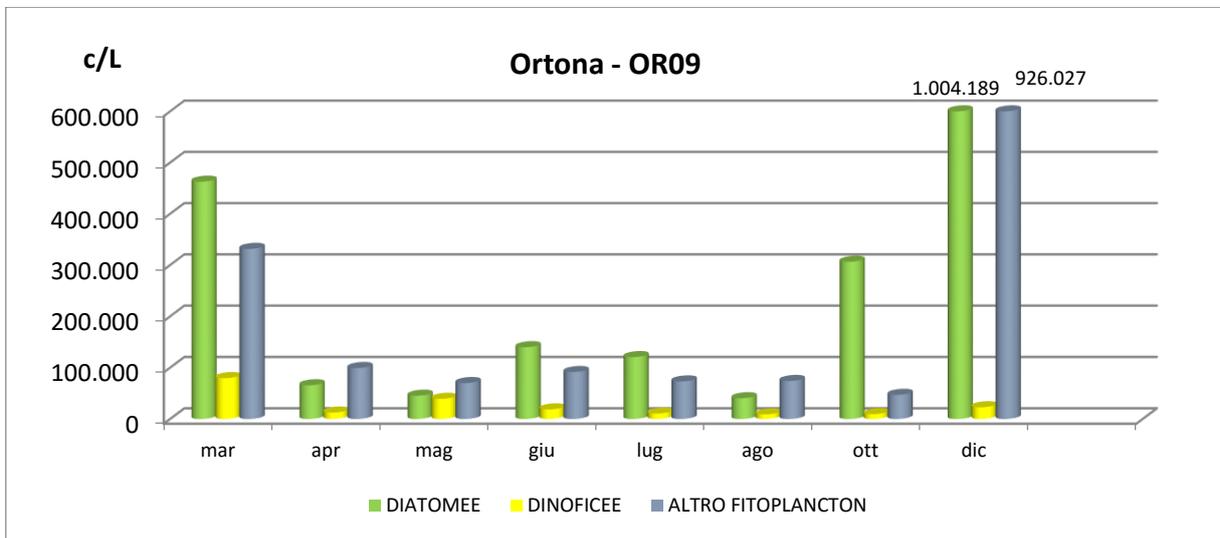
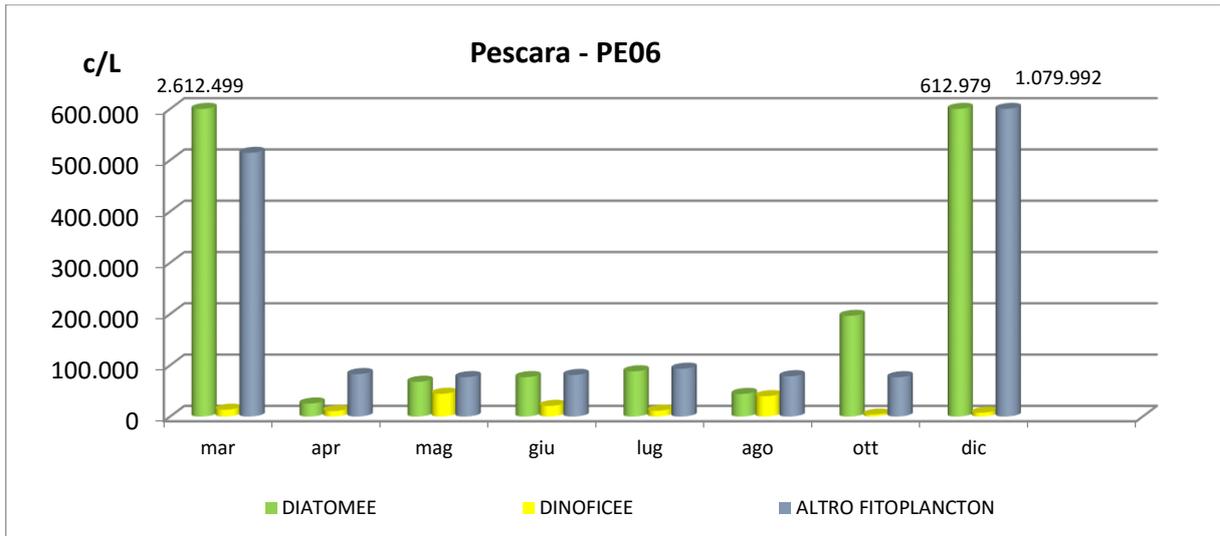


Fig. 38 - Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per le stazioni a 500 m dalla costa.







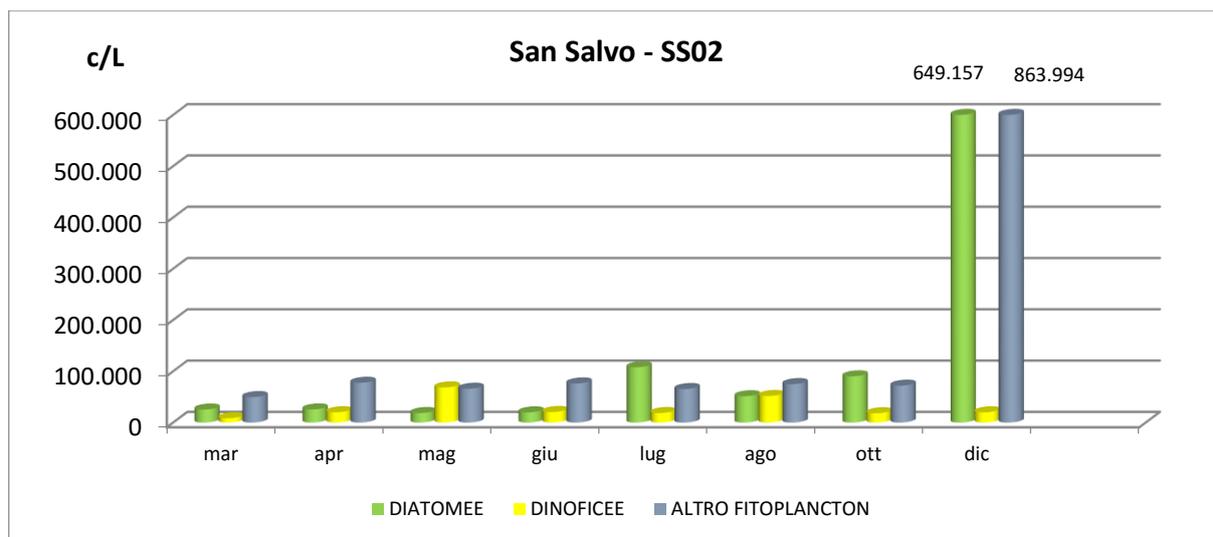


Fig. 39 - Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per le stazioni a 3000m dalla costa.

Durante l'anno di osservazione microscopica dei campioni prelevati lungo l'intera fascia costiera, sono stati rinvenuti 65 taxa, di cui 60 determinate a livello di genere o specie e 37 a livello di classe o entità non determinate.

I taxa sono così ripartiti:

- Diatomee 45 (45,45%)
- Dinoflagellate 46 (46,46 %)
- Altro fitoplancton 8 (8,08 %)

In particolare nell'anno 2014 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente (Tab. 13):



| DIA TOMEI | DINOFICEE | ALTRO FITOPLANCTON |
|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Asterionellopsis glacialis | Akashiwo sanguinea | Coccolitoforidi indet. |
| Bacillaria paxillifer | Ceratium azoricum | Cryptophyceae indet. |
| Bacteriastrium sp. | Ceratium candelabrum | Dictyocha sp. |
| Cerataulina sp. | Ceratium furca | Euglenophyceae indet. |
| Chaetoceros affinis | Ceratium fusus | Eutreptia ianowii |
| Chaetoceros brevis | Ceratium inflatum | Eutreptia sp. |
| Chaetocero costatum | Ceratium macroceros | Prasinophyceae indet. |
| Chaetoceros curvisetus | Ceratium trichoceros | Raphidophyceae indet. |
| Chaetoceros danicus | Ceratium tripos | |
| Chaetoceros decipiens | Cisti indet. | |
| Chaetoceros diversus | Dinophysis acuminata | |
| Chaetoceros socialis | Dinophysis caudata | |
| Chaetoceros sp. | Dinophysis odiosa | |
| Cyclotella sp. | Dinophysis rotundata | |
| Cylindrotheca closterium | Dinophysis sacculus | |
| Coscinodiscus sp. | Diplopsalis group | |
| Dactyliosolen sp. | Fibrocapsa japonica | |
| Diplonensis sp. | Fibrocapsa sp. | |
| Ditylum brightwellii | Gonyaulax sp. | |
| Guinardia flaccida | Gonyaulax spinifera | |
| Guinardia striata | Gymnodinium sp. | |
| Hemiaulus hauckii | Gyrodinium sp. | |
| Lauderia sp. | Heterocapsa sp. | |
| Leptocylindrus minimus | Katodinium glaucum | |
| Leptocylindrus danicus | Kofooidinium sp. | |
| Lichmophora sp. | Kofooidinium welleloides | |
| Lioloma pacificum | Nocticula scintillans | |
| Lioloma sp. | Oxytoxum milneri | |
| Navicula sp. | Oxytoxum sp. | |
| Nitzschia longissima | Podolampas sp. | |
| Pleurosigma normanni | Polykrikos sp. | |
| Pleurosigma sp. | Prorocentrum lima | |
| Proboscia alata | Prorocentrum micans | |
| Pseudo-nitzschia spp. N.s.C. | Protoperidinium bipes | |
| Pseudo-nitzschia spp. N.d.C. | Protoperidinium depressum | |
| Pseudosolenia calcar-avis | Protoperidinium diabolum | |
| Rhizosolenia sp. | Protoperidinium divergens | |
| Skeletonema pseudocostatum | Protoperidinium diversus | |
| Skeletonema menzelii | Protoperidinium quinquecorne | |
| Skeletonema sp. | Protoperidinium sp. | |
| Synedra sp. | Pseliodinium vaubanii | |
| Thalassionema frauenfeldii | Scrpsiella sp. | |
| Thalassionema nitzschioides | Scrpsiella trochoidea | |
| Thalassionema sp. | Torodinium robustum | |
| Thalassiosira sp. | Torodinium sp. | |
| | Warnowia sp. | |

