

**REPORT SULLO STATO DELLE  
ACQUE SUPERFICIALI  
ANNO 2013**

**ACQUE MARINO COSTIERE**





I dati elaborati in questo rapporto sono stati prodotti e forniti dal personale:

- della Struttura Oceanografica Daphne
- dai Laboratori integrati delle Sezioni Provinciali Arpa di Ferrara e Ravenna

Referente: Dott.ssa Carla Rita Ferrari

Hanno contribuito:

**Parametri chimico-fisici delle acque:**

Margherita Benzi  
Enza Bertaccini  
Cristina Mazziotti

**Determinazione della biomassa fitoplanctonica:**

Claudio Silvestri  
Cristina Mazziotti

**Determinazione macrozoobenthos:**

Cristina Mazziotti  
Fabiola Morrone

**Analisi dei nutrienti e granulometria:**

Enza Bertaccini  
Paola Martini  
Carla Rita Ferrari

**Indagini ecotossicologiche:**

Cristina Mazziotti  
Paola Martini  
Margherita Benzi

**Determinazione dei microinquinanti**

Laboratori integrati delle Sezioni Provinciali Arpa di Ferrara e Ravenna

**Stesura testo, elaborazione grafica e statistica:**

Patricia Santini  
Stefano Serra  
Marco Elementi  
Claudio Silvestri  
Cristina Mazziotti  
Carla Rita Ferrari

Si ringraziano per la collaborazione Pagan Dino e Papperini Marco, rispettivamente Comandante e Motorista del Battello Oceanografico "Daphne II".



# SOMMARIO

<b>1</b>	<b>QUADRO NORMATIVO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>QUADRO CONOSCITIVO</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Il mare Adriatico: caratteristiche generali</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>La fascia costiera emiliano-romagnola</b>	<b>4</b>
2.2.1	Le pressioni	4
2.2.2	La qualità delle acque marino costiere	6
2.2.3	La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea	6
2.2.4	I corpi idrici	8
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO AMBIENTALE E RISULTATI</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>10</b>
<b>3.2</b>	<b>Rete di monitoraggio, parametri e frequenze</b>	<b>11</b>
<b>3.3</b>	<b>Gli elementi di qualità dello Stato Ecologico</b>	<b>14</b>
3.3.1	Elementi di Qualità Biologica (EQB)	15
3.3.1.a	Fitoplancton	15
	Diatomee	16
	Dinoficee	16
	Altri fitoflagellati	16
3.3.1.b	Macroinvertebrati bentonici	24
	Analisi quali-quantitativa della comunità	24
	Applicazione dell'Indice AMBI e M-AMBI	28
3.3.2	Elementi di qualità chimico-fisica a sostegno degli EQB	31
3.3.2.a	Temperatura	32
3.3.2.b	Salinità	33
3.3.2.c	Ossigeno disciolto	35
3.3.2.d	Clorofilla "a"	37
3.3.2.e	Azoto inorganico disciolto (DIN) e azoto totale (N-Tot)	41
3.3.2.f	Fosforo reattivo (P-PO <sub>4</sub> ) e fosforo totale (P-Tot)	44
3.3.2.g	Indice Trofico-TRIX	48
3.3.3	Elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB	50
3.3.3.a	Granulometria	50
3.3.3.b	Carbonio Organico Totale (TOC)	51
3.3.3.c	Direzione e altezza onde	52
3.3.3.d	Direzione e velocità delle correnti marine	54
3.3.4	Inquinanti specifici a sostegno degli EQB	56
3.3.4.a	Inquinanti ricercati nel sedimento (tab. 3/B D.260/10)	57
	Metalli: Arsenico, Cromo totale e Cromo VI	58
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e PoliCloroBifenili (PCB)	60
	Diossine, Furani e PCB diossin like	61
<b>3.4</b>	<b>Gli elementi di qualità dello Stato Chimico</b>	<b>62</b>
3.4.1	Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità	63
3.4.1.a	Inquinanti ricercati nell'acqua (tab. 1/A D.260/10)	63
3.4.1.b	Inquinanti ricercati nel sedimento (tab. 2/A D.260/10)	65
	Metalli e Organo metalli: Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo e Tribulstagno (TBT)	66
	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): i più significativi	68

Pesticidi	71
3.4.1.c    Inquinanti ricercati nel biota (tab. 3/A D260/10)	72
3.4.2    Saggi ecotossicologici	72
<b>4    CLASSIFICAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE</b>	<b>74</b>
4.1    Lo Stato Ecologico	74
4.2    Lo Stato Chimico	77
<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>80</b>
<b>SITOGRAFIA</b>	<b>81</b>

# 1 QUADRO NORMATIVO

Il D.Lgs 152/99 definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali, marine e sotterranee. I principali obiettivi da perseguire sono:

- prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

Il raggiungimento degli obiettivi indicati si realizza attraverso alcuni strumenti fra i quali, l'individuazione di obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici.

Il D.Lgs 152/99 e s.m.ei. è stato abrogato dal successivo D.Lgs 152/06.

Il D.Lgs 152/99 e s.m.ei. prevedeva che la valutazione dello stato di qualità ambientale fosse condotta attraverso l'applicazione dell'indice trofico TRIX e che tale valutazione doveva essere integrata dal giudizio emergente dalle indagini sul biota e sui sedimenti.

Il successivo D.M. 367/03 alla tab.2, definiva gli standard di qualità ambientali per i contaminanti inorganici e organici nei sedimenti da applicare ai fini della classificazione dello stato ambientale delle acque marine costiere.

Con il D.Lgs 152/06 (che recepisce la Direttiva 2000/60/CE e abroga integralmente il precedente D.Lgs 152/99) sono ridefinite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici. In particolare, per le acque marine costiere sono previsti numerosi nuovi elementi per la definizione dello Stato Ecologico e la ricerca di contaminanti inorganici e organici nella matrice acqua per la definizione dello Stato Chimico. Per le indagini da effettuare sui sedimenti resta quanto previsto dal D.M. 367/03 alla tab.2 e concorrono anch'esse alla definizione dello Stato Chimico.

Con il D. 56/09, sono definiti i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, art.75, comma 3. Il D.56/09 all'All.1 definisce le modalità per il monitoraggio dei corpi idrici individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico inoltre, abroga e sostituisce quanto riportato nel D.M. 367/03 alla tab.2 e all' All.1 del D.Lgs 152/06.

Un altro decreto attuativo del D.Lgs 152/06, precedente al D. 56/09, è il D.M. 131/08 recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, art.75, comma 4. Tale decreto definisce le metodologie per l'individuazione di tipi per le diverse categorie di acque superficiali (tipizzazione), la individuazione dei corpi idrici superficiali e l'analisi delle pressioni e degli impatti.

La Regione Emilia-Romagna con Delibera di Giunta n.392/2010 dell'8 febbraio 2010 ha approvato le attività svolte per l'implementazione della Direttiva 2000/60/CE ai fini dell'adozione dei Piani di gestione dei Distretti idrografici Padano, Appennino settentrionale e Appennino centrale approvando le procedure, i criteri metodologici e le risultanze della attività di tipizzazione, di individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici e di definizione della rete di monitoraggio di prima individuazione e i relativi programmi di monitoraggio.

Con il D. 260/10, pubblicato sulla G.U. il 7 febbraio 2011, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali sempre predisposto ai sensi del D.Lgs 152/06, art.75, comma 3, sono definite le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio.

La Direttiva 2008/56/CE (Marine Strategy), recepita in Italia con il D.Lgs 190/2010, istituisce un quadro all'interno del quale gli Stati membri adottano le misure necessarie per conseguire o mantenere un buono stato ecologico dell'ambiente marino entro il 2020.

Il perseguimento o mantenimento di tale obiettivo deve avvenire attraverso l'elaborazione e l'attuazione di strategie finalizzate a proteggere e preservare l'ambiente marino, a prevenirne il degrado oltre che a prevenire e ridurre gli apporti nell'ambiente marino stesso.

Le strategie adottate devono applicare un approccio ecosistemico alla gestione delle attività umane, assicurando che la pressione collettiva di tali attività sia mantenuta entro livelli compatibili con il conseguimento di un buono Stato Ecologico e che la capacità degli ecosistemi marini di reagire ai cambiamenti indotti dall'uomo non sia compromessa.

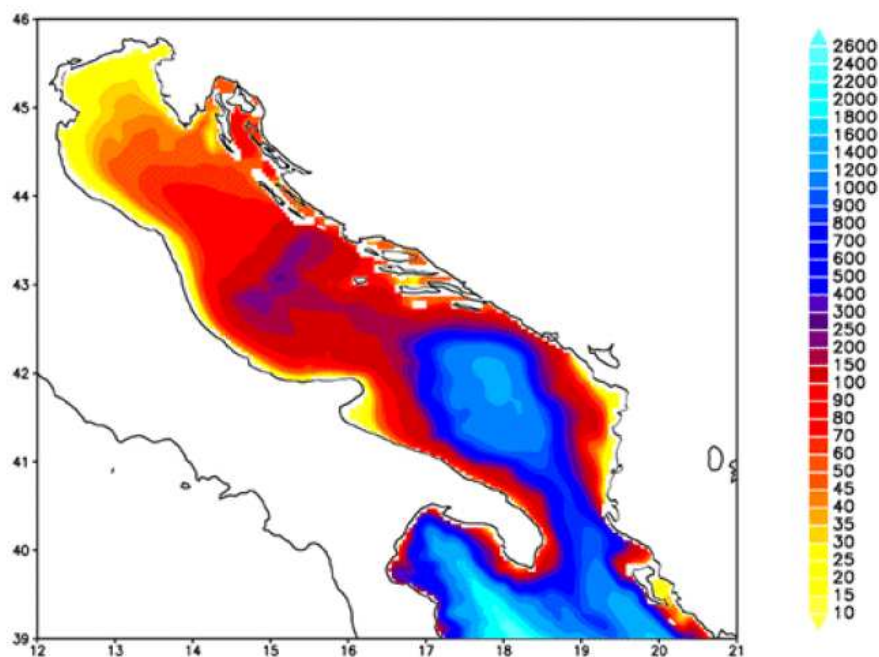


## 2 QUADRO CONOSCITIVO

### 2.1 IL MARE ADRIATICO: CARATTERISTICHE GENERALI

L'Adriatico ha un'estensione di 132.000 km<sup>2</sup>, con una superficie pari ad 1/19 di quella del Mediterraneo (2.504.000 km<sup>2</sup>). Ha un volume di 36.000 km<sup>3</sup> corrispondente a 1/103 dell'intera massa acquee mediterranea (3.700.000 km<sup>3</sup>). Straordinaria è la quantità di acque dolci che in esso si immettono; pur essendo un bacino di modeste dimensioni riceve 1/3 di tutti gli apporti fluviali confluenti nel Mediterraneo (il Mar Nero non è compreso in queste valutazioni).

Presenta una forma allungata secondo un asse principale orientato in direzione Nord Ovest–Sud Est, ha una lunghezza di circa 800 km e una larghezza massima di 220 km. Ricorda un lungo e stretto golfo, chiuso a nord in corrispondenza del Golfo di Trieste ed aperto verso sud, che comunica con il Mar Ionio attraverso il Canale d'Otranto largo appena 74 km. L'Adriatico presenta scarse profondità nella parte settentrionale, sul transetto Rimini-Pola (Croazia) si raggiungono a malapena i 50 m, più a sud, al traverso di Pescara, si trova una depressione, la Fossa di Pomo, che raggiunge i 238 m. La profondità massima di 1200 m si rileva però nella parte meridionale del bacino al largo di Bari. La pendenza dei fondali prospicienti l'Emilia-Romagna è molto lieve, soprattutto se si considera che la profondità oltre ad 1 km dalla costa aumenta di un metro ogni chilometro.



**Figura 1 - Rappresentazione morfologica e batimetrica del mare Adriatico.**

Nella parte alta del bacino si riversano importanti fiumi che nel loro insieme rappresentano il reticolo drenante del Bacino Padano; una vasta valle compresa tra le Alpi a nord e la Catena Appenninica a sud. Nell'arco di costa nord-occidentale troviamo infatti le foci dell'Isonzo, del Tagliamento, del Piave, del Brenta, dell'Adige, del Po e del Reno. Il Po, il primo fiume italiano per lunghezza e portata (675 km di lunghezza e con portata media annuale di circa 1500 m<sup>3</sup>/sec), termina la sua corsa verso il mare in un delta formato da 5 diramazioni principali. Il trasporto solido del Po ha generato nel tempo una vasta area deltizia il cui territorio protende verso est per circa 23 km.

Le coste si presentano basse, regolari e sabbiose su gran parte del versante italiano mentre su quello orientale si ha una costa alta, frastagliata e rocciosa. I fondali dell'Adriatico nord-occidentale sono

formati da materiale sedimentario a granulometria fine (sabbie, limi e argille). Sulla direttrice che attraversa l'Adriatico da costa a costa, incontriamo una stretta fascia litoranea sabbiosa la cui larghezza media può essere compresa tra 1 e 2 km. Quindi, in rapida successione, troviamo sabbie che si arricchiscono progressivamente di frazioni pelitiche (limo e argille) via via crescenti fino a 5–6 km dalla costa. Da questa distanza fino a 45-50 km la componente sabbiosa scompare per lasciare il posto ai soli fanghi. Questa larga fascia sedimentaria pelitica è originata principalmente dagli apporti di materiali fini portati in sospensione dal Po e dagli altri fiumi e diffusi dalle correnti marine che tendono a convogliarli verso sud-est. L'area più estesa occupata dalle peliti si trova nella zona prospiciente al suo delta e continua poi parallelamente alla costa, per buona parte della lunghezza dell'Adriatico. Superata la fascia occupata dai fanghi, sempre procedendo lungo la direttrice verso il versante orientale, ritroviamo ancora sedimenti pelitico-sabbiosi per una larghezza di diversi chilometri e quindi sabbie fino ad arrivare alla costa croata.

Il Po è il motore principale della circolazione delle acque del nord Adriatico. Con i suoi apporti di acqua dolce esercita una forte diluizione della salinità delle acque della zona costiera e induce una accelerazione che produce in generale correnti verso sud. Tale direzione prevalente delle correnti è rafforzata dai venti prevalenti di Bora (Nord-Nord orientale). La corrente verso sud dell'Adriatico Occidentale è chiamata Corrente Costiera dell'Adriatico Occidentale (WACC), i cui massimi di corrente non si rilevano lungo la costa ma su una batimetria di 20–30 metri, circa 20–30 km da costa. Questa fa sì che si formino delle zone di “ricircolo” ovvero un movimento di masse d'acqua marina vicino a costa con direzione verso nord.

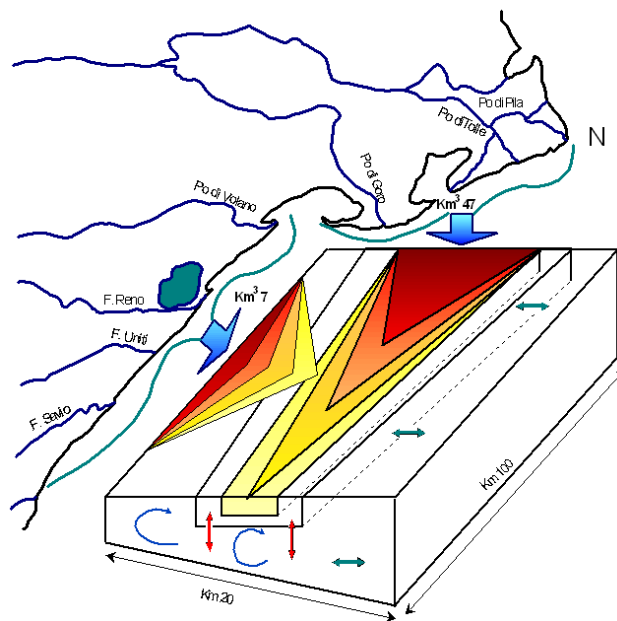
La variabilità delle correnti costiere indotte dai gradienti termici e associata alla salinità dell'acqua è molto accentuata nella zona a nord di Ravenna, mentre la zona sud è caratterizzata da correnti pressoché permanenti verso sud.

## **2.2 LA FASCIA COSTIERA EMILIANO-ROMAGNOLA**

### **2.2.1 Le pressioni**

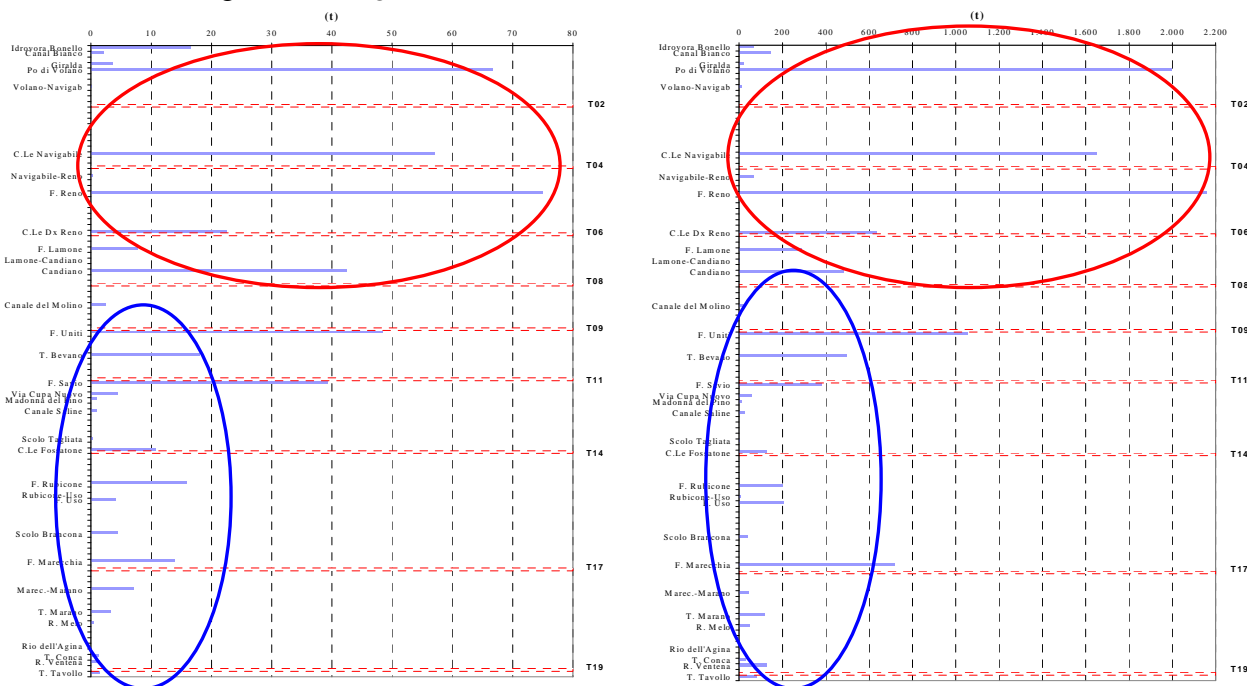
I processi di eutrofizzazione che da diversi anni affliggono la fascia costiera dell'Emilia-Romagna provocano impatti negativi oltre che sugli equilibri ambientali dell'ecosistema bentico anche su due importanti settori dell'economia regionale e nazionale quali turismo e pesca e rappresentano il problema principale dell'alterazione dello stato ambientale.

