

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



Analisi dei dati osservati nell'anno 2013

INDICE

Premessa.....	pg 5
1 La rete di monitoraggio delle acque marino-costiere.....	pg 6
2 Gestione del monitoraggio	pg 8
2.1 Campionamento.....	pg 8
2.2 Analisi.....	pg 9
2.3 Gestione dati.....	pg 10
3 Parametri indagati.....	pg 10
4 Analisi dei Risultati.....	pg 18
4.1 Acqua.....	pg 18
4.2 Fitoplancton.....	pg 45
4.3 Macrobenthos.....	pg 52
4.4 Sedimenti.....	pg 63
4.4.1 Saggi tossicologici.....	pg 72
4.6 Biota	pg 75
5. Considerazioni conclusive.....	pg 76
BIBLIOGRAFIA.....	pg 78
ALLEGATI.....	pg 80





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

Dott.ssa Giovanna Martella

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, elaborazione dati prodotti: G. Martella

Attività analitica:

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



Premessa

Nell'anno 2013 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.lgs 152/06.

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



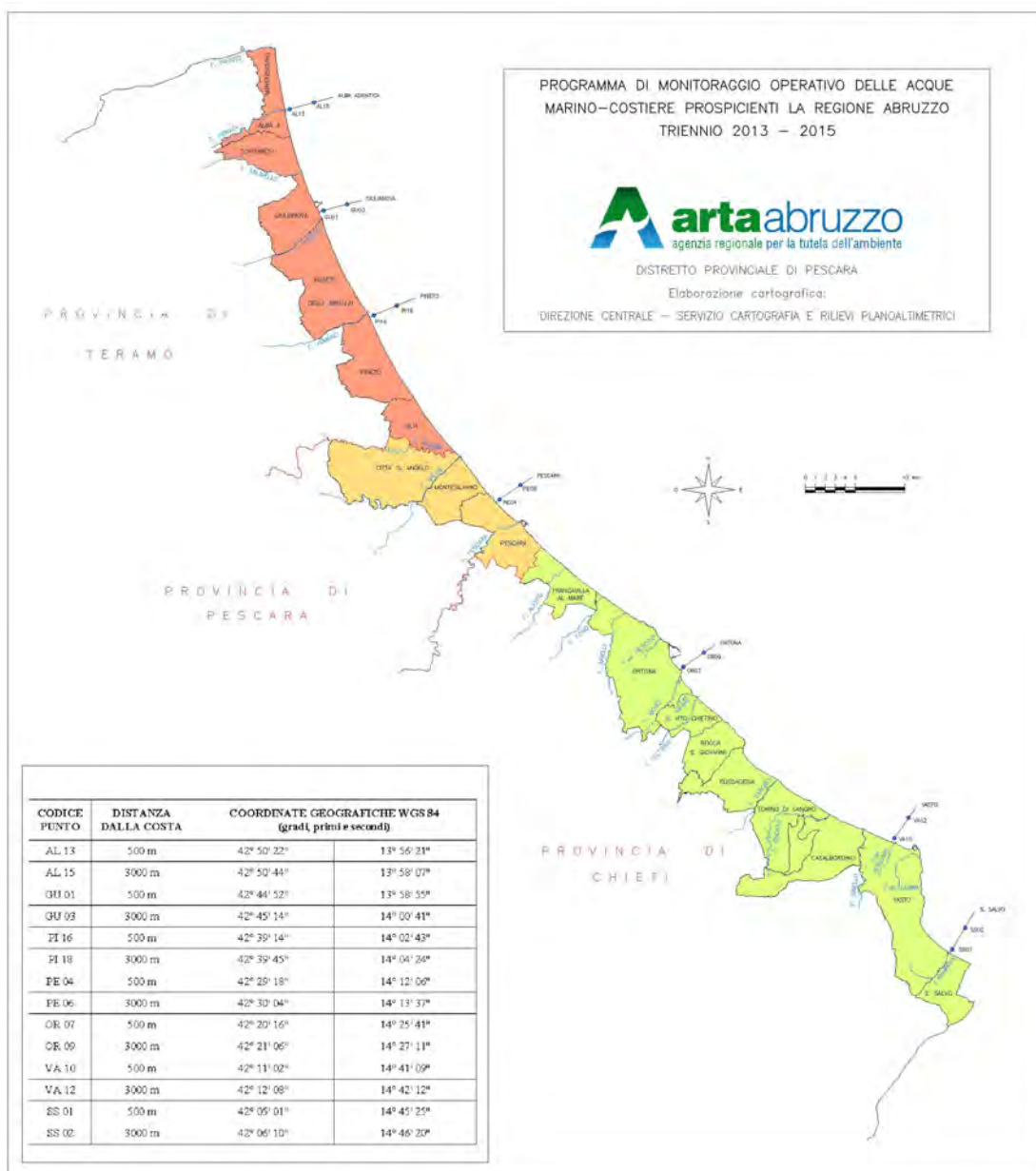


Fig. 1 - Localizzazione delle stazioni di campionamento della Rete Regionale



2. GESTIONE DEL MONITORAGGIO

La realizzazione del programma di monitoraggio regionale, con indagini su più matrici (acqua, sedimento, biota, 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	8		7		14	14	14	14	14	14	8	14
ACQUA (nutrienti)	14		7		14	14	14	14	14	14	8	14
ACQUA (inquinanti)	7		7		7	7	7	7	7	7	4	7
FITOPLANCTON	7		7		7	7	7	7	7	7	4	7
SEDIMENTI					14							
BIOTA						7						
MACROBENTHOS			42							42		

Tab. 2 - Campagna di monitoraggio effettuata nel 2013 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 fisiche e chimiche (trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH e clorofilla "a") con sonda multiparametrica e nella colonna d'acqua; 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.

Ogni campagna mensile viene realizzata nei primi giorni del mese ed ha la durata media di 2-3 gg. salvo condizioni meteo-marine avverse; ad eccezione per il prelievo del macrobenthos che prevede tempi più lunghi.

L'acquisizione dei valori delle variabili chimico-fisiche nella colonna d'acqua viene effettuata ad ogni metro di profondità, da 50 cm dalla superficie a 50 cm dal fondo con



individuazione del termoclino, se esistente; 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 certificata annualmente dalla ditta fornitrice attraverso intercalibrazione con una sonda di riferimento.

I campioni di *acqua* sono prelevati a 50 cm dalla superficie con bottiglia Niskin, per l'analisi dei nutrienti (Azoto totale, Fosforo totale e Ortofosfati, Silicati, Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico) 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, chimica e tossicologica, viene effettuato con il box core.

Per il campionamento di *macrozoobenthos* per l'analisi della comunità bentonica si utilizza una benna di Van Veen da 0,1 m²: si effettuano tre repliche per ogni stazione e poi ogni campione di sedimento viene sottoposto a setacciatura 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.

Il prelievo di molluschi, per la componente *biota*, è effettuato dall'operatore subacqueo direttamente sui manufatti artificiali della scogliera in prossimità delle stazioni a 500 m dalla costa.

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), sedimento (microinquinanti chimici e analisi granulometriche) e biota (microinquinanti chimici) 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 2013.

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.

Trasparenza: esprime la capacità di penetrazione della luce e quindi l'estensione della zona nella quale può avvenire la fotosintesi o "zona eufotica". E' influenzata da fattori fisici (capacità di assorbimento della luce da parte dell'acqua e presenza di materiali inorganici in sospensione) e biologici (distribuzione della massa fito- e zoo-planctonica e contenuto di detrito organico).

Ossigeno disciolto: è presente in forma disciolta in equilibrio con l'O₂ atmosferico e dipende da alcuni fattori fisici (temperatura, pressione atmosferica, ventilazione e rimescolamenti lungo la colonna d'acqua), da caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua (salinità, pH) e da processi biologici e chimici (attività fotosintetica, respirazione di piante e animali acquatici e mineralizzazione della sostanza organica).

Salinità: 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.

Sali nutritivi: sotto tale denominazione vanno i composti dell'azoto e del fosforo in forma disciolta; questi composti sono costituiti da 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. Avendo una scarsa concentrazione in mare, costituiscono un fattore critico o limitante. 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	Blue
4-5	Buono	Green
5-6	Mediocre	Yellow
6-8	Scadente	Red

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:

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

dove:

Chl *a* = clorofilla ($\mu\text{g/l}$);

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

N = N-(NO₃ + NO₂ + NH₃) Azoto minerale solubile (DIN) ($\mu\text{g/l}$);

P = Fosforo totale ($\mu\text{g/l}$).

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, degli estintori di incendio, dei liquidi refrigeranti, nelle operazioni di sgrassaggio e pulitura di metalli, pelli e tessuti.

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 policlorurati). 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 banchine, per lo scafo delle imbarcazioni, per le reti da pesca. Parte del composto del tributyl 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**

È 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.

È 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

BIOTA

Le misure di bioaccumulo vengono effettuate sul bivalve *Mytilus galloprovincialis* prelevati sulle scogliere presenti in prossimità dei transetti di monitoraggio, vicino la linea di costa. Un pool di organismi per ogni stazione viene sottoposto ad analisi chimica.

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 2013, da Gennaio a Dicembre; i prelievi di gennaio e dicembre non sono stati effettuati per le condizioni meteo marine avverse.

La campagna di monitoraggio sui sette transetti della rete Regionale ha portato all'acquisizione di 1.016 dati meteo marini, 119 profili con sonda multiparametrica per un totale di 595 dati analitici acquisiti a 0,5 m di profondità, al prelievo di 127 campioni di acqua, 67 di fitoplancton, 14 campioni di sedimento, 7 di biota 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.

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

- DATI RILEVATI IN CAMPO

Nella tabella seguente sono riportati valori medi, mediana, minimo, massimo e deviazione standard dei vari parametri acquisiti in campo con la sonda multiparametrica: *temperatura dell'acqua, salinità, pH, ossigeno disciolto, clorofilla* e i dati di *trasparenza* misurata con il disco secchi.

	Temperatura acqua (°C)						Salinità (psu)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.		Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	20,08	20,30	11,30	27,90	5,61	AL13	34,02	34,60	28,00	36,80	2,64
AL15	20,90	21,95	10,60	27,70	5,66	AL15	34,70	34,75	31,50	37,30	1,94
GU01	19,90	19,80	10,70	27,50	5,71	GU01	34,28	34,30	30,70	37,20	1,97
GU03	20,71	21,80	10,40	27,60	5,56	GU03	34,84	34,65	32,20	37,60	1,81
PI16	19,84	20,30	10,20	27,70	5,88	PI16	32,91	33,70	23,20	36,90	4,20
PI18	20,59	21,60	10,10	28,10	5,82	PI18	34,61	34,15	31,90	37,70	1,87
PE04	18,67	19,60	8,50	27,50	6,47	PE04	34,67	34,35	32,40	37,50	1,54
PE06	19,20	20,30	8,10	28,10	6,58	PE06	34,51	34,30	31,90	37,00	1,73
OR07	19,28	19,80	8,40	27,90	6,99	OR07	34,74	34,20	31,80	37,60	1,75
OR09	19,99	21,30	7,90	28,30	7,26	OR09	34,58	34,70	30,70	37,60	2,17
VA10	19,67	20,00	9,10	28,20	6,71	VA10	34,98	35,00	31,80	37,70	1,62
VA12	20,13	21,70	8,50	28,70	7,18	VA12	34,91	35,10	30,90	37,70	2,03
SS01	19,80	20,30	8,60	28,40	6,87	SS01	35,10	34,70	32,90	37,60	1,40
SS02	20,23	21,50	8,50	28,60	6,98	SS02	35,29	35,40	32,50	37,60	1,57



	Ossigeno disciolto (% Saturazione)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	96,39	94,20	87,10	114,30	8,47
AL15	97,86	93,35	90,50	119,30	9,99
GU01	95,80	93,30	84,80	116,40	9,34
GU03	97,54	94,65	91,30	116,90	8,25
PI16	94,48	93,70	81,80	115,90	9,95
PI18	98,85	95,45	89,40	122,10	10,76
PE04	95,66	92,70	83,60	119,90	10,16
PE06	98,56	95,90	89,70	120,90	9,10
OR07	97,80	93,30	87,90	118,00	10,46
OR09	100,56	93,10	88,80	129,70	14,19
VA10	98,79	93,60	89,40	115,70	9,89
VA12	97,94	93,60	90,90	120,60	10,20
SS01	97,23	95,50	89,80	108,90	6,98
SS02	98,48	94,25	91,90	117,00	9,16

	pH (Unità di pH)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	8,19	8,20	8,00	8,40	0,15
AL15	8,16	8,10	8,00	8,50	0,18
GU01	8,14	8,10	7,90	8,50	0,17
GU03	8,18	8,10	8,00	8,50	0,16
PI16	7,97	8,00	7,30	8,40	0,30
PI18	8,15	8,10	8,00	8,50	0,18
PE04	8,15	8,10	8,00	8,40	0,15
PE06	8,11	8,10	7,90	8,30	0,15
OR07	8,16	8,20	8,00	8,40	0,14
OR09	8,14	8,10	8,00	8,30	0,14
VA10	8,12	8,10	8,00	8,40	0,12
VA12	8,11	8,10	8,00	8,20	0,06
SS01	8,14	8,10	7,90	8,50	0,19
SS02	8,16	8,10	8,00	8,40	0,15

	Clorofilla a (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	0,34	0,30	0,10	0,60	0,14
AL15	0,39	0,30	0,10	0,80	0,27
GU01	0,34	0,30	0,10	0,50	0,12
GU03	0,46	0,30	0,10	1,80	0,55
PI16	0,42	0,40	0,20	0,60	0,16
PI18	0,49	0,35	0,10	1,60	0,49
PE04	0,48	0,50	0,30	0,70	0,17
PE06	0,46	0,50	0,20	0,80	0,18
OR07	0,39	0,40	0,30	0,60	0,11
OR09	0,40	0,40	0,10	0,70	0,20
VA10	0,38	0,40	0,10	0,60	0,19
VA12	0,23	0,20	0,10	0,40	0,10
SS01	0,28	0,30	0,10	0,50	0,12
SS02	0,23	0,20	0,10	0,30	0,07

	Trasparenza (m)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	2,00	1,75	0,50	3,50	1,27
AL15	3,89	3,00	1,00	9,50	2,80
GU01	2,07	1,50	0,50	4,20	1,36
GU03	4,42	2,50	0,80	10,50	3,74
PI16	1,18	1,00	0,10	4,00	1,15
PI18	3,81	2,50	0,80	10,00	3,07
PE04	2,09	1,75	0,50	4,40	1,35
PE06	3,83	3,00	0,50	13,00	3,71
OR07	2,67	2,50	0,50	5,00	1,54
OR09	4,69	4,25	0,80	13,50	3,94
VA10	3,12	3,50	0,50	6,40	1,98
VA12	4,59	4,00	0,80	9,00	2,67
SS01	2,89	3,50	0,50	5,00	1,65
SS02	3,66	3,75	0,80	5,50	1,47

Tab. 4 – Indici statistici dei parametri acquisiti nelle acque di superficie nell’anno 2013 per tutte le stazioni, a 500 e 3000 m dalla costa.



TEMPERATURA

La temperatura delle acque superficiali, nel 2013, 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 7,9 °C nel mese di Gennaio (OR09) ed un massimo di 28,7 °C a Agosto (VA12).

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

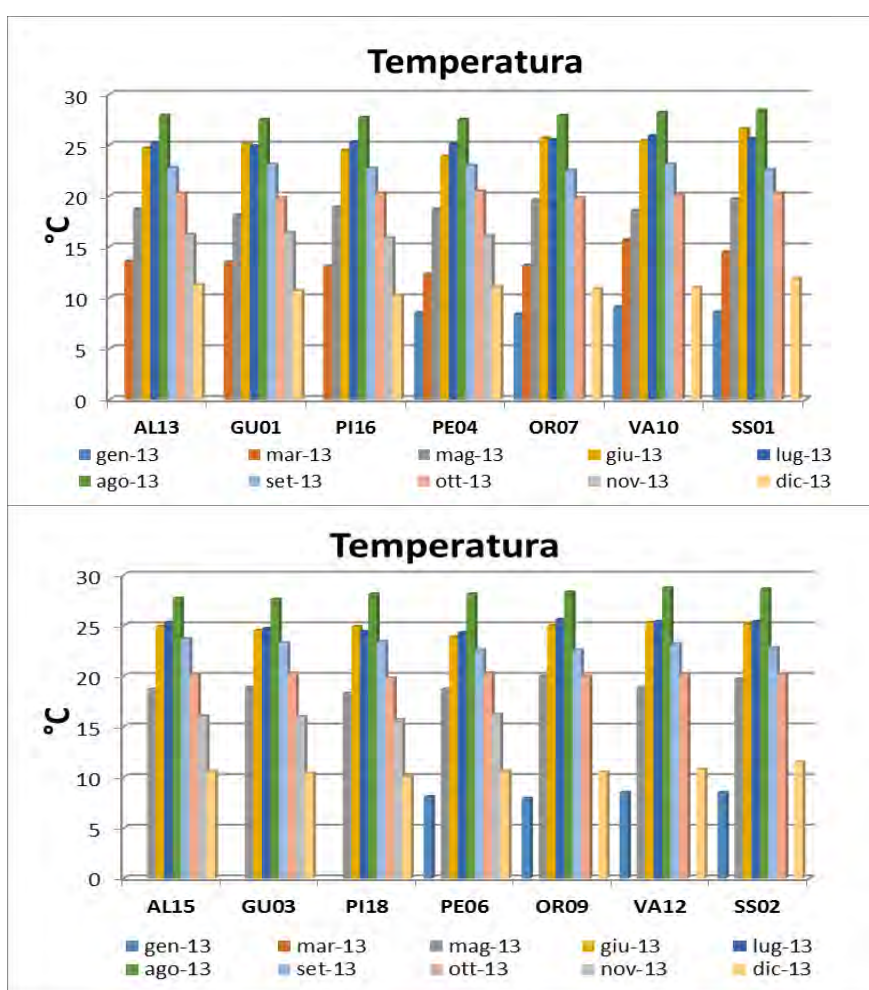


Fig. 2 - Valori mensili di temperatura superficiale delle acque marine nelle stazioni di monitoraggio.



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.

TRASPARENZA

La trasparenza mostra valori compresi tra un massimo di 13,5 m rilevato presso la stazione OR09 nel mese di Agosto ed un minimo pari a 0,5 m rilevato nelle stazioni AL13, GU01, PI16, PE04, PE06 (a Novembre) e AL13, GU01, PE04, OR07, VA10, SS01 e SS02 (a Dicembre).