Tab. 13 - Elenco floristico delle specie fitoplanctoniche identificate nell'anno 2014



4.3 MACROBENTHOS

Nel corso del 2014 sono stati realizzati nel mese di marzo e di ottobre due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi.

Per ogni stazione sono state effettuate tre repliche, come da protocollo, per un totale di 84 campioni di macrobenthos che sono stati sottoposti ad analisi microscopica ed elaborazione dati.

Struttura delle comunità bentoniche di substrato mobile

Le stazioni a fondale prevalentemente sabbioso sono posizionate in prossimità della costa (AL13, GU01, PI16, PE04, OR07, VA10, SS01); di fatto proprio per la loro localizzazione risentono in modo maggiore dei fattori climatici e di quelli legati all'apporto delle acque dolci risultando soggette a evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie, abbondanza e composizione.

Le stazioni a fondale fangoso sono posizionate a 3000 m dalla costa (AL15, GU03, PI18, PE06, OR09, VA12, SS02) e, non direttamente influenzate dagli apporti fluviali, presentano caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua (temperatura, salinità, etc.) più omogenee durante l'anno.

Gli esemplari di macrofauna, campionati per lo studio delle comunità bentoniche di fondo mobile sono stati identificati, laddove possibile, sino a livello di specie e contati.

Sono stati rinvenuti 59 taxa nelle stazioni poste a 500 m e 82 nelle stazioni a 3000 m, le cui composizioni percentuali per phylum sono indicate nelle tabelle seguenti:

| 500 m | N° taxa | % |
|---------------|---------|------|
| Anellida | 28 | 47,5 |
| Arthropoda | 10 | 16,9 |
| Echinodermata | 0 | 0,0 |
| Mollusca | 21 | 35,6 |
| TOT | 59 | |

| 3000 m | N° taxa | % |
|---------------|---------|------|
| Anellida | 35 | 42,7 |
| Arthropoda | 16 | 19,5 |
| Echinodermata | 4 | 4,9 |
| Mollusca | 27 | 32,9 |
| TOT | 82 | |



Viene di seguito riportato l'elenco delle specie macrobentoniche identificate per l'annualità 2014:

| Macrobenthos 500 m | | | | Macrobenthos 3000 m | | | |
|--------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------|------------------------|
| PHYLUM | Specie | PHYLUM | Specie | PHYLUM | Specie | PHYLUM | Specie |
| MOLLUSCA | Abra alba | ANNELLIDA | Aricia sp. | MOLLUSCA | Abra alba | ANNELLIDA | Aricia sp. |
| | Abra Prismatica | | Aricidea sp. | | Abra Prismatica | | Aricidea sp. |
| | Acteon tornatilis | | Chaetozone sp. | | Acanthocardia paucicostata | | Chaetozone sp. |
| | Anadara transversa | | Cirratulus sp. | | Anadara transversa | | Chone collaris |
| | Bela zonata | | Diopatra neapolitana | | Antalis sp. | | Diopatra neapolitana |
| | Chamelea gallina | | Euclymene oerstedii | | Aporrhais pespelecani | | Euclymene oerstedii |
| | Cylichna cylindracea | | Euclymene sp. | | Chamelea gallina | | Eunice pennata |
| | Donax semistriatus | | Eulalia sp. | | Corbula gibba | | Glycera rouxii |
| | Dosinia lupinus | | Glycera sp. | | Cylichna cylindracea | | Glycera sp. |
| | Fustaria rubescens | | Glycera tridactyla | | Dosinia lupinus | | Glycera tridactyla |
| | Lucinella divaricata | | Magelona papillicornis | | Euspira macilenta | | Hyalinoecia sp. |
| | Maetra stultorum | | Melinna palmata | | Fustaria rubescens | | Leptonereis sp. |
| | Nassarius mutabilis | | Nephtys hombergii | | Kurtiella bidentata | | Magelona papillicornis |
| | Neverita josephina | | Nephtys hystricis | | Lucinella divaricata | | Malmgrenia sp. |
| | Pharus legumen | | Nephtys sp. | | Moerella distorta | | Marphysa belii |
| | Spisula subtruncata | | Nothria conchylega | | Nassarius mutabilis | | Melinna palmata |
| | Tellina albicans | | Notomastus sp. | | Neverita josephina | | Monticellina sp. |
| | Tellina fabula | | Onuphis eremita | | Nucula nitidosa | | Nephtys hombergii |
| | Tellymia ferruginosa | | Owenia fusiformis | | Nuculana pella | | Nephtys hystricis |
| | Thracia phaseolina | | Pherusa plumosa | | Pharus legumen | | Nephtys sp. |
| Turbonilla rufa | Phyllodoce sp. | Pitar rudis | Nothria conchylega | | | | |
| ARTHROPODA | Ampelisca brevicornis | Prionospio sp. | Spisula subtruncata | Notomastus sp. | | | |
| | Ampelisca diadema | Sabella sp. | Tellina albicans | Onuphis eremita | | | |
| | Apseudopsis latreillii | Scoletonema impatiens | Tellymia ferruginosa | Owenia fusiformis | | | |
| | Bathyporeia sp. | Sigalion mathildae | Thracia phaseolina | Paradoneis sp. | | | |
| | Iphinoe serrata | Sigalion squamosus | Turbonilla delicata | Phyllodoce lineata | | | |
| | Leucothoe incisa | Spiophanes bombyx | Turritella communis | Phyllodoce sp. | | | |
| | Liocarcinus depurator | Spiophanes sp. | Ampelisca brevicornis | Prionospio sp. | | | |
| | Lysianassa longicornis | | Ampelisca diadema | Scoletonema impatiens | | | |
| | Diogenes pugilator | | Apseudopsis latreillii | Sigalion mathildae | | | |
| | Phtisica marina | | Bathyporeia sp. | Sigalion squamosus | | | |
| | | Bodotria sp. | Spiophanes bombyx | | | | |
| | | Pariambus typicus | Spiophanes sp. | | | | |
| | | Carcinus aestuarii | Sternaspis scutata | | | | |
| | | Cirolana sp. | Sthenelais boa | | | | |
| | | Goneplax rhomboides | Amphiura chiajei | | | | |
| | | Iphinoe serrata | Echinocardium cordatum | | | | |
| | | Leucothoe incisa | Ophiura sp. | | | | |
| | | Liocarcinus depurator | Trachythyone elongata | | | | |
| | | Phtisica marina | | | | | |
| | | Processa sp. | | | | | |
| | | Squilla mantis | | | | | |
| | | Upogebia tipica | | | | | |

Tab. 14 - Elenco delle specie macrobentoniche identificate nell'anno 2014



Per la determinazione degli indici biotici è stata elaborata la matrice completa delle abbondanze sulla quale sono stati calcolati i seguenti parametri strutturali della comunità:

- a) numero di specie
- b) numero di individui
- c) indice di diversità specifica (Shannon & Weaver, 1949): risulta compreso tra 0 e $+\infty$ e tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.
- d) indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958): prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale degli individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice.
- e) indice di equiripartizione di Pielou (J) (Pielou E.C., 1966): valuta il grado di uniformità nella distribuzione degli individui tra le diverse specie; è massimo quando tutte le specie sono presenti con la stessa abbondanza, ha invece valori bassi quando è presente una sola specie abbondante. Risulta compreso tra 0 (una sola specie presente) e 1 (tutte le specie presenti in eguale abbondanza).