Le zone prospicienti al delta del Po e la costa emiliano romagnola, essendo investite direttamente dagli apporti del bacino idrografico padano nonché dagli apporti dei bacini costieri, sono maggiormente interessate da fenomeni di eutrofizzazione. L'influenza e l'effetto dell'apporto veicolato dal fiume Po sull'area costiera, si evidenziano considerando anche il valore di salinità che si abbassa notevolmente lungo la fascia costiera rispetto al mare aperto; inoltre la grande massa di acqua dolce immessa dal fiume Po (1500 m<sup>3</sup>/sec come media annuale nel lungo periodo), rappresenta il motore e l'elemento caratterizzante del bacino dell'Adriatico nord-occidentale, in grado di determinare e condizionare gran parte dei processi trofici e distrofici nell'ecosistema costiero (Figura 2).



**Figura 2 - Modello di distribuzione del gradiente degli inquinanti e dei fattori nutritivi veicolati dal bacino Padano e dai bacini costieri**

Dall'analisi della stima dei contributi di provenienza regionale di azoto e fosforo, emerge che la zona costiera individuata tra il delta del Po e Ravenna riceve un contributo equivalente a 7500 ton/anno di azoto e 294 ton/anno di fosforo. Questi rappresentano, rispettivamente, il 66.5% e il 62.2% del carico totale annuale di questi due elementi sversati dall'insieme dei bacini fluviali della Regione (da Idrovora Bonello al Tavollo). Questi carichi non considerano il contributo che deriva dalla restante parte del bacino padano che supera di gran lunga l'apporto sversato dai soli fiumi dell'Emilia-Romagna (vedi Figura 3).



**Figura 3 - Carichi di fosforo (diagramma a sinistra) e di azoto (diagramma a destra) sversati dalle varie immissioni lungo la costa (totale annuo)**

## **2.2.2 La qualità delle acque marino costiere**

Le attività di monitoraggio attuate dal 1980 hanno consentito di delineare la distribuzione lungo la costa degli elementi eutrofizzanti e degli effetti distrofici conseguenti, discriminando le aree maggiormente interessate dai processi eutrofici, anossici e ipossici che mostrano una grande variabilità stagionale.

Nelle stagioni di autunno, inverno e primavera la fascia costiera risulta divisa in due parti. Lo dimostrano le distribuzioni spaziali, da costa fino a 10 km verso il largo, di salinità, nitrati, considerati come traccianti, e di clorofilla "a" e indice trofico TRIX quali indicatori rispettivamente di biomassa microalgale e di stato trofico.

La prima parte corrisponde alla zona settentrionale dove le concentrazioni di nutrienti assumono valori più elevati rispetto alla zona centro-meridionale. La seconda, che si estende da Ravenna a Cattolica, presenta condizioni di stato ambientale che tendono ad uniformarsi per quanto riguarda gli indicatori di stato trofico, ma con valori più bassi rispetto alla zona settentrionale.

Nel periodo estivo, se si verifica una condizione di riduzione degli apporti dal bacino padano ed in seguito alla modificazione della circolazione delle masse d'acqua, il miglioramento dello stato qualitativo ambientale interessa anche le zone del ferrarese, mentre i processi eutrofici si localizzano nella zona a ridosso del delta del fiume Po.

L'area settentrionale dell'Emilia-Romagna è soggetta maggiormente allo sviluppo di stati anossici/ipossici nel periodo estivo/autunnale rispetto alla restante area costiera. Infatti la formazione di anossie negli strati prossimi al fondale è in stretta correlazione con la biomassa microalgale e alle condizioni al contorno favorevoli, rappresentate da scarsa dinamicità delle masse d'acqua e da situazioni meteo-marine stabili.

In altre parole poiché nella parte settentrionale, Goro-Ravenna le manifestazioni di stato eutrofico e di fioriture microalgali sono più marcate, anche gli eventi distrofici conseguenti si manifestano più frequentemente.

## **2.2.3 La circolazione geostrofica e le discontinuità strutturali della fascia litoranea**

In una zona costiera dove l'influenza degli apporti fluviali è dominante e le stratificazioni in temperatura e densità sono rilevanti, l'informazione del campo di temperatura e salinità possono essere tradotte in quella del campo di velocità associato alle correnti cosiddette "geostrofiche". La parola viene dal greco e significa "terra che gira": infatti per ottenere una relazione tra temperatura, salinità e correnti si suppone che i gradienti di questi due parametri inducano un campo di velocità che risente degli effetti della rotazione terrestre. Questo bilancio impone che nell'emisfero nord la circolazione sia antioraria attorno alle zone di bassa pressione, ovvero ciclonica, mentre al contrario attorno alle zone di alta pressione la circolazione sia oraria, ovvero anticiclonica.

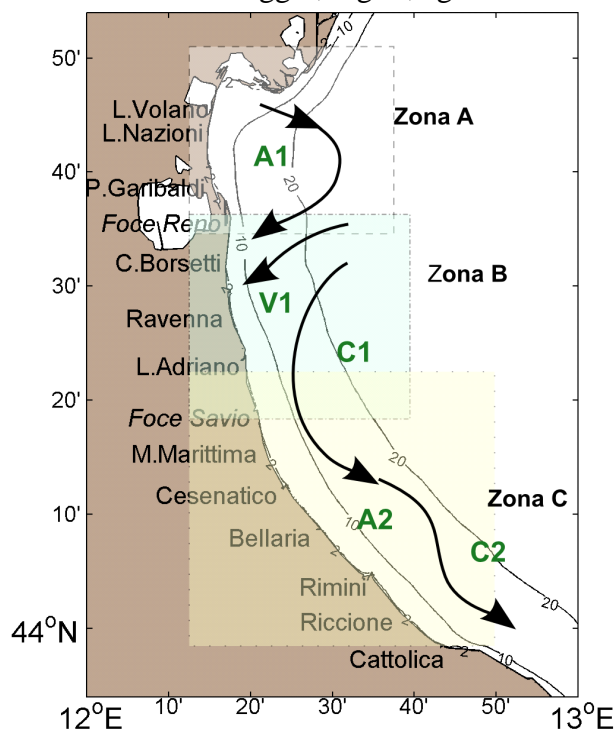
La struttura più importante che emerge per tutti i mesi, anche se con diversa intensità, è una separazione netta dei regimi di circolazione tra la regione a nord e a sud dell'area tra Ravenna e Lido Adriano. In generale si può dire che la circolazione a nord di Ravenna è molto variabile durante l'anno e si riversa in direzione tra l'inverno e l'estate, mentre a sud la corrente è pressoché invariata in direzione durante l'anno ed è generalmente verso sud. Nella regione centrale attorno a Ravenna le correnti possono essere deboli e verso il largo (come nel caso di gennaio e dicembre) o deboli ma verso costa (come nel caso di settembre e ottobre).

La circolazione a Nord di Ravenna è caratterizzata da un campo di velocità diretto verso il largo sotto la foce del Po (nella zona antistante il Lido di Volano e il Lido delle Nazioni) che si richiude a nord di Ravenna con correnti verso costa. Queste due correnti opposte sono generalmente disconnesse ma ci sono mesi, quali quelli di aprile, maggio, giugno, dove si può chiaramente vedere

che le correnti verso il largo e verso costa si connettono, quasi chiudendosi ad anello, producendo lungo la batimetria dei 10-20 metri una corrente verso sud. Questo anello è comunemente chiamato in oceanografia vortice ed in particolare in questo caso, vortice anticiclonico; non è sempre presente e la circolazione mostra cambiamenti repentini di direzione nei vari mesi. Tra febbraio e marzo la corrente in questa area ha direzioni opposte, indicando ancora una volta un regime idrodinamico assai variabile ed instabile.

Data l'importanza che questo tipo di circolazione può avere sui fenomeni eutrofici della zona costiera è necessario concentrarsi sulla circolazione dei mesi estivi di luglio, agosto e settembre. A luglio e settembre le correnti sono generalmente prossime alla costa e limitano, verso costa, una zona di alta temperatura e bassa salinità che può condurre a fenomeni distrofici, non rari in queste aree. Questa circolazione può essere vista come il bordo del vortice che è però così accostato che non riesce a chiudersi lungo la costa e tende a confinare le acque calde e poco salate; la circolazione in agosto è leggermente più "aperta" ovvero di scambio tra la costa ed il mare aperto anche se persiste una condizione di confinamento delle acque di tipo fluviale e ad alta temperatura verso la costa.

Nella zona a sud di Ravenna e Lido Adriano le correnti sono generalmente verso sud e dell'ordine di 5-10 cm/sec tutto l'anno. È questo un segmento della famosa corrente del nord Adriatico (WACC), che persiste tutto l'anno raggiungendo la massima intensità tra novembre e gennaio. Questo segmento di corrente è disconnesso dalla circolazione a nord di Ravenna eccetto che in novembre, settembre, agosto, giugno e febbraio, dove sembra formare una unica struttura a curve alternanti (o meandri), occludendo da un certo punto di vista la zona costiera dagli scambi con il mare aperto. Nella stessa area a sud di Ravenna vi sono mesi dove la componente della corrente lungo costa è decisamente molto debole (marzo e luglio) mentre la componente perpendicolare alla costa è molto forte come nel caso di maggio, luglio, agosto e settembre.



**Figura 4 - Schema della circolazione climatologica dell'Emilia-Romagna alla superficie**

Questa circolazione è indicativa di dinamiche di 'downwelling' lungo la costa, tipiche del regime di venti di questa area. Infatti il vento di Bora induce fenomeni di accumulo delle acque verso costa, seguiti da processi di sprofondamento e conseguente movimento verso il largo delle acque sul fondo.

In conclusione, lo schema riportato in Figura 4 mette in rilievo chiaramente che la zona costiera dell'Emilia Romagna è caratterizzata da tre aree, una a nord di Ravenna (area A), l'altra attorno a Ravenna fino a Lido Adriano (zona B) e la terza a sud di Lido Adriano (area C). Nella zona A esiste un vortice anticiclonico (chiamato A1 nella Figura 4) più o meno sviluppato nei vari mesi dell'anno. Nei mesi di aprile, maggio, agosto, novembre e dicembre il vortice è ben sviluppato ed è addossato alla costa.

Questo accostamento alla linea di costa lascia evidente solo una corrente verso sud con un meandro che rappresenta il lato orientale del vortice.

Nella zona B invece la corrente è quasi sempre diretta verso costa ( regime V1 nella Figura 4), fatta eccezione per i mesi di maggio, giugno, luglio e agosto dove la corrente è verso il largo. Questa regione è quella di transizione tra il regime anticiclonico prevalente a nord e quello della corrente intensificata verso sud. L'ipotesi che emerge dall'analisi di queste distribuzioni è che il vortice anticiclonico a nord, essendo più o meno sviluppato durante i diversi mesi dell'anno, possa creare situazioni idrodinamiche diverse che dipendono in larga parte dalla prossimità del vortice alla costa. La zona C è invece assai più stabile dal punto di vista delle strutture.

Le dighe foranee del Porto Canale di Ravenna, si estendono fino a 2.6 km verso il largo, sono perpendicolari alla costa e costituiscono una barriera fisica che separano le acque costiere dell'Emilia Romagna in due zone, una a nord e l'altra a sud di Ravenna (vedi Figura 5).



**Figura 5 - Estensione delle dighe foranee del Porto Canale di Ravenna**

#### **2.2.4 I corpi idrici**

I criteri per la tipizzazione dei corpi idrici (DM 131/08) consentono la caratterizzazione delle acque costiere con valori medi annuali di stabilità verticale, secondo le tre tipologie:

- alta stabilità:  $N \geq 0.3$
- media stabilità:  $0.15 < N < 0.3$
- bassa stabilità:  $N \leq 0.15$

Dalle elaborazioni dei dati di temperatura e salinità acquisiti sulla colonna d'acqua, è emerso che le stazioni costiere dell'Emilia-Romagna sono fortemente influenzate da apporti fluviali con valori medi di  $N$  variabili da  $3.39 \cdot 10^{-1}$  e  $4.21 \cdot 10^{-1}$ , quindi tutta la fascia ricade nella tipologia "Alta stabilità".

Tale tipologia è giustificata non solo dalla formazione di termoclini nel periodo primaverile/autunnale, ma anche dalla presenza di aloclini/picnoclini determinati dai cospicui apporti di acque dolci sversate in particolare dal fiume Po.

Associando i criteri geomorfologici (costa sabbiosa e pianura alluvionale), con quelli idrologici (alta stabilità) risulta che l'intera fascia costiera dell'Emilia-Romagna appartiene alla tipo "E1".

La fase successiva è stata quella di individuare i corpi idrici ovvero le unità a cui fare riferimento per la verifica della conformità con gli obiettivi ambientali definiti nel D.Lgs152/06.

La loro corretta identificazione è di particolare importanza, in quanto gli obiettivi ambientali e le misure necessarie per raggiungerli si applicano in base alle caratteristiche e alle criticità dei singoli "corpi idrici". L'identificazione deve permettere un'accurata descrizione dello stato degli ecosistemi acquatici per consentire l'applicazione corretta degli obiettivi ambientali ed il loro perseguimento e raggiungimento come previsto dal D.Lgs152/06.

I corpi idrici relativi alle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna sono stati definiti sulla base dei seguenti criteri:

- pressioni esistenti: con particolare riferimento all'apporto e la quantificazione dei fattori di produttività diretta quali gli elementi nutritivi;
- differenze dello stato di qualità: la valutazione dello stato trofico delle acque costiere ed il suo andamento spazio-temporale, frequenza ed estensione delle condizioni anossiche ed ipossiche delle acque bentiche;
- circolazione delle masse d'acqua e discontinuità rilevanti nella struttura della fascia litoranea;
- giudizio degli esperti: monitoraggi poliennali sullo stato ambientale, climatologia dei parametri, distribuzione spazio-temporale delle variabili.

Per le acque marino costiere della regione Emilia-Romagna si individuano 2 Corpi Idrici (Figura 6). Il primo corpo idrico (CD1), si estende da Goro (delta Po) a Ravenna con una superficie di circa 96 km<sup>2</sup>, è influenzato dagli apporti sversati dal bacino padano e da quello del fiume Reno. Il secondo corpo idrico (CD2), si estende da Ravenna a Cattolica con una superficie pari a 202 km<sup>2</sup> e riceve il contributo dei bacini idrografici dei Fiumi Uniti, Savio e del Conca e Marecchia.

WGS84				
Vertici CD1 Goro-Ravenna	Distanza costa km	Profondità fondale m	Lat WGS84 (gg.ppdddd)	Lon WGS84 (gg.ppdddd)
A1	0.5	2.5	44.4786	12.1637
B1	3.0	4.5	44.4789	12.1867
C1	3.0	8.7	44.2985	12.1924
D1	0.5	3.5	44.2984	12.1705

WGS84				
Vertici CD2 Ravenna-Cattolica	Distanza costa km	Profondità fondale m	Lat WGS84 (gg.ppdddd)	Lon WGS84 (gg.ppdddd)
A2	0.5	2.8	44.2917	12.1711
B2	3.0	8.8	44.2971	12.1922
C2	3.0	10.5	43.5969	12.4585
D2	0.5	3.7	43.5820	12.4494



Figura 6 - Rappresentazione cartografica dei corpi idrici delle acque costiere marine dell'Emilia-Romagna

## **3 MONITORAGGIO AMBIENTALE E RISULTATI**

### **3.1 INTRODUZIONE**

La fascia costiera della regione Emilia-Romagna è dichiarata area sensibile (art. 91, D.Lgs 152/06) in quanto soggetta a fenomeni di eutrofizzazione. Per tale motivo i corpi idrici individuati e ripotati al Paragrafo 2.2.4 (CD1 e CD2) sono stati inizialmente identificati come corpi idrici a rischio ai quali è stato applicato il monitoraggio operativo come previsto dal D.260/10.

L'attività di monitoraggio è finalizzata alla valutazione dello stato di qualità ambientale delle acque marino costiere; tale valutazione si basa sull'analisi di elementi che definiscono lo stato ecologico e lo stato chimico.

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello stato ecologico sono:

- Elementi di Qualità Biologica (EQB);
- Elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB;
- Elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB;

Inquinanti specifici a sostegno degli EQB(tab. 1/B, 3/B D. 260/10).

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello stato chimico sono gli inquinanti specifici dell'elenco di priorità ricercati nell'acqua, nel sedimento e, facoltativamente, nei mitili (tab. 1/A, 2/A e 3/A D. 260/10).



## 3.2 RETE DI MONITORAGGIO, PARAMETRI E FREQUENZE

La rete di monitoraggio delle acque costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs 152/06 è costituita da 23 stazioni di indagine ubicate da Lido di Volano a Cattolica a varie distanze dalla costa (da 500 m fino 5.000 m). Nella Tabella 1 si riporta l'anagrafica delle stazioni di campionamento e in Figura 7 la rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio.

L'attività di monitoraggio effettuata nel 2013 è schematizzata in Tabella 2. Nello schema si riportano le stazioni di campionamento monitorate, gli elementi qualitativi utili alla definizione dello stato ecologico e dello stato chimico e relativa frequenza di indagine.

L'attività di monitoraggio nel 2013 è stata svolta in conformità a quanto previsto in tab. 3.7 del D.260/10 anche se con alcune integrazioni che verranno descritte di seguito.