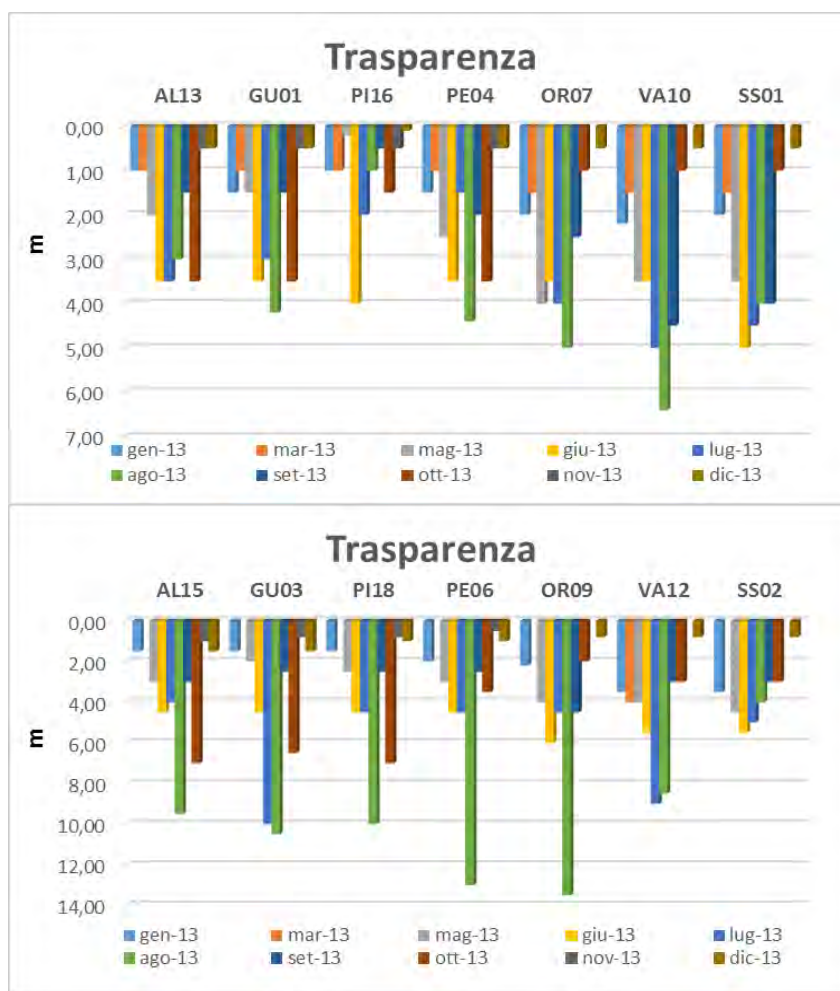


Fig. 3- Valori mensili di trasparenza delle acque marine nelle stazioni di monitoraggio



SALINITA'

In superficie la distribuzione dei valori di salinità presenta un'escursione compresa tra il valore minimo di 28 psu (stazione AL13 nel mese di Dicembre) ed il valore massimo di 37,7 psu (stazione PI18, VA10 e VA12 nel mese di Settembre).

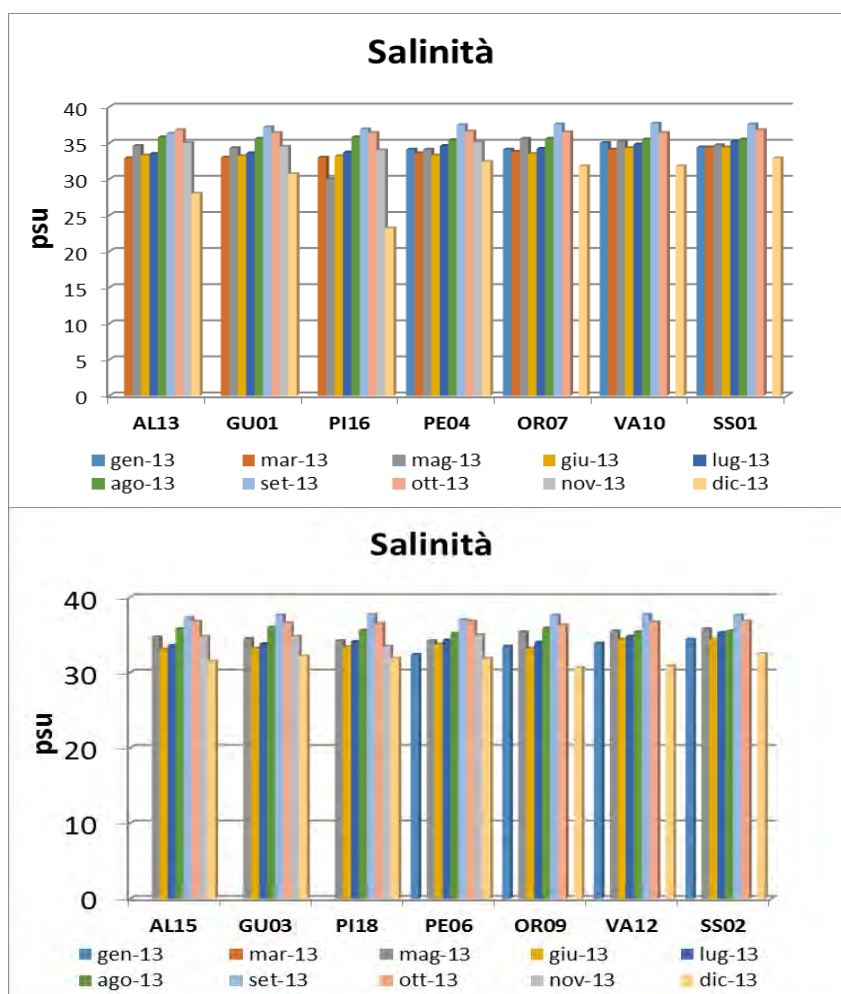


Fig. 4 - Andamento della salinità superficiale in ciascuna stazione costiera

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.



In Fig. 5, si riporta l'andamento delle salinità mensili, registrate in superficie in ciascuna stazione di monitoraggio, dal quale si nota come i valori più elevati di salinità si riscontrano nel periodo primaverile mentre le concentrazioni più basse nel periodo autunno-inverno.

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 8,13 unità di pH, un massimo di 8,50 (staz. AL15, GU01 e GU03 a Giugno) ed un minimo di 7,80 (staz. PI16 a Marzo).

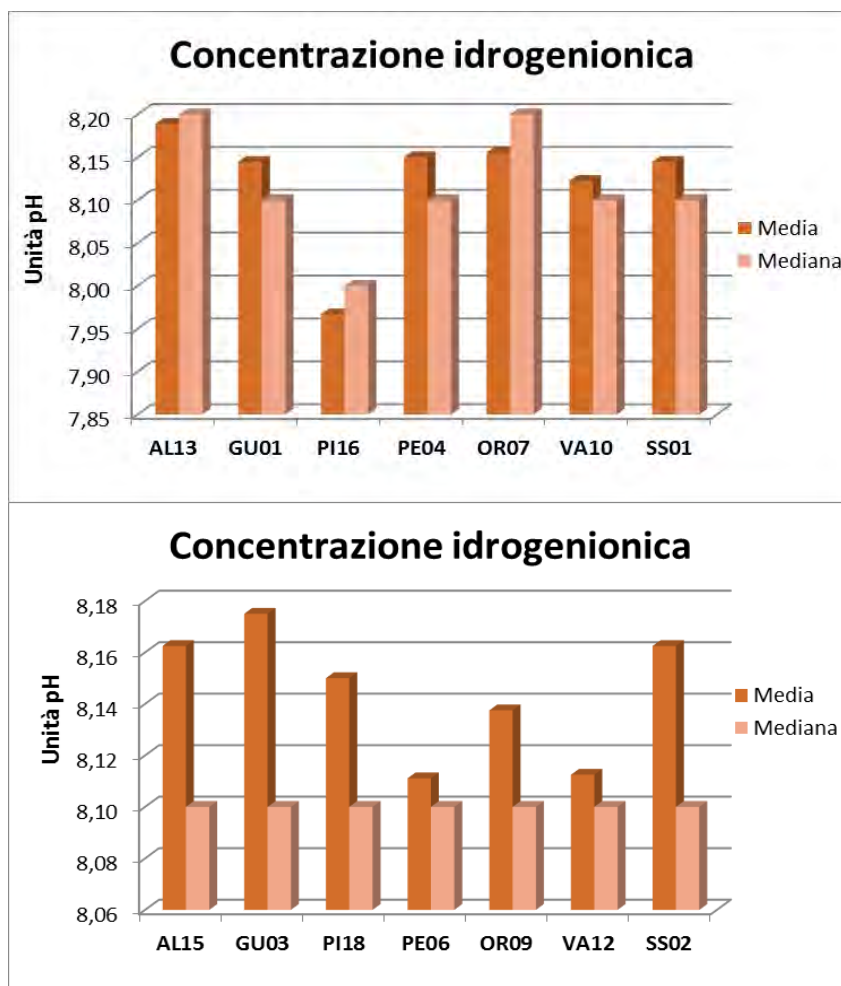


Fig. 5- Andamento medio e mediano del pH nelle singole stazioni costiere



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 97,57 % con un minimo di 81,8% alla stazione PI16 a Luglio ed un massimo di 129,7 % alla stazione OR09 a Giugno.

In fig. 8, è rappresentato l'andamento mensile di ossigeno disciolto in ciascuna stazione di monitoraggio; si nota che il trend di concentrazione di O₂ disciolto risulta omogeneo per quasi la totalità delle stazioni, e presenta minute differenze nel periodo invernale per le stazioni costiere poste più a sud.

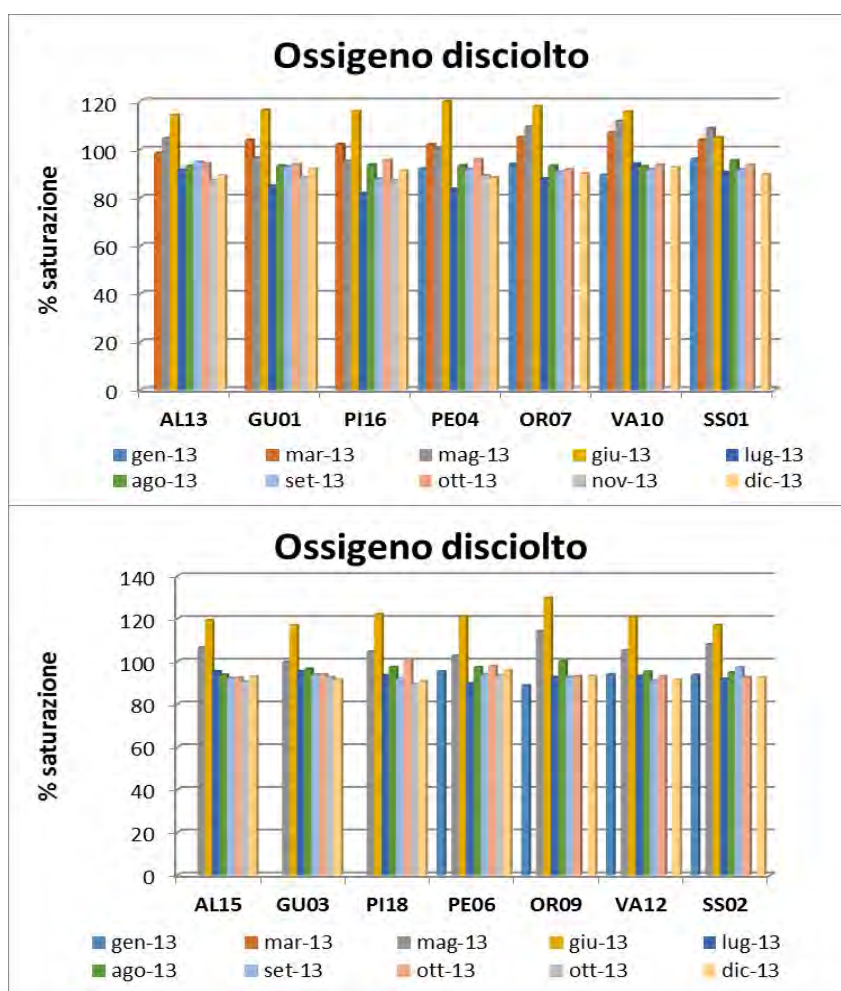


Fig. 6 - Andamento dei valori stagionali di ossigeno disciolto in superficie



CLOROFILLA "a"

In superficie la concentrazione media annuale di clorofilla "a", misurata in loco tramite fluorimetro associato alla sonda multiparametrica, è stata di 0,38 µg/L, con un valore minimo pari a 0,06 µg/L nella stazione di GU03 a Luglio ed un massimo di 1,8 µg/L rilevato nella stessa stazione a Novembre. Non sono evidenti fenomeni di fioriture algali nel set di dati in esame (Fig. 10).

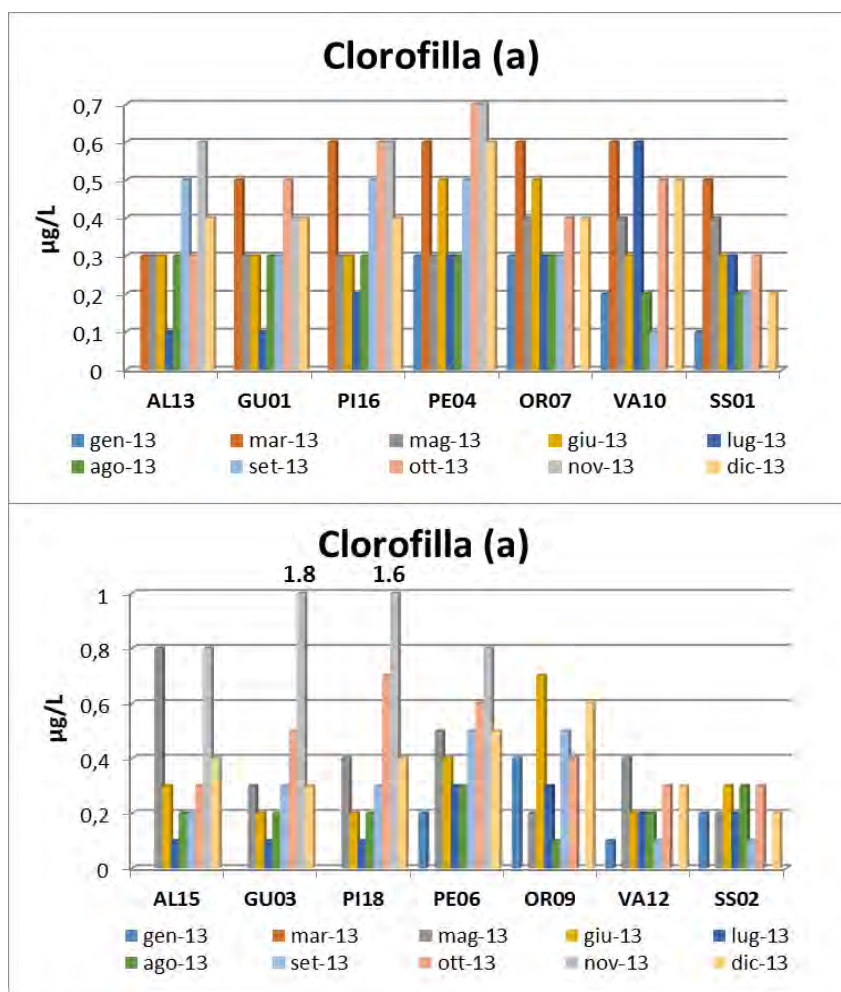


Fig. 7 - Andamento dei valori mensili di clorofilla "a" rilevati in superficie.



- NUTRIENTI

AMMONIACA

In superficie la concentrazione media annua di ammoniaca è stata pari a 32.83 µg/L con un valore minimo di concentrazione pari al limite di rilevabilità strumentale 6.60 µg/L ed un valore massimo di 117.70 µg/L, rispettivamente nelle stazioni SS01 e PI16; in fig. 12 si nota che le concentrazioni più elevate di ammoniaca sono state rilevate nel periodo estivo.

2013	Ammoniaca (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	36,01	31,95	18,20	83,30	18,36
AL15	31,22	30,50	17,00	47,00	10,11
GU01	42,16	36,40	17,50	84,00	21,35
GU03	16,44	17,40	6,20	26,30	6,51
PI16	60,11	58,65	23,00	117,70	25,89
PI18	24,70	28,20	6,80	42,60	12,81
PE04	49,77	46,40	26,20	76,50	16,30
PE06	26,19	27,20	11,10	50,10	12,36
OR07	46,48	44,50	12,00	100,80	24,79
OR09	19,58	17,70	10,00	33,70	7,19
VA10	32,97	31,60	15,70	52,40	9,46
VA12	18,45	14,30	8,50	37,20	9,97
SS01	24,33	19,10	6,60	51,30	15,34
SS02	20,39	16,00	10,80	37,40	9,92

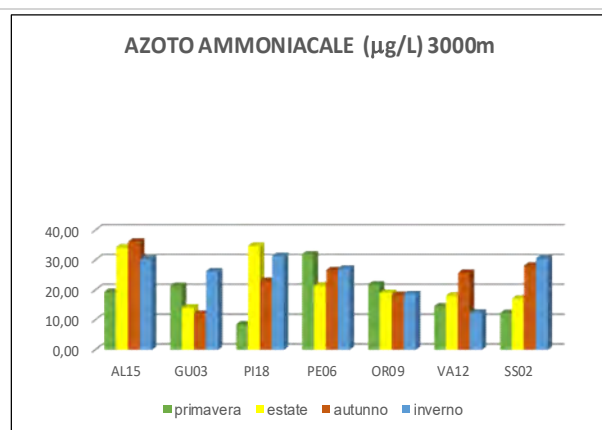
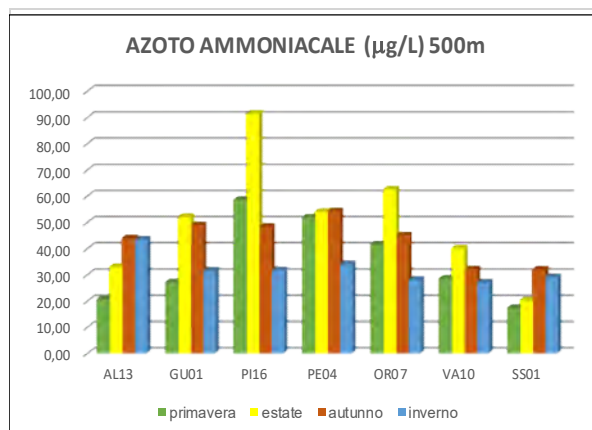


Fig. 8 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Ammoniaca rilevata in superficie.