Gli indici rappresentano parametri indicatori del grado di complessità delle biocenosi studiate, che prescindono dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono. Si presentano di seguito i dati relativi alle medie annuali degli indici riferiti alle campagne di campionamento effettuate nei mesi di marzo e di ottobre.

| BENTHOS | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Stazioni di campionamento | Indice di ricchezza specifica (d) | Indice di diversità specifica (H') | Indice di equiripartizione (J) |
| AL13 | 3,21 | 2,86 | 0,62 |
| GU01 | 2,23 | 1,36 | 0,33 |
| PI16 | 2,47 | 2,42 | 0,59 |
| PE04 | 3,00 | 3,24 | 0,73 |
| OR07 | 3,87 | 3,66 | 0,77 |
| VA10 | 2,91 | 3,05 | 0,70 |
| SS01 | 2,41 | 2,94 | 0,74 |

Tab. 15 - Riepilogo Indici Biotici Stazioni a 500 m

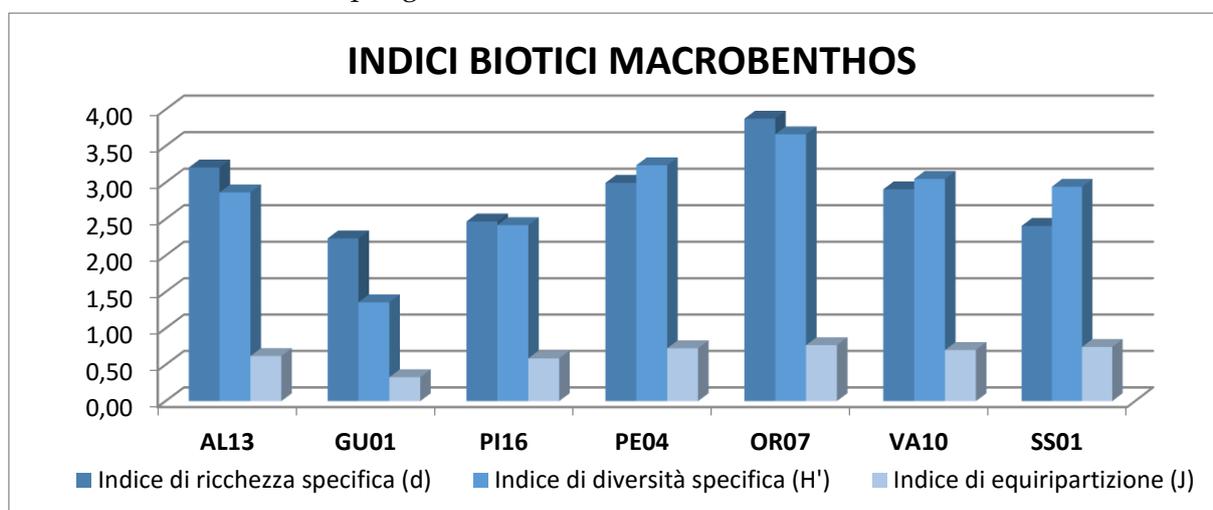


Fig. 40 - Andamento degli indici biotici nelle stazioni a 500 m dalla costa



Come evidenziato in tabella n. 15 la stazione OR07 risulta avere i valori più alti in termini di ricchezza specifica, diversità specifica e uniformità nella distribuzione degli individui tra le diverse specie, mentre la più compromessa risulta essere la stazione GU01.

| BENTHOS | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Stazioni di campionamento | Indice di ricchezza specifica (d) | Indice di diversità specifica (H') | Indice di equiripartizione (J) |
| AL15 | 4,06 | 3,54 | 0,72 |
| GU03 | 3,96 | 3,02 | 0,61 |
| PI18 | 3,70 | 3,07 | 0,65 |
| PE06 | 4,35 | 3,45 | 0,67 |
| OR09 | 2,40 | 2,08 | 0,51 |
| VA12 | 2,54 | 1,92 | 0,45 |
| SS02 | 4,28 | 2,73 | 0,53 |

Tab. 16 - Riepilogo Indici Biotici nelle stazioni a 3000 m dalla costa

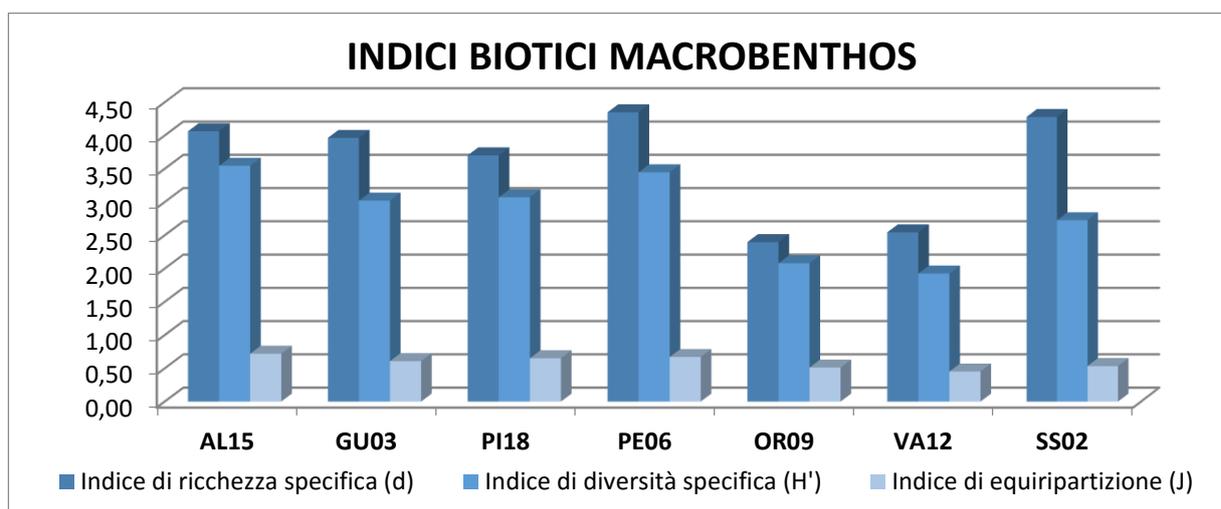


Fig. 41 - Andamento degli indici biotici nelle stazioni a 3000 m dalla costa

La tabella n. 16 evidenzia che segnali di criticità sono presenti soltanto nelle stazioni OR09 e VA12 per le quali i parametri d, H' e J risultano sensibilmente bassi.



Indice M-AMBI

Il D.M. 260/10 introduce un nuovo indice di qualità biologica per la caratterizzazione dei corpi idrici superficiali, l'M-AMBI. Tale indice si focalizza su alcune metriche delle comunità del macrobenthos, come il livello di diversità e di abbondanza degli invertebrati, nonché la proporzione tra organismi più o meno sensibili ai livelli di disturbo-stress; utilizza lo strumento dell'analisi statistica multivariata ed è in grado di riassumere la complessità delle comunità di fondo mobile, permettendo una lettura ecologica dell'ecosistema in esame.

L' **M-AMBI** (Muxika et al., 2007) include il calcolo dell' **AMBI** (Borja et al., 2000), dell' **Indice di diversità** (H') di Shannon-Wiener (1949) e il **numero di specie** (S).

Per il calcolo dell' AMBI:

$$\text{AMBI} = [(0 \times \% \text{ GI}) + (1.5 \times \% \text{ GII}) + (3 \times \% \text{ GIII}) + (4.5 \times \% \text{ GIV}) + (6 \times \% \text{ GV})] \times 100$$

GI: specie sensibili

GII: specie sensibili/tolleranti

GIII: specie tolleranti

GIV: specie opportuniste (secondo ordine)

GV: specie opportuniste (primo ordine)

Per il calcolo dell'Indice di diversità:

$$H' = \sum_{i=1}^s (p_i)(\log 2 p_i)$$

p_i = frequenza numerica della specie i -esima rispetto al totale degli individui = N_i/N

s = numero di specie

S = numero totale di specie presenti in ogni stazione

La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette tre componenti con tecniche di analisi statistica multivariata.

Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Per il calcolo dell'indice è necessario l'utilizzo di un software "AZTI Marine Biotic Index- New Version AMBI 4.1" da applicarsi con l'ultimo aggiornamento della lista delle specie.

Nella Tab. 4.3.1/b del DM 260/10 sono riportati:

- i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l'M-AMBI;

- il limite di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, valido per i tre macrotipi (alta, media, bassa stabilità); la Regione Abruzzo presenta un macrotipo di tipo 2, media stabilità.



Tab. 4.3.1/b - Limiti di classe e valori di riferimento per l'M-AMBI

| Macrotipo | Valori di riferimento | | | RQE | |
|-----------|-----------------------|----|----|---------------|-------------------|
| | AMBI | H' | S | Elevato/Buono | Buono/Sufficiente |
| 1 - 2 - 3 | 0,5 | 4 | 30 | 0,81 | 0,61 |

Di seguito vengono riportati i risultati dell'indice AMBI e M-AMBI, relativi alla campagna di monitoraggio effettuata a marzo e ad ottobre 2014, per le stazioni poste a 500 m e 3000 m dalla costa.