**Tabella 1 – Rete di monitoraggio delle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs 152/06 e s.m.ei.**

Codice Stazione	Località	Corpo idrico	Distretto idrografico	Lat_ETRS89 fuso 32	Lon_ETRS89 fuso 32	Discosta (Km)	Prof (m)
2	Lido di Volano	CD1	Padano	4961763.238	757882.26	0.5	3.9
302	Lido di Volano	CD1	Padano	4961719.579	760388.963	3	6.7
4	Porto Garibaldi	CD1	Padano	4950505.149	758214.1	0.5	3.7
SFBC4	Porto Garibaldi	CD1	Padano	4950549.298	758404.497	1	3.8
304	Porto Garibaldi	CD1	Padano	4950615.542	760679.242	3	9.1
Tecno (Allevamento mitili "Tecnopesca")	Porto Garibaldi	CD1	Padano	4954970.09	761050.881	4.3	10.5
6	Casalborsetti	CD1	Appennino settentrionale	4938605.031	761386.573	0.5	5.2
306	Casalborsetti	CD1	Appennino settentrionale	4939083.479	763857.269	3	10.2
308	Marina di Ravenna	CD2	Appennino settentrionale	4930737.022	764101.26	3	8.1
9	Lido Adriano	CD2	Appennino settentrionale	4921820.87	764830.451	0.5	5.4
SFBC9	Lido Adriano	CD2	Appennino settentrionale	4922127.438	764749.257	1	6
309	Lido Adriano	CD2	Appennino settentrionale	4922354.262	767265.292	3	9.4
AngeCl (Piattaforma Angela 1-4 Cluster)	Foce Bevano	CD2	Appennino settentrionale	4920792.024	766340.098	1.95	7.5
14	Cesenatico	CD2	Appennino settentrionale	4901056.078	771826.786	0.5	3.1
SFBC14	Cesenatico	CD2	Appennino settentrionale	4901235.014	772277.659	1	3
314	Cesenatico	CD2	Appennino settentrionale	4902149.571	774037.947	3	8.3
Copra (Allevamento mitili "Copralmo")	Cesenatico	CD2	Appennino settentrionale	4901845.485	776859.42	4.9	9.5
17	Rimini	CD2	Appennino settentrionale	4886745.082	786995.037	0.5	4.3
317	Rimini	CD2	Appennino settentrionale	4888943.406	788150.232	3	9.9
19	Cattolica	CD2	Appennino settentrionale	4875519.162	800094.751	0.5	4.1
SFBC19	Cattolica	CD2	Appennino settentrionale	4875063.612	800210.425	2	3.5
319	Cattolica	CD2	Appennino settentrionale	4877575.705	801504.241	3	11
Ass_Cattol (Allevamento mitili "Assicurazione Produttori Cattolica")	Cattolica	CD2	Appennino settentrionale	4877699.172	800060.182	2.7	10.5



**Figura 7 - Rappresentazione cartografica della rete di monitoraggio delle acque marino costiere della regione Emilia-Romagna istituita ai sensi del D.Lgs152/06**

**Tabella 2 - Rappresentazione schematica dell'attività di monitoraggio eseguita ai sensi del D.Lgs 152/06: 2013**

		Elementi per lo stato ecologico					Elementi per lo stato chimico				
		Elementi di Qualità Biologica (EQB)		Elementi chim.-fis.	Elementi idromorfologici e chim.-fis.	Inquinanti specifici NON appartenenti all'elenco di priorità		Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità			Test ecotossicologici
		Fitoplancton	Macrozoobenthos			Tab. 1/B D.260/10	Tab. 3/B D.260/10	Tab. 1/A D.260/10	Tab. 2/A D.260/10	Tab. 3/A D.260/10	
Frequenza di indagine	Quindicinale o Bimestrale	Semestrale	Quindicinale	In continuo Semestrale	Trimestrale	Semestrale	Mensile	Semestrale	Annuale	Annuale	
<b>Codice stazione di indagine</b>	2										
	302										
	4										
	SFBC4										
	304										
	Tecno (Allevamento "Tecnopesca")										
	6	Bimestrale									
	306	Bimestrale									
	308										
	9										
	SFBC9										
	309										
	AngeCl (Piattaforma Angela 1-4 Cl)										
	14										
	SFBC14										
	314										
	Copra (Allevamento "Coprarmo")										
	17	Bimestrale									
	317	Bimestrale									
	19										
SFBC19											
319											
Ass_Cattol (Allevamento "Assicurazione Prod. Cattolica")											

### 3.3 GLI ELEMENTI DI QUALITÀ DELLO STATO ECOLOGICO

La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici è effettuata al termine del secondo ciclo di monitoraggio operativo e valuta i risultati dell'attività di monitoraggio di 3 anni.

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello stato ecologico sono:

◆ Elementi di Qualità Biologica (EQB)

- composizione, abbondanza e biomassa del fitoplancton; segnalazione di fioriture di specie potenzialmente tossiche o nocive;
- composizione e abbondanza dei macroinvertebrati bentonici e segnalazione dei taxa sensibili;
- composizione, abbondanza e copertura dell'altra flora acquatica e segnalazione di taxa sensibili.

Nella costa emiliano romagnola, per l'assenza delle "altra flora acquatica" sono monitorati solo i primi due elementi biologici sopra elencati.

◆ Elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB

- profondità, morfologia del fondale, caratteristiche del sedimento (sostanza organica e granulometria), moto ondoso e regime correntometrico.

◆ Elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB

- trasparenza, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, nutrienti, clorofilla "a".

◆ Inquinanti specifici a sostegno degli EQB

- sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, ricercate nell'acqua e nel sedimento, di cui è stato accertato lo scarico nel corpo idrico in quantità significative (tab. 1/B e 3/B D. 260/10).

### 3.3.1 Elementi di Qualità Biologica (EQB)

Lungo la fascia costiera dell'Emilia-Romagna si ha in genere una scarsa presenza di macroalghe su substrati naturali e sono assenti le fanerogame marine. Il monitoraggio degli Elementi Qualitativi Biologici (EQB) è limitato quindi alla determinazione quali-quantitativa del fitoplancton e dei macroinvertebrati bentonici.

Il fitoplancton è valutato attraverso il parametro Clorofilla "a" misurato in superficie, scelto come indicatore della biomassa (vedi par. 3.3.2.d).

#### 3.3.1.a Fitoplancton

Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono 14 dislocate su 7 transetti perpendicolari alla costa (Lido di Volano, P. Garibaldi, Casalborgsetti, Lido Adriano, Cesenatico, Rimini e Cattolica) e distanti 0.5 e 3 km dalla linea di riva (vedi Tabella 1).

Il numero e l'ubicazione delle stazioni di indagine permettono di effettuare una valutazione sufficiente dell'ampiezza e dell'impatto generato (blooms algali) e delle pressioni esistenti sulla fascia costiera.

La frequenza di indagine è quindicinale in tutte le stazioni della rete di monitoraggio ad eccezione delle stazioni 6 e 306 di Casalborgsetti e 17 e 317 di Rimini per le quali la frequenza di indagine è bimestrale (vedi Tabella 2).

L'analisi qualitativa ha contemplato i principali gruppi tassonomici, Diatomee (Bacillariophyceae) e Dinoficee (Dinophyceae), all'interno dei quali si annoverano taxa potenzialmente responsabili di "fioriture". Vengono inoltre prese in considerazione sotto la voce "Altro fitoplancton" il fitoplancton marino appartenente alle classi delle Cloroficee, Euglenoficee, Criptoficee, Crisoficee, Rafidoficee, Prasinoficee, Primmesioficee, Dictiocoficee e tutti quegli organismi appartenenti al nano-fitoplancton (con dimensione maggiore tra 2 e 20  $\mu\text{m}$ ) di difficile identificazione al microscopio ottico. Questi ultimi rappresentano una frazione elevata della popolazione microalgale totale che, in determinate occasioni, generano blooms, con conseguente alterazione delle caratteristiche delle acque.

In Tabella 3 si riporta la lista floristica dei taxa prevalenti riscontrati durante le campagne di monitoraggio in tutte le stazioni mentre in Tabella 4 si riportano tutti i taxa identificati nel 2013.

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

- Abbondanza (cell/l) e composizione di Diatomee;
- Abbondanza (cell/l) e composizione di Dinoflagellate;
- Abbondanza (cell/l) di Altro fitoplancton;

Sono inoltre segnalati gli eventi di fioriture di specie potenzialmente tossiche o nocive.

Le analisi quantitative dei popolamenti fitoplanctonici nelle acque marine permettono di valutare la produttività primaria del sistema. Questo dato ci fornisce un elemento importante nella valutazione dello stato qualitativo dell'ecosistema, perché l'abbondanza del fitoplancton influisce su altrettanti parametri fisico-chimici delle acque come le concentrazioni di ossigeno disciolto, la variazione della trasparenza ed il pH.

### **Diatomee**

Analizzando gli andamenti annuali delle abbondanze delle Diatomee nelle stazioni sottocosta (Figura 8), riferiti al 2013 si nota quanto segue: in CD1 i valori si mantengono elevati da fine inverno fino ad autunno (in particolare stazioni 2 e 4) mentre in CD2 e nella stazione 6 si rilevano abbondanze inferiori con i massimi registrati tra fine inverno e primavera.

In Figura 9 si riportano le medie stagionali per corpo idrico dove i valori più elevati risultano in primavera, seguiti da quelli invernali, estivi ed infine autunnali. In Figura 10 le medie annuali nelle stazioni a 0,5 km presentano i valori maggiori solo nelle stazioni 2,4,19. I taxa più rappresentativi in ordine di frequenza sono rispettivamente *Chaetoceros* spp., *Skeletonema* spp., *Pseudonitzschia* spp., *Lioloma pacificum* e *Thalassionema* spp. Invece se calcoliamo il numero totale di cellule sul totale delle rilevazioni, i taxa più rappresentativi sono rispettivamente *Cyclotella* spp. ( $11 \times 10^6$  cell/l registrate in un solo evento), *Skeletonema* spp., *Chaetoceros* spp., *Dactyliosolen fragilissimus*, e *Bacteriastrum* spp.

### **Dinoficee**

Per quanto riguarda gli andamenti annuali delle abbondanze nelle stazioni sottocosta della classe delle Dinoficee (Figura 8), i valori massimi si limitano a due episodi rispettivamente in aprile e maggio in CD2 mentre in CD1 si registrano sempre due episodi ma a distanza di un mese rispetto a quelli rilevati in CD2.

In Figura 9 si riportano le medie stagionali per corpo idrico dove i valori più elevati risultano in primavera, seguiti da quelli estivi, autunnali ed infine invernali. In Figura 10 le medie annuali nelle stazioni a 0,5 e 3 km presentano i valori maggiori sempre nelle stazioni a 0.5 km, ad eccezione della stazione 14; i valori medi maggiori sono riscontrati nella stazione 4 e nella stazione 19.

Non si segnalano per l'anno in esame eventi di maree colorate consistenti e protratte nel tempo riconducibili a Dinoficee. Le abbondanze più elevate registrate sono state a carico di *Prorocentrum minimum* limitatamente alle stazioni più settentrionali (2 e 4) ed in un caso nella stazione 314.

I taxa più rappresentativi in ordine di frequenza sono rispettivamente *Gyrodinium* spp., *Protoperidinium bipes*, *Prorocentrum minimum* e *Prorocentrum micans*.

Invece se calcoliamo il numero totale di cellule sul totale delle rilevazioni i taxa più rappresentativi sono rispettivamente *Prorocentrum minimum*, *Gonyaulax spinifera*, *Oxytoxum* spp. e *Scrippsiella* spp.

### **Altri fitoflagellati**

Gli Altri fitoflagellati ed in particolare il nanoplancton, rispondono bene ed in tempi brevi agli input di nutrienti da terra in concomitanza di apporti cospicui di acqua dolce in mare. Gli andamenti annuali e le abbondanze rilevate sottocosta (500 m) (Figura 8) mostrano per questo gruppo una distribuzione spaziale omogenea con valori di abbondanza piuttosto costanti durante tutto l'anno.

Il corpo idrico CD1 risente di più della presenza di questa componente fitoplanctonica con evidenti massimi di abbondanza in primavera ed estate rispettivamente nelle stazioni 4 e 2 (Figura 9). In Figura 10 si riportano le medie annuali nelle stazioni a 0,5 e 3 km che evidenziano un costante gradiente negativo da nord a sud con l'unica eccezione della stazione 317 che presenta valori paragonabili a quelli riscontrati nelle stazioni più settentrionali.

**Tabella 3 - Lista floristica dei taxa prevalenti riscontrati nel 2013**

Classe	Taxa	Autore
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrum</i> spp.	Shadbolt, 1854
Bacillariophyceae	<i>Cerataulina pelagica</i>	(Cleve) Hendey, 1937
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyceae	<i>Cyclotella</i> spp.	(Kützing) Brebisson, 1838
Bacillariophyceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg)reimann & j. C. Lewin, 1964
Bacillariophyceae	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	(Bergon) Hasle, 1996
Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyceae	<i>Lioloma pacificum</i>	(Cupp) Hasle, 1996
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> spp.	Hassall, 1845
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp. del <i>Nitzschia seriata</i> complex	Hasle, 1965
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Bacillariophyceae	<i>Thalassionema</i> spp.	Grunow ex Mereschkowsky, 1902
Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira</i> spp.	Cleve, 1873
Dinophyceae	<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960
Dinophyceae	<i>Ceratium furca</i>	(Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1841
Dinophyceae	<i>Dinophysis caudata</i>	Saville - Kent, 1881
Dinophyceae	<i>Diplopsalis</i> group	Dodge, 1985
Dinophyceae	<i>Glenodinium</i> cf. <i>foliaceum</i>	F. Stein, 1883
Dinophyceae	Gonyaulacaceae indet.	Lindemann, 1928
Dinophyceae	<i>Gonyaulax spinifera</i>	(Claparède & Lachmann) Diesing, 1866
Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> spp.	Stein, 1878
Dinophyceae	<i>Gyrodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Katodinium</i> spp.	Fott, 1957
Dinophyceae	<i>Oxytoxum</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Polykrikos</i> spp.	Bütshli, 1873
Dinophyceae	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1834
Dinophyceae	<i>Prorocentrum minimum</i>	(Pavillard) J. Schiller, 1933
Dinophyceae	<i>Prorocentrum triestinum</i>	J. Schiller, 1918
Dinophyceae	<i>Protoperidinium bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium diabolus</i>	(Cleve) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> spp.	Bergh, 1882
Dinophyceae	<i>Scrippsiella</i> spp.	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965

**Tabella 4 - Lista floristica di tutti i taxa identificati nel 2013**

Classe	Taxa	Autore
Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i> spp.	Bory de Saint-Vincent, 1822
Bacillariophyceae	<i>Amphiprora</i> spp.	Ehrenberg, 1843
Bacillariophyceae	<i>Amphora</i> spp.	Ehrenberg ex Kützing, 1844
Bacillariophyceae	<i>Asterionella formosa</i>	Hassal, 1850
Bacillariophyceae	<i>Asterionella gracillima</i>	(Hantzsch) Heiberg, 1863
Bacillariophyceae	<i>Asterionella</i> spp.	Hassal, 1850
Bacillariophyceae	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	(Castracane) Round, 1990
Bacillariophyceae	<i>Asteromphalus</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira</i> cf. <i>granulata</i>	(Ehrenberg) Simonsen, 1979
Bacillariophyceae	<i>Aulacoseira</i> spp.	Thwaites, 1848
Bacillariophyceae	<i>Bacillaria</i> spp.	J. F. Gmelin, 1791
Bacillariophyceae	<i>Bacteriastrum</i> spp.	Shadbolt, 1854
Bacillariophyceae	<i>Bellerochea malleus</i>	Van Heurck, 1885
Bacillariophyceae	<i>Biddulphia</i> spp.	S. F. Gray, 1821
Bacillariophyceae	<i>Cerataulina pelagica</i>	(Cleve) Hendey, 1937
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros</i> spp.	Ehrenberg, 1844
Bacillariophyceae	<i>Chaetoceros tortissimus</i>	H.H.Gran
Bacillariophyceae	<i>Cocconeis</i> spp.	Ehrenberg, 1837
Bacillariophyceae	<i>Corethron</i> spp.	Castracane, 1886
Bacillariophyceae	<i>Coscinodiscus</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyceae	<i>Cyclotella</i> spp.	(Kützing) Brebisson, 1838
Bacillariophyceae	<i>Cylindrotheca</i> cf. <i>closterium</i>	(Ehrenberg)reimann & j. C. Lewin, 1964
Bacillariophyceae	<i>Cylindrotheca closterium</i>	(Ehrenberg)reimann & j. C. Lewin, 1964
Bacillariophyceae	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	(Bergon) Hasle, 1996
Bacillariophyceae	<i>Dactyliosolen</i> spp.	Castracane, 1886
Bacillariophyceae	<i>Diploneis</i> spp.	Ehrenberg ex Cleve, 1894
Bacillariophyceae	<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Grunow, 1885
Bacillariophyceae	<i>Eucampia cornuta</i>	(Cleve) Grunow, 1883
Bacillariophyceae	<i>Eucampia</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Bacillariophyceae	<i>Fragilaria</i> spp.	Lyngbye, 1819
Bacillariophyceae	<i>Guinardia flaccida</i>	(Castracane) H. Peragallo, 1892
Bacillariophyceae	<i>Guinardia striata</i>	(Stolterfoth) Hasle, 1996
Bacillariophyceae	<i>Hemiaulus</i> cf. <i>sinensis</i>	Greville, 1865