NITRATI

In superficie la concentrazione media del Azoto nitrico è di 54.51 µg/L, con un valore minimo di 2.80 µg/L misurato nel mese di giugno ed un valore massimo di 419.5 µg/L nella stazione AL13 a novembre; l'andamento stagionale mostrato in fig. 13 evidenzia che i valori più elevati di nitrato sono stati riscontrati nei campioni prelevati nel periodo autunno-inverno per la totalità delle stazioni.

2013	Azoto nitrico (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	76,07	31,55	6,50	419,50	118,70
AL15	41,42	35,60	0,50	121,10	39,70
GU01	54,01	44,80	2,80	145,10	44,01
GU03	32,49	6,10	0,50	102,90	37,71
PI16	86,55	89,50	21,10	153,00	39,88
PI18	38,37	17,30	0,50	120,20	45,26
PE04	54,19	44,45	8,50	126,10	35,22
PE06	44,42	21,70	0,50	125,70	39,13
OR07	41,03	18,90	4,70	104,70	36,01
OR09	34,46	15,05	0,50	120,80	41,78
VA10	39,91	23,00	0,50	148,20	46,72
VA12	28,88	4,15	0,50	109,10	43,51
SS01	29,81	11,30	0,50	95,10	34,52
SS02	34,64	6,95	0,50	125,60	44,66

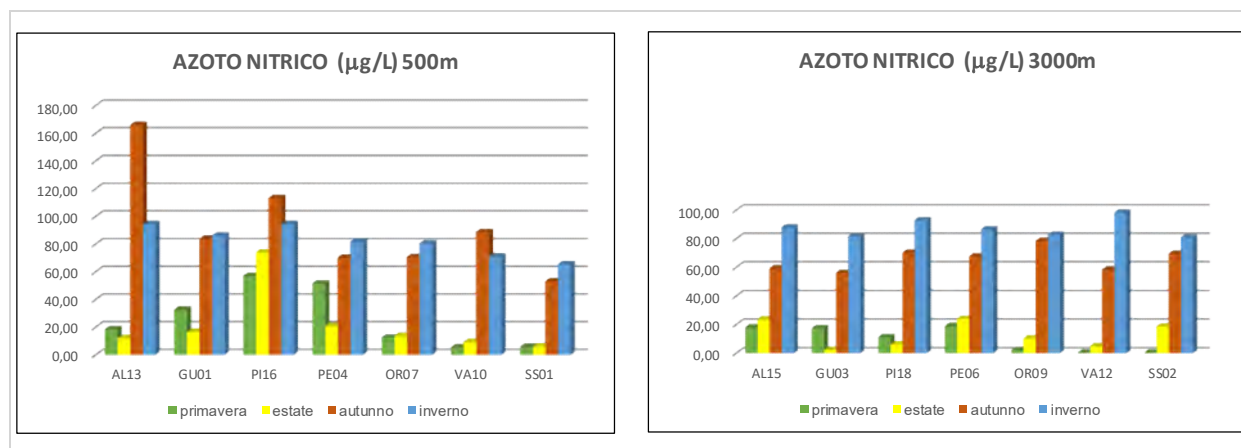


Fig. 9 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Nitrati rilevata in superficie.



NITRITI

In superficie la concentrazione media dei nitriti, espressi come azoto nitroso, è di 7,69 µg/L con un valore minimo di 0.50 µg/L ed un valore massimo pari a 38,80 µg/L nella staz. AL13 a novembre; la fig. 14 mostra l'andamento stagionale delle concentrazioni dei nitriti nelle stazioni monitorate e, in particolare, evidenzia un incremento nel periodo autunnale e valori bassi nel periodo estivo per la totalità delle stazioni.

2013	Azoto nitroso (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	9,70	4,10	1,00	38,80	11,72
AL15	8,83	4,50	1,30	27,60	8,90
GU01	8,71	5,35	0,50	29,00	9,19
GU03	7,78	2,10	0,50	26,50	9,49
PI16	11,01	9,00	2,50	24,70	7,26
PI18	7,77	2,10	0,50	27,80	9,57
PE04	8,57	4,25	2,30	29,50	8,71
PE06	8,46	3,80	1,00	28,60	9,19
OR07	6,33	2,80	1,40	28,60	8,13
OR09	6,53	3,05	1,30	28,60	8,50
VA10	5,44	3,10	0,50	21,30	6,07
VA12	5,61	1,75	0,50	30,50	9,58
SS01	6,16	1,80	0,50	32,60	9,92
SS02	6,83	1,85	0,50	32,50	10,44

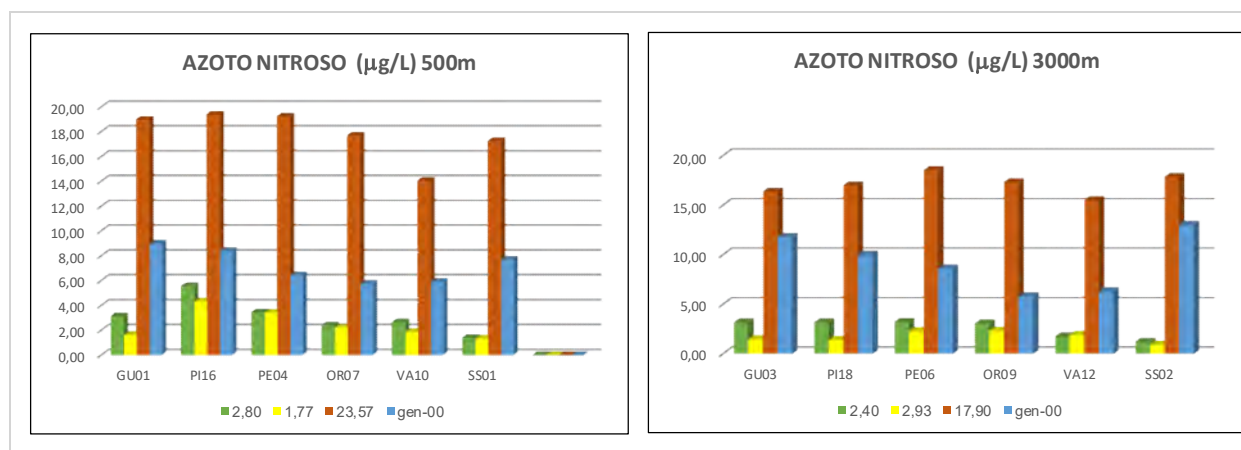


Fig. 10 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Nitriti rilevata in superficie.



AZOTO TOTALE

In superficie la concentrazione media di azoto totale è di 129.2 µg/L, con un valore minimo pari a 66.10 µg/L in AL15 ed un valore massimo di 1869 µg/L nella stazione AL13 a novembre; la fig. 15 mostra che le concentrazioni più elevate sono state osservate nella stagione autunnale nelle stazioni a 500 m.

2013	Azoto totale (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	282,32	97,15	78,90	1869,30	529,75
AL15	101,78	89,80	66,10	180,70	34,76
GU01	145,32	115,50	80,90	436,10	100,24
GU03	111,41	86,00	66,30	237,10	52,66
PI16	174,34	133,60	102,60	418,80	93,54
PI18	107,52	84,00	74,80	180,80	38,49
PE04	128,65	120,05	85,00	244,30	45,08
PE06	108,24	92,00	76,40	180,20	33,12
OR07	120,53	102,50	79,60	190,70	32,86
OR09	105,99	91,85	69,30	193,10	37,34
VA10	118,18	102,60	88,50	232,40	43,54
VA12	99,96	86,20	73,70	188,60	36,23
SS01	104,04	97,20	73,50	177,00	31,27
SS02	101,09	84,65	69,50	177,20	35,45



Fig. 11 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Azoto Totale rilevati in superficie.



FOSFORO TOTALE

In superficie la concentrazione media di fosforo totale è di 7.20 µg/L con un massimo di 22.7 µg/L (staz. PE04 a giugno) ed un minimo di 1.20 µg/L nella stazione SS01 a luglio; dal trend di concentrazione mostrato in fig.16, si notano, in generale, valori maggiori di fosforo tot. nei campioni prelevati nel periodo primaverile.

2013	Fosforo totale (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	8,70	8,55	3,50	16,50	3,89
AL15	6,73	7,30	4,50	8,20	1,24
GU01	6,96	7,25	1,60	12,20	3,05
GU03	6,12	5,50	4,20	12,10	2,21
PI16	7,17	6,15	3,60	12,30	2,72
PI18	5,76	5,40	4,00	10,40	1,82
PE04	8,40	6,55	4,70	22,70	5,09
PE06	7,04	5,90	3,90	14,40	3,48
OR07	7,34	7,70	3,40	11,90	2,67
OR09	7,05	6,80	4,20	11,60	2,47
VA10	8,11	8,90	4,10	11,60	2,23
VA12	6,63	7,50	2,70	10,00	2,39
SS01	7,73	7,90	1,20	14,70	3,37
SS02	7,01	7,35	5,50	8,50	1,10

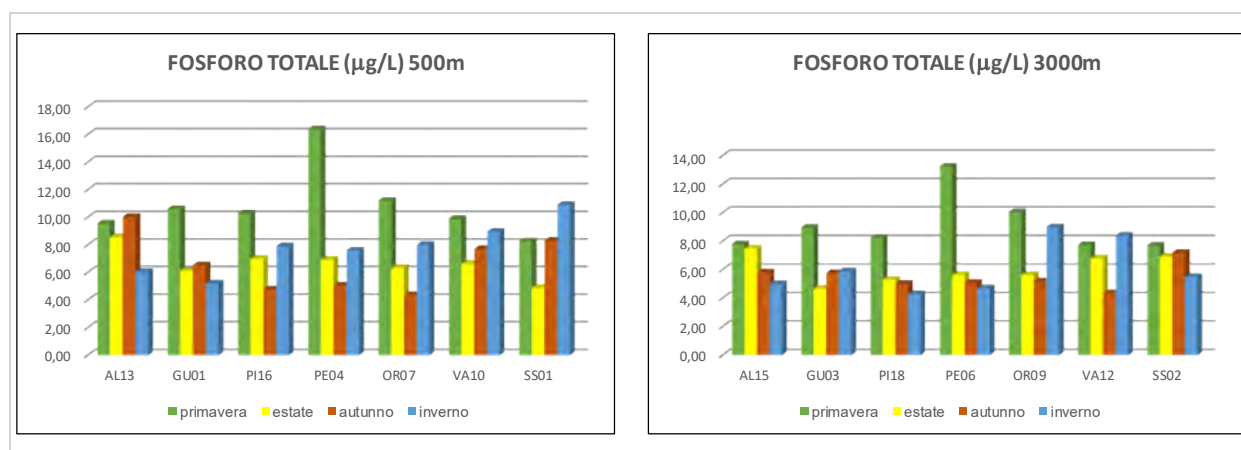


Fig. 12 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Fosforo totale rilevati in superficie.



SILICATI

In superficie la concentrazione media di silicati è di 194.52 µg/L con un massimo di 908.70 µg/L (staz. AL13) ed un minimo di 8.80 µg/L a SS01 nel mese di marzo; in genere i valori più elevati di silicati si riscontrano nel periodo autunnale per quasi la totalità delle stazioni (fig.17).

2013	Silicati (µg/L)				
	Media	Mediana	Minimo	Massimo	Dev. Std.
AL13	234,10	187,00	20,50	908,70	244,03
AL15	203,96	191,40	32,20	599,40	163,07
GU01	205,26	189,85	31,40	499,50	130,12
GU03	158,64	108,70	31,60	347,00	97,03
PI16	371,56	293,40	109,50	676,60	186,10
PI18	149,66	106,00	12,80	308,70	112,86
PE04	239,69	205,55	24,30	647,80	161,71
PE06	186,91	183,40	23,30	364,20	95,67
OR07	177,26	161,30	11,90	389,20	121,07
OR09	213,39	164,75	50,40	568,80	160,50
VA10	139,36	142,20	21,60	308,10	97,67
VA12	150,74	125,00	17,90	436,40	124,00
SS01	137,66	140,80	8,80	340,50	98,51
SS02	155,09	144,70	17,60	310,30	95,09

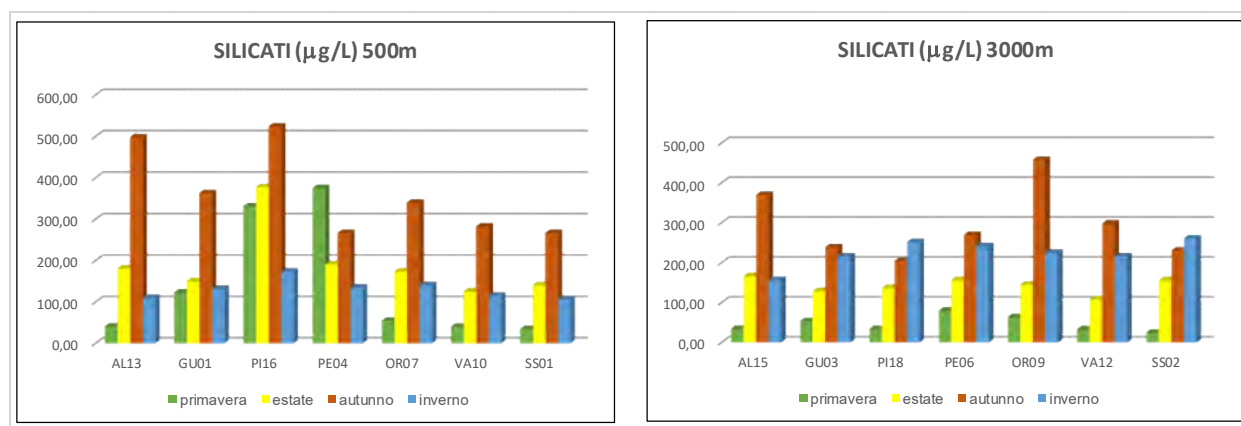


Fig. 13 - Andamento stagionale delle concentrazioni di Silicati rilevata in superficie.



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 3,87 per la fascia a 500 m dalla costa e un valore di 3,50 per la fascia a 3000 m dalla costa; entrambi corrispondono ad uno stato trofico "elevato".

I dati ottenuti sono riepilogati nella tab. 5, e nei grafici che seguono.

INDICE TRIX 2013											
	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	Media annuale
AL13		3,48	3,56	3,85	3,34	3,55	3,81	3,74	5,28	3,96	3,84
AL15			4,11	3,70	2,92	3,78	3,47	3,68	4,60	3,81	3,76
GU01		3,90	3,73	3,85	3,93	3,18	3,57	3,87	4,53	4,01	3,84
GU03			2,37	3,70	2,55	2,80	2,88	3,14	4,62	3,91	3,24
PI16		3,66	3,92	4,43	4,22	3,98	4,52	3,95	4,54	4,08	4,15
PI18			3,43	3,45	2,93	3,12	3,44	2,88	4,66	4,11	3,50
PE04	4,16	3,65	2,93	5,01	4,23	3,69	3,97	3,84	4,57	4,22	4,03
PE06	3,53		3,64	4,46	3,30	3,33	3,59	3,33	4,31	3,87	3,71
OR07	4,04	3,99	3,96	4,47	4,04	4,00	3,27	3,76		4,23	3,97
OR09	4,28		3,44	4,47	3,20	2,05	3,26	3,67		4,23	3,58
VA10	4,08	4,14	3,99	3,90	3,49	3,78	3,16	4,01		4,29	3,87
VA12	3,56		3,13	3,62	3,01	3,38	2,56	3,10		4,06	3,30
SS01	3,65	3,76	3,36	3,47	2,43	3,48	2,96	3,47		4,11	3,41
SS02	3,70		3,17	3,48	3,07	3,74	2,34	3,61		3,95	3,38

Tab. 5 - Valori relativi all'indice TRIX calcolato mensilmente per tutte le stazioni.

Il transetto di Alba Adriatica, Fig. 18, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,80 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (AL13) si registra un valore massimo di 5,28 a Novembre e un valore minimo di 3,34 a Luglio; mentre nella stazione a 3000 m (AL15) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,60 a Novembre e un valore minimo di 2,92 nel mese di Luglio.



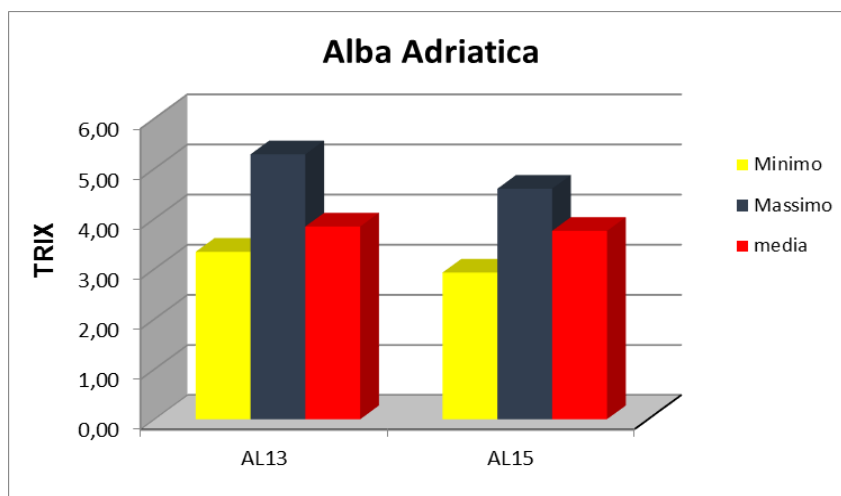


Fig. 14 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Alba Adriatica.

Il transetto di Giulianova, Fig. 19, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,54 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (GU01) si registra un valore massimo di 4,53 a Novembre e un valore minimo di 3,18 ad Agosto; mentre nella stazione a 3000 m (GU03) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,62 a Novembre e un valore minimo di 2,37 a Maggio.