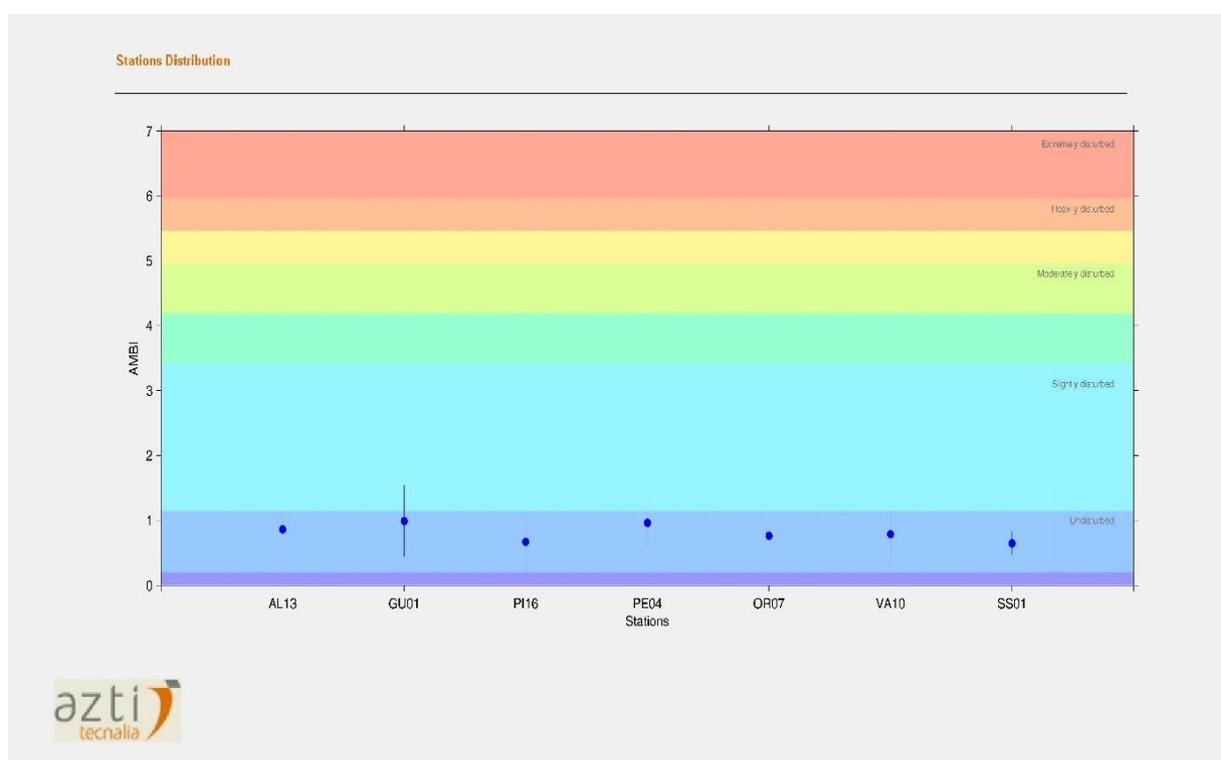


Fig. 42 - Indice AMBI per le stazioni poste a 500 m dalla costa

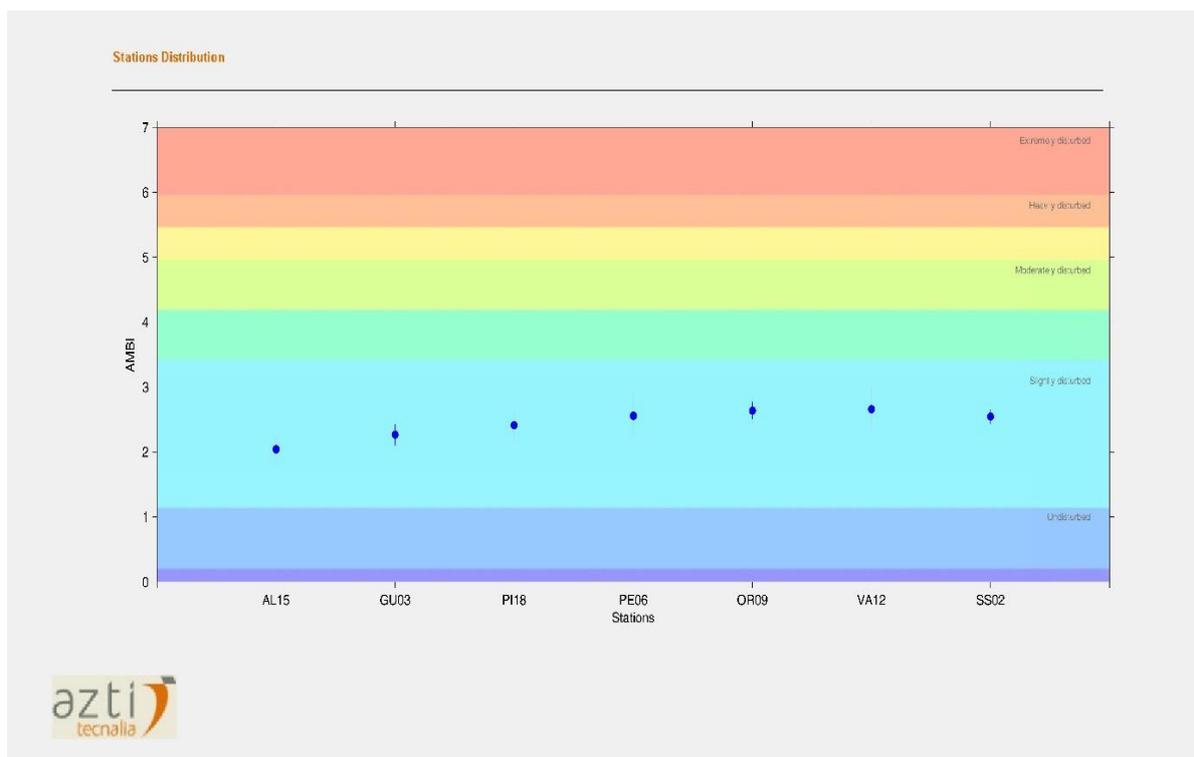


Fig. 43 - Indice AMBI per le stazioni poste a 3000 m dalla costa

Dai grafici emerge che la classificazione del livello di disturbo è “undisturbed” (imperturbato) per le stazioni costiere e “slightly disturbed” (leggermente perturbato) per quelle più distanti dalla costa.

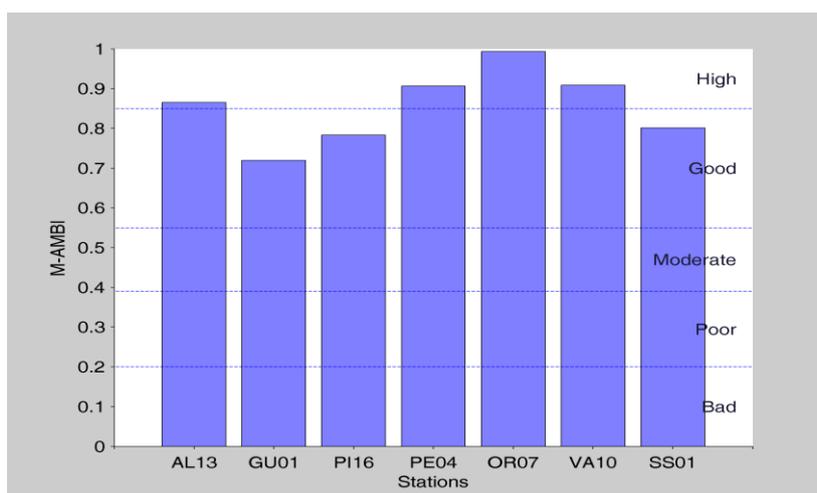


Fig. 44 - Indice M-AMBI per le stazioni a 500 m



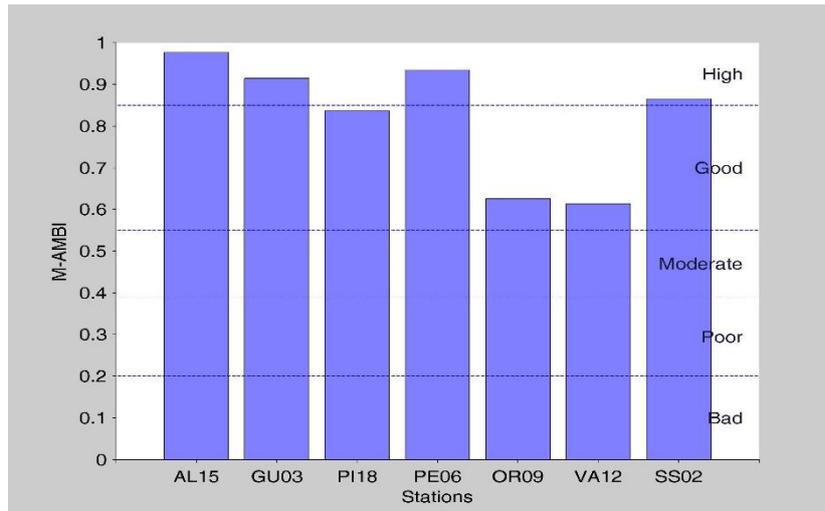


Fig. 45 - Indice M-AMBI per le stazioni a 3000 m

Il giudizio dell'indice M-AMBI risulta essere *elevato* nei transetti di Alba Adriatica e Pescara; *buono* nel transetto di Pineto. Nei transetti di Giulianova e San Salvo il giudizio è *buono* a 500 m dalla costa ed *elevato* a 3000 m; viceversa nei transetti di Ortona e Vasto.