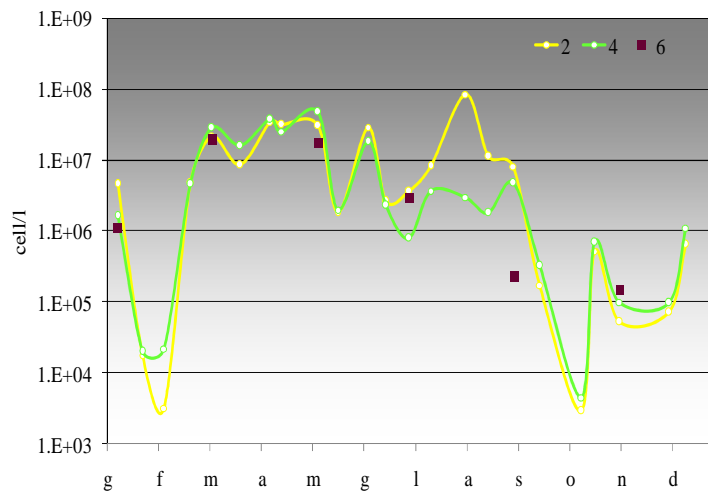
Classe	Taxa	Autore
Bacillariophyceae	<i>Hemiaulus hauckii</i>	Grunow ex Van Heurck, 1882
Bacillariophyceae	<i>Hemiaulus</i> spp.	Heiberg, 1863
Bacillariophyceae	<i>Lauderia borealis</i>	Gran, 1900
Bacillariophyceae	<i>Lauderia</i> sp.	Cleve, 1873
Bacillariophyceae	<i>Lauderia</i> spp.	Cleve, 1873
Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus danicus</i>	Cleve, 1889
Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus minimus</i>	Gran, 1915
Bacillariophyceae	<i>Leptocylindrus</i> spp.	Cleve, 1889
Bacillariophyceae	<i>Licmophora</i> spp.	C. Agardh, 1827
Bacillariophyceae	<i>Lioloma pacificum</i>	(Cupp) Hasle, 1996
Bacillariophyceae	<i>Lioloma</i> spp.	Hasle, 1997
Bacillariophyceae	<i>Melosira</i> cf. <i>moniliformis</i>	(O.F. Müller) C. Agardh, 1824
Bacillariophyceae	<i>Melosira distans</i>	(Ehrenberg) Kützing, 1844
Bacillariophyceae	<i>Melosira</i> spp.	C. Agardh, 1824
Bacillariophyceae	<i>Navicula</i> spp.	Bory de Saint - Vincent, 1822
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia longissima</i>	(Brébisson) Ralfs, 1861
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia reversa</i>	W. Smith
Bacillariophyceae	<i>Nitzschia</i> spp.	Hassall, 1845
Bacillariophyceae	<i>Paralia</i> spp.	Heiberg, 1863
Bacillariophyceae	<i>Paralia sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve, 1873
Bacillariophyceae	<i>Pinnularia</i> spp.	Ehrenberg, 1843
Bacillariophyceae	<i>Plagiotropis</i> spp.	Pfitzer, 1871
Bacillariophyceae	<i>Pleurosigma</i> spp.	W. Smith, 1852
Bacillariophyceae	<i>Proboscia alata</i>	(Brightwell) Sundström, 1986
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	H. Paragallo, 1900
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> del <i>Nitzschia delicatissima</i> Complex	Hasle, 1964
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia</i> del <i>Nitzschia seriata</i> Complex	Hasle, 1965
Bacillariophyceae	<i>Pseudosolenia calcar-avis</i>	(Schultze) B. G. Sundström, 1986
Bacillariophyceae	<i>Rhizosolenia</i> spp.	Brightwell, 1858
Bacillariophyceae	<i>Rhoicosphenia</i> spp.	Grunow, 1860
Bacillariophyceae	<i>Skeletonema</i> spp.	Greville, 1865
Bacillariophyceae	<i>Synedra</i> spp.	Ehrenberg, 1830
Bacillariophyceae	<i>Tabellaria</i> spp.	Ehrenberg ex Kützing, 1844
Bacillariophyceae	<i>Thalassionema</i> cf. <i>frauenfeldii</i>	(Grunow) Hallegraeff, 1986
Bacillariophyceae	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	(Grunow) Mereschkowsky
Bacillariophyceae	<i>Thalassionema</i> spp.	Grunow ex Mereschkowsky, 1902
Bacillariophyceae	<i>Thalassiosira</i> spp.	Cleve, 1873
Bacillariophyceae	<i>Thalassiothrix</i> spp.	Cleve & Grunow, 1880
Bacillariophyceae	Bacillariaceae indet.	J. F. Gmelin, 1791
Bacillariophyceae	Bacillariales indet.	
Bacillariophyceae	Bacillariophyceae centriche indet.	
Bacillariophyceae	Bacillariophyceae pennate indet.	
Bacillariophyceae	Naviculacea indet.	Kützing, 1844
Bacillariophyceae	Pleurosigmataceae indet.	Mereschowsky, 1903
Bacillariophyceae	Rhizosoleniaceae indet.	De Toni, 1890
Chlorophyceae	<i>Ankistrodesmus</i> spp.	Corda, 1838
Chlorophyceae	<i>Coelastrum reticulatum</i>	(P.A. Dangeard) Senn, 1899
Chlorophyceae	<i>Coelastrum</i> spp.	Nägeli, 1849
Chlorophyceae	<i>Pediastrum</i> spp.	Meyen, 1829
Chlorophyceae	<i>Scenedesmus</i> spp.	Meyen, 1829
Conjugatophyceae	<i>Mougeotia</i> spp.	C. Agardh, 1824
Conjugatophyceae	<i>Staurastrum</i> spp.	Meyen ex Ralfs, 1848
Conjugatophyceae	Zygnemataceae indet.	Kützing, 1843
Cryptophyceae	<i>Cryptomonas</i> spp.	Ehrenberg, 1831
Cryptophyceae	Cryptophyceae indet.	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Cyanophyceae	<i>Merismopedia</i> spp. (colonie)	Meyen, 1839
Cyanophyceae	<i>Oscillatoria</i> spp. (colonie)	Vaucher ex Gomont, 1892
Cyanophyceae	Cyanophyceae indet.	Schaffner, 1909
Cyanophyceae	Cyanophyceae indet. (colonie)	Schaffner, 1909
Cyanophyceae	Nostocales indet. (colonie)	Cavalier-Smith, 2002
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha antarctica</i>	Lohmann, 1919
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> cf. <i>fibula</i>	Ehrenberg, 1839
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> cf. <i>staurodon</i>	Ehrenberg, 1844
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha crux</i>	Ehrenberg, 1840
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha fibula</i>	Ehrenberg, 1839
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> sp.	Ehrenberg, 1837
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha speculum</i>	Ehrenberg, 1839
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> spp.	Ehrenberg, 1837
Dictyochophyceae	<i>Dictyocha staurodon</i>	Ehrenberg, 1844
Dictyochophyceae	<i>Octactis</i> cf. <i>octonaria</i>	(Ehrenberg) Hovasse, 1946
Dictyochophyceae	<i>Octactis octonaria</i>	(Ehrenberg) Hovasse, 1946
Dictyochophyceae	Dictyochophyceae indet.	P.C.Silva, 1980
Dinophyceae	<i>Akashiwo sanguinea</i>	(K. Hirasaka) G. Hansen & Ø. Moestrup, 2000



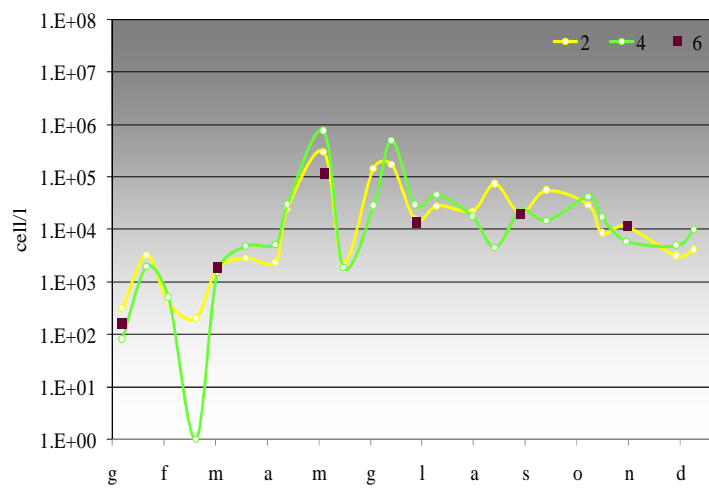
Classe	Taxa	Autore
Dinophyceae	<i>Alexandrium cf. minutum</i>	Halim, 1960
Dinophyceae	<i>Alexandrium cf. pseudogonyaulax</i>	(Biecheler) Horiguchi ex Kita & Fukuyo, 1992
Dinophyceae	<i>Alexandrium insuetum</i>	D.M. Anderson, A.W. White & D.G. Baden, 1985
Dinophyceae	<i>Alexandrium minutum</i>	Halim, 1960
Dinophyceae	<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	(Biecheler) Horiguchi ex Kita & Fukuyo, 1992
Dinophyceae	<i>Alexandrium</i> spp.	Halim, 1960
Dinophyceae	<i>Amphidiniopsis</i> spp.	Woloszynska, 1928
Dinophyceae	<i>Blepharocysta</i> spp.	Ehrenberg, 1873
Dinophyceae	<i>Ceratium candelabrum</i>	(Ehrenberg) Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. extensum</i>	(Gourret) Cleve-Euler, 1900
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1840
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. macroceros</i>	(Ehrenberg) Vanhöffen, 1897
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. minutum</i>	E. G. Jørgensen, 1920
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. pentagonum</i>	Gourret, 1883
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. pulchellum</i>	Schröder, 1906
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. setaceum</i>	e.G. Jørgensen, 1911
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. trichoceros</i>	(Ehrenberg) W. S. Kent, 1881
Dinophyceae	<i>Ceratium cf. tripos</i>	(O. F. Müller) Nitzsch, 1817
Dinophyceae	<i>Ceratium furca</i>	(Ehrenberg) Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Ceratium fusus</i>	(Ehrenberg) Dujardin, 1841
Dinophyceae	<i>Ceratium</i> spp.	Schrank, 1793
Dinophyceae	<i>Ceratium strictum</i>	(kofoid) E. G. Jørgensen, 1906
Dinophyceae	<i>Ceratium trichoceros</i>	(Ehrenberg) W. S. Kent, 1881
Dinophyceae	<i>Ceratium tripos</i>	(O. F. Müller) Nitzsch, 1817
Dinophyceae	<i>Cochlodinium</i> spp.	Schütt, 1896
Dinophyceae	<i>Dinophysis acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Dinophysis caudata</i>	Saville - Kent, 1881
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. acuminata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. hastata</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. ovum</i>	Schütt, 1895
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. parva</i>	Schiller 1928
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. rotundata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Dinophysis cf. sacculus</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Dinophysis fortii</i>	Pavillard, 1923
Dinophyceae	<i>Dinophysis ovum</i>	Schütt, 1895
Dinophyceae	<i>Dinophysis rotundata</i>	Claparède & Lachmann, 1859
Dinophyceae	<i>Dinophysis sacculus</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Dinophysis</i> spp.	Ehrenberg, 1839
Dinophyceae	<i>Diplopsalis</i> group	Dodge, 1985
Dinophyceae	<i>Diplopsalis</i> spp.	Bergh, 1882
Dinophyceae	<i>Glenodinium cf. foliaceum</i>	F. Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Glenodinium</i> spp.	Ehrenberg, 1836
Dinophyceae	<i>Goniodoma polyedricum</i>	(Pouchet) J. Jørgensen, 1899
Dinophyceae	<i>Goniodoma</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	Gonyaulacaceae indet.	Lindemann, 1928
Dinophyceae	<i>Gonyaulax cf. digitale</i>	(Pouchet) Kofoid, 1911
Dinophyceae	<i>Gonyaulax cf. fragilis</i>	(Shütt) kofoid, 1911
Dinophyceae	<i>Gonyaulax digitale</i>	(Pouchet) Kofoid, 1911
Dinophyceae	<i>Gonyaulax fragilis</i>	(Shütt) kofoid, 1911
Dinophyceae	<i>Gonyaulax grindleyi</i>	Reinecke, 1967
Dinophyceae	<i>Gonyaulax polygramma</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Gonyaulax spinifera</i>	(Claparède & Lachmann) Diesing, 1866
Dinophyceae	<i>Gonyaulax</i> spp.	Diesing, 1866
Dinophyceae	<i>Gymnodinium impudicum</i>	(S.Fraga & I.Bravo) G.Hansen & Ø.Moestrup
Dinophyceae	<i>Gymnodinium</i> spp.	Stein, 1878
Dinophyceae	<i>Gyrodinium cf. spirale</i>	(Berg) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Gyrodinium</i> sp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Gyrodinium spirale</i>	(Berg) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Gyrodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Heterocapsa</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Karenia</i> spp.	G. Hansen & Moestrup, 2000
Dinophyceae	<i>Katodinium</i> spp.	Fott, 1957
Dinophyceae	<i>Kofoidinium</i> spp.	Pavillard, 1929
Dinophyceae	<i>Lingulodinium polyedrum</i>	(F. Stein) J.D. Dodge, 1989
Dinophyceae	<i>Micracanthodinium</i> spp.	Deflandre, 1937
Dinophyceae	<i>Noctiluca scintillans</i>	(Macartney) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Oblea rotunda</i>	(Lebour) Balech ex Sournia, 1973
Dinophyceae	<i>Oblea</i> spp.	Balech ex Loeblich jr. & Loeblich III, 1966
Dinophyceae	<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	Kofoid, 1926
Dinophyceae	<i>Oxytoxum cf. caudatum</i>	Schiller, 1937
Dinophyceae	<i>Oxytoxum cf. longiceps</i>	Schiller
Dinophyceae	<i>Oxytoxum milneri</i>	Murray & Whiting, 1899

Classe	Taxa	Autore
Dinophyceae	<i>Oxytoxum</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Peridinium quinquecorne</i>	Abè, 1927
Dinophyceae	<i>Podolampas palmipes</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Podolampas</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Polykrikos</i> spp.	Bütshli, 1873
Dinophyceae	<i>Preperidinium</i> spp.	Mangin, 1913
Dinophyceae	<i>Pronociluca</i> spp.	Fabre Domergue, 1889
Dinophyceae	<i>Prorocentrum</i> cf. <i>rhathymum</i>	Loeblich, Sherley & Schmidt, 1979
Dinophyceae	<i>Prorocentrum</i> cf. <i>triestinum</i>	J. Schiller, 1918
Dinophyceae	<i>Prorocentrum compressum</i>	(J.W. Bailey) Abè ex Dodge, 1975
Dinophyceae	<i>Prorocentrum lima</i>	(Ehrenberg) Stein, 1878
Dinophyceae	<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg, 1834
Dinophyceae	<i>Prorocentrum minimum</i>	(Pavillard) J. Schiller, 1933
Dinophyceae	<i>Prorocentrum rhathymum</i>	Loeblich, Sherley & Schmidt, 1979
Dinophyceae	<i>Prorocentrum</i> spp.	Ehrenberg, 1834
Dinophyceae	<i>Prorocentrum triestinum</i>	J. Schiller, 1918
Dinophyceae	<i>Protoperidinium bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>bipes</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>breve</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>conicum</i>	(Gran) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>depressum</i>	(Bailey) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>diabolus</i>	(Cleve) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>ovum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>pellucidum</i>	Bergh ex Loeblich Jr. & Loeblich III, 1881
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>steinii</i>	(Jorgensen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> cf. <i>subinerme</i>	(Paulsen) Loeblich III, 1969
Dinophyceae	<i>Protoperidinium conicum</i>	(Gran) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium depressum</i>	(Bailey) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium diabolus</i>	(Cleve) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium divergens</i>	(Ehrenberg) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium oceanicum</i>	(VanHöffen) balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium ovum</i>	(Schiller) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Protoperidinium pellucidum</i>	Bergh ex Loeblich Jr e Loeblich III, 1881
Dinophyceae	<i>Protoperidinium</i> spp.	Bergh, 1882
Dinophyceae	<i>Protoperidinium thorianum</i>	(Paulsen) Balech, 1974
Dinophyceae	<i>Pselodinium</i> spp.	Soumia, 1972
Dinophyceae	<i>Pselodinium vaubanii</i>	Soumia
Dinophyceae	<i>Pyrocystis lunula</i>	(J. Schütt) J. Schütt, 1896
Dinophyceae	<i>Pyrophacus horologium</i>	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Pyrophacus</i> spp.	Stein, 1883
Dinophyceae	<i>Scripsiella</i> spp.	Balech ex A. R. Loeblich III, 1965
Dinophyceae	<i>Spatulodinium</i> spp.	J. Cachon & M. Cachon, 1976
Dinophyceae	<i>Torodinium robustum</i>	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Torodinium</i> spp.	Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Torodinium teredo</i>	(Pouchet) Kofoid & Swezy, 1921
Dinophyceae	<i>Warnovia</i> spp.	Lindemann in Engler & Prantl, 1928
Dinophyceae	Dinophyceae indet.	F.E.Fritsch in G.S.West & F.E.Fritsch, 1927
Dinophyceae	Gonyaulacaceae indet.	Lindemann, 1928
Dinophyceae	Gymnodiniaceae indet.	Lindemann, 1928
Dinophyceae	Gymnodinales indet.	Apstein, 1909
Ebriophyceae	<i>Hermesinum adriaticum</i>	O. Zacharias, 1906
Ebriophyceae	<i>Ebria</i> spp.	Borgert, 1861
Ebriophyceae	<i>Ebria tripartita</i>	(J. Schumann) Lemmermann, 1899
Euglenophyceae	Euglenophyceae indet.	Schoenichen, 1925
Euglenophyceae	Eutreptiaceae indet.	Hollande, 1942
Prymnesiophyceae	<i>Chrysochromulina</i> spp.	Lackey, 1939
Raphidophyceae	Raphidophyceae indet.	Chadefaud ex P.C.Silva 1980
Trebouxiophyceae	<i>Actinastrum</i> spp.	Lagerheim, 1882

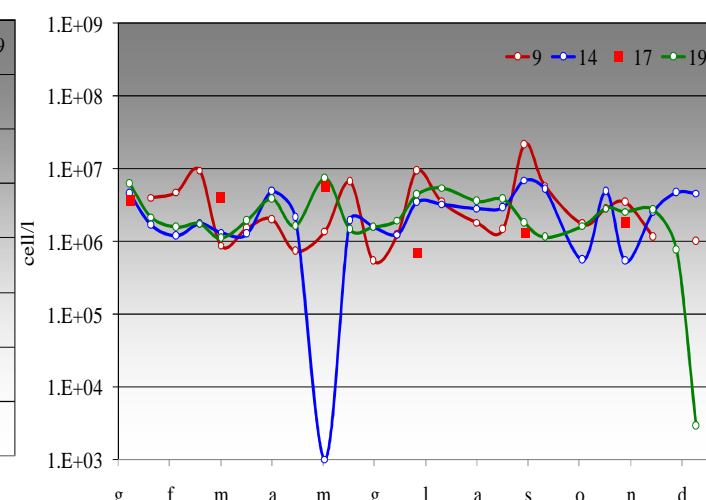
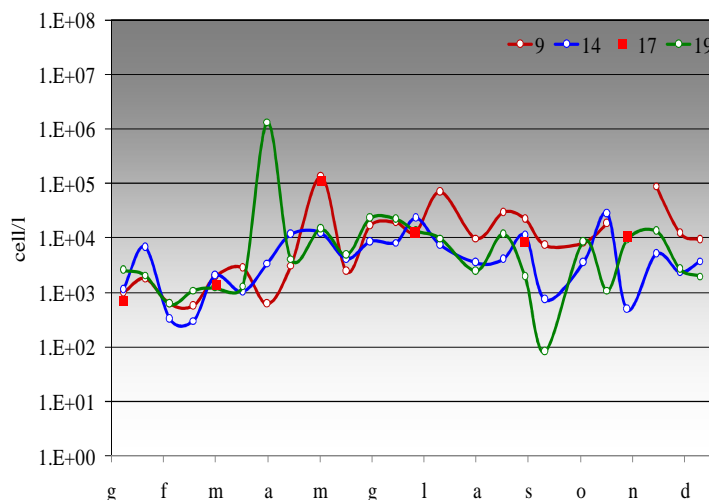
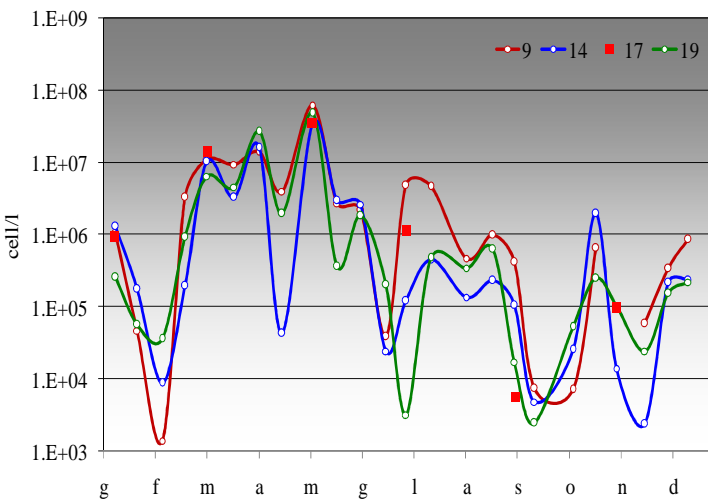
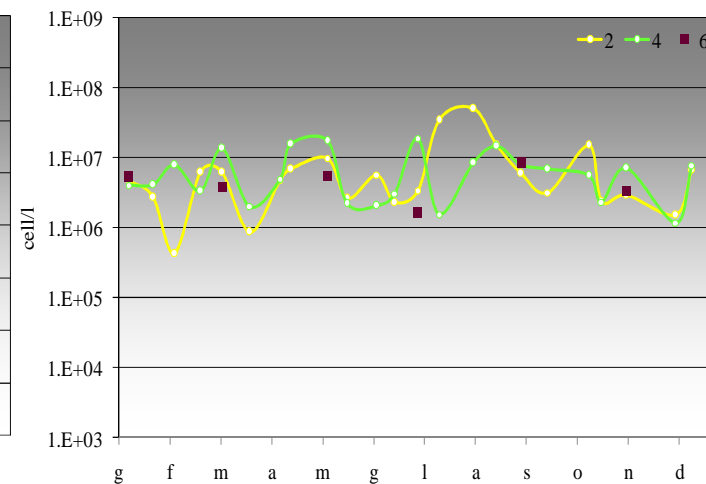
**Diatomee**