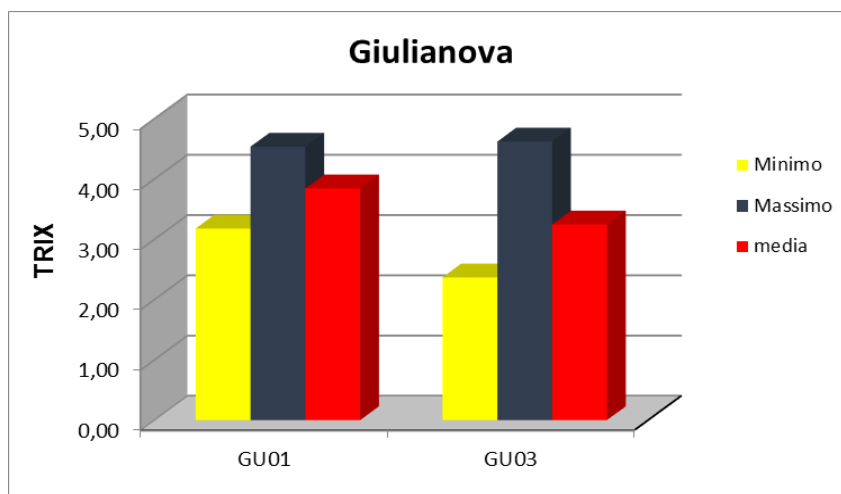


Fig. 15 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Giulianova

Per il transetto di Pineto, Fig. 20, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,82 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (PI16) si registra un valore



massimo di 4,54 a Novembre ed un valore minimo di 3,66 a Marzo; mentre nella stazione a 3000 m (PI18) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,66 a Novembre ed un valore minimo di 2,88 a Ottobre.

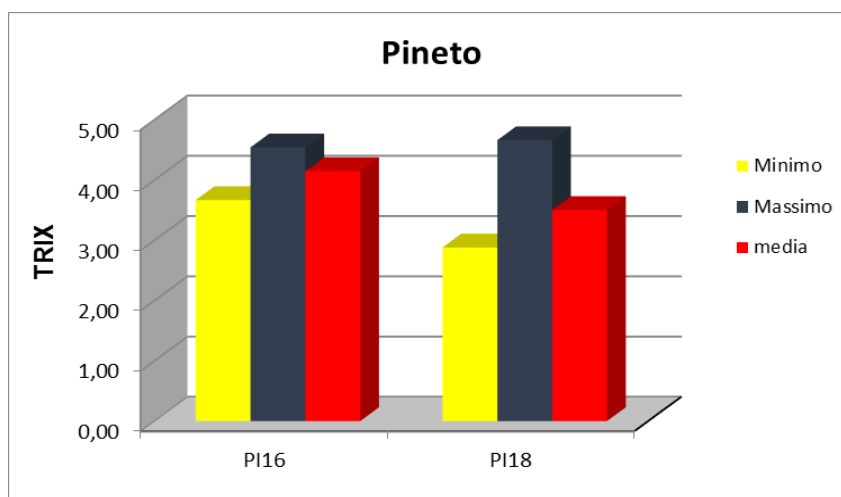


Fig. 16 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pineto.

Nel transetto di Pescara, Fig. 21, si ottiene un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,87 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (PE04) si registra un valore massimo di 5,15 a Giugno e un valore minimo di 2,93 a Maggio; mentre nella stazione a 3000 m (PE06) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,46 a Giugno e un valore minimo di 3,30 a Luglio.

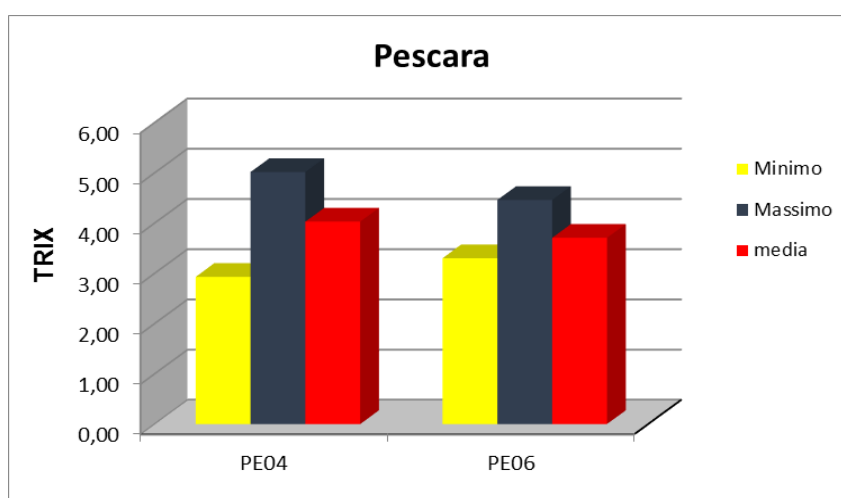


Fig.17 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Pescara.



Il transetto di Ortona, Fig. 22, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,77 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (OR07) si registra un valore massimo di 4,47 a Giugno e un valore minimo di 3,27 a Settembre; mentre nella stazione a 3000 m (OR09) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,47 a Giugno e un valore minimo di 2,05 ad Agosto.

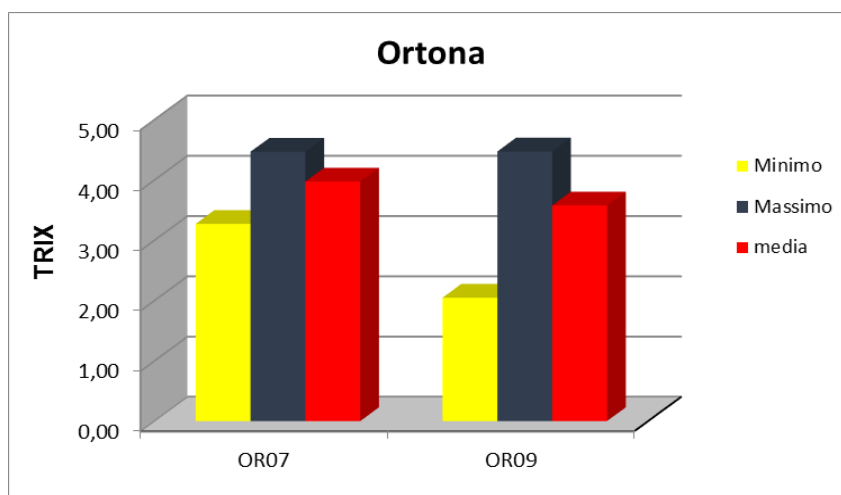


Fig. 18 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Ortona

Il transetto di Vasto, Fig. 23, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,59 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 4,29 a Dicembre e un valore minimo di 3,16 a Settembre; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 4,06 a Dicembre e un valore minimo di 2,56 a Settembre.

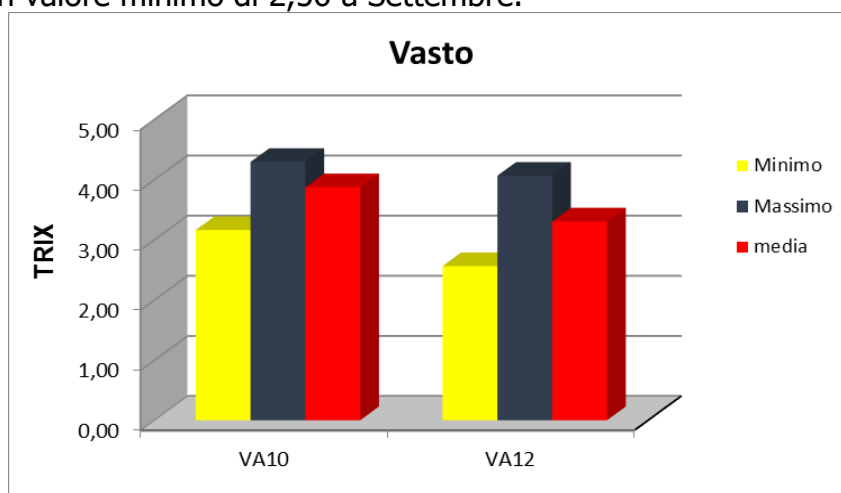


Fig. 19 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di Vasto.



Il transetto di San Salvo, Fig. 24, presenta un valore medio annuo di indice trofico pari a 3,40 (*stato trofico "elevato"*). Nella stazione a 500 m (VA10) si registra un valore massimo di 4,11 a Dicembre e un valore minimo di 2,43 a Luglio; mentre nella stazione a 3000 m (VA12) si ottiene un valore massimo di indice di trofia pari a 3,95 a Dicembre e un valore minimo di 2,34 a Settembre.

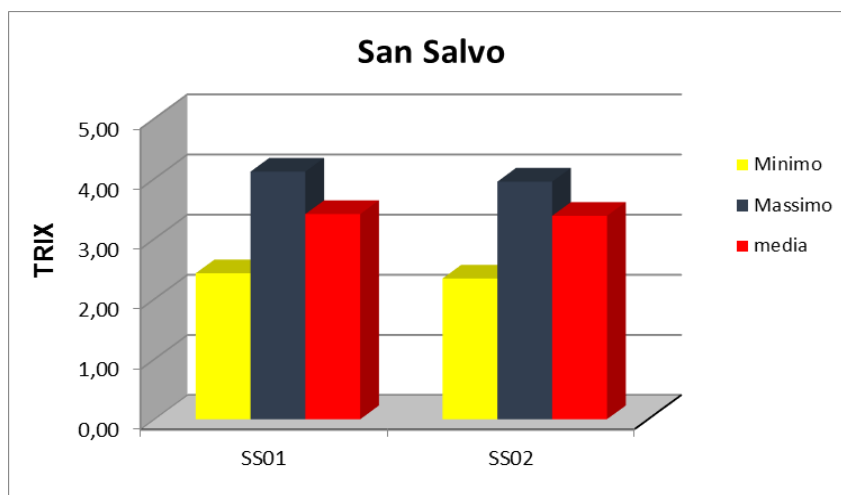


Fig. 20 - Andamento dei valori di TRIX per le stazioni del transetto di San Salvo.

- 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 e Organometalli (TBT) in tutte le stazioni indagate, sono risultati sempre inferiori o comunque prossimi al limite di rilevabilità.

I valori dei microinquinanti inorganici (metalli), invece, sono riportati nelle tabelle seguenti e presentano valori spesso inferiori ai limiti di rilevabilità. 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.

Si è riscontrato invece un superamento dello Standard di qualità ambientale, espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA = 0,06 µg/L), per il mercurio nel campione prelevato a luglio nella stazione PI16.



Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	AL13			Tab 1/A				Tab 1/B			SQA-MA (**)
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	0,71	0,1	0,06	1,81	1,03	1,4	2,37	0,02	4,74	1,53	5
cadmio	0,212	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,054	<0,050	<0,050	<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	1,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4
mercurio	<0,010	<0,010	<0,010	0,013	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	0,6	<0,01	<0,01	<0,01	3,66	2,83	1,49	20
piombo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	GU01			Tab 1/A				Tab 1/B			SQA-MA (**)
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	0,79	0,12	0,07	1,7	2,7	<0,01	0,6	<0,01	4,28	3,35	5
cadmio	0,054	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	0,62	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4
mercurio	<0,010	<0,010	<0,010	0,039	0,017	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	0,3	<0,01	<0,01	<0,01	3,78	2,98	1,91	20
piombo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	PI16			Tab 1/A				Tab 1/B			SQA-MA (**)
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	0,93	0,11	0,1	2,12	0,72	<0,01	<0,01	<0,01	1,73	2,34	5
cadmio	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	0,42	<0,01	2,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	4
mercurio	0,017	0,018	<0,010	0,014	0,071	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	0,5	2,85	<0,01	<0,01	3,9	2,72	1,65	20
piombo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	7,2



Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	PE04										SQA-MA (**)
	Tab 1/A					Tab 1/B					
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	0,97	0,12	0,07	1,04	0,61	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,64	3,09	5
cadmio	0,072	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	0,062	<0,050	<0,050	<0,050	0,2
cromo	0,26	0,22	<0,2	< 0,01	3,8	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	4
mercurio	<0,010	<0,010	<0,010	0,019	0,020	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	0,5	0,76	< 0,01	< 0,01	3,7	1,88	1,55	20
piombo	0,53	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	OR07										SQA-MA (**)
	Tab 1/A					Tab 1/B					
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	1,48	0,1	0,08	2,21	1,67	0,77	< 0,01	0,03		2,81	5
cadmio	0,156	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	0,62	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01	4
mercurio	<0,010	0,01	<0,010	0,015	0,018	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,55		1,34	20
piombo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,01	< 0,01		< 0,01	7,2

Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	VA10										SQA-MA (**)
	Tab 1/A					Tab 1/B					
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	1	0,14	0,11	2,7	1,26	0,57	1	0,02		3,2	5
cadmio	0,076	<0,050	<0,050	0,103	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	0,22	0,24	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01	4
mercurio	<0,010	<0,010	<0,010	0,011	0,018	<0,010	<0,010	<0,010		<0,010	0,01
nichel	<10	<10	<10	0,87	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,75		1,51	20
piombo	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01	7,2



Tab. 1/A e 1/B - D.M 260/2010											Limite
Sostanza	SS01					Tab 1/B					SQA-MA (**)
µg/L	gen-13	mar-13	mag-13	giu-13	lug-13	ago-13	set-13	ott-13	nov-13	dic-13	µg/L
arsenico	0,7	0,09	0,08	1,88	1,87	< 0,01	< 0,01	0,02		3,43	5
cadmio	0,084	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050		<0,050	0,2
cromo	<0,20	<0,2	0,62	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		< 0,01	4
mercurio	<0,010	<0,010	<0,010	0,023	0,018	<0,010	0,011	<0,010		<0,010	0,01
nichel	<10	<10	< 0,01	1,94	< 0,01	< 0,01	< 0,01	3,65		1,91	20
piombo	<0,5	<0,5	< 0,01	<0,5	<0,5	< 0,01	<0,5	< 0,01		< 0,01	7,2

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

Tab. 6 - Valori analitici dei metalli nei campioni di acqua.