4.4 SEDIMENTO

Analisi granulometriche

I risultati delle analisi granulometriche dei sedimenti prelevati nelle stazioni poste a 500 m di distanza dalla costa evidenziano in generale una dominanza della frazione sabbiosa (tra 90,7% e 99,7%) rispetto alla frazione pelitica. Fanno eccezione le stazioni GU01 (sabbia 67,7%) e PI16. In quest'ultima la pelite presenta il suo valore massimo (42,6%) e risulta prevalente rispetto alla sabbia (57,4 %).

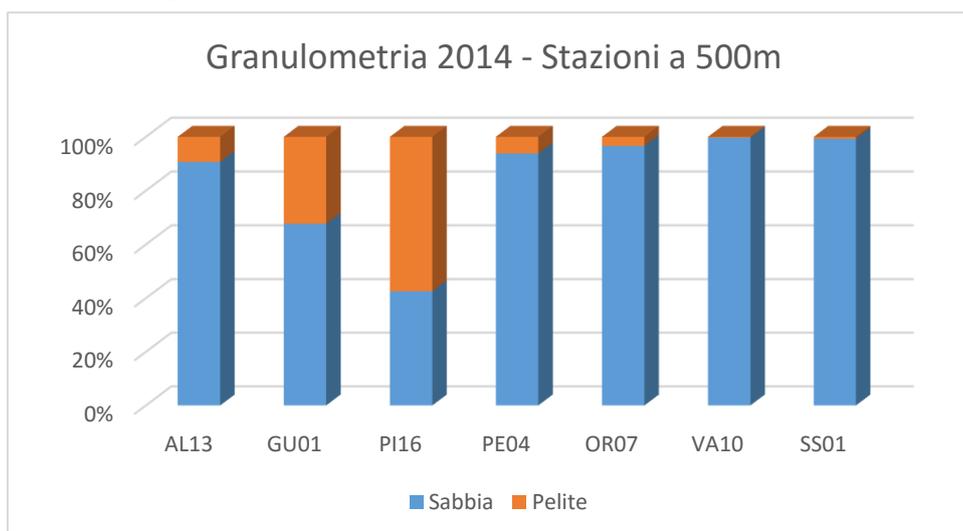


Fig. 46 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento nelle stazioni a 500 m dalla costa.

Le stazioni poste a 3000 m di distanza dalla costa mostrano in generale un notevole incremento della frazione pelitica nel sedimento superficiale, compresa tra un minimo di 14,0 % (PE06) ed un massimo di 69,7 % nella stazione di GU03.

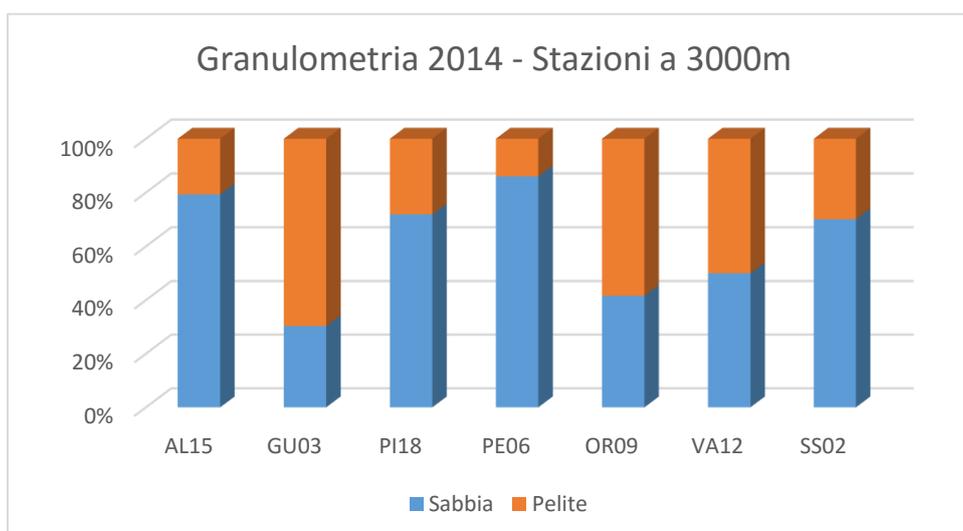


Fig. 47 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento delle stazioni a 3000 m dalla costa



Analisi chimiche

Per quanto riguarda il contenuto di carbonio organico (TOC) determinato nei campioni di sedimento superficiale, i risultati mostrano inferiori allo 0,5 % in tutte le stazioni ad eccezione della stazione di SS01, con un valore di 0,6 %.

I risultati delle analisi chimiche per la ricerca di microinquinanti inorganici sui campioni prelevati in tutte le stazioni, sono riportati nella tabella che segue (Tab. 13):

| Stazioni | Arsenico [mg/kg] | Cadmio [mg/kg] | Cromo totale [mg/kg] | Cromo VI [mg/kg] | Mercurio [mg/kg] | Nichel [mg/kg] | Rame [mg/kg] | Piombo [mg/kg] | Residuo secco a 105°C |
|-----------------------|------------------|----------------|----------------------|------------------|------------------|----------------|--------------|----------------|-----------------------|
| AL13 | 8,3 | 0,23 | 33,0 | <0.2 | <0.05 | 9,9 | 5,8 | 7,4 | 80,4 |
| AL15 | 7,2 | 0,17 | 29,0 | <0.2 | <0.05 | 11 | 5,5 | 7,1 | 73,1 |
| GU01 | 3,5 | 0,12 | 21,0 | <0.2 | <0.05 | 9,3 | 4 | 5,3 | 75,9 |
| GU03 | 4,0 | 0,26 | 33,0 | <0.2 | <0.05 | 16 | 9,1 | 5,6 | 56,9 |
| PI16 | 4,6 | 0,18 | 41,0 | <0.2 | <0.05 | 19 | 10 | 8,2 | 72,3 |
| PI18 | 6,3 | 0,17 | 45,0 | <0.2 | <0.05 | 17 | 12 | 8,6 | 75,4 |
| PE04 | 8,2 | 0,26 | 34,0 | <0.2 | <0.05 | 10 | 4,6 | 10 | 75,3 |
| PE06 | 6,3 | 0,23 | 33,0 | <0.2 | <0.05 | 14 | 7,8 | 9,2 | 76,8 |
| OR07 | 9,6 | 0,19 | 17,0 | <0.2 | <0.05 | 7,6 | 3,9 | 8,1 | 76,0 |
| OR09 | 5,2 | 0,17 | 63,0 | <0.2 | <0.05 | 27 | 17 | 13 | 63,3 |
| VA10 | 12,0 | 0,18 | 12,0 | <0.2 | <0.05 | 5,9 | 3,2 | 7,8 | 75,5 |
| VA12 | 9,3 | 0,19 | 44,0 | <0.2 | <0.05 | 22 | 12 | 10 | 69,9 |
| SS01 | 8,3 | 0,16 | 12,0 | <0.2 | <0.05 | 6,3 | 3,1 | 6,9 | 76,4 |
| SS02 | 7,7 | 0,15 | 28,0 | <0.2 | <0.05 | 11 | 6,3 | 7,6 | 76,9 |
| SQA-MA (mg/Kg) | 12 | 0,3 | 50 | 2 | 0,3 | 30 | | 30 | |

 Sostanze inserite in Tab 2/A del DM 260/10  Sostanze inserite in Tab 3/B del DM 260/10

Tab. 17 - Concentrazione degli elementi in tracce nei sedimenti in ciascuna stazione campionata

I valori degli elementi in tracce descritti in Tab. 2/A del D.M. 260/10, quali Cadmio, Piombo, Mercurio e Nichel sono risultati sempre inferiori al limite SQA-MA imposto da tale decreto; mentre, tra gli elementi in tracce descritti in Tab. 3/B del D.M. 260/10, solo il Cromo totale mostra un superamento di oltre il 20% dello scostamento consentito rispetto al valore SQA-MA imposto dal D.M. nella stazione di OR09.

I successivi grafici riportano gli andamenti dei risultati analitici ottenuti.