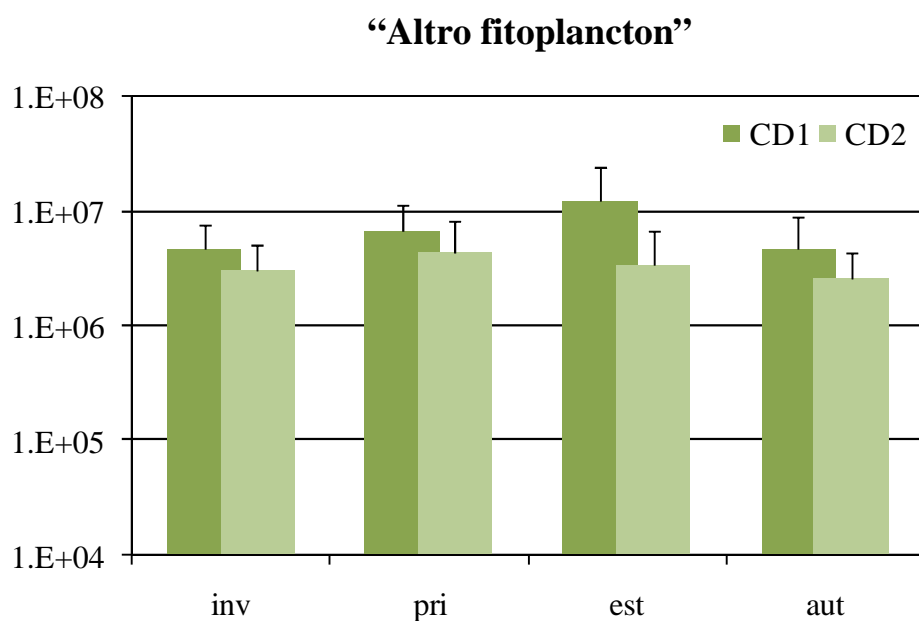
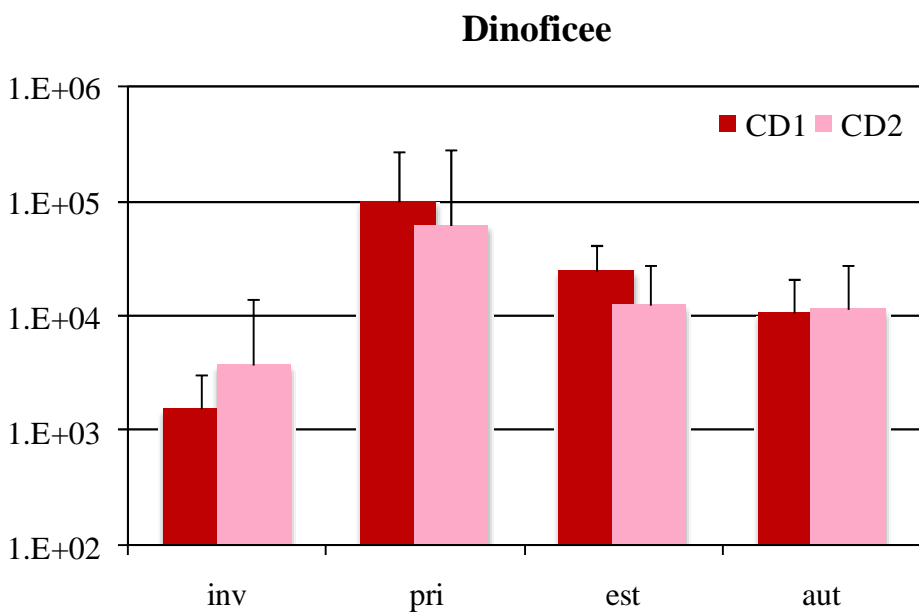
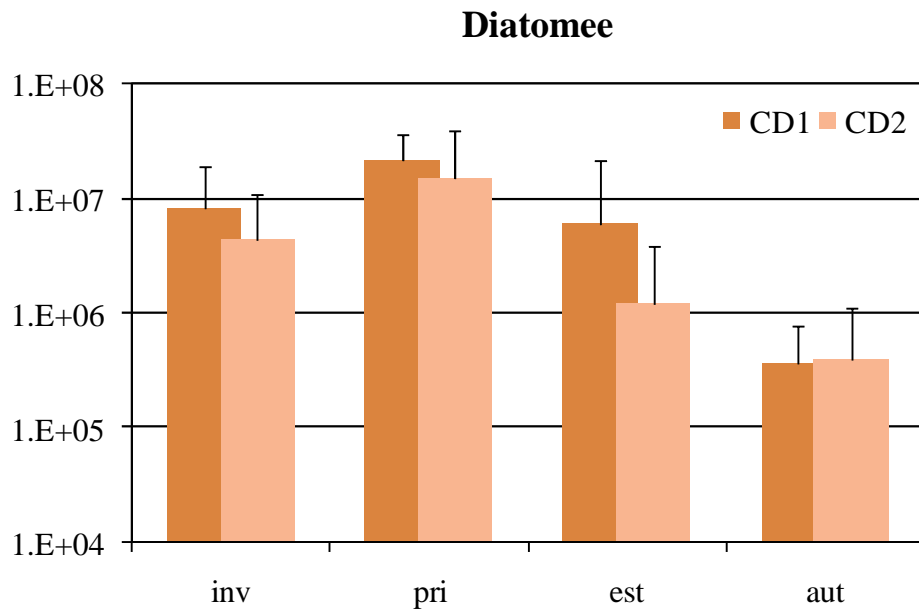
**Dinoficee**



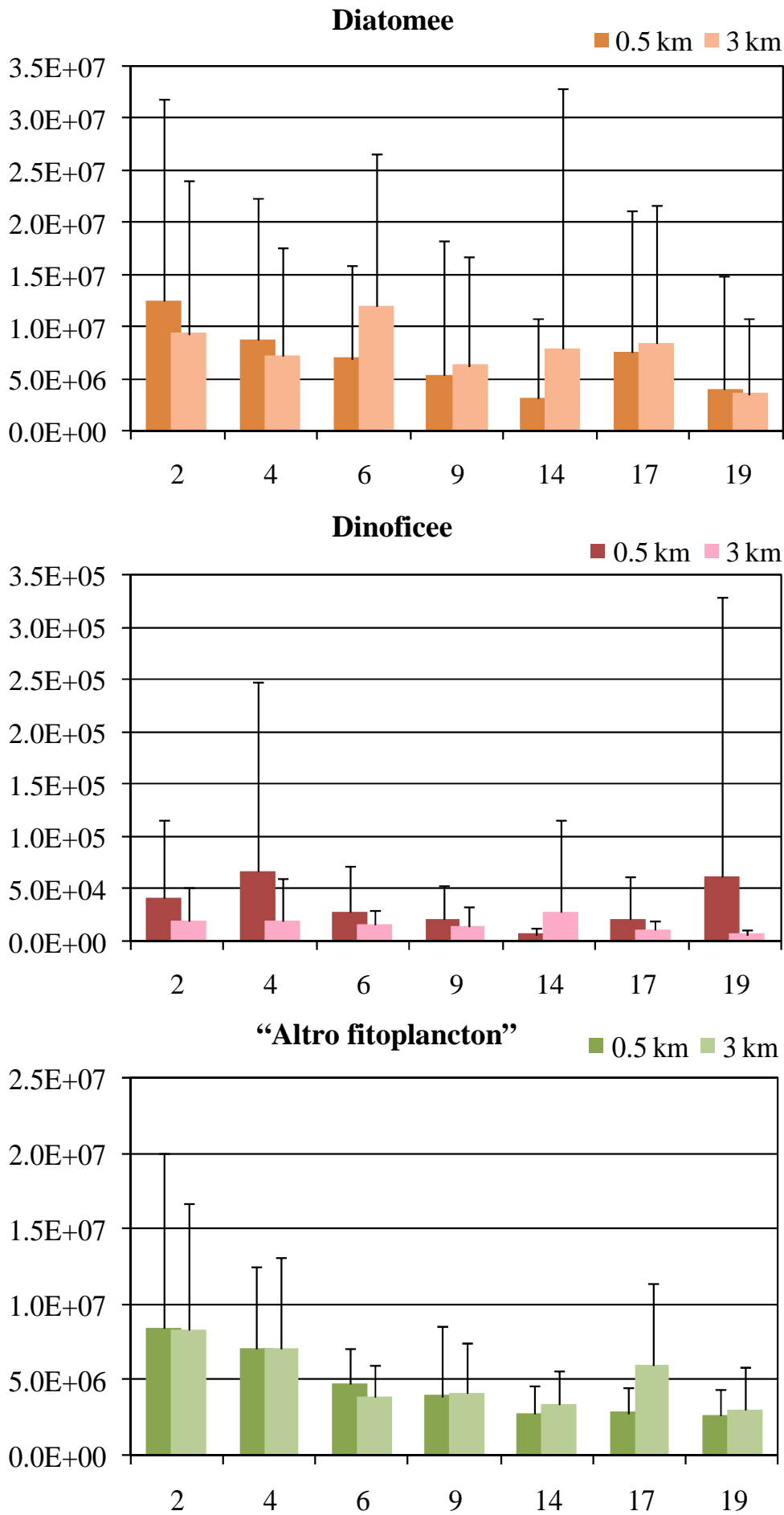
**Altro fitoplancton**



**Figura 8 - Andamenti annuali delle abbondanze delle Diatomee, Dinoficee e “Altro fitoplancton” nelle stazioni dei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 4, 6) e CD2 (stazioni 9, 14, 17, 19)**



**Figura 9 – Medie stagionali e deviazioni standard delle abbondanze delle Diatomee, Dinoficee e “Altro fitoplancton” nei corpi idrici CD1 e CD2**



**Figura 10 – Medie Annuali e deviazioni standard delle abbondanze delle Diatomee, Dinoficee e “Altro fitoplancton” nelle stazioni a 0.5 e 3 km**

### 3.3.1.b Macroinvertebrati bentonici

#### *Analisi quali-quantitativa della comunità*

Lo studio delle comunità macrobentoniche dei fondi marini viene soprattutto applicato nelle indagini degli ambienti perturbati, soggetti a diversi tipi di inquinamento o dei sistemi naturalmente ipossici. I lavori che ne emergono riguardano sia descrizioni delle variazioni della struttura delle comunità bentoniche in relazione ai gradi di alterazione ambientale, sia metodi in grado di stabilire, con maggior o minor efficacia, il grado di alterazione sulla base delle caratteristiche strutturali della comunità. Infatti gli organismi bentonici non potendo compiere grandi spostamenti sono sottoposti per tutto il proprio ciclo vitale alle condizioni ambientali più o meno perturbate presenti nella zona, mostrando di conseguenza gli effetti dell'esposizione prolungata a diversi fattori ambientali e di inquinamento. Tali effetti si manifestano alterando la fisionomia del popolamento sia in termini di composizione in specie, sia in termini di numero di specie e rapporti di abbondanza tra specie.

Le biocenosi sono delle associazioni di popolazioni di specie diverse che popolano lo stesso habitat e che interagiscono tra di loro e con l'ambiente fisico. Le biocenosi comprendono specie caratteristiche la cui presenza è di fondamentale importanza per la loro individuazione; di conseguenza la loro delimitazione è definita dalla composizione tra le specie caratteristiche esclusive e/o preferenziali e le accompagnatrici. La composizione granulometrica nonché le batimetrie sono condizioni necessarie ma non sufficienti alla individuazione delle biocenosi.

Vengono di seguito riportati i risultati riguardanti due biocenosi: quelle delle SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate, dal francese *Sables Fins Bien Calibrés*) e quella dei VTC (Fanghi Terrigeni Costieri, dal francese *Vases Terrigènes Côtières*).

Le biocenosi delle SFBC sono costituite da sedimento composto di sabbie fini generalmente sprovvisto di elementi grossolani come il detrito conchigliare. Questa è dominata soprattutto dal Phylum dei Molluschi e degli Anellidi (Policheti) seguiti dagli Artropodi (Crostacei), Cnidari e Echinodermi.

Le biocenosi dei VTC occupano aree sottoposte ad un basso regime idrodinamico in cui avviene la sedimentazione dei fanghi di origine terrigena.

La fascia più costiera delle VTC comprende la facies caratterizzata dal polichete *Owenia fusiformis*, specie ad ampia distribuzione ecologica.

Per la valutazione della dinamica della popolazione dei macroinvertebrati bentonici, il campionamento è effettuato sul substrato a biocenosi SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) che si trova entro la fascia di 1.0-1.5 km dalla costa e su quello a biocenosi VTC (Fanghi Terrigeni Costieri) presenti nelle stazioni a 3 km dalla costa.

La rete di monitoraggio è articolata in 8 stazioni collocate a circa 1 e 3 km dalla costa lungo i transetti di P. Garibaldi, L. Adriano, Cesenatico, Cattolica (vedi Tabella 1).

La frequenza di campionamento è semestrale (aprile, novembre).

Nelle Tabella 5 e Tabella 6 si riportano i risultati dell'analisi quali-quantitativa della comunità macrobentonica relativa alle biocenosi VTC e SFBC per il 2013.

L'anno 2013 ha mostrato in generale una sensibile diminuzione del numero di specie in entrambe le biocenosi rispetto agli anni passati:

Nella biocenosi delle VTC (Tabella 7) la stazione 319, come negli anni passati, ha mostrato il maggior numero di specie mentre la stazione 304 il minor numero.

Nella biocenosi delle SFBC (Tabella 7), la stazione 19 presenta il maggior numero di specie per il 2010 ed il 2011 (68 specie) mentre, la stazione 14 possiede il numero più alto di specie (41 specie), il minor numero di specie è stato trovato nella stazione 9 (17 specie).

Nel Phylum degli **ANELLIDA** sono stati ritrovati i seguenti taxon: *Ampharete acutifrons*, *Aricidea assimilis*, *Capitella capitata*, *Diopatra neapolitana*, *Eteone picta*, *Euclymene oerstedii*, *Eumida*

*sanguinea*, *Glycera alba*, *Glycera rouxii*, *Glycera tridactyla*, *Heteromastus filiformis*, *Magelona johnstoni*, *Maldane sarsi*, *Melinna palmata*, *Nephtys hombergi*, *Nephtys histricis*, *Onuphis eremita*, *Orbinia cuvieri*, *Owenia fusiformis*, *Pectinaria koreni*, *Pherusa monilifera*, *Phyllodoce indet.*, *Phyllodoce lineata*, *Polydora ciliata*, *Prionospio caspersi*, *Prionospio cirrifera*, *Sigalion mathildae*. Il polichete *Owenia fusiformis* è risultato essere il più abbondante nella comunità delle SFBC, mentre *Melinna palmata* è risultata la specie più abbondante nelle VTC. I policheti più frequenti sono risultati per entrambe le biocenosi: *Nephtys hombergi*, *Owenia fusiformis*, *Melinna palmata*.

Nel Phylum degli **ARTHROPODA** classe Crustacea sono state rinvenuti i seguenti taxon: *Ampelisca diadema*, *Ampelisca brevicornis*, *Ampelisca spinifer*, *Apeudes latreillii*, *Brachynotus gemellari*, *Carcinus aestuarii*, *Diogenes pugilator*, *Hippomedon massiliensis*, *Iphinoe serrata*, *Iphinoe tenella*, *Lepidepecreum longicorne*, *Leucothoe incisa*, *Liocarcinus vernalis*, *Photis* cfr. *longicaudata.*, *Megaluropus massiliensis*, *Orchomenella nana*, *Pariambus typicus*, *Perioculodes longimanus longimanus*, *Pseudocuma longicorne longicorne*, *Siphonocetes dellavallei*, *Upogebia tipica*. *Apeudes latreillii* è risultato essere il più abbondante nella comunità delle SFBC, mentre *Pariambus typicus* è risultato il più abbondante nelle VTC.

Il ritrovamento di organismi appartenenti al Phylum **CNIDARI** nelle biocenosi dei fondi mobili è piuttosto limitato essendo questi bisognosi di vivere adesi ad un substrato duro; pertanto si rinvencono epifiti su altri organismi (spesso conchiglie vuote sia di Bivalvi che di Gasteropodi).

In questo Phylum si è rinvenuto il taxon *Calliactis parasitica* solo nelle st. 4 e 14 delle SFBC.

Nel Phylum degli **ECHINODERMA** sono state ritrovati due taxon *Amphiura chiajei* e *Amphipholis squamata* nelle stazioni centro-meridionali.

Il Phylum delle **IDROIDOMEDUSE** non è stato ritrovato.

Nel Phylum dei **MOLLUSCHI** sono stati ritrovati i seguenti taxon: *Abra alba*, *Abra nitida*, *Acteon tornatilis*, *Anadara inaequalis*, *Anadara transversa*, *Bela nebula*, *Chamelea gallina*, *Corbula gibba*, *Cyclope neritea*, *Cylichna cylindracea*, *Donax semistriatus*, *Dosinia lupinus*, *Euspira macilenta*, *Lentidium mediterraneum*, *Mactra stultorum*, *Mytilus galloprovincialis*, *Nassarius mutabilis*, *Nassarius nitidus*, *Nassarius pygmaeus*, *Nucula nitidosa*, *Pharus legumen*, *Phaxas adriaticus*, *Philina aperta*, *Pitar rudis*, *Spisula subtruncata*, *Tellina nitida*, *Thracia papyracea*.

In entrambe le comunità la presenza dei filtratori (Bivalvi) risulta maggiore sia in termini di numero di specie che di individui rispetto a quella dei Gasteropodi. I Molluschi più abbondanti sono stati il bivalve *Chamelea gallina* nella st. 314 e *Corbula gibba* nella st. 309 nelle VTC e sempre *Chamelea gallina* nelle SFBC.

Il Phylum **PHORONIDA** è presente solo con il taxon *Phoronis psammophyla* nelle st. 4 e 319. Il Phylum dei **SIPUNCULA** è stato ritrovato con il taxon *Sipunculus nudus* in tutte le stazioni delle VTC e nella st.4 e st.19 delle SFBC; il taxon. *Golfingia* sp. è stato ritrovato solo nella st. 319 delle VTC.