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

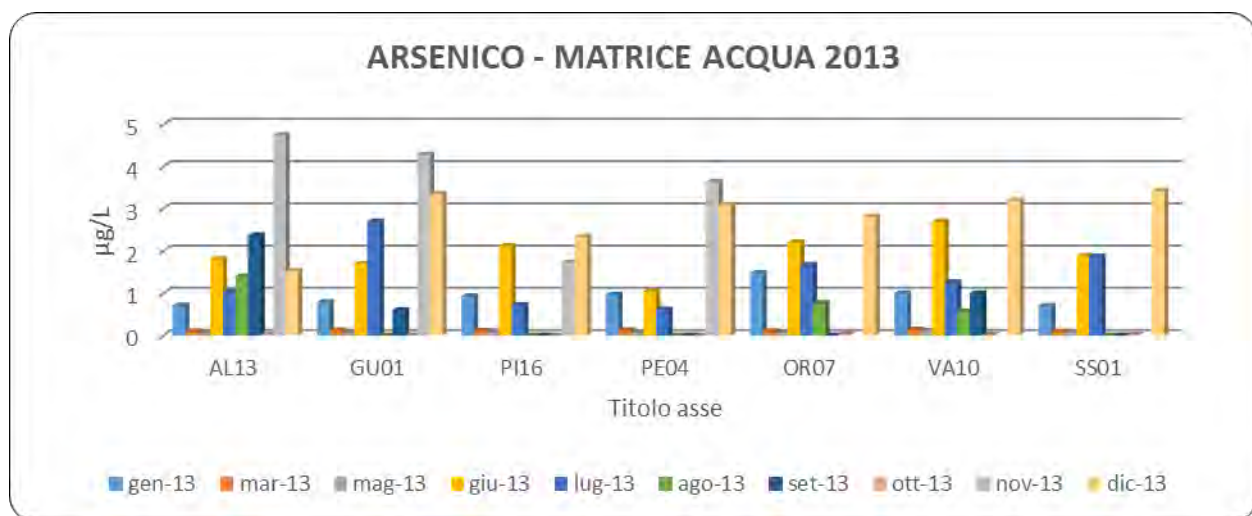


Fig. 21 - Andamento dell'Arsenico nelle 7 stazioni monitorate



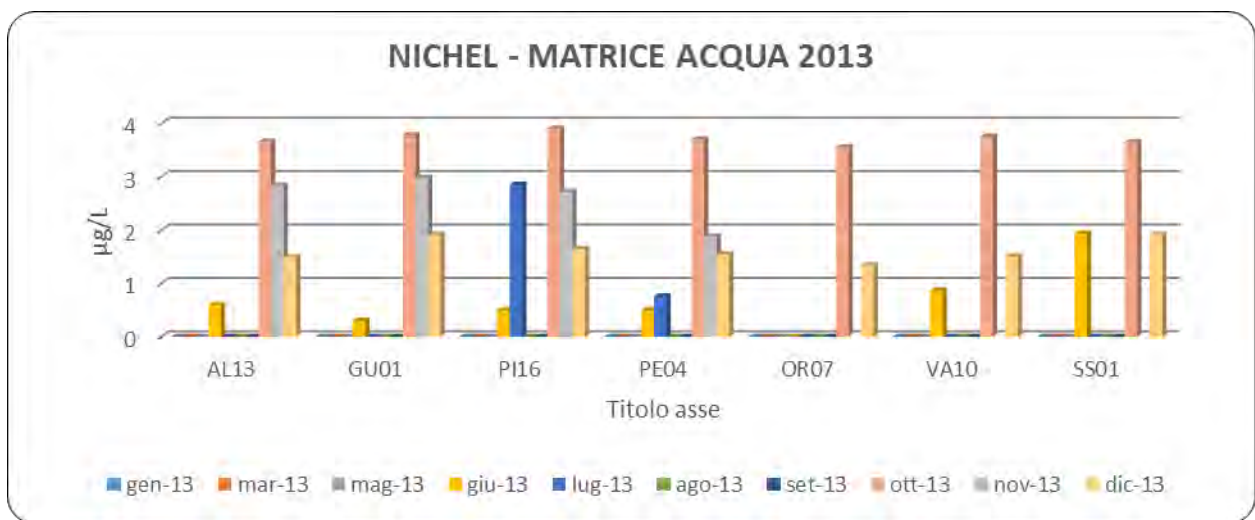


Fig. 22 - Andamento del Nichel nelle 7 stazioni monitorate

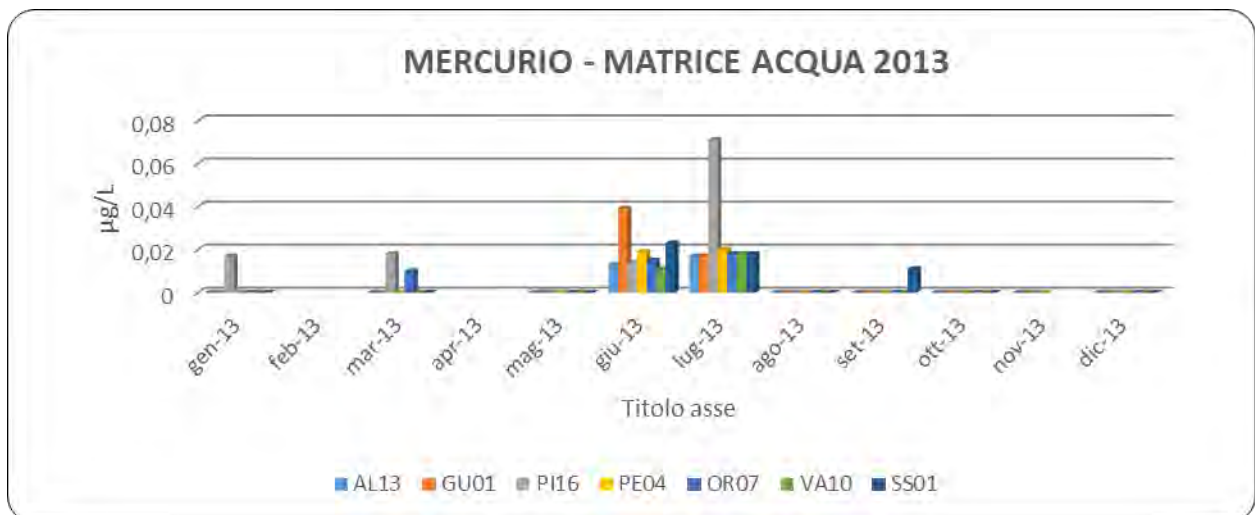


Fig. 23 - Andamento del Mercurio nelle 7 stazioni monitorate



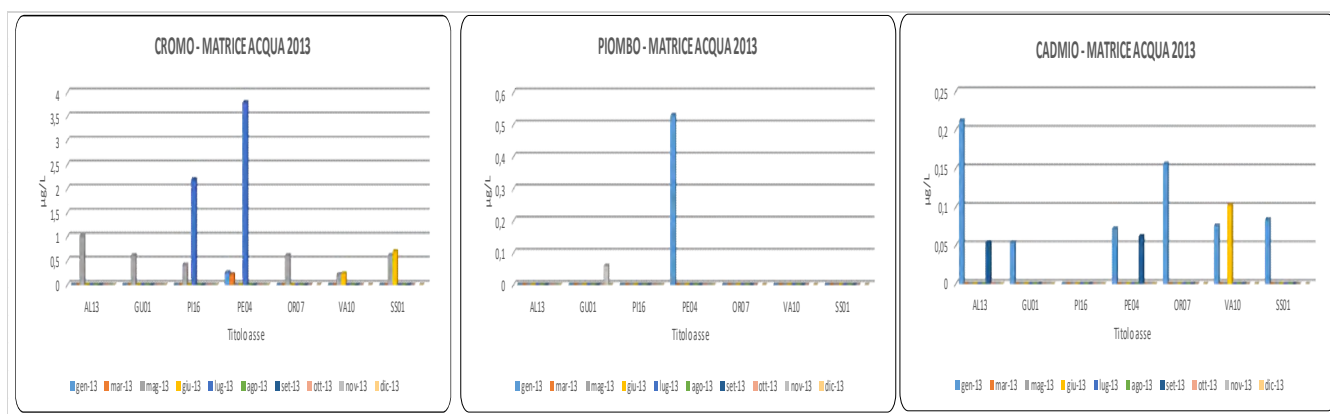


Fig. 24 - Andamento di Cromo, Piombo e Cadmio nelle 7 stazioni monitorate

4.2 FITOPLANCTON

Le analisi relative alle abbondanze fitoplanctoniche vengono eseguite su campioni di acqua prelevati nelle stazioni a 500 m 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.

Le abbondanze fitoplanctoniche sono caratterizzate da valori massimi pari a 1.100.704 c/L, 981.252 c/L, 940.995 c/L, 886.032 c/L e 816.088 c/L, registrati rispettivamente nel mese di gennaio nella stazione di SS01, nel mese di maggio nelle stazioni di AL13, PE04 e VA10 e nel mese di giugno nella stazione di OR07, legati ad una fioritura di Diatomee, in particolare di *Pseudo-nitzschia spp. N. s. C.*, *Pseudo-nitzschia spp. N. d. C.*, *Chaetoceros socialis* e *Chaetoceros sp.*.



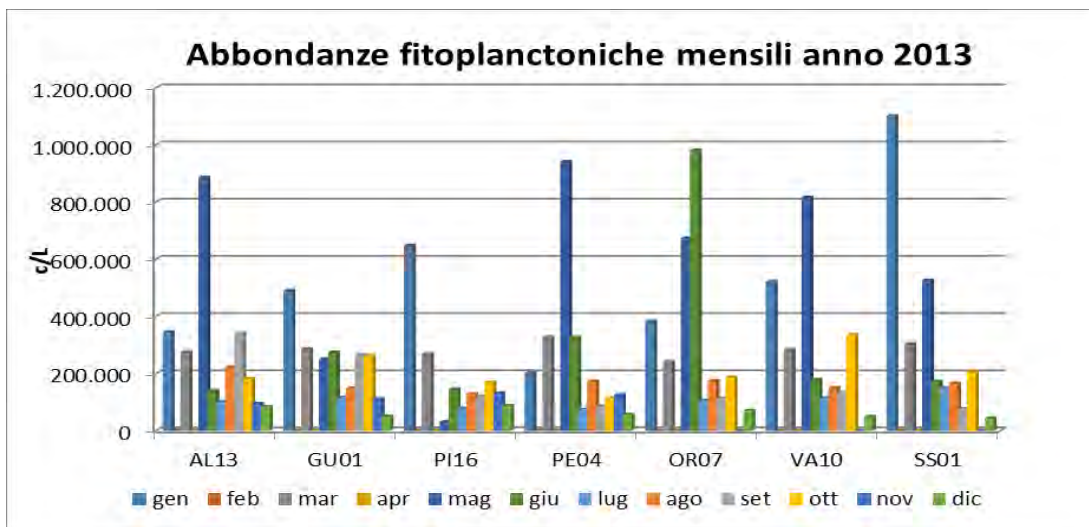
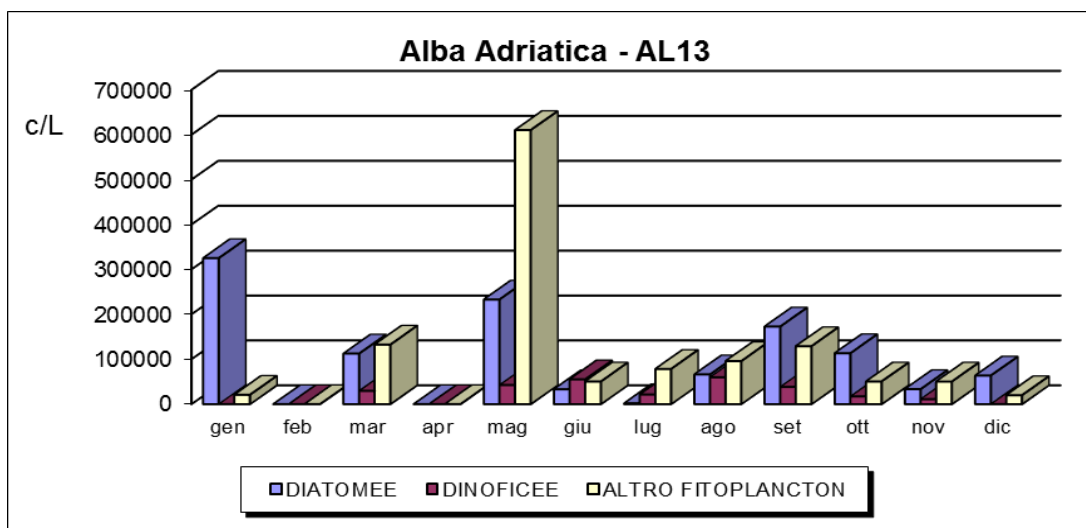
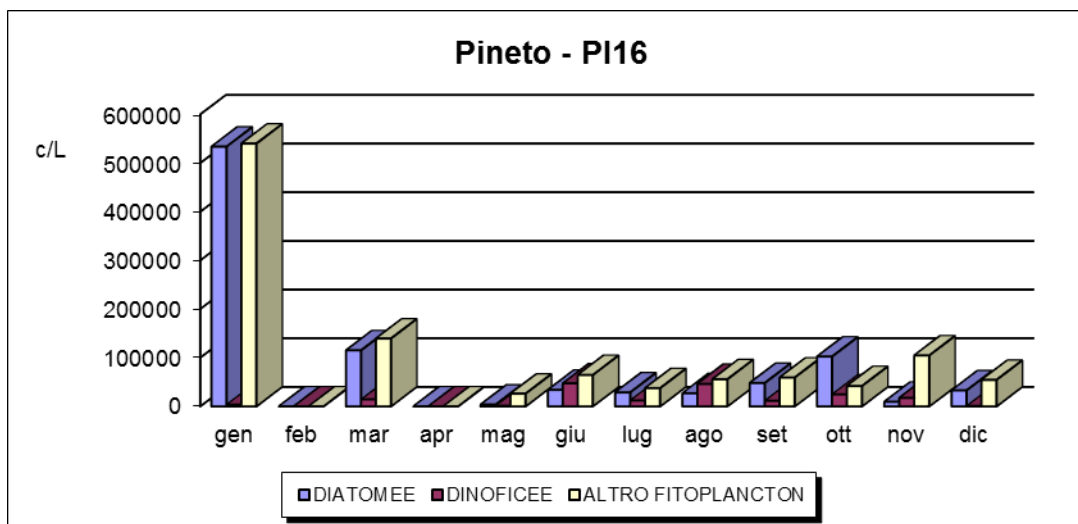
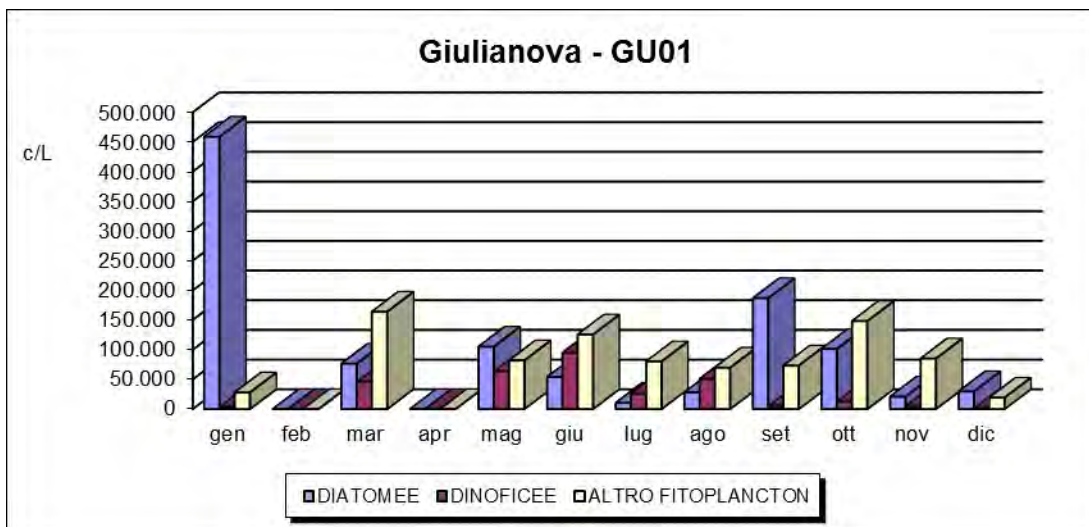
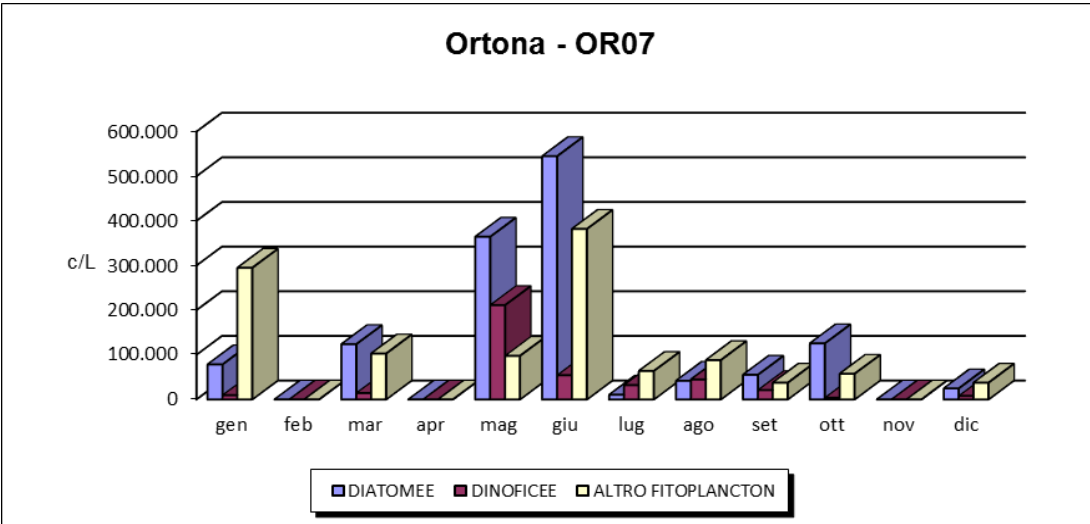
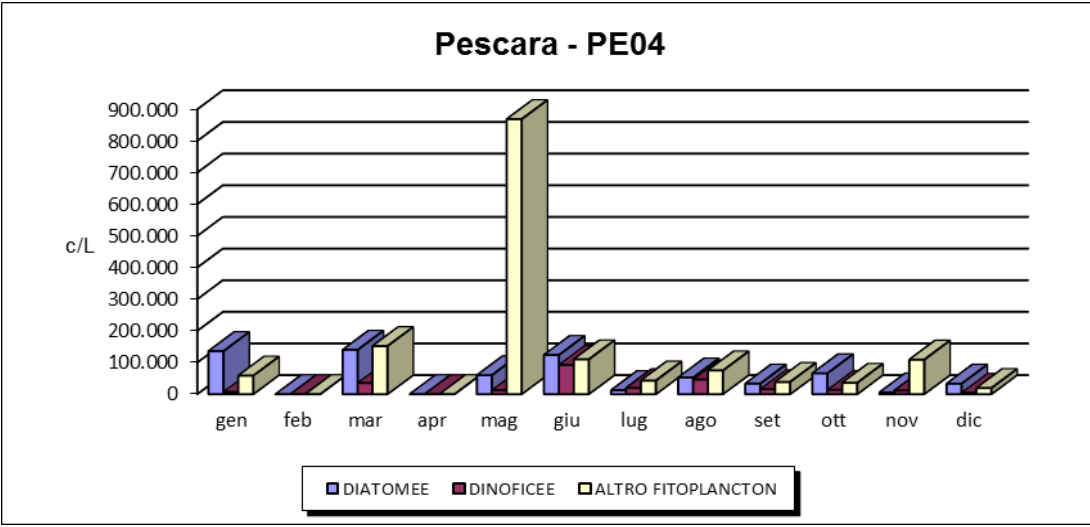


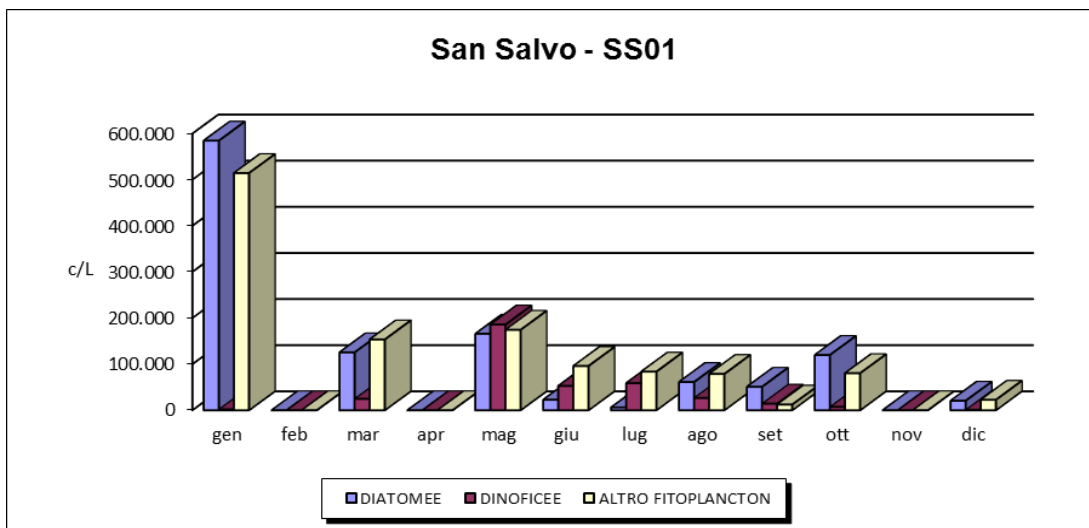
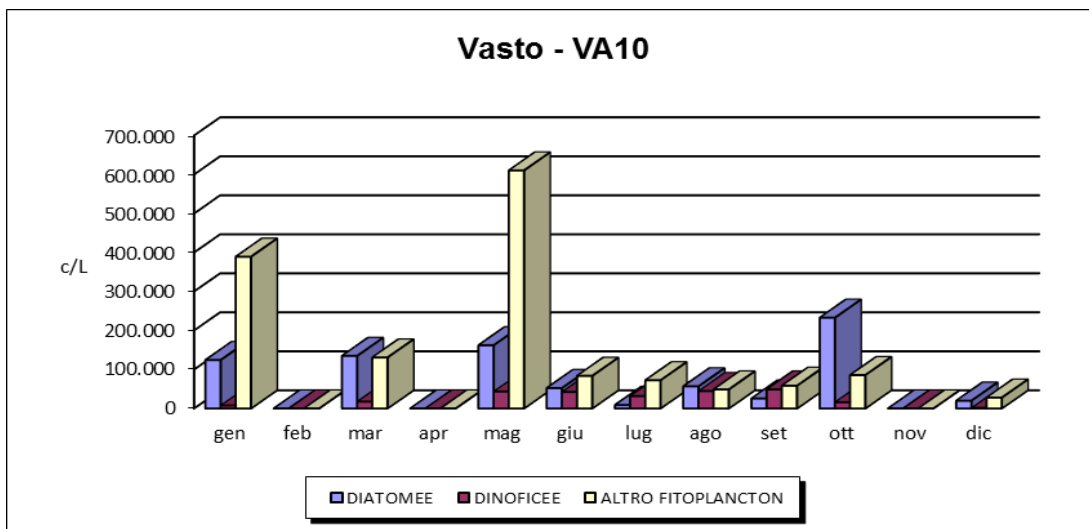
Fig. 25 - Valori mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) nelle stazioni a 500 m dalla costa.

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









Figg. 26 - 32 - Andamenti mensili delle abbondanze fitoplanctoniche (c/L) per ogni stazione

Durante l'anno di osservazione microscopica dei campioni prelevati lungo l'intera fascia costiera, sono stati rinvenuti 64 taxa, di cui 60 determinate a livello di genere o specie e 4 a livello di classe o di entità non determinate.