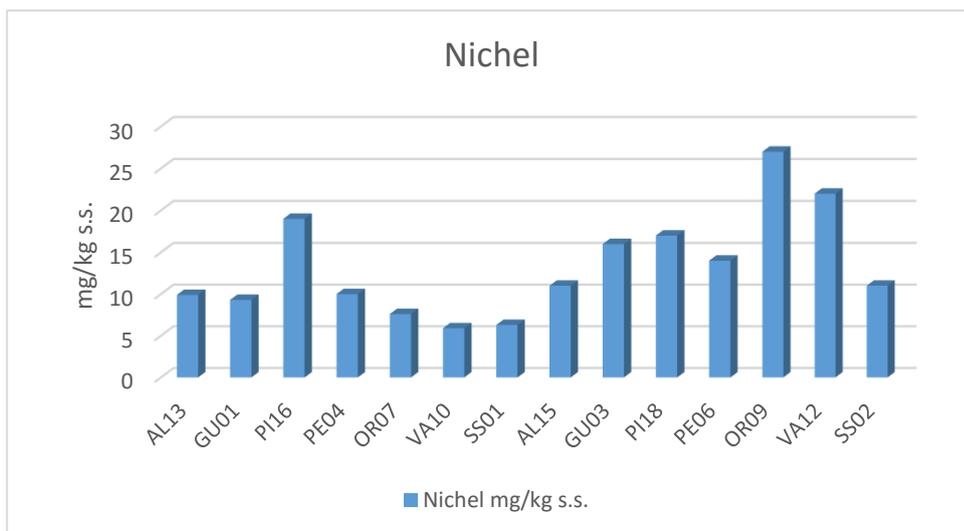


Fig. 48 - Valore di Nichel presente nei sedimenti di ogni stazione

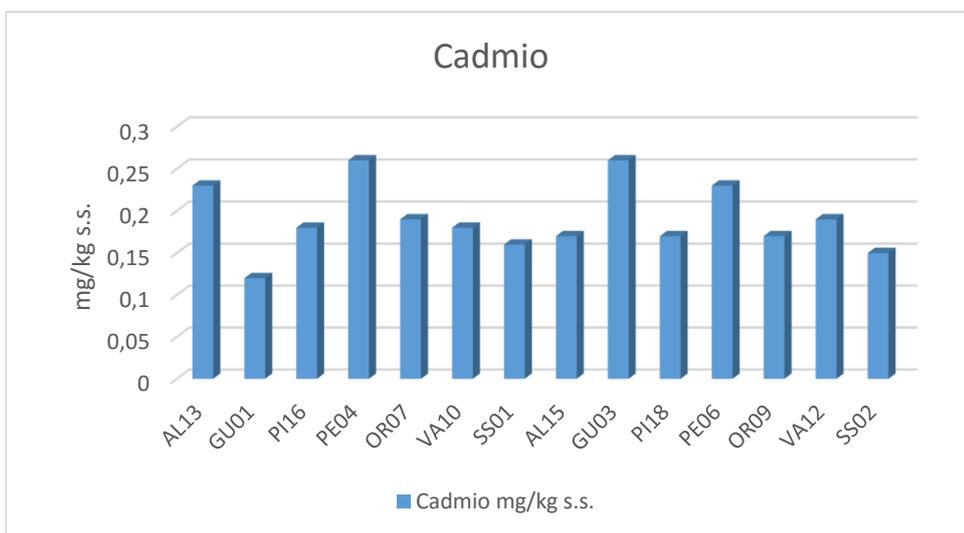


Fig. 49 - Valore di Cadmio presente nei sedimenti di ogni stazione

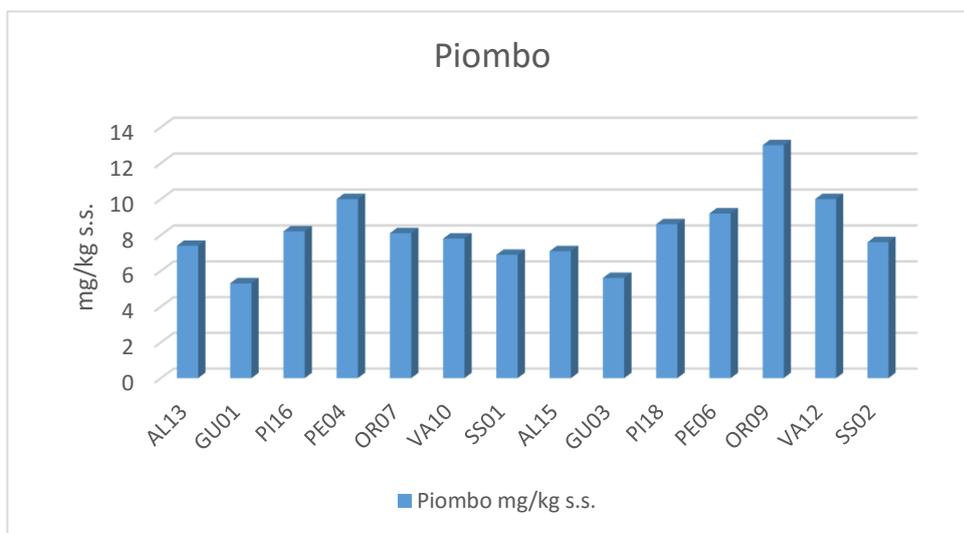


Fig. 50 - Valore di Piombo presente nei sedimenti di ogni stazione



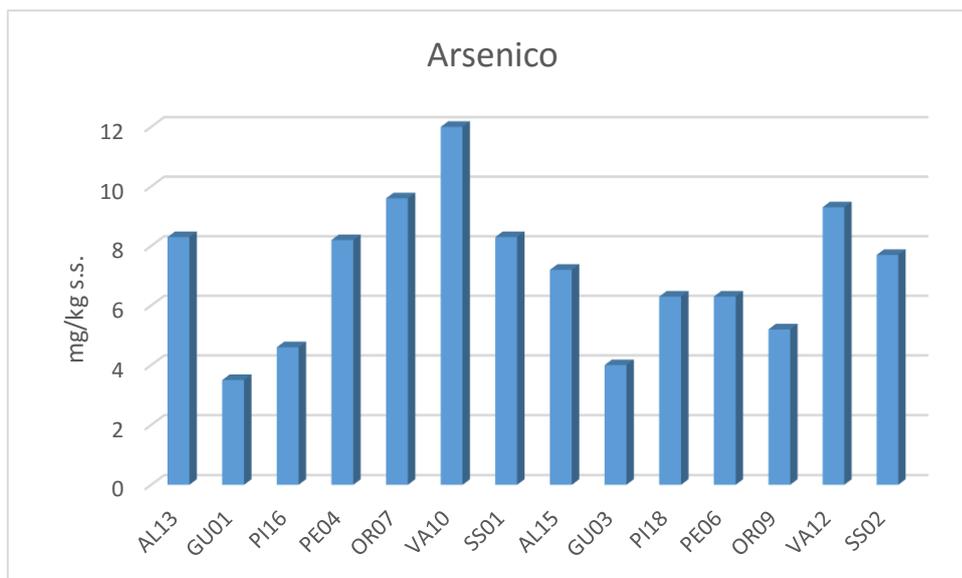


Fig. 51 - Valore di Arsenico presente nei sedimenti di ogni stazione

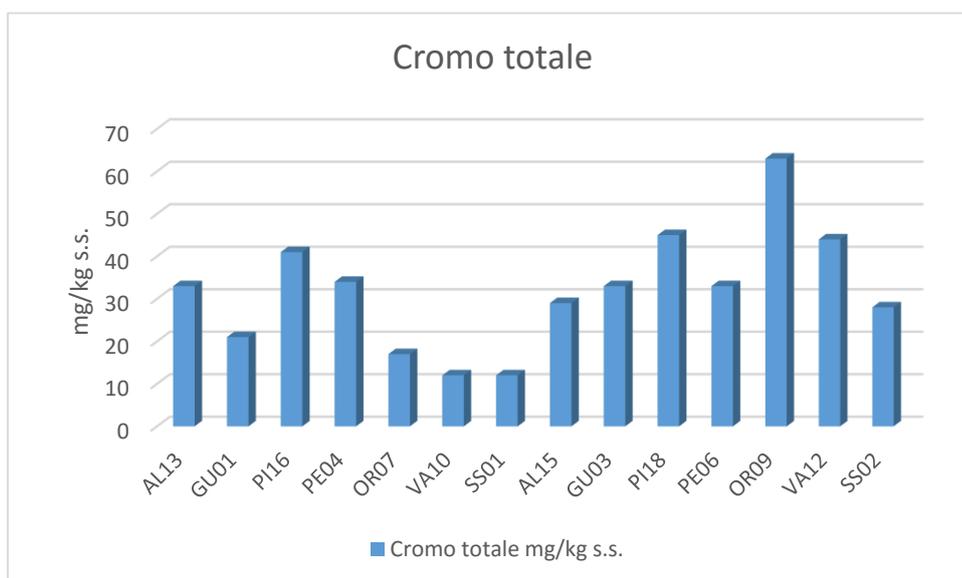


Fig. 52 - Valori di Cromo totale presente nei sedimenti di ogni stazione

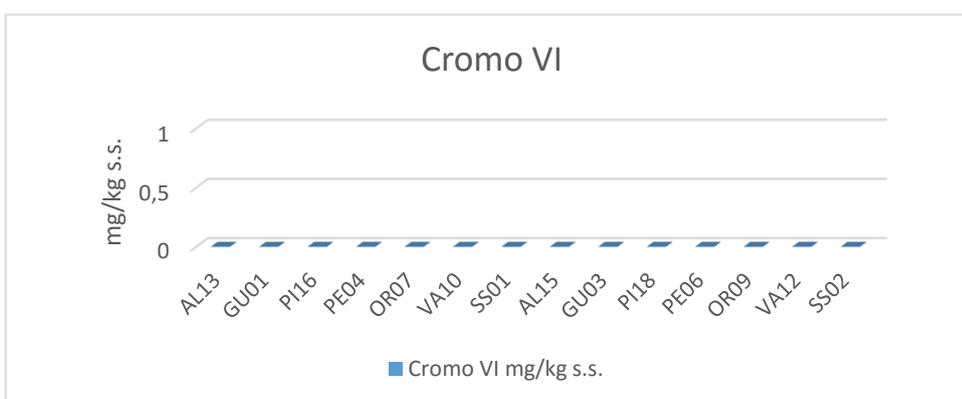


Fig. 53 - Valori di Cromo totale presente nei sedimenti di ogni stazione



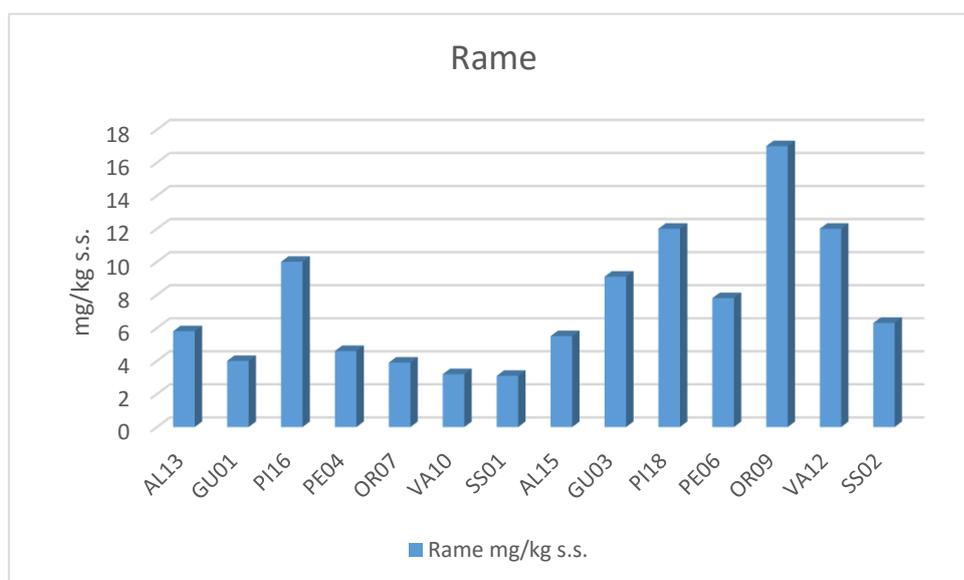


Fig. 54 - Valori di Rame presente nei sedimenti di ogni stazione

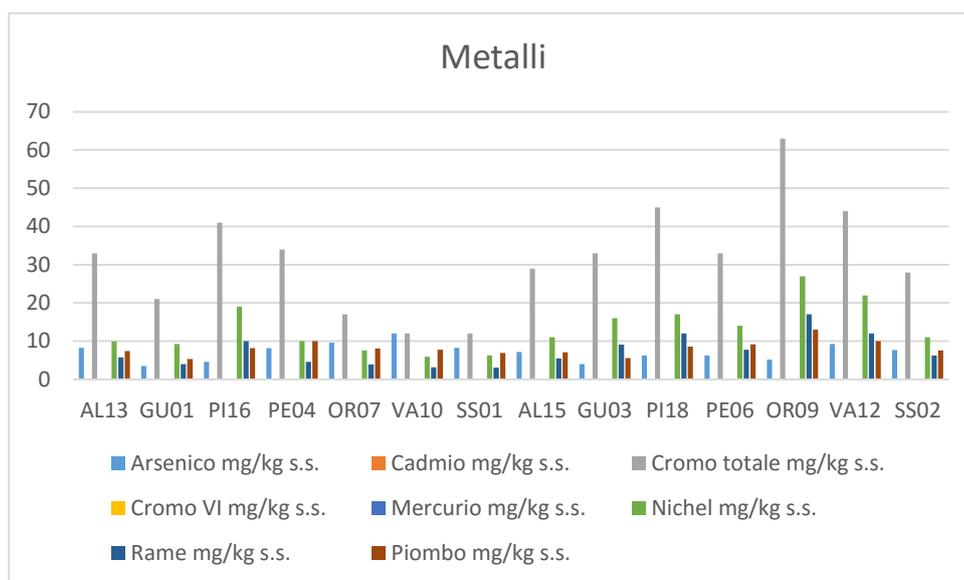


Fig. 55 – Riepilogo valori metalli presenti nei sedimenti di ogni stazione

Gli altri inquinanti chimici determinati sui sedimenti presentano dei valori inferiori o comunque prossimi ai limiti di quantificazione in tutte le 14 stazioni di monitoraggio.



4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI

Per il programma di monitoraggio relativo all'anno 2014 i saggi di tossicità sono stati effettuati su campioni di sedimento superficiale prelevati nei transetti a 500 m dalla costa (AL13, GU01, PI16, PE04, OR07, VA10 e SS01) e sui sedimenti superficiali a 3000 m dalla costa (AL15, GU03, PI18, PE06, OR09, VA12 e SS02).

Risultati della campagna di campionamento sedimenti

Per analizzare lo strato superficiale dei transetti suddetti, sono stati utilizzati organismi quali il batterio marino *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale (Solid Phase Test) e le alghe marine della specie *Pheodactylum tricornutum* applicati alla matrice acquosa (elutriato).

Nella Tabella 18 sono riportati i risultati ottenuti.

| Stazioni | Test con <i>Vibrio fischeri</i> | | Test con <i>Pheodactylum tricornutum</i> | |
|----------|---------------------------------|---------------------|--|---------------------|
| | Sedimento tal quale (STI) | Giudizio di qualità | Elutriato (% di inibizione) | Giudizio di qualità |
| AL13 | STI ≤ 3 | | -10 | |
| AL15 | STI ≤ 3 | | -25 | |
| GU01 | 6 < STI ≤ 12 | | -7 | |
| GU03 | 3 < STI ≤ 6 | | -12 | |
| PI16 | STI ≤ 3 | | -14 | |
| PI18 | STI ≤ 3 | | -40 | |
| PE04 | 6 < STI ≤ 12 | | 9 | |