**Tabella 5 - Numero di individui/m<sup>2</sup> per specie nelle stazioni considerate per le VTC**

CLASSI	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio				Dicembre				
				304	309	314	319	304	309	314	319	
ANELLIDA	AMPHARETIDAE	<i>Ampharete acutifrons</i>	Hessle, 1917	14.9								
		<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1869	1479.2	139.9	145.8	74.4	14.9	29.8	3.0		
	CAPITELLIDAE	<i>Heteromastus filiformis</i>	(Claparède, 1864)		41.7		68.5		11.9			17.9
	EUNICIDAE	<i>Eumida sanguinea</i>	Berthold, 1827		3.0				3.0			
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)		6.0	3.0			6.0	11.9		
	GLYCERIDAE	<i>Glycera rouxii</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833		6.0	6.0					3.0	
		<i>Glycera tridactyla</i>	Schmarda, 1861			6.0						
	MAGELONIDAE	<i>Magelona johnstoni</i>	Fiege, Licher & Mackie, 2000				6.0	6.0			3.0	3.0
	MALDANIDAE	<i>Euchymene oerstedii</i>	Claparède, 1863							6.0		
		<i>Maldane sarsi</i>	Malmgren, 1865			3.0						
	NEPHTYDÆ	<i>Nephtys hombergi</i>	Savigny, 1818	83.3	47.6	92.3	89.3	68.5	17.9	151.8	71.4	
	ONUPHIDAE	<i>Diopatra neapolitana</i>	Aouin & Milne-Edwards, 1833					62.5	3.0			
		<i>Onuphis eremita</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833	3.0		11.9				3.0		
	OWENIDAE	<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	3.0	101.2	1440.5	89.3	321.4	6.0	485.1	11.9	
	PARAONIDAE	<i>Aricidea assimilis</i>	Tebble, 1959				8.9					
PECTINARIIDAE	<i>Pectinaria koreni</i>	(Malmgren, 1866)				3.0	3.0					
PHYLLODOCIDAE	<i>Phyllococe</i> indet.	Savigny, 1818			3.0							
SIGALIONIDAE	<i>Sigalion mathildae</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1832							6.0			
SPIONIDAE	<i>Prionospio caspersi</i>	Laubier, 1962				35.7		3.0	101.2	71.4		
	<i>Prionospio cirrifera</i>	Wiren, 1883				937.5						
ARTHROPODA	AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca brevicornis</i>	(A. Costa, 1853)		6.0							
		<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853	6.0	23.8	14.9	38.7				3.0	
		<i>Orchomenella nana</i>	(Kroyer, 1846)							8.9	3.0	
	BODOTRIIDAE	<i>Iphinoe tenella</i>	J.O.Sars, 1878		3.0	23.8	17.9			53.6	8.9	
	CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i>	(Kroyer, 1844)	20.8	1455.4	5282.7	2574.4		11.9	9750.0	211.3	
	COROPHIIDAE	<i>Siphonocetes dellavallei</i>	Stebbing, 1899				3.0					
	GRAPSIDAE	<i>Brachynotus gemmellari</i>	(Rizza, 1827)					6.0				
	LEUCOTHOIDAE	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Bellan-Santini, 1965									14.9
		<i>Lepidepcreum longicorne</i>	(Bate & Westwood, 1861)				6.0					
		<i>Leucothoe incisa</i>	(Robertson, 1892)				3.0					
	OEDICEROTIDAE	<i>Perioculodes longimanus longimanus</i>	(Bate & Westwood, 1868)		3.0	14.9				3.0		
	PHOTIDAE	<i>Photis</i> cfr. <i>longicaudata</i>					3.0					
	PORTUNIDAE	<i>Carcinus aestuarii</i>	Nardo, 1847		3.0							
		<i>Liocarcinus vernalis</i>	(Risso, 1816)		3.0							
	PSEUDOCUMATIDAE	<i>Pseudocuma longicorne longicorne</i>	(Bate, 1858)		3.0	11.9						11.9
UPOGEBIIDAE	<i>Upogebia tipica</i>	(Nardo, 1869)					3.0					
ECHINODERMA	AMPHIURIDAE	<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)		3.0	3.0	20.8		6.0	3.0		
		<i>Amphiura chiajei</i>	Forbes, 1843			6.0	3.0					
MOLLUSCA	ARCIDAE	<i>Anadara inaequivalvis</i>	(Bruguère, 1789)	3.0	29.8		32.7		23.8	32.7		
		<i>Anadara transversa</i>	Say, 1822	6.0	56.5	38.7	6.0		56.5			
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	1142.9	1827.4	101.2	56.5	288.7	297.6	17.9	3.0	
	CYLICHNIDAE	<i>Cylichna cylindracea</i>	(Pennant, 1777)				3.0				11.9	
	MACTRIDAE	<i>Macra stultorum</i>	(Linné, 1758)	3.0	3.0							
		<i>Spisula subtruncata</i>	(Da Costa, 1778)				14.9					
	MYTILIDAE	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	(Lamarck, 1819)								3.0	
	NASSARIIDAE	<i>Nassarius mutabilis</i>	(Linné, 1758)	3.0			3.0		3.0	3.0		
		<i>Nassarius pygmaeus</i>	(Lamarck, 1822)	3.0								
	NATICIDAE	<i>Euspira macilenta</i>	(Philippi, 1844)				6.0		3.0			
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i>	(Winckworth, 1930)	41.7	50.6	3.0	38.7	14.9	8.9	3.0		
	PHARIDAE	<i>Pharus legumen</i>	(Linné, 1767)		6.0		3.0					
	SEMELIDAE	<i>Abra alba</i>	(Wood W., 1802)		17.9	20.8	3.0	3.0				
		<i>Abra nitida</i>	(Müller O.F, 1784)		3.0	6.0	3.0	8.9		8.9	3.0	
	TELLINIDAE	<i>Tellina nitida</i>	(Poli, 1795)		8.9	20.8	3.0	8.9		50.6		
VENERIDAE	<i>Chamelea gallina</i>	(Linné, 1758)		3.0	3645.8	3.0			264.9	3.0		
	<i>Dosinia lupinus</i>	(Linné, 1758)			20.8	3.0			6.0	3.0		
PHORONYDA	PHORONIDAE	<i>Phoronis psammophila</i>	Cori, 1889								3.0	
SIPUNCULA	GOLFINGIIDAE	<i>Golfingia</i> sp.					8.9					
	SIPUNCULIDAE	<i>Sipunculus nudus</i>	Linnaeus, 1766	20.8	6.0	8.9	3.0			3.0		



**Tabella 6 – Numero di individui/m<sup>2</sup> per specie nelle stazioni considerate per le SFBC**

CLASSI	FAMIGLIE	TAXON	AUTORE	Maggio				Dicembre				
				4	9	14	19	4	9	14	19	
ANNELLIDA	AMPHARETIDAE	<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1869		14,9	44,6			3,0	3,0		
	CAPITELLIDAE	<i>Capitella capitata</i>	(Fabricius, 1780)			3,0					17,9	
		<i>Heteromastus filiformis</i>	(Claparède, 1864)	8,9			6,0					
	EUNICIDAE	<i>Eunicia vittata</i>	(Delle Chiaje, 1828)						3,0			
	FLABELLIGERIDAE	<i>Pherusa monilifera</i>	(Delle Chiaje, 1841)	3,0					32,7		20,8	
		<i>Glycera alba</i>	(O.F.Muller, 1774)			3,0					3,0	
	GLYCERIDAE	<i>Glycera rouxii</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833	6,0								
		<i>Glycera tridactyla</i>	Schmarda, 1861						3,0			
	MAGELONIDAE	<i>Magelona johnstoni</i>	Fiege, Licher & Mackie, 2000	122,0		154,8			232,1		300,6	
	NEPHTYDAE	<i>Nephtys histricis</i>	Mc Intosh, 1900	3,0								
		<i>Nephtys hombergi</i>	Savigny, 1818	357,1	17,9	381,0	89,3	261,9	47,6	476,2	86,3	
	ONUPHIDAE	<i>Onuphis eremita</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1833			50,6		8,9		89,3		
	ORBINIIDAE	<i>Orbinia cuvieri</i>	(Audouin & Milne-Edwards, 1833)	74,4				3,0				
	OWENIDAE	<i>Owenia fusiformis</i>	Delle Chiaje, 1841	71,4		2357,1	44,6	1517,9		538,7	20,8	
	PARAONIDAE	<i>Aricidea assimilis</i>	Tebble, 1959	3,0								
PHYLLODOCIDAE	<i>Eteone picta</i>	Quatrefages, 1865									3,0	
	<i>Phyllodoce lineata</i>	(Claparède, 1870)									3,0	
SIGALIONIDAE	<i>Sigalion mathildae</i>	Audouin & Milne-Edwards, 1832			23,8				56,5	3,0		
SPIONIDAE	<i>Polydora ciliata</i>	(Johnston, 1838)								20,8		
	<i>Prionospio caspersi</i>	Laubier, 1962	455,4		44,6		20,8		514,9			
	<i>Prionospio cirrifera</i>	Wiren, 1883			238,1		163,7	229,2	1467,3	17,9		
	<i>Ampelisca brevicornis</i>	(A. Costa, 1853)			11,9	6,0			14,9	3,0		
AMPELISCIDAE	<i>Ampelisca diadema</i>	Costa, 1853		11,9		23,8			3,0			
	<i>Ampelisca spinifera</i>	Reid, 1951						6,0				
	<i>Orchomenella nana</i>	(Kroyer, 1846)			8,9			3,0				
	<i>Apseudes latreillii</i>	(Milne Edwards, 1828)			35,7					1705,4		
APSEUDIDAE	<i>Iphinoe serrata</i>	Norman, 1867		8,9	3,0			6,0	3,0			
	<i>Iphinoe tenella</i>	J.O.Sars, 1878		6,0		3,0				3,0		
CAPRELLIDAE	<i>Pariambus typicus</i>	(Kroyer, 1844)		59,5	860,1	848,2		3,0	20,8	11,9		
DIOGENIDAE	<i>Diogenes pugilator</i>	(Roux, 1829)			6,0							
LEUCOTHOIDAE	<i>Lepidepcreum longicorne</i>	(Bate & Westwood, 1861)								8,9		
	<i>Leucothoe incisa</i>	(Robertson, 1892)							6,0	8,9		
MEGALUROPIDAE	<i>Megaluropus massiliensis</i>	Ledoyer, 1976			3,0				3,0			
OEDICEROTIDAE	<i>Pericolodes longimanus longimanus</i>	(Bate & Westwood, 1868)			23,8				29,8			
PORTUNIDAE	<i>Liocarcinus vernalis</i>	(Risso, 1816)	3,0		3,0		8,9					
PSEUDOCUMATIDAE	<i>Pseudocuma longicorne longicorne</i>	(Bate, 1858)	3,0		71,4							
UPOGEBIIDAE	<i>Upogebia pusilla</i>	(Petagna, 1972)						3,0				
CNIDARIA	HORMATHIIDAE	<i>Calliactis parasitica</i>					11,9		3,0			
ECHINODERMA	AMPHIURIDAE	<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)				3,0					
		<i>Amphiura chiajei</i>	Forbes, 1843				6,0		11,9			
MOLLUSCA	ACTEONIDAE	<i>Acteon tornatilis</i>	(Linné, 1758)			3,0						
	ARCIDAE	<i>Anadara transversa</i>	Say, 1822		8,9	26,8	41,7		3,0			
	CONIDAE	<i>Bela nebula</i>	(Montagu, 1803)			3,0						
	CORBULIDAE	<i>Corbula gibba</i>	(Olivier, 1792)		17,9	14,9	62,5	6,0	8,9	3,0	3,0	
		<i>Lentidium mediterraneum</i>	(Costa O.G., 1829)	3,0			3,0					
	DONACIIDAE	<i>Donax semistriatus</i>	(Poli, 1795)			65,5		3,0				
	MACTRIDAE	<i>Mactra stultorum</i>	(Linné, 1758)					306,5				
		<i>Spisula subtruncata</i>	(Da Costa, 1778)							20,8		
	NASSARIIDAE	<i>Cyclope neritea</i>	(Linné, 1758)	26,8		6,0	3,0	14,9		17,9		
		<i>Nassarius mutabilis</i>	(Linné, 1758)		3,0				3,0			
		<i>Nassarius nitidus</i>	(Jeffreys, 1867)				3,0	3,0				
		<i>Nassarius pygmaeus</i>	(Lamarck, 1822)		3,0	6,0						
	NUCULIDAE	<i>Nucula nitidosa</i>	(Winckworth, 1930)				8,9				6,0	
	PHARIDAE	<i>Phaxas adriaticus</i>	(Coen, 1993)	3,0	3,0				3,0			
	PHILINIDAE	<i>Philine aperta</i>	(Linné, 1767)					14,9				
	SEMELIDAE	<i>Abra alba</i>	(Wood W., 1802)		8,9	11,9	6,0				92,3	
		<i>Abra nitida</i>	(Müller O.F., 1784)					3,0			20,8	
	TELLINIDAE	<i>Tellina nitida</i>	(Poli, 1795)			32,7		89,3		92,3		
THRACIIDAE	<i>Thracia papyracea</i>	(Poli, 1795)					3,0		6,0			
	<i>Chamelea gallina</i>	(Linné, 1758)		3,0	4645,8	20,8	901,8		3598,2	26,8		
	<i>Dosinia lupinus</i>	(Linné, 1758)			26,8	3,0	3,0		32,7			
	<i>Pitar rudis</i>	(Poli, 1795)				3,0						
PHORONYDA	PHORONIDAE	<i>Phoronis psammophila</i>	Cori, 1889	8,9				20,8				
SIPUNCULA	SIPUNCULIDAE	<i>Sipunculus nudus</i>	Linnaeus, 1766				3,0	3,0		6,0		

**Tabella 7 – Numero di specie rinvenute per le biocenosi SFBC e VTC**

Phylum	SFBC4	SFBC 9	SFBC 14	SFBC 19	304	309	314	319
Anellida	14	3	13	6	9	13	10	8
Arthropoda	2	7	12	6	4	8	8	8
Cnidaria	1	0	1	0	0	0	0	0
Echinoderma	0	0	1	2	0	1	2	1
Mollusca	13	7	14	10	10	12	10	15
Phoronida	1	0	0	0	0	0	0	1
Sipuncula	1	0	0	1	1	1	1	2
<b>Totale</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	<b>25</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>31</b>	<b>36</b>

### *Applicazione dell'Indice AMBI e M-AMBI*

Il macrozoobenthos è uno degli elementi biologici indicati per la valutazione ecologica nei corpi idrici, in particolare la Direttiva 2000/60 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.

L'indice, proposto inizialmente da Borja ed altri autori nel 2000 per stimare la qualità di ambienti marini estuari lungo le coste dei Paesi Baschi è stato in seguito ampiamente testato anche in altri ambienti costieri, non solo europei. Il metodo prevede la ripartizione delle specie bentoniche in cinque differenti gruppi ecologici sulla base della loro sensibilità o tolleranza ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque:

- Gruppo I, specie sensibili;
- Gruppo II, specie indifferenti;
- Gruppo III, specie tolleranti;
- Gruppo IV, specie opportuniste di 2° ordine;
- Gruppo V specie opportuniste di 1° ordine.

**Tabella 8 - Valori di AMBI e corrispondenti livelli di disturbo e di condizioni della comunità bentonica**

AMBI	GRUPPO ECOLOGICO DOMINANTE	GRADO DI DISTURBO DEL SITO	STATO DI SALUTE DELLA COMUNITA BENTONICA
<b>0.0&lt;CB≤0.2</b>	<b>I</b>	<b>assente</b>	<b>normale</b>
<b>0.2&lt;CB≤1.2</b>		<b>assente</b>	<b>impovertito</b>
<b>1.2&lt;CB≤3.3</b>	<b>III</b>	<b>lieve</b>	<b>sbilanciato</b>
<b>3.3&lt;CB≤4.3</b>		<b>moderato</b>	<b>tendente ad alterato</b>
<b>4.5&lt;CB≤5.0</b>	<b>IV-V</b>	<b>moderato</b>	<b>alterato</b>
<b>5.0&lt;CB≤5.5</b>		<b>forte</b>	<b>tendente a pesantemente alterato</b>
<b>5.5&lt;CB≤6.0</b>	<b>V</b>	<b>forte</b>	<b>fortemente alterato</b>
<b>-</b>	<b>-</b>	<b>estremo</b>	<b>sedimenti azoici</b>

Tra gli indici proposti a livello nazionale al momento l'Italia ha accolto favorevolmente l'indice multivariato M-AMBI (AZTI's Marine Biotic Index), che a sua volta deriva dall'indice AMBI combinato con la ricchezza in specie (S) e la diversità (H).

Tale indice è richiesto nel D.260/10.

In particolare l'indice M-AMBI processa, con un'analisi fattoriale, 3 componenti:

- l'indice di Shannon and Wiener (H);
- il numero di specie (S);
- l'AMBI.

Questa ultima metrica, molto più complessa delle prime due, è ricavata da un consistente database sull'ecologia delle specie (the AZTI list (<<http://www.azti.es>>)).

In Tabella 8 vengono indicati gli intervalli di AMBI corrispondenti a differenti livelli di disturbo. L'indice è stato applicato ai dati in esame grazie all'utilizzo del software AMBI 4 disponibile in rete ([www.azti.es](http://www.azti.es)).

Nel calcolo dell'AMBI, il presupposto di base è che una comunità macrobentonica in risposta ad un evento di disturbo passa attraverso quattro stati: da uno iniziale, non inquinato, in cui l'abbondanza, la ricchezza e la diversità sono elevate, ad uno sempre più perturbato, in cui si ha una bassa diversità ed il prevalere di specie indicatrici di acque inquinate, fino ad arrivare a condizioni di substrato azoico. Il valore dell'indice varia in modo continuo da 0, corrispondente ad una situazione in cui tutte le specie presenti appartengono al Gruppo I e si è quindi in condizioni non disturbate, a 6 quando tutti gli organismi appartengono a specie opportuniste e l'ambiente è fortemente disturbato.

Per l'Elemento di Qualità Biologica (EQB) macroinvertebrati bentonici si applica l'Indice M-AMBI. I limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), sono: tra lo stato Elevato/Buono 0.81; tra lo stato Buono/Sufficiente 0.61.

Tali limiti di classe sono riportati in tab. 4.3.1/b del D.260/10 e sono relativi solo al macrotipo 3 (bassa stabilità).

Le acque marino costiere della regione Emilia-Romagna corrispondono al macrotipo 1 (alta stabilità) quindi non è applicabile quanto previsto dal decreto.

È stata effettuata comunque una valutazione dei valori M-AMBI come da tab. 4.3.1/b del D.260/10 che viene descritta di seguito.

Lo stato di qualità di ogni stazione, relativo ad un anno di riferimento, è attribuito dal valore di M-AMBI dato dalla media dei 2 valori annuali di M-AMBI (Tabella 9);

Lo stato di qualità del corpo idrico, relativo ad un anno di riferimento, è attribuito dalla media dei valori di M-AMBI di ogni stazione appartenente al corpo idrico (Tabella 10);

Per il 2013 lo stato di qualità dei corpi idrici CD1 e CD2 (Tabella 11) per l'EQB macroinvertebrati bentonici è per entrambi Buono.