I taxa sono così ripartiti:

- Diatomee 31 (48,4%)
- Dinoflagellate 29 (45,3 %)
- Altro fitoplancton 4 (6,3 %)

In particolare nell'anno 2013 l'elenco floristico delle specie identificate è il seguente (Tab. 7):

DIATOMEE	DINOFICEE	ALTRO FITOPLANCTON
Asterionellopsis glacialis	Akashiwo sanguinea	Coccolitoforidi indet.
Bacteriastrium sp.	Ceratium candelabrum	Cryptophyceae indet.
Cerataulina sp.	Ceratium furca	Dictyocha sp.
Chaetoceros curvisetus	Ceratium fusus	Prasinophyceae indet.
Chaetoceros danicus	Ceratium lineatum	
Chaetoceros decipiens	Ceratium trichoceros	
Chaetoceros socialis	Ceratium tripos	
Chaetoceros sp.	Cisti indet.	
Cyclotella sp.	Dinophysis caudata	
Cylindrotheca closterium	Dinophysis sacculus	
Coscinodiscus sp.	Dinophysis sp.	
Ditylum brightwellii	Diplopsalis group	
Guinardia flaccida	Gymnodinium sp.	
Guinardia striata	Gyrodinium sp.	
Lauderia sp.	Gonyaulax polygramma	
Leptocylindrus minimus	Gonyaulax rotundatum	
Leptocylindrus danicus	Heterocapsa sp.	
Lioloma sp.	Katodinium glaucum	
Navicula sp.	Katodinium rotundatum	
Nitzschia longissima	Katodinium sp.	
Pleurosigma normanni	Kofooidinium velleloides	
Pleurosigma sp.	Nocticula scintillans	
Proboscia alata	Prorocentrum lima	
Pseudo-nitzschia spp. N. s. C.	Prorocentrum micans	
Pseudo-nitzschia spp. N. d. C.	Protoperidinium diabolium	
Pseudosolenia calcar-avis	Protoperidinium sp.	
Rhizosolenia sp.	Pselodinium vaubanii	
Skeletonema sp.	Scripsiella sp.	
Thalassionema frauenfeldii	Torodinium sp.	
Thalassionema nitzschioides	Warnowia sp.	
Thalassiosira sp.		

Tab. 7 - Elenco floristico delle specie fitoplanctoniche identificate nell'anno 2013



4.3 MACROBENTHOS

Nel corso del 2013 sono stati realizzati nel mese di marzo e di ottobre due campagne per lo studio delle comunità macrozoobentoniche di fondi sabbiosi e fangosi. Il campionamento è stato effettuato su tre repliche per ogni stazione, per un totale di 84 campioni di macrobenthos sottoposti ad analisi microscopica.

Struttura delle comunità bentoniche di substrato mobile

Le stazioni a fondale 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 (temperature) e degli apporti da terra (salinità) e quindi risultano soggette e evidenti fluttuazioni in termini di numero di specie e abbondanze.

Le stazioni a fondale fangoso sono posizionate generalmente oltre i 3000 m dalla costa (AL15, GU03, PI18, PE06, OR09, VA12, SS02); non sono pertanto direttamente influenzate da apporti fluviali e le caratteristiche fisico chimiche dell'acqua (temperatura, salinità) risultano più omogenee durante l'anno, mentre il fattore più importante per le comunità presenti è rappresentato dalla disponibilità di ossigeno.

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 77 taxa per le stazioni poste a 500 m e 89 per le stazioni a 3000 m, ripartiti secondo lo schema seguente:

500 m	N° taxa	%
Mollusca	34	44,16
Anellida	24	31,17
Arthropoda	15	19,48
Echinodermata	4	5,19
TOT	77	

3000 m	N° taxa	%
Mollusca	43	48,31
Anellida	27	30,34
Arthropoda	12	13,48
Echinodermata	7	7,87
TOT	89	



In particolare nell'anno 2013, l'elenco delle specie macrobentoniche identificate è il seguente (Tab. 8):

Macrobenthos 500 m				Macrobenthos 3000 m					
PHYLUM	Specie	PHYLUM	Specie	PHYLUM	Specie	PHYLUM	Specie		
MOLLUSCA	Abra alba	ANELLIDA	Ampharete sp.	MOLLUSCA	Abra alba	ANELLIDA	Ampharete sp.		
	Abra Prismatica		Aricia sp.		Abra Prismatica		Aricia sp.		
	Acanthocardia paucicostata		Aricidea sp.		Acanthocardia paucicostata		Aricidea sp.		
	Acteon tornatilis		Chaetozone sp.		Anadara transversa		Chaetozone sp.		
	Antalis sp.		Chone collaris		Antalis sp.		Chone collaris		
	Bela zonata		Diopatra neapolitana		Chamelea gallina		Diopatra neapolitana		
	Chamelea gallina		Euclymene oerstedii		Corbula gibba		Euclymene oerstedii		
	Corbula gibba		Euclymene sp.		Dosinia lupinus		Euclymene sp.		
	Donax semistriatus		Eunice pennata		Gari fervensis		Eunice pennata		
	Dosinia lupinus		Glycera rouxii		Kurtiella bidentata		Glycera rouxii		
	Kurtiella bidentata		Glycera sp.		Loripes lucinalis		Glycera sp.		
	Lucinella divaricata		Glycera tridactyla		Moerella distorta		Glycera tridactyla		
	Mytilus galloprovincialis		Goniada emerita		Mytilus galloprovincialis		Goniada emerita		
	Nassarius mutabilis		Hyalinoecia sp.		Nassarius mutabilis		Hyalinoecia sp.		
	Nassarius pygmaeus		Lagis koreni		Nassarius pygmaeus		Lagis koreni		
	Neverita josephinia		Leptonereis sp.		Naticarius stercusmuscarum		Leptonereis sp.		
	Pharus legumen		Levinsenia sp.		Neverita josephinia		Scoletonema impatiens		
	Polititapes sp.		Lumbrineris latreilli		Nucula nitidosa		Lumbrineris latreilli		
	Spisula subtruncata		Lumbrineris sp.		Nuculana pella		Lumbrineris sp.		
	Tellina albicans		Magelona papillicornis		Pharus legumen		Magelona papillicornis		
Tellina fabula	Malmgrenia sp.	Philine sp.	Malmgrenia sp.						
Tellymia ferruginosa	Melinna palmata	Pitar rudis	Melinna palmata						
Thracia phaseolina	Monticellina sp.	Spisula subtruncata	Monticellina sp.						
Turbonilla rufa	Nephtys hombergii	Tellina albicans	Nephtys hombergii						
ARTHROPODA	Ampelisca brevicornis	Nephtys hystricis	Nephtys sp.	ARTHROPODA	Turritella communis	Nereis sp.	Nereis sp.		
	Ampelisca diadema	Nephtys sp.	Nereis sp.		Ampelisca brevicornis	Nothria conchylega	Nothria conchylega		
	Apeudopsis latreillii	Notomastus sp.	Nothria conchylega		Ampelisca diadema	Notomastus sp.	Notomastus sp.		
	Bathyporeia sp.	Onuphis eremita	Notomastus sp.		Ampelisca sp.	Onuphis eremita	Onuphis eremita		
	Carcinus mediterraneus	Owenia fusiformis	Onuphis eremita		Apeudopsis latreillii	Owenia fusiformis	Owenia fusiformis		
	Crangon crangon	Pherusa plumosa	Owenia fusiformis		Bathyporeia sp.	Pherusa plumosa	Pherusa plumosa		
	Goneplax rhomboides	Phyllochaetopterus sp.	Pherusa plumosa		Carcinus mediterraneus	Phyllochaetopterus sp.	Pholoe sp.		
	Iphinoe serrata	Phyllodoce lineata	Phyllochaetopterus sp.		Crangon crangon	Phyllodoce lineata	Phyllochaetopterus sp.		
	Leucothoe incisa	Phyllodoce sp.	Phyllodoce sp.		Goneplax rhomboides	Phyllodoce sp.	Phyllodoce sp.		
	Pagurus sp.	Pista cristata	Pista cristata		Iphinoe serrata	Pista cristata	Pista cristata		
	Phtisica marina	Polycirrus sp.	Polycirrus sp.		Leucothoe incisa	Polycirrus sp.	Polycirrus sp.		
	Sphaeroma serratum	Prionospio sp.	Prionospio sp.		Pagurus sp.	Prionospio cirrifera	Prionospio cirrifera		
	ECHINODERMATA	Holothuria sp.	Schistomeringos rudolphi		Schistomeringos rudolphi	ECHINODERMATA	Phtisica marina	Scoletonema impatiens	Scoletonema impatiens
		Labidoplax sp.	Scoletonema impatiens		Scoletonema impatiens		Sphaeroma serratum	Prionospio malmgreni	Prionospio malmgreni
Leptopentacta elongata		Sigalion mathildae	Sigalion mathildae	Holothuria sp.	Prionospio sp.		Prionospio sp.		
Oestergrenia digitata		Spiophanes sp.	Spiophanes sp.	Labidoplax buskii	Sabella sp.		Sabella sp.		
Ophiura ophiura		Sternaspis scutata	Sternaspis scutata	Leptopentacta elongata	Schistomeringos rudolphi		Schistomeringos rudolphi		
Ophiura sp.		Sthenelais boa	Sthenelais boa	Oestergrenia digitata	Scoletoma fragilis		Scoletoma fragilis		
Phyllophorus urna				Ophiura ophiura	Sigalion mathildae		Sigalion mathildae		
			Ophiura sp.	Spiophanes sp.	Spiophanes sp.				
			Phyllophorus urna	Sternaspis scutata	Sternaspis scutata				
				Sthenelais boa	Sthenelais boa				

Tab. 8 - Elenco delle specie macrobentoniche identificate nell'anno 2013

Il numero di specie e il numero degli individui contati per ogni specie, sono stati



utilizzati per il calcolo di: *indice di diversità specifica, indice di ricchezza specifica.*

a) *numero di specie*

b) *numero di individui*

c) *indice di diversità specifica* (Shannon & Weaver, 1949): risulta compreso tra 0 e teoricamente, $+\infty$ 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.

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 emersi dalle indagini effettuate nelle due campagne di marzo e di ottobre.

Considerando separatamente le due tipologie di fondale: con sedimenti sabbiosi e con sedimenti più fangosi, coincidenti con le corrispondenti stazioni individuate per le indagini sui sedimenti, sono stati ottenuti i valori di indici di seguito riportati:

Stazioni di campionamento	BENTHOS- Riepilogo Indici				
	Indice di ricchezza specifica (d)	Indice di diversità specifica (H)	Indice di equiripartizione (J)	Totale individui m ²	Totale specie (S)
AL 13	2,91	1,41	0,30	5347	26
AL15	4,21	3,49	0,70	1253	31
GU01	3,31	1,54	0,32	4703	29
GU03	4,79	3,03	0,57	4207	41
PI16	2,85	1,63	0,36	3230	24
PI18	4,61	3,19	0,60	3827	39
PE04	3,56	2,19	0,45	3420	30
PE06	4,42	3,48	0,67	2740	36
OR07	5,78	4,36	0,83	600	38
OR09	2,59	3,41	0,85	327	16
VA10	4,32	3,34	0,67	1317	32
VA12	2,47	2,65	0,65	650	17
SS01	4,39	3,52	0,73	590	29
SS02	5,10	3,09	0,57	3763	43

Tab. 9 - Riepilogo degli indici nel prelievo a 500 m e 3000 m di Marzo 2013

Nel periodo indagato le stazioni che presentano un minor numero di specie sono OR07



e VA12 mentre i transetti con una maggiore abbondanza sono localizzati nell'area Nord della costa abruzzese (AL15 e GU03).

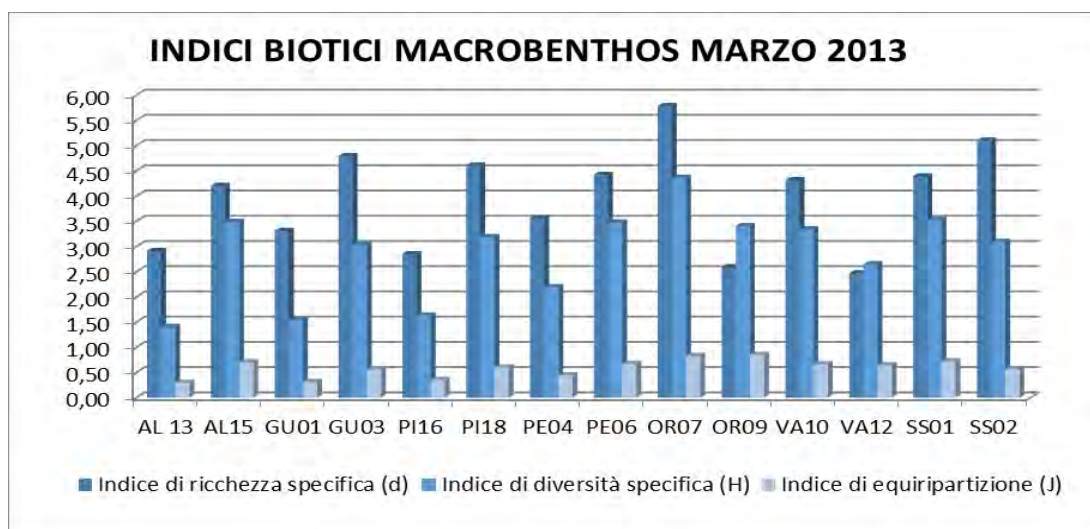


Fig. 33 - Descrizione degli indici biotici relativi al Macrobenthos prelevato a 500 m e 3000 m



ANDAMENTO INDICI OTTOBRE 2013					
Stazioni di campionamento	Indice di ricchezza specifica (d)	Indice di diversità specifica (H)	Indice di equiripartizione (J)	Totale individui m ²	Totale specie (S)
AL 13	2,35	2,34	0,59	593	16
AL15	3,66	3,89	0,83	930	26
GU01	1,94	2,26	0,59	820	14
GU03	3,91	3,61	0,74	1293	29
PI16	3,46	3,30	0,73	573	23
PI18	3,34	2,38	0,50	2390	27
PE04	3,73	3,65	0,79	627	25
PE06	2,69	1,76	0,41	1157	20
OR07	4,40	4,25	0,89	370	27
OR09	2,62	2,26	0,52	1427	20
VA10	3,56	3,44	0,77	363	22
VA12	1,73	1,41	0,39	580	12
SS01	3,27	3,64	0,83	450	21
SS02	3,20	2,48	0,53	1817	25

Tab. 10 - Riepilogo degli indici nel prelievo a 500 m e 3000 m dalla costa di Ottobre 2013

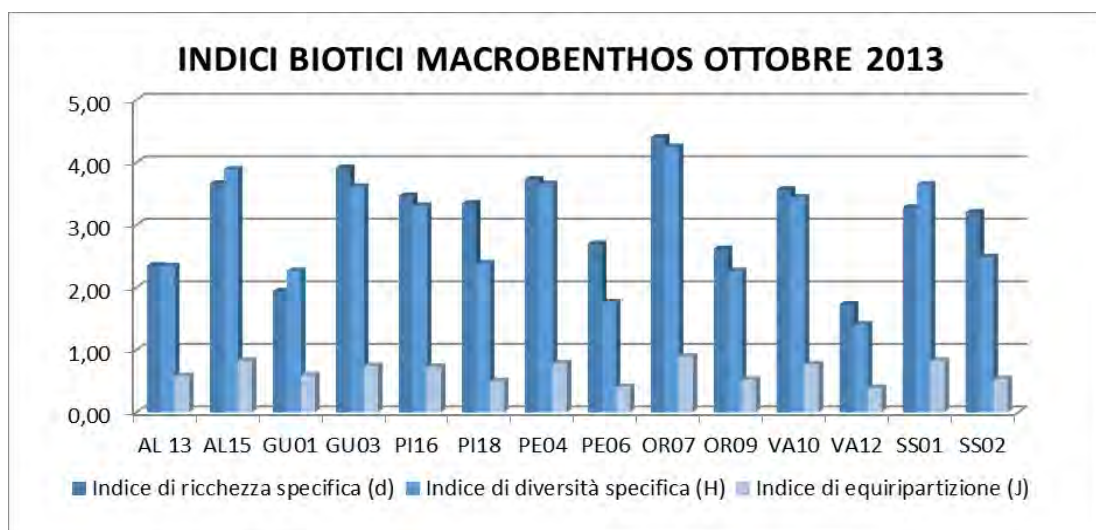


Fig. 34 - Descrizione degli indici biotici relativi al Macrobenthos prelevato a 500 m e 3000 m



Gli indici di diversità specifica (H') e di equiripartizione (J) mostrano un variabilità di specie maggiore nella parte Sud della costa abruzzese, tra Ortona e Vasto, in quanto caratterizzata da una tipologia di habitat marino-costieri più variegata, con tratti di costa alta.

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 2013, per le stazioni poste a 500 m e 3000 m di distanza dalla costa.