| PE06 | 3 < STI ≤ 6 | | -19 | |
| OR07 | 3 < STI ≤ 6 | | -21 | |
| OR09 | STI ≤ 3 | | -19 | |
| VA10 | STI ≤ 3 | | -12 | |
| VA12 | STI ≤ 3 | | -24 | |
| SS01 | STI ≤ 3 | | -37 | |
| SS02 | STI ≤ 3 | | -5 | |

Tab. 18 - Risultati della batteria di test di tossicità effettuati sulla matrice sedimento

Nella prima colonna sono riportati i risultati ottenuti con il batterio *Vibrio fischeri* applicato al sedimento tal quale. I risultati sono espressi in S.T.I. (Sediment Toxicity Index) come rapporto tra la tossicità misurata e quella naturale stimata in relazione alla frazione pelitica contenuta in ogni campione analizzato. Dato che la tossicità dei sedimenti è riconducibile prevalentemente alla frazione pelitica in quanto essa offre una maggiore superficie di adesione o di adsorbimento dei contaminanti, tale indice permette di correlare la tossicità eventualmente presente nella frazione <63µm. A tale indice è stata correlata una scala di tossicità acuta e un giudizio di qualità che va da assente a media con relativa scala cromatica come riportato nella tabella seguente.



| S.T.I. | GIUDIZIO | SCALA CROMATICA |
|-------------------|------------|-----------------|
| $STI \leq 3$ | ASSENTE | |
| $3 < STI \leq 6$ | MEDIA | |
| $6 < STI \leq 12$ | ALTA | |
| > 12 | MOLTO ALTA | |

Tab. 19 - Scala di tossicità acuta e un giudizio di qualità applicabile al test con *Vibrio fischeri*

Il test con il batterio marino ha messo in evidenza che per la maggior parte dei campioni si registra un'assenza di tossicità acuta.

Fanno eccezione i campioni di sedimento dei transetti di Giulianova, Pescara ed Ortona. Infatti il transetto a 500 e 3000m di Giulianova presenta una tossicità alta e media, rispettivamente, così come quello di Pescara che mostra una tossicità alta a 500m ed una media a 3000m ed il sedimento del transetto di Ortona a 500m che presenta una tossicità media.

Nella seconda colonna della tabella, sono riportati i risultati ottenuti con il saggio di tossicità algale applicato alla matrice acquosa elutriato. Il test ha messo in evidenza, per tutti i campioni analizzati, un risultato di tossicità acuta assente con un effetto di eutrofizzazione per la totalità dei campioni che presuppone la presenza di nutrienti nei sedimenti analizzati tali da biostimolare una maggiore crescita delle alghe esposte alla matrice elutriato rispetto al bianco di controllo.