**Tabella 9 - Valori stagionali di M-AMBI e stato di qualità**

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Stagione	2013	
				M AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	PRI	0.59	Sufficiente
CD1		4	AUT	0.79	Buono
CD2		9	PRI	0.64	Buono
CD2		9	AUT	0.39	Sufficiente
CD2		14	PRI	0.81	Elevato
CD2		14	AUT	0.83	Elevato
CD2		19	PRI	0.56	Sufficiente
CD2		19	AUT	0.69	Buono
CD1	VTC	304	PRI	0.45	Sufficiente
CD1		304	AUT	0.55	Sufficiente
CD2		309	PRI	0.60	Sufficiente
CD2		309	AUT	0.53	Sufficiente
CD2		314	PRI	0.71	Buono
CD2		314	AUT	0.49	Sufficiente
CD2		319	PRI	0.62	Buono
CD2		319	AUT	0.62	Buono

**Tabella 10 – Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per stazione**

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	2013	
			M AMBI	Stato
CD1	SFBC	4	0.64	Buono
CD2		9	0.52	Sufficiente
CD2		14	0.82	Elevato
CD2		19	0.63	Buono
CD1	VTC	304	0.50	Sufficiente
CD2		309	0.57	Sufficiente
CD2		314	0.60	Sufficiente
CD2		319	0.62	Buono

**Tabella 11 – Valori medi di M-AMBI e stato di qualità per corpo idrico**

Corpo Idrico	Biocenosi	Stazione	Località	2013	
				M AMBI	Stato
CD1 Goro-Ravenna	SFBC	4	Porto Garibaldi	0.61	Buono
	VTC	304			
CD2 Ravenna-Cattolica	SFBC	9	Lido Adriano	0.62	Buono
	VTC	309			
	SFBC	14	Cesenatico		
	VTC	314			
	SFBC	19	Cattolica		
	VTC	319			

### 3.3.2 Elementi di qualità chimico-fisica a sostegno degli EQB

Gli elementi chimico-fisici rilevati sulla colonna d'acqua si dividono in due gruppi: quelli che rientrano nel sistema di valutazione dello Stato Ecologico e quelli utilizzati a fini interpretativi dei risultati di altri elementi.

Le stazioni della rete di monitoraggio per gli elementi chimico-fisici sono 14 dislocate su 7 transetti perpendicolari alla costa (Figura 7). Su ogni transetto sono collocate 2 stazioni rispettivamente a 0.5 e 3 km dalla costa. L'anagrafica di ogni stazione è riportata in Tabella 1. La frequenza di campionamento e di misure in situ è quindicinale per tutto l'anno nella prima e terza settimana del mese (vedi Tabella 2).

Gli elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB come richiesto dal D.260/10 sono riportati in Tabella 12. Sono in grassetto i parametri che concorrono alla valutazione dello Stato Ecologico da assegnare al corpo idrico. Gli elementi che non sono in grassetto, non rientrano nel sistema di classificazione dello stato ecologico, ma sono utilizzati ai fini interpretativi dei risultati degli altri elementi.

**Tabella 12 - Elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB**

<b>Elementi chimico-fisici</b>	<b>U.M.</b>
Profondità	m
Temperatura	°C
Salinità	psu
<b>Ossigeno</b>	mgl-%
Trasparenza	m
<b>Clorofilla "a"</b>	µg/l
pH	
Torbidità	ftu
<b>Ortofosfato P-PO<sub>4</sub></b>	µg/l
<b>Fosforo Totale</b>	µg/l
<b>Azoto Nitrico N-NO<sub>3</sub></b>	µg/l
<b>Azoto ammoniac. N-NH<sub>3</sub></b>	µg/l
<b>Azoto Nitrico N-NO<sub>2</sub></b>	µg/l
<b>Azoto Totale</b>	µg/l
Silice reattiva Si-SiO <sub>2</sub>	µg/l

Per la temperatura, salinità e ossigeno disciolto viene rilevato il profilo verticale effettuato con sonda multiparametrica ad ogni metro di profondità al fine di individuare gli stati di stabilità ed instabilità della colonna d'acqua, le stratificazioni termiche (termoclini) e saline, nonché gli stati anossici e ipossici che si possono verificare a livello di fondale.

L'ossigeno disciolto e i nutrienti, unitamente al parametro clorofilla "a", sono valutati attraverso l'applicazione dell'Indice TRIX, al fine di misurare il livello trofico degli ambienti marini.

### 3.3.2.a Temperatura

La temperatura delle acque superficiali mostra durante l'anno un tipico andamento sinusoidale con valori minimi nei mesi invernali che aumentano progressivamente per raggiungere il massimo in estate e ancora i minimi in inverno (Figura 11). Già a partire dal mese di aprile, in concomitanza all'instaurarsi di una condizione climatica calda i valori di temperatura aumentano repentinamente lungo tutta la costa.

Nella Figura 11 si riporta l'andamento della temperatura nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa.

Gli andamenti della temperatura nel 2013 mostrano che i valori di temperatura più bassi si sono riscontrati nel mese di gennaio con un valore minimo di 5.6 °C nella stazione 302 di Lido Volano il 7 gennaio. Nei mesi successivi la temperatura si alza repentinamente fino a raggiungere valori massimi nel mese di agosto. Il valore massimo riscontrato è di 29.8 °C nella stazione 2 di Lido di Volano il 5 agosto. Le temperature più elevate si registrano nei primi 15 giorni del mese di agosto, tra i 27.1 e 29.8 °C, e nel mese di giugno con un picco di 28.3°C il 18 giugno. Nei mesi successivi la temperatura scende lentamente fino a raggiungere i 6.4 °C nel mese di dicembre.

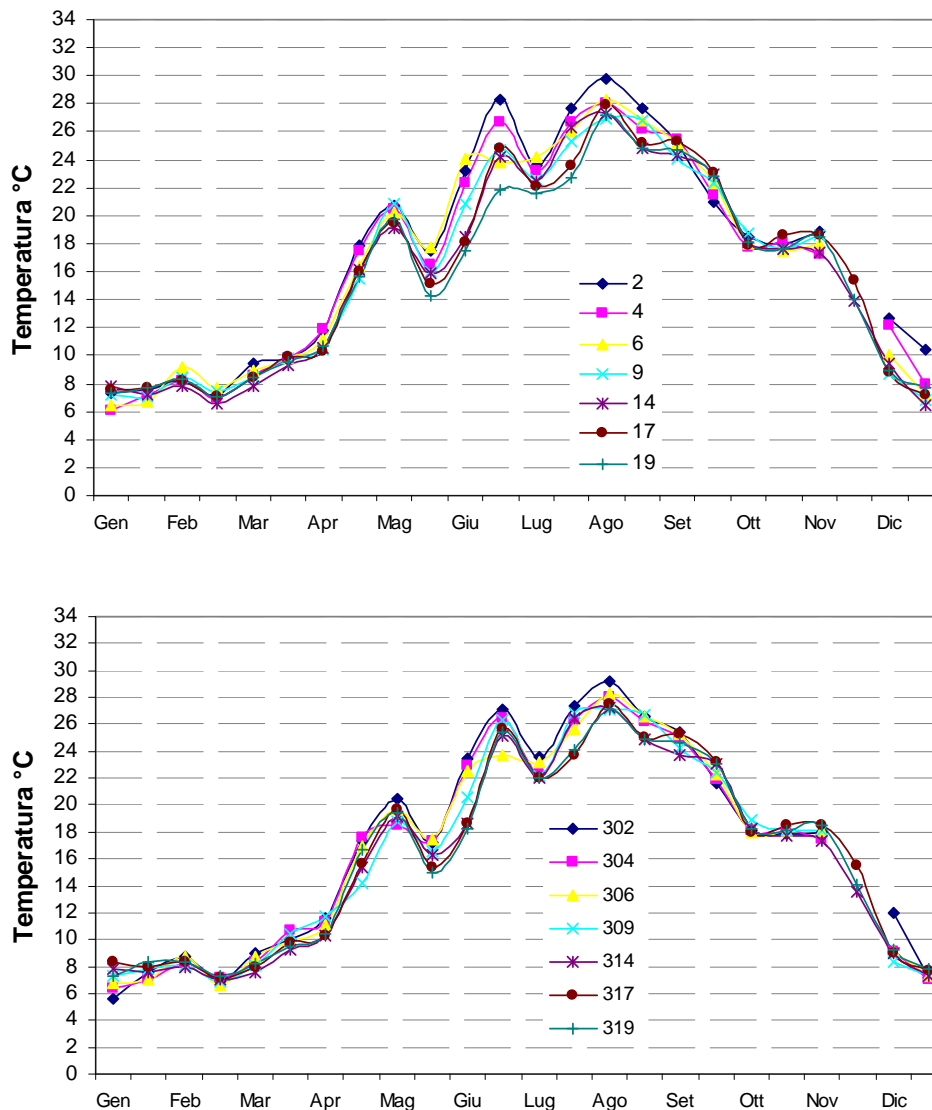


Figura 11 - Andamenti temporali della temperatura in superficie nelle stazioni a 0.5 km (stazioni 2, 4, 6, 9, 14, 19) e 3 km (stazioni 302, 304, 306, 309, 314, 319) di distanza dalla costa

### 3.3.2.b Salinit 

Gli andamenti della salinit  sono contraddistinti da una marcata variabilit  in tutte le stazioni monitorate, sia sotto costa che al largo pi  evidente nelle stazioni centro settentrionali rispetto a quelle meridionali. Questa variabilit    sempre ben correlata ai regimi di portata fluviale, molto influenti in questa parte di Adriatico nord-settentrionale, che congiuntamente all'azione di miscelamento operato del moto ondoso e a situazioni particolari come *upwelling* (venti spiranti da terra che richiamano verso costa acque di fondo con caratteristiche idrologiche diverse), contribuiscono in poco tempo a modificare le condizioni ambientali dell'ecosistema marino.

Nella Figura 12 sono rappresentate le portate annuali del Po, rilevate a Pontelagoscuro (FE), nel 2013. Il valore medio/anno delle portate   1826.8 mc/sec. Si nota inoltre che i picchi di maggior portata sono generalmente presenti nel periodo primaverile e tardo autunno inizio inverno.

Nella Figura 13 sono riportati gli andamenti temporali della salinit  in superficie delle stazioni del corpo idrico CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-Cattolica).

Le stazioni appartenenti al corpo idrico CD1 sono caratterizzate da una variabilit  piuttosto elevata della salinit  in quanto direttamente investite dagli apporti provenienti dal fiume Po di Volano.

La salinit  varia da 38 a 10 psu e le stazioni che presentano una variabilit  maggiore sono le pi  vicine alla foce del Po di Volano all'interno del CD1.

La variabilit  della salinit  nel corpo idrico CD2   sicuramente influenzata anche da apporti di acqua dolce provenienti da fiumi costieri regionali caratterizzati da portate molto inferiori rispetto al fiume Po.

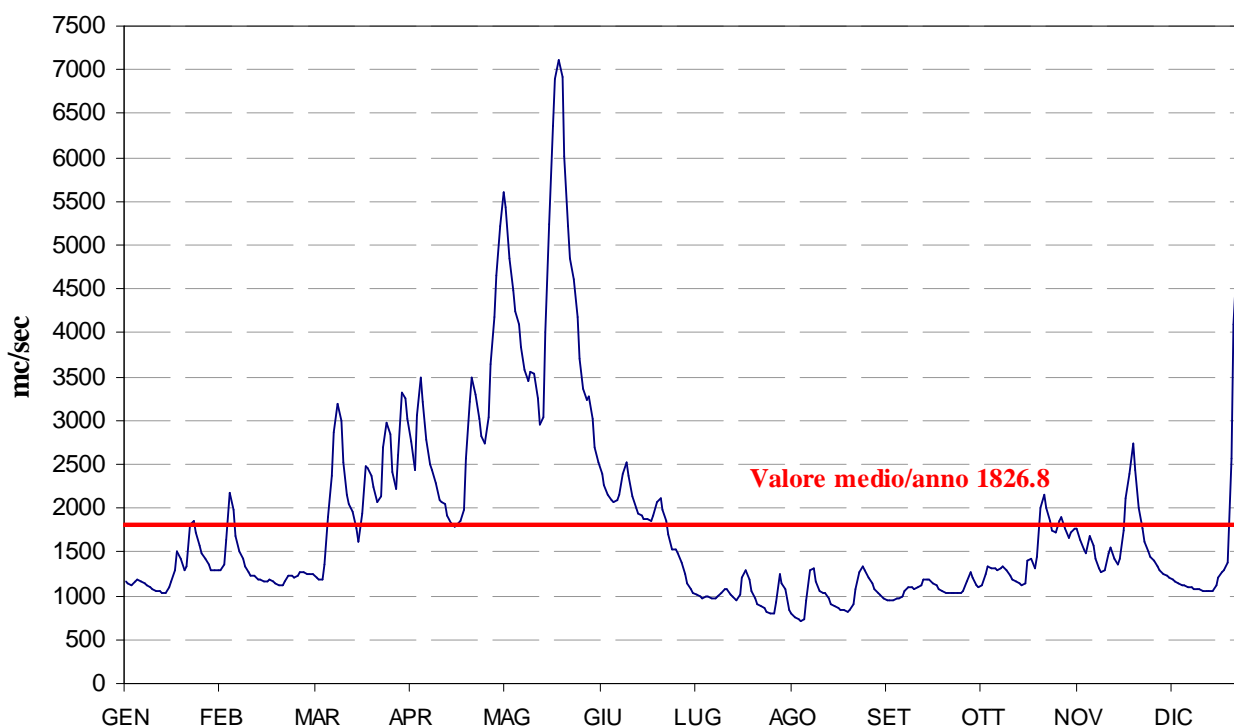
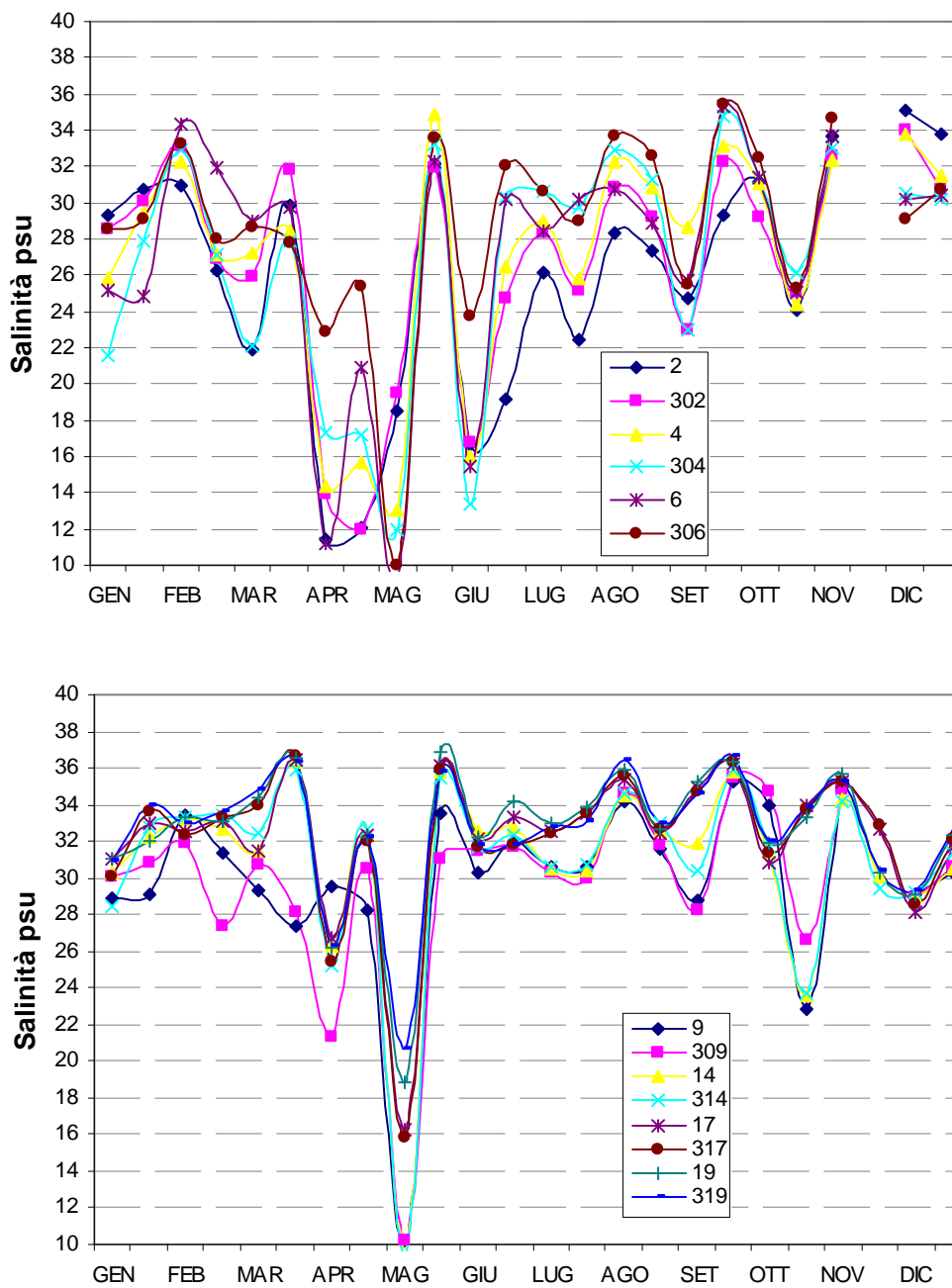


Figura 12 - Portate fiume Po rilevate a Pontelagoscuro (FE) nel 2013 (Fonte: Arpa SIMC)