INDICE AMBI STAZIONI a 500 m dalla costa							
Stations	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01
I(%)	86,6	83,9	83,8	74	54,9	67,7	48,1
II(%)	10,4	11,3	7,6	12,1	25,3	11,4	20,5
III(%)	2	3,5	5,8	7,3	9,7	10,4	6,4
IV(%)	1	1,3	2,8	6,6	10,1	10,4	25
V(%)	0	0	0	0	0	0	0
Mean AMBI	0,455	0,563	0,518	0,899	1,124	1,27	1,56
BI from Mean AMBI	1	1	1	1	1	2	2
Disturbance Clasification	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Richness	32	34	33	39	47	38	36
Diversity	1,72	1,92	2,19	2,67	4,64	3,73	3,9
Not assigned (%)	0,1	0,5	1,3	0,7	1	1,2	0

Tab. 11 - Indice AMBI per le 7 stazioni poste a 500 m dalla costa (Marzo-Ottobre 2013)



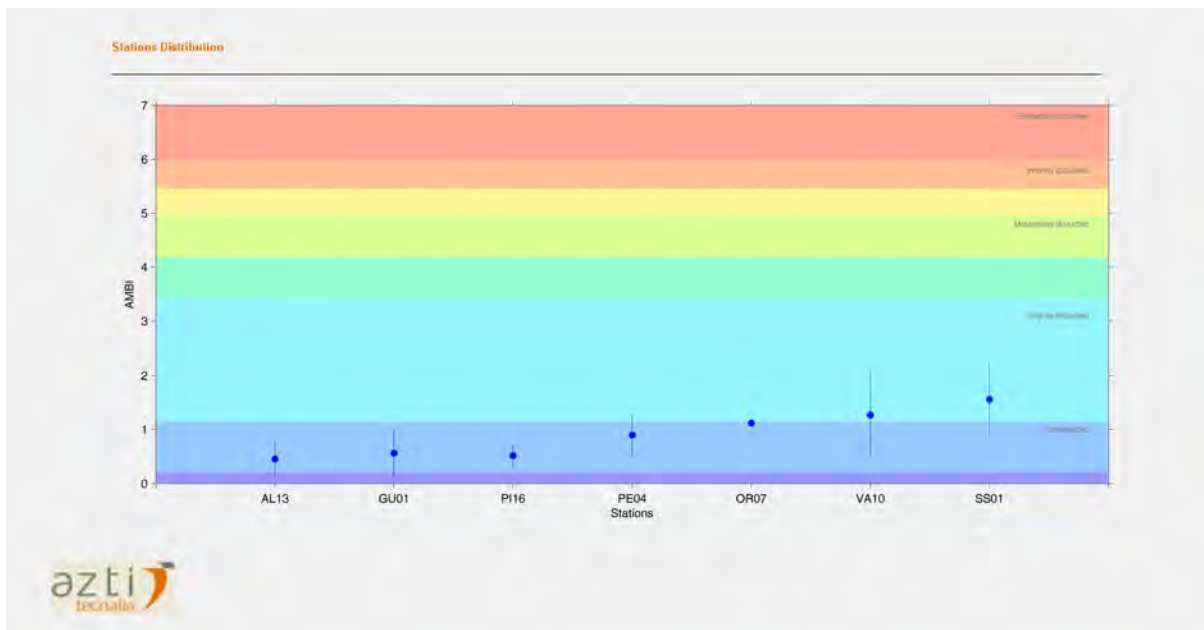
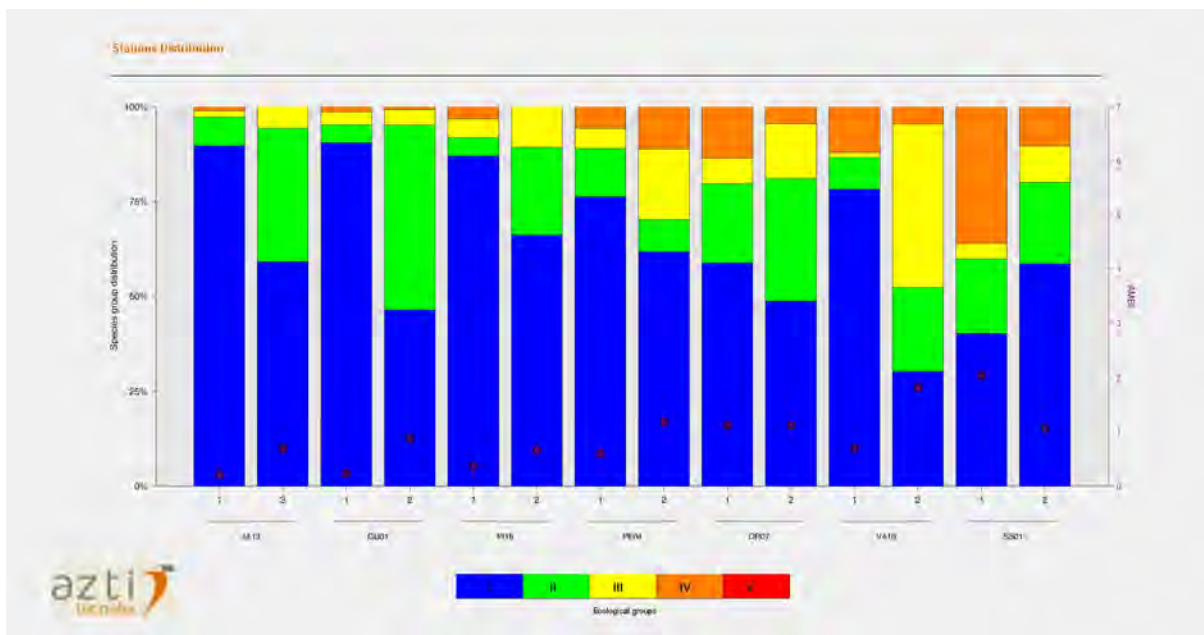


Fig. 35 -36 Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza; stazioni a 500 m (Marzo-Ottobre 2013).



La Fig. 33, mostra i valori dell'indice AMBI per le stazioni posizionate a 500 m dalla costa. Dai grafici emerge che le stazioni monitorate si collocano nella classe di qualità migliore "undisturbed", tranne per le stazioni VA10 e SS01 che denotano un leggero aumento delle specie indicatrici di uno stato ambientale perturbato, rimanendo comunque sempre in una classe di qualità buona, "slightly undisturbed".

INDICE AMBI STAZIONI a 3000 m dalla costa							
Stations	AL15	GU03	PI18	PE06	OR09	VA12	SS02
I(%)	26	10,6	8,3	10,4	19,8	6,5	14,1
II(%)	23,4	30,1	24,9	23,1	10	17,2	14,3
III(%)	35,5	50,9	56,3	56,8	68,4	74,9	66,4
IV(%)	15,1	8,4	10,5	9,8	1,8	1,4	5,2
V(%)	0	0	0	0	0	0	0
Mean AMBI	2,038	2,333	2,572	2,555	2,147	2,573	2,506
BI from Mean AMBI	2	2	2	2	2	2	2
Disturbance Clasification	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed
Richness	42	52	50	44	26	20	53
Diversity	4,24	3,38	3,47	3,62	2,8	2,19	3,11
Not assigned (%)	0,2	2,4	1,3	0,2	6,8	0,3	4,7

Tab. 12 - Indice AMBI per le 7 stazioni poste a 3000 m dalla costa (Marzo-Ottobre 2013)



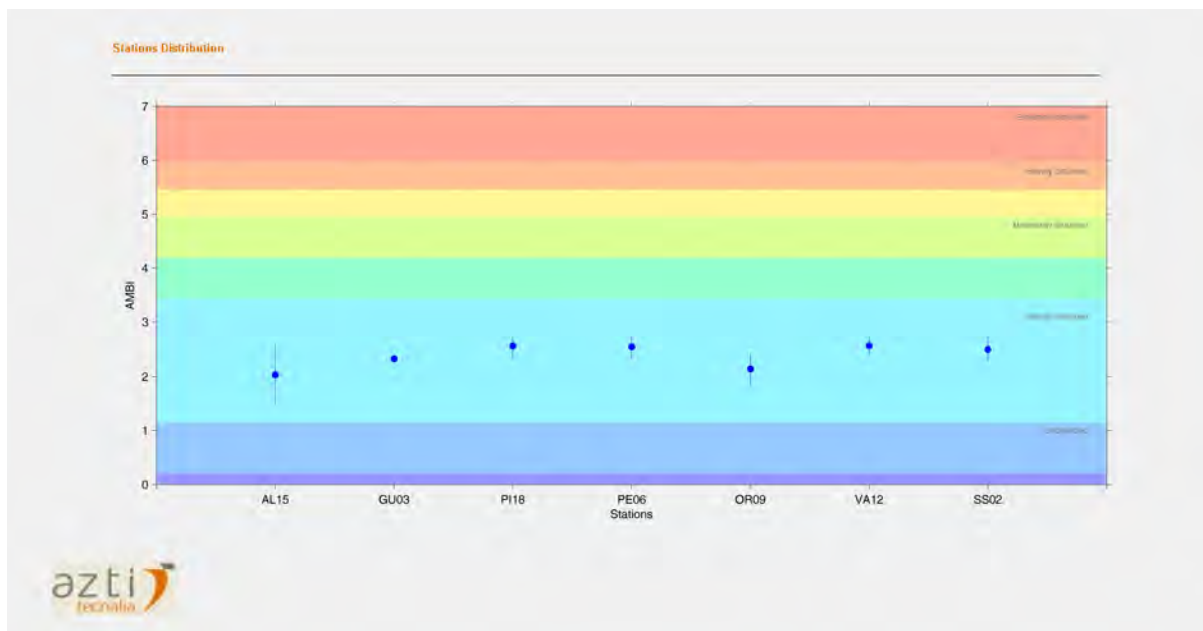
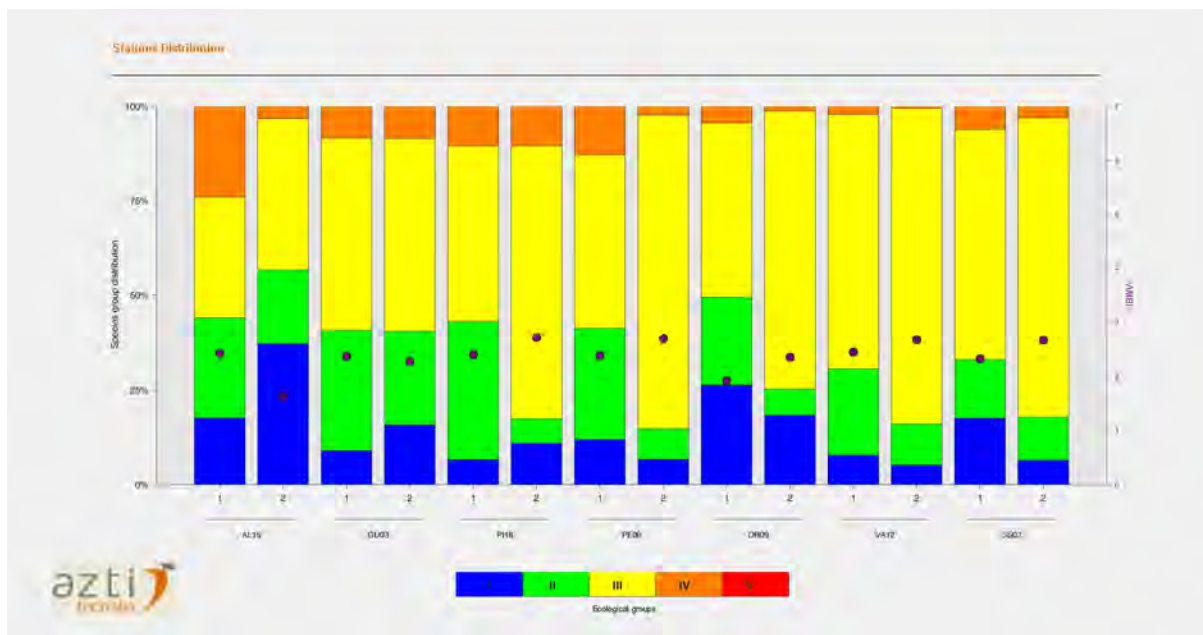


Fig. 37 - 38 - Distribuzione dei gruppi ecologici di appartenenza; stazioni a 3000 m (Marzo-Ottobre 2013).



Per quanto riguarda le stazioni poste a 3000 m di distanza dalla costa, si nota un passaggio ad uno stato ambientale leggermente perturbato "Slightly disturbed" per tutte e sette le stazioni, confermando lo stato di qualità delle acque abruzzesi (Fig.34).

L'indice M-AMBI restituisce un quadro simile classificando le stazioni poste a 500 m in prevalenza nella classe "good" (buono) ad eccezione di OR07 che presenta un valore "high" (alto), mentre le stazioni a 3000 m presentano una classificazione tra "good e high".

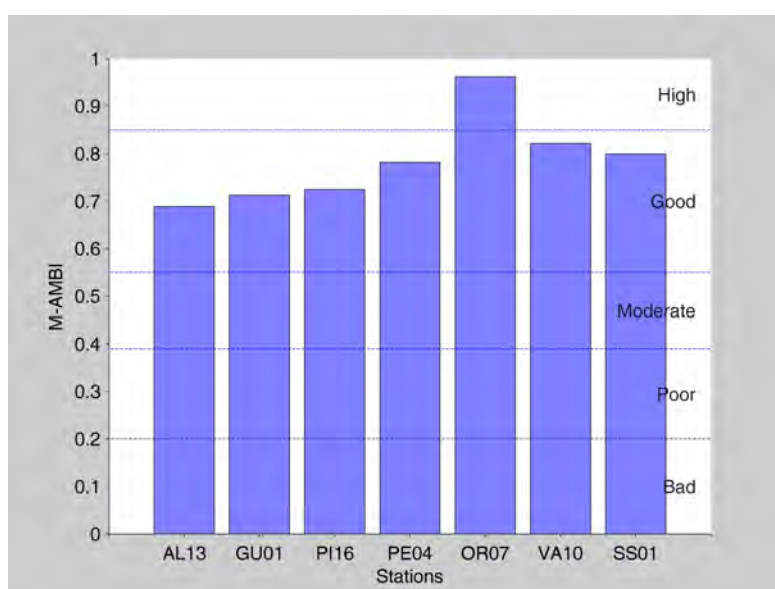


Fig. 39 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 500 m (Marzo-Ottobre 2013).



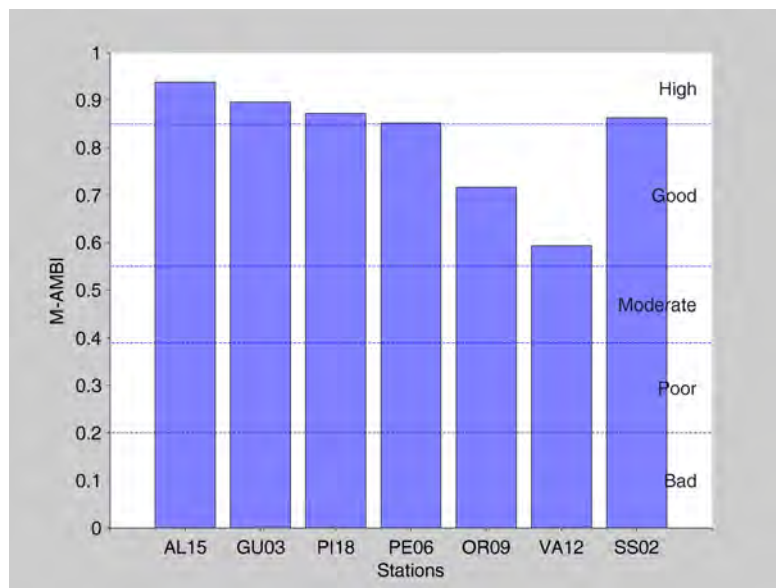


Fig. 40 - Indice M-AMBI per le 7 stazioni a 3000 m (Marzo-Ottobre 2013).

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 91,3% e 99,0%) rispetto alla frazione pelitica. Fanno eccezione le stazioni GU01 (sabbia 59,8%) e PI16. In quest'ultima la pelite presenta il suo valore massimo (67,6%) e risulta prevalente rispetto alla sabbia (32,4 %).



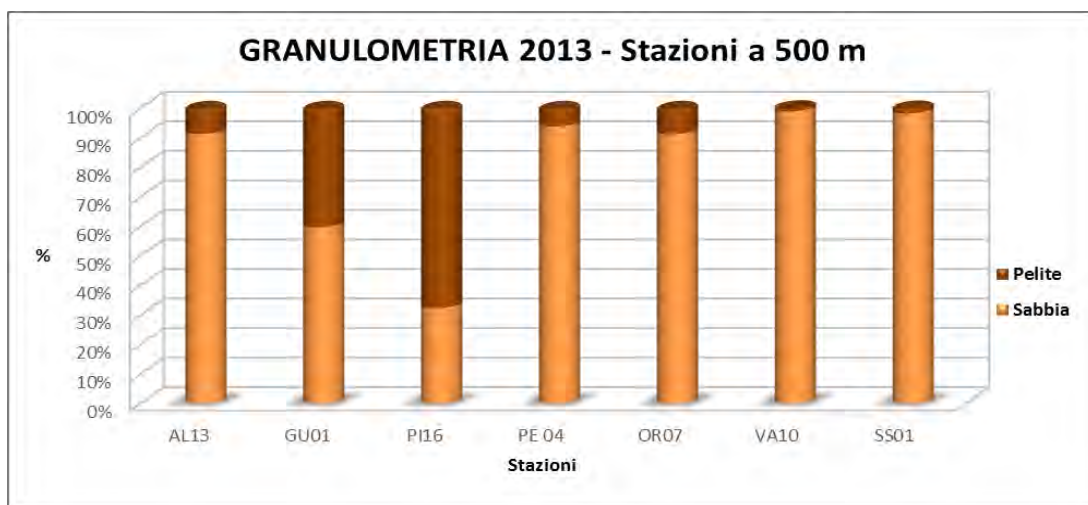


Fig. 41 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento nelle stazioni a 500 m dalla costa.