In base alla tabella per la classificazione della tossicità proposta dal Ministero nel Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero, e anche della Tabella 2.4 delle Linee Guida "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini" ICRAM-APAT (2007), in funzione delle specie utilizzate nel saggio ecotossicologico e delle matrici analizzate è possibile individuare la seguente scala di tossicità: classe A (tossicità assente o trascurabile); classe B (tossicità media); classe C (tossicità alta) e classe D (tossicità molto alta). La tabella riportata di seguito mostra l'insieme dei risultati.

| Specie test | AL13 | AL15 | GU01 | GU03 | PI16 | PI18 | PE04 | PE06 | OR07 | OR09 | VA10 | VA12 | SS01 | SS02 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <i>Vibrio fischeri</i> (SPT) | A | A | C | B | A | A | C | B | B | A | A | A | A | A |
| <i>Pheodactylum</i> <i>tricornutum</i> | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |

Il test con il batterio luminescente applicato al sedimento tal quale ha in generale riconfermato un'assenza di tossicità per i transetti indagati da anni

Si è osservato invece, un peggioramento (tossicità in generale medio-alta) per i sedimenti del transetto di Giulianova e per quello di Pescara sia a 500 (alta tossicità) e a 3000m (tossicità media).



Nel caso del sedimento proveniente dalla stazione di Ortona, il test hanno riconfermato l'assenza di tossicità nel transetto più esterno a 3000m, ma hanno evidenziato una tossicità media nel campione più vicino alla costa.

Per i transetti di Vasto, i risultati hanno mostrato un'assenza di tossicità nel campione di sedimento a 500 e 3000m riconfermandolo come sito di riferimento.

Per quanto riguarda i transetti indagati dal 2011 (Alba, Pineto e S.Salvo), il test ha mostrato una tossicità assente in tutti i transetti indagati.

I risultati ottenuti con il test algale applicato alla matrice acquosa elutriato, hanno riconfermato l'assenza di tossicità per tutte le stazioni indagate



5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito delle attività istituzionali che l'ARTA Abruzzo conduce sul controllo delle acque marino-costiere, il programma di monitoraggio dell'anno 2014 è stato condotto sulla Rete Regionale come previsto dalla convenzione con il Settore Opere Marittime della Regione Abruzzo, con lo sforzo operativo di rispettare le modalità e i tempi previsti nonostante le avverse condizioni metereologiche di alcuni periodi dell'anno, che hanno comportato a volte lo slittamento delle date di campionamento e a volte impedito lo svolgimento delle attività programmate.

Nel dettaglio, dalle analisi dei dati raccolti, si può evidenziare quanto segue:

1. I valori di **Indice trofico** di tutta la costa individuano uno stato trofico "buono", infatti quasi sempre si registra una buona trasparenza delle acque e assenza di colorazioni anomale delle stesse; i valori di indice più bassi si registrano, in tutte le stazioni, nel periodo estivo.
2. Gli **inquinanti chimici organici** determinati nella matrice acqua (IPA, PCB, Pesticidi) in tutte le stazioni indagate, sono risultati sempre inferiori o comunque prossimi al limite di quantificazione.
3. Anche i **microinquinanti inorganici** (metalli) presentano valori spesso inferiori ai limiti di quantificazione. Per nessuno dei metalli determinati vengono riscontrati superamenti degli standard di qualità ambientale, espressi come valori medi annui (SQA-MA), previsti dal DM 260/10,
4. La **comunità fitoplanctonica** è caratterizzata da valori elevati a marzo, in coincidenza con fioriture di diatomee, in particolare *Chaetoceros socialis*; e a dicembre con fioriture di *Cryptophyceae sp.* Non sono state individuate specie algali potenzialmente tossiche.
5. Gli **inquinanti chimici** determinati nella matrice sedimento, sono risultati quasi sempre inferiori ai limiti previsti dal DM 260/10 per tutti i parametri ricercati. In particolare, i valori degli elementi in tracce descritti in Tab. 2/A del D.M. 260/10, quali Cadmio, Piombo, Mercurio e Nichel sono risultati sempre inferiori al limite SQA-MA imposto da tale decreto; mentre, tra gli elementi in tracce descritti in Tab. 3/B del D.M. 260/10, solo il Cromo totale mostra un superamento rispetto al valore SQA-MA imposto dal D.M. nella stazione di OR09.
6. Dalle **analisi granulometriche** si evince che nei campioni di sedimento prelevati nelle stazioni a 500 m dalla costa in generale si riscontra una dominanza della frazione sabbiosa, mentre spostandosi verso il largo (stazioni a 3000m) si ha un aumento della frazione pelitica a discapito della frazione sabbiosa.
7. I risultati dei saggi di tossicità effettuati mediante batterio *Vibrio fischeri*, applicato al sedimento tal quale, hanno messo in evidenza che per la totalità dei campioni si registra un'assenza di tossicità acuta ad eccezione i campioni di sedimento dei transetti di Giulianova, Pescara ed Ortona. Infatti il transetto a 500 e 3000m di Giulianova presenta una tossicità alta e media, rispettivamente, così come quello di Pescara che mostra una tossicità alta a 500m e media a 3000m così come il sedimento del transetto di Ortona a 500m. Il saggio di tossicità algale, applicato sull'elutriato del sedimento, ha messo in evidenza per tutti i campioni analizzati, un risultato di tossicità acuta assente oltre ad un effetto di eutrofizzazione per la totalità dei



campioni che presuppone la presenza di nutrienti nei sedimenti analizzati tali da biostimolare una maggiore crescita delle alghe esposte alla matrice elutriata rispetto al bianco di controllo. I risultati ottenuti per l'anno 2014 con l'applicazione dei due test di tossicità acuti confermano quanto ribadito nelle precedenti campagne di monitoraggio: è necessario applicare una batteria di saggi ampia in modo tale da coinvolgere organismi a diversi livelli trofici e a diversi livelli di sensibilità, che siano in grado di discriminare tra i sedimenti analizzati nei diversi transetti della costa abruzzese.

8. I risultati delle **comunità bentoniche**, analizzate mediante l'indice AMBI evidenziano la buona qualità dell'ecosistema marino-costiero regionale, classificando le stazioni a 500 m come "undisturbed" e le stazioni a 3000 m "*slightly undisturbed*". Integrando tale giudizio con l'indice M-AMBI, che tiene conto della sensibilità delle diverse specie macrobentoniche nei confronti delle condizioni ambientali in cui vivono, si ottiene che nei transetti di Alba Adriatica e Pescara il risultato sia elevato, e nel transetto di Pineto il risultato sia buono. Nei transetti di Giulianova e San Salvo il giudizio risulta essere buono a 500 m dalla costa ed elevato a 3000 m; viceversa nei transetti di Ortona e Vasto.



BIBLIOGRAFIA

1. APAT IRSA-CNR, 2003. *Metodi analitici per le acque. Manuali e Linee guida*, 29/2003.
2. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. I – Fitoplacton*. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare. 503
3. Avancini M., Cicero A. M., Di Girolamo I., Innamorati M., Magaletti E., Sertorio Zunini T. 2006. *Guida al riconoscimento del plancton dei mari italiani, Vol. II – Zooplacton Neritico – Tavole*. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – DPN; ICRAM – Istituto Centrale per la Ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare. 198
4. Barnes, R.D. 1985. *Zoologia: gli Invertebrati*. Piccin ed., 1237.
5. Decreto Ministero della Sanità, 1 Settembre 1990. *Metodi di analisi per la determinazione delle biotossine algali nei molluschi bivalvi, nonché per la determinazione quali-quantitativa dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine adibite alla molluschicoltura*. G.U. 18/9/90, n.218
6. Fauvel P. 1923. *Faune de France*. P. Lechevalier – Paris
7. Forni G., Occhipinti Ambrogi A., 2004. *Applicazione del Coefficiente biotico (Borja et al., 2000) ad una comunità macrobentonica nel Nord Adriatico*. Biol. Mar. Medit. (2004), 11 (2): 202-209.
8. ICRAM-ANPA-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Servizio Difesa Mare, 2001. *Programma di Monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003). Metodologie analitiche di riferimento*. ICRAM - ANPA
9. Pérès, J.M. & Picard, J.. 1964. *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 31 (47), 137.
10. Picard, J.. 1965. *Recherques qualitatives sur les biocenoses marines des substrats meubles dragables de la region marseillaise*. Thèse Doct. Sci. Nat. Aix-Marseille, 160.
11. Regione del Veneto - ARPAV, 2009. *Monitoraggio integrato dell'ambiente marino-costiero nella Regione Veneto. Gennaio-dicembre 2008. Analisi dei dati osseroati nell'anno 2008*. A cura di Vazzoler M., Zogno A.R., Ancona S., Barbaro J., Berti L., Bon D., Buosi A., D'Amico M.L., Delli Quadri F., Fassina D., Guardati L., Guzzinati R., Iacovone V., Lonigo A., Rossi S., Rizzardi S.
12. RICARD M., 1987. *Atlas du Phytoplancton Marin*. Vol. I. Ed. du CNRS, Paris. 297
13. Riedl, R. 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo*. Muzzio Ed., 777 .
14. Rouse G., Pleijel F., 2001. *Polychaetes*. Oxford University Press, Hong Kong, 354
15. SOURNIA A., 1986. *Atlas du Phytoplancton Marin*. Vol. 1. Ed. du CNRS, Paris. 220
16. Tomas R. C. 1997. *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. 835.



ALLEGATI