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 17,8 % (PE06) ed un massimo di 78,6 % nella stazione di OR09

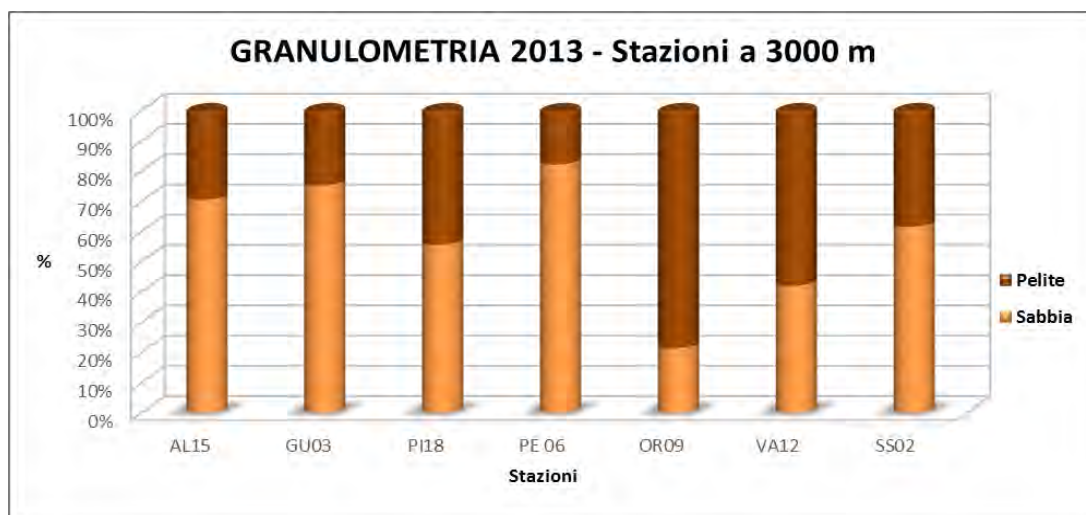


Fig. 42 - Caratterizzazione granulometrica del sedimento delle stazioni a 3000 m dalla costa



Analisi chimiche

Per quanto riguarda il contenuto di carbonio organico (TOC) determinato nei campioni di sedimento superficiale, i risultati mostrano valori compresi tra un valore inferiore allo 0,5 % nelle stazioni di OR07, VA12 e SS02, e un valore massimo di 2,09 % nella stazione VA10;

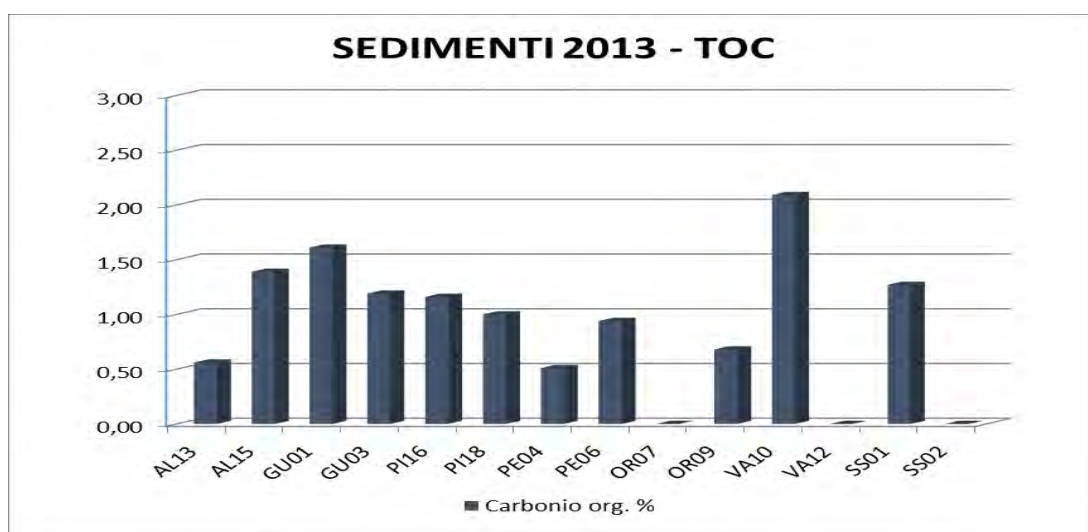


Fig. 43 - Valore di carbonio organico (TOC)

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	Data	Carbonio org. %	Arsenico (mg/kg)	Cadmio (mg/kg)	Cromo Tot. (mg/kg)	Cromo VI	Mercurio (mg/kg)	Nichel (mg/kg)	Piombo (mg/kg)
AL13	08/10/2013	0,56	6,1	<0.05	20	<0.2	<0.05	8,2	8,7
AL15	08/10/2013	1,39	7,5	<0.05	39	<0.2	<0.05	13	9,9
GU01	08/10/2013	1,61	5,8	<0.05	20	<0.2	<0.05	13	9,7
GU03	08/10/2013	1,19	6,5	<0.05	29	<0.2	<0.05	12	9,8
PI16	30/09/2013	1,16	6,8	0,1	49	<0.2	<0.05	23	10
PI18	08/10/2013	1	6,9	0,06	43	<0.2	<0.05	20	11
PE04	30/09/2013	0,51	5,8	<0.05	15	<0.2	<0.05	7,9	7,7
PE06	30/09/2013	0,94	7,2	0,09	25	<0.2	<0.05	12	8,6
OR07	08/10/2013	<0,5	5,7	<0.05	11	<0.2	<0.05	6,9	7,5
OR09	08/10/2013	0,68	7,2	0,14	62	<0.2	0,06	28	14
VA10	15/10/2013	2,09	5,9	<0.05	11	<0.2	<0.05	6,0	6,3
VA12	15/10/2013	<0,5	8,1	<0.05	57	<0.2	<0.05	21	12
SS01	15/10/2013	1,27	7,9	<0.05	11	<0.2	<0.05	6,3	6,8
SS02	15/10/2013	<0,5	6,3	0,07	44	<0.2	<0.05	20	9,6
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. 13 - 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.



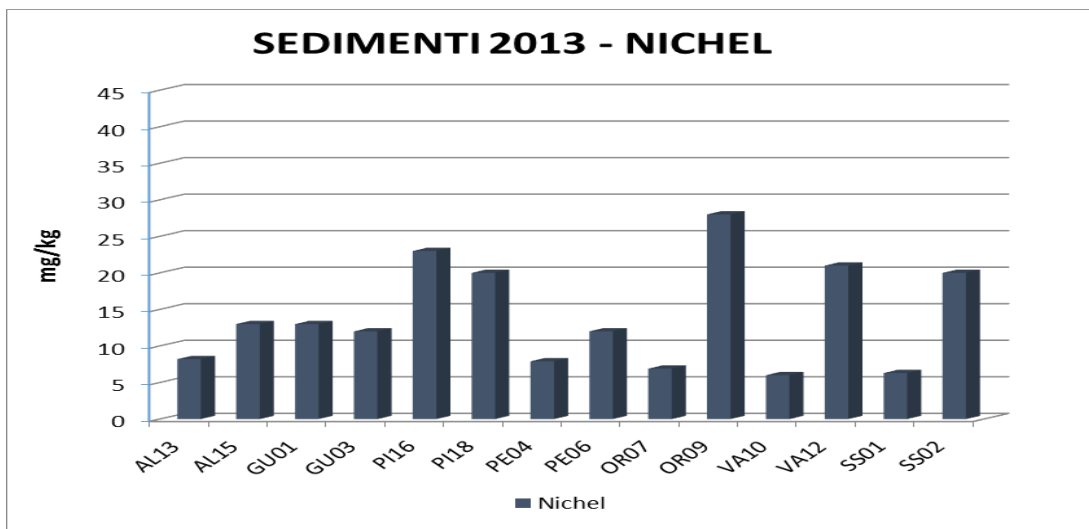


Fig. 44 - Valore di Nichel presente nei sedimenti di ogni stazione

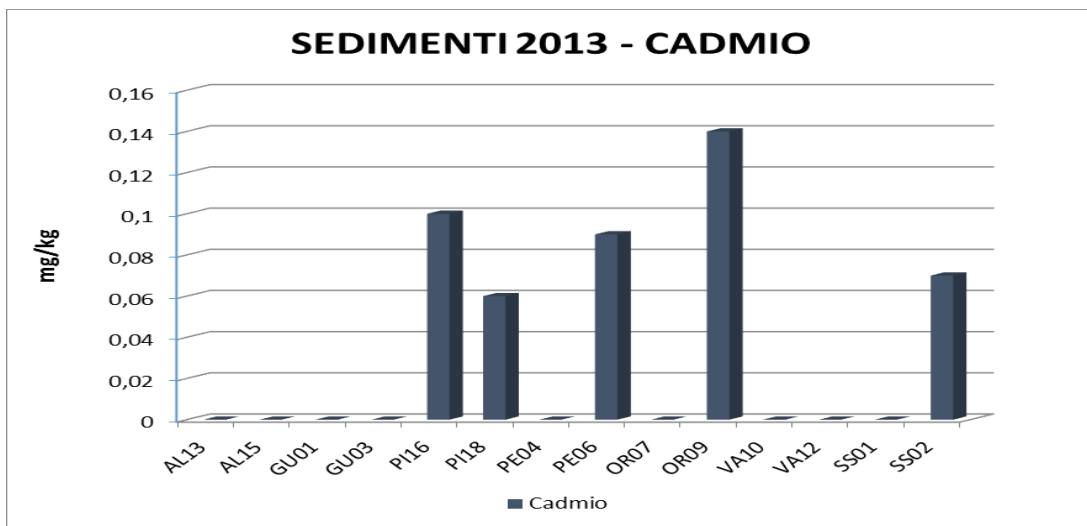


Fig. 45 - Valore di Cadmio presente nei sedimenti di ogni stazione



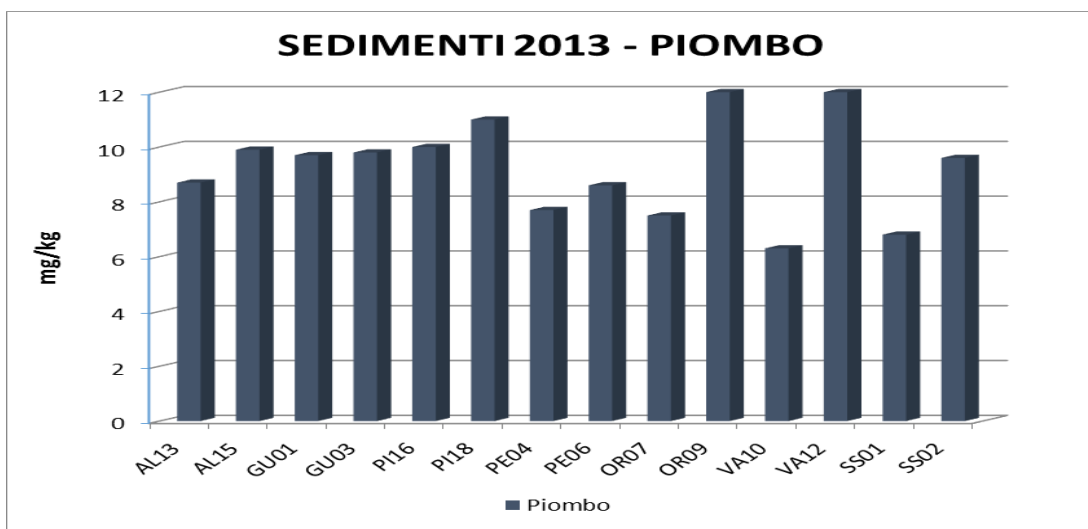


Fig. 46 - Valore di Piombo presente nei sedimenti di ogni stazione

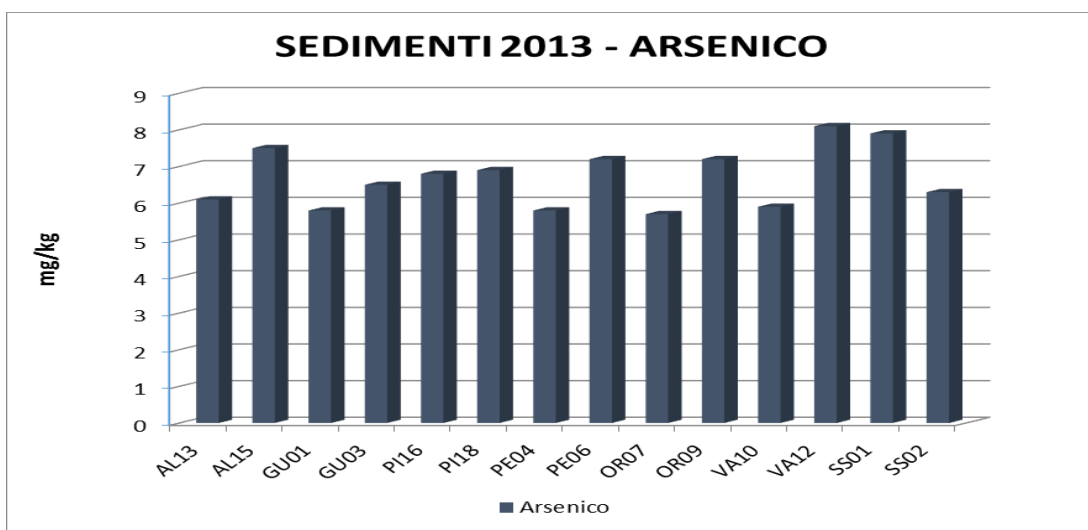


Fig. 47 - Valore di Arsenico presente nei sedimenti di ogni stazione



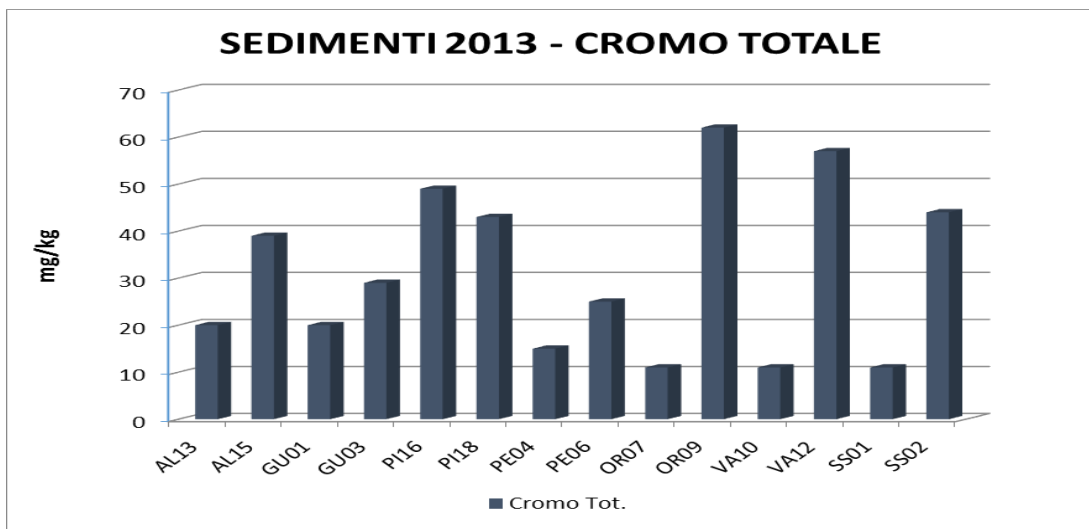


Fig. 48 - Valori di Cromo totale presente nei sedimenti di ogni stazione

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



4.4.1 SAGGI TOSSICOLOGICI

Per il programma di monitoraggio relativo all'anno 2013 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 14 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		-49	
AL15	STI ≤ 3		-40	
GU01	STI ≤ 3		2	
GU03	3 < STI ≤ 6		-51	
PI16	STI ≤ 3		-23	
PI18	STI ≤ 3		-26	
PE04	STI ≤ 3		30	
PE06	STI ≤ 3		-46	
OR07	STI ≤ 3		-38	
OR09	STI ≤ 3		-41	
VA10	STI ≤ 3		-17	
VA12	STI ≤ 3		-37	
SS01	STI ≤ 3		-28	
SS02	STI ≤ 3		-32	

Tab. 14 - 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 <63mm. 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 nello schema seguente.

S.T.I.	GIUDIZIO	SCALA CROMATICA
STI ≤ 3	ASSENTE	
3 < STI ≤ 6	MEDIA	
6 < STI ≤ 12	ALTA	
> 12	MOLTO ALTA	

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 totalità dei campioni si registra un'assenza di tossicità acuta ad eccezione del campione di sedimento del transetto a 3000m di Giulianova che presenta una media tossicità.

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 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 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 (tab.15) 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	A	B	A	A	A	A	A	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

Tab. 15 - Classificazione della tossicità proposta dal Ministero nel Programma di Monitoraggio dell'ambiente marino-costiero.

Per i transetti indagati da anni il test ha riconfermato una tossicità medio-alta per il sedimento superficiale del transetto a 3000m di Giulianova che si riconferma un "hot spot"; per quanto riguarda il transetto di Pescara i test applicati per questa campagna di monitoraggio non hanno mostrato tossicità né a 500 né a 3000m; nel caso del sedimento proveniente da Ortona, i test hanno riconfermato l'assenza di tossicità nel transetto più esterno a 3000m, ma non hanno evidenziato tossicità nel campione più vicino alla costa; anche per Vasto i risultati hanno mostrato un'assenza di tossicità nel campione di sedimento a 500 e 3000m. Per quanto riguarda i nuovi transetti indagati dal 2011, i test ha mostrato una tossicità assente in tutti i transetti indagati.

I risultati ottenuti per l'anno 2013 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.



4.6 BIOTA

Le analisi chimiche eseguite sul biota, *Mytilus galloprovincialis*, sono state effettuate su un pool di 30 organismi, suddivisi in 3 repliche, ciascuna delle quali contenente i tessuti molli di 10 animali.

Gli standard di qualità sul Biota, sono riportati in Tab 3/A del D.M. 260/10 e si riferiscono a tre analiti: mercurio, esaclorobenzene, esaclorobutadiene.

I risultati complessivi dell'analisi chimica, riportati nella tabella seguente (Tab.16), mostrano valori inferiori ai limiti previsti dal decreto per la quasi la totalità delle stazioni campionate, ad eccezione di OR01 che presenta una concentrazione di mercurio pari a 22 µg/kg, di poco superiore al limite SQA-MA di 20 µg/kg.

BIOTA		STAZIONI							LIMITI TAB.3/A D.M. 260/10
STAZIONI	Unità di misura	AL13	GU01	PI16	PE04	OR07	VA10	SS01	
Mercurio	µg/kg	16	14	17	17	22	16	18	20
Esaclorobenzene	µg/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	10
Esaclorobutadiene	µg/kg	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	55

* Concentrazioni nel tessuto peso umido

Tab. 16 - Risultati delle analisi chimiche effettuate sul Biota



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 2013 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 meteorologiche di alcuni periodi dell'anno che hanno comportato a volte lo slittamento delle date di campionamento.

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 "elevato", 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 compreso tra luglio ed ottobre.
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 rilevabilità.
3. Anche i **microinquinanti inorganici** (metalli) presentano valori spesso inferiori ai limiti di rilevabilità. 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, mentre si è riscontrato un superamento dello Standard di qualità ambientale, espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA = 0,06 µg/L), per il mercurio nel campione prelevato a luglio nella stazione PI16.
4. La **comunità fitoplanctonica** è caratterizzata da valori elevati a febbraio e marzo, in coincidenza con fioriture di diatomee, in particolare *Pseudo-nitzschia spp N. s. C.*, *Pseudo-nitzschia spp N. d. C.*, *Chaetoceros socialis* e *Chaetoceros 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 la componente arenitica è



predominante, 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, ha messo in evidenza che per la totalità dei campioni si registra un'assenza di tossicità acuta ad eccezione del campione di sedimento del transetto a 3000m di Giulianova che presenta una media tossicità. 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 elutriato rispetto al bianco di controllo. I risultati ottenuti per l'anno 2013 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 analisi chimiche eseguite sul **Biota** mostrano valori inferiori ai limiti previsti dal D.M. 260/2010 per la quasi totalità delle stazioni campionate, ad eccezione di OR07 che presenta una concentrazione di mercurio pari a 22 µg/kg, di poco superiore al limite SQA-MA di 20 µg/kg
9. I risultati delle **comunità bentoniche**, analizzate mediante l'indice AMBI evidenziano la buona qualità dell'ecosistema marino-costiero regionale, classificando gran parte delle stazioni a 500 m come "undisturbed" (tranne PE04 e SS01 "slightly undisturbed") e la totalità delle 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 le stazioni poste a 500 m e 3000 m rientrano nella classe "good" (buono) e le stazioni di OR07, AL15, GU03, PI18 E SS02 nella classe "high" (alto).



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 – Zooplancton 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 osservati 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