**Figura 13 - Andamenti temporali della salinità in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)**



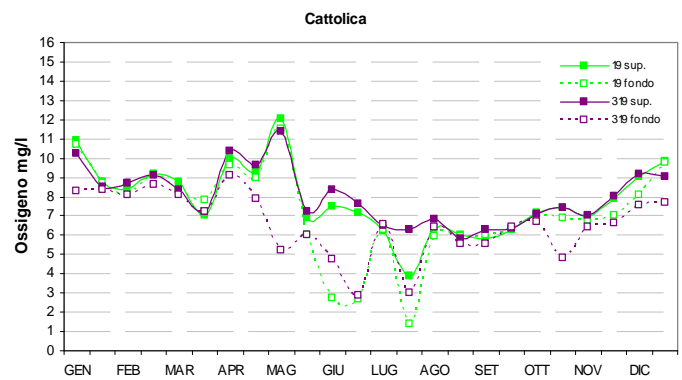
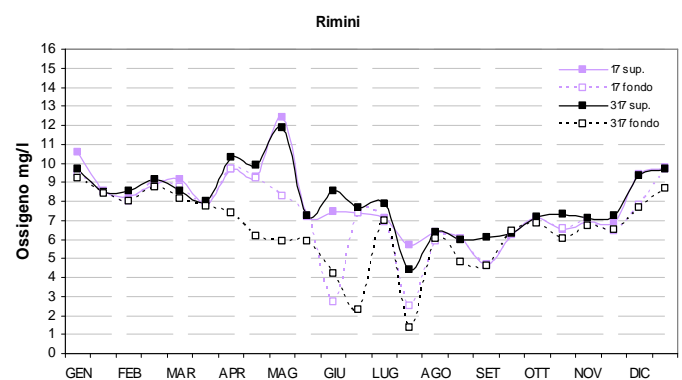
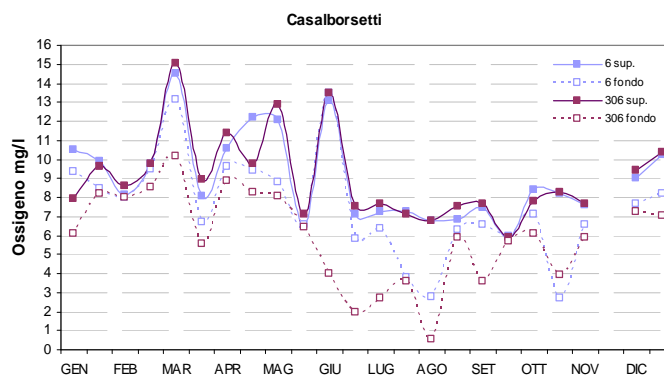
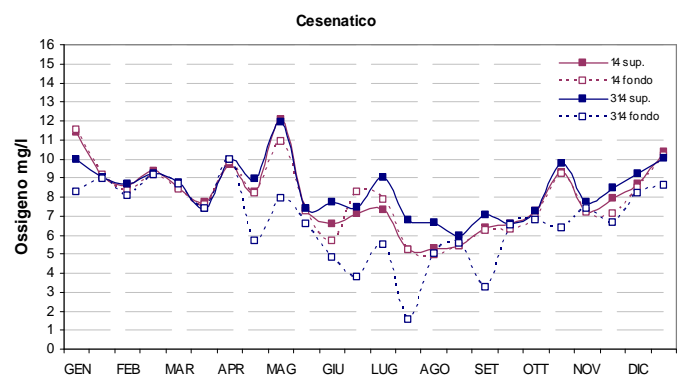
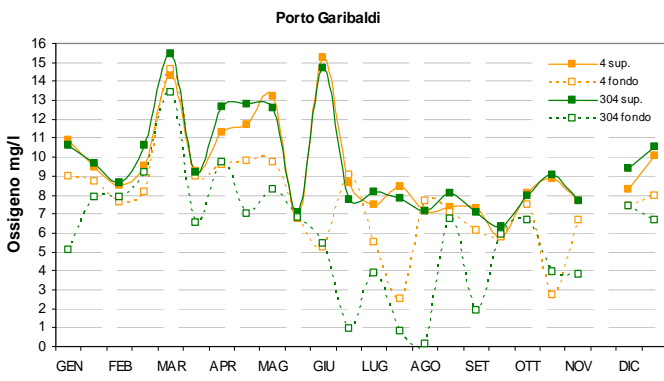
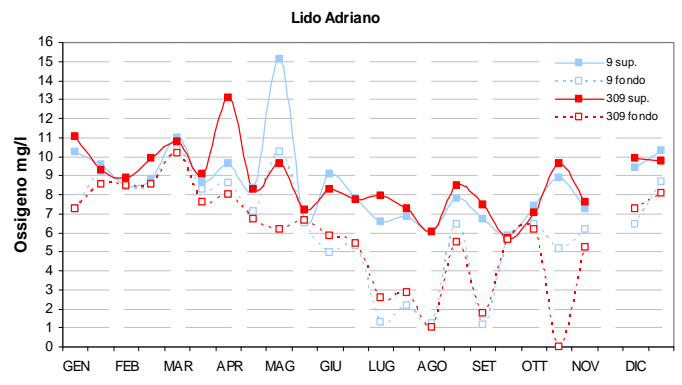
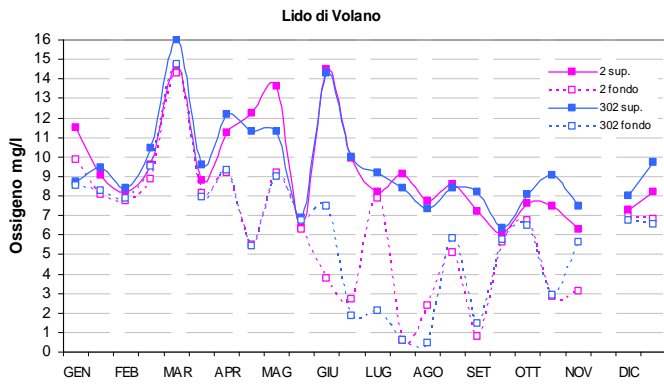
### 3.3.2.c Ossigeno disciolto

L'andamento temporale dell'ossigeno disciolto, importante indicatore dello stato trofico di un ecosistema, è strettamente correlato alla biomassa autotrofa presente in sospensione nell'ambiente marino. L'andamento annuale evidenzia, in generale, valori più bassi di ossigeno negli strati di fondo nelle stazioni più settentrionali che di solito sono maggiormente interessate da eventi ipossici/anossici. Nelle acque di fondo i valori più bassi (sottosaturazione) sono attribuiti alla richiesta di ossigeno da parte di organismi eterotrofi, appartenenti alla catena trofica dei detritivori, che attraverso i processi metabolici e respiratori degradano la sostanza organica, rappresentata dalle microalghe, che si deposita sul fondo.

Gli andamenti annuali dell'ossigeno disciolto in superficie e nel fondo, riportati nella Figura 14, mostrano in tutte le stazioni concentrazioni più elevate nel periodo invernale e più basse nel periodo estivo. Tale condizione è influenzata sia dalla presenza di biomassa microalgale, più abbondante in tale periodo, che dalle temperature in quanto, in acque fredde, aumenta la solubilità dell'ossigeno atmosferico nei confronti degli strati superficiali dell'acqua.

Nel corso del 2013 (Figura 14) l'andamento dell'ossigeno sul fondo ha fatto registrare momenti di criticità lungo la costa durante il periodo estivo non solo nell'area settentrionale, generalmente più sensibile al fenomeno, ma anche nelle aree centrali e meridionali. I fattori che concorrono a creare condizioni ipossiche/anossiche degli strati di fondo sono: l'innalzamento delle temperature, la presenza di materiale organico generato da fioriture microalgali, stasi idrodinamica e stratificazione termica che limita gli scambi tra gli strati superficiali e di fondo.

A partire dal mese di giugno fino a ottobre si sono osservate situazioni ipossiche/anossiche in gran parte dell'area marina emiliano-romagnola. Il fenomeno si è verificato anche nelle stazioni meridionali della costa che generalmente sono meno interessate al fenomeno.



Note:  
 anossia = concentrazione di ossigeno disciolto inferiore a 1 mg/l  
 ipossia = concentrazione di ossigeno disciolto tra 1 e 3 mg/l

**Figura 14 - Andamenti temporali dell'ossigeno in superficie e nel fondo nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (sinistra; stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (destra; stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)**

### 3.3.2.d Clorofilla “a”

La concentrazione di Clorofilla “a” fornisce la misura del principale pigmento fotosintetico delle microalghe presenti nelle acque; viene utilizzata per stimare indirettamente la biomassa fitoplanctonica. Rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema e determina il livello di eutrofizzazione delle acque. È una componente fondamentale degli indici trofici (valutazione della produzione primaria) come ad esempio il TRIX, dell’indice di torbidità TRBIX, applicati nella valutazione delle caratteristiche trofiche del corpo idrico e dello stato ambientale dell’ecosistema.

Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione della Clorofilla “a” sono 14 dislocate su 7 transetti perpendicolari alla costa (Lido di Volano, P. Garibaldi, Casalborsetti, Lido Adriano, Cesenatico, Rimini e Cattolica) e distanti 0.5 e 3 km dalla linea di riva (vedi Tabella 1).

Il numero e l’ubicazione delle stazioni d’indagine permettono di effettuare una valutazione sufficiente dell’ampiezza e dell’impatto generato (blooms algali) e delle pressioni esistenti sulla fascia costiera.

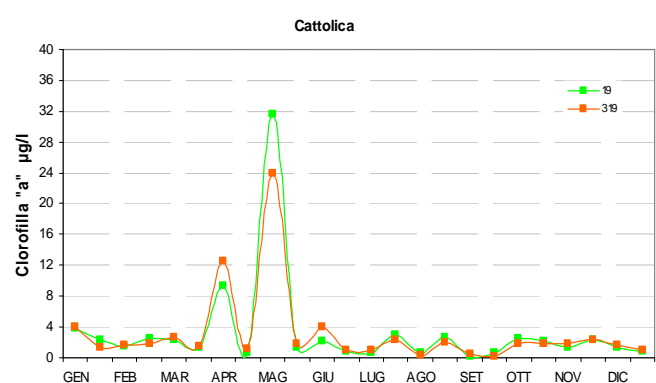
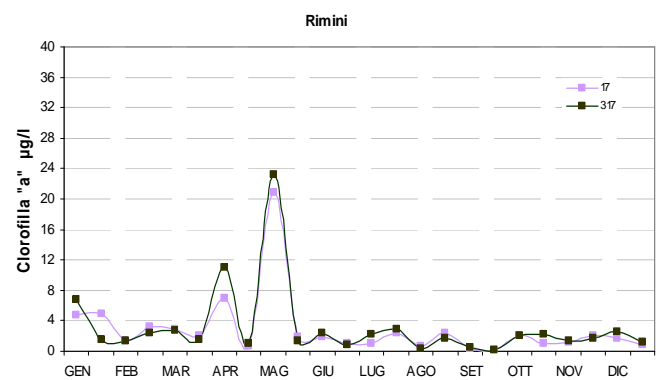
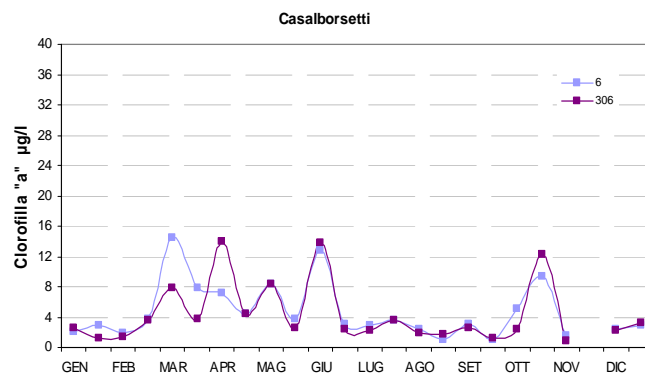
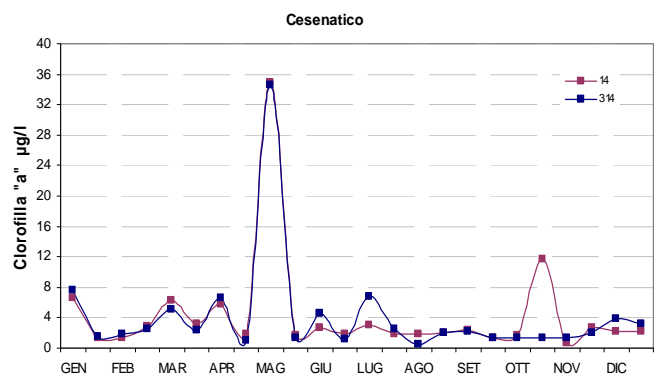
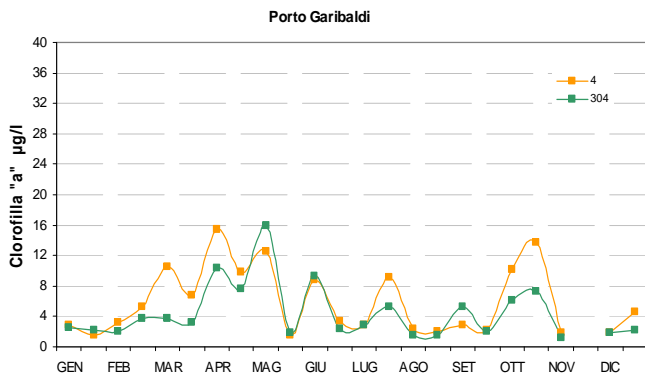
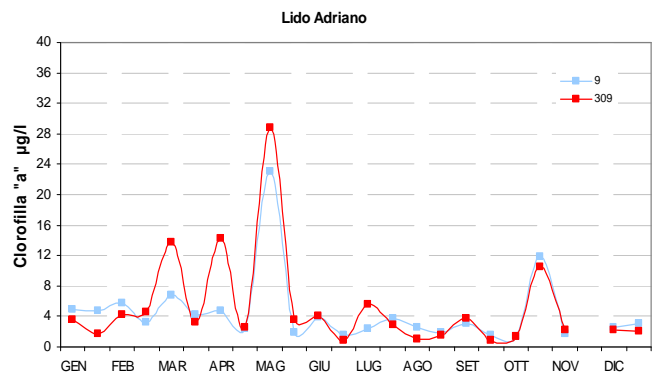
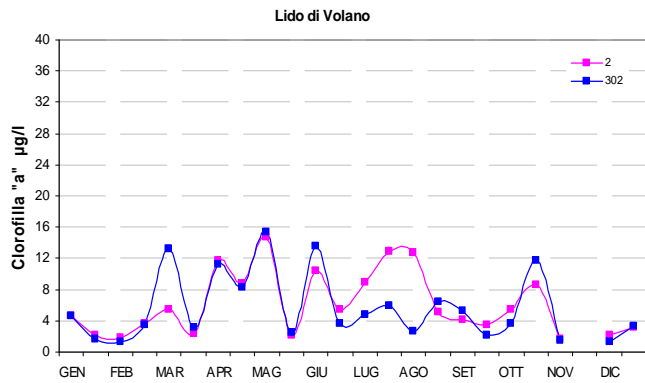
La frequenza d’indagine è quindicinale (1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> settimana di ogni mese) e non bimestrale come prevede il D.M. 260/10.

Una maggior frequenza d’indagine deriva dalla necessità di tenere più frequentemente monitorate le diverse fasi eutrofiche essendo il principale problema del tratto costiero emiliano romagnolo.

L’analisi delle serie temporali del fitoplancton, della biomassa microalgale, degli elementi chimici e più in generale dei fattori trofici lungo la costa dell’Emilia-Romagna, risultante dai dati acquisiti in trenta anni di monitoraggi a frequenza settimanale, mostrano in linea di massima, una scala temporale di variazione ben più accentuata rispetto alla frequenza di misure prevista dal D.260/10.

Nella Figura 15, si riportano gli andamenti della Clorofilla nel 2013 nelle varie stazioni di campionamento. Osservando i grafici si nota che:

- le stazioni ubicate più a nord sono caratterizzate in genere da una variabilità maggiore rispetto a quelle più meridionali;
- la presenza di uno o più picchi prevalenti nei primi mesi dell’anno e valori più bassi di clorofilla “a” nei mesi estivi;
- nel mese di maggio, in tutte le stazioni del CD2, è presente un picco dei valori di concentrazione della clorofilla “a”.



**Figura 15 - Andamenti temporali della Clorofilla "a" in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (sinistra; stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (destra; stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319): 2013**

Ai fini della valutazione dello Stato di Qualità Ambientale, si seguono le metriche proposte nel D.260/10. Alla luce di quanto contenuto in tale normativa la valutazione del parametro fitoplancton si attua utilizzando le distribuzioni in superficie di clorofilla “a”, scelto come indicatore di biomassa.

Occorre fare riferimento non solo ai rapporti di qualità ecologica (RQE), ma anche ai valori assoluti (espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  o  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) di concentrazione di clorofilla “a”.

La tipo-specificità per il fitoplancton è caratterizzata dal criterio idrologico. Ai fini della classificazione per gli Elementi di Qualità Biologica (EQB) i tipi delle acque marino costiere sono aggregati in 3 gruppi (macrotipi). Per la costa emiliano romagnola, avendo identificato una stabilità alta, ovvero siti costieri influenzati da apporti di acqua dolce di origine fluviale, tutta l’area ricade nel macrotipo 1 per i due EQB fitoplancton e macroinvertebrati bentonici.

Il D.260/10 riporta come modalità di calcolo, condizioni di riferimento e limiti di classe per il macrotipo 1 i seguenti criteri:

- per il calcolo del valore del parametro clorofilla “a” il valore della media geometrica;
- valore di riferimento ( $\text{mg}/\text{mc}$ ) 1.8;
- limite di classe: Buono/Elevato 2.4  $\text{mg}/\text{mc}$  con RQE 0.75, Buono/Sufficiente 3.5  $\text{mg}/\text{mc}$  con RQE 0.51.

RQE (Rapporto di Qualità Ecologica) è il rapporto tra il valore del parametro biologico corrispondente alle condizioni di riferimento per il “tipo” di corpo idrico e il valore dello stesso parametro osservato.

Lo stato di qualità per l’EQB fitoplancton è stato definito come segue:

- lo stato di qualità di ogni stazione, relativo ad un anno di riferimento, è dato dalla media geometrica di tutti i valori di concentrazione clorofilla “a”;
- lo stato di qualità di un corpo idrico, relativo ad un anno di riferimento, è dato dalla media aritmetica delle medie geometriche/anno della clorofilla “a” di tutte le stazioni appartenenti al corpo idrico;
- lo stato di un corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) è attribuito media dei 3 valori annuali della Clorofilla “a”.

La Tabella 13 riporta le medie geometriche/anno, relativa al 2013, per ciascuna stazione e lo stato di qualità dei corpi idrici. La situazione rilevata evidenzia come l’EQB Fitoplancton sia un elemento significativo a rimarcare la condizione eutrofica di tale area e presenta ampie fluttuazioni condizionate prevalentemente dalle condizioni meteorologiche che si verificano. Nella Tabella 13, risulta evidente un trend decrescente nord-sud dei valori di clorofilla “a” che attribuiscono al corpo idrico CD1 (Goro-Ravenna) valori di medie geometriche/anno più alti rispetto al CD2 (Ravenna-Cattolica).

Per il 2013 lo stato di qualità dei corpi idrici per l’EQB fitoplancton (Tabella 13) è Sufficiente per il CD1 e Buono per il CD2.

**Tabella 13 - Medie geometriche annuali per stazione della Clorofilla“a” ( $\mu\text{g/l}$  o  $\text{mg/mc}$ ) e Stato di qualità dei corpi idrici per l'EQB fitoplancton**

Corpo idrico	Stazione	2013	
CD1 Goro-Ravenna	2	4.92	4.0 Sufficiente
	302	4.31	
	4	4.46	
	304	3.46	
	6	3.61	
	306	3.16	
CD2 Ravenna-Cattolica	9	3.39	2.4 Buono
	309	3.29	
	14	2.7	
	314	2.5	
	17	1.68	
	317	1.77	
	19	1.74	
	319	1.71	

### 3.3.2.e Azoto inorganico disciolto (DIN) e azoto totale (N-Tot)

La somma delle concentrazioni delle tre forme azotate solubili, azoto nitrico (N-NO<sub>3</sub>), azoto nitroso (N-NO<sub>2</sub>) e azoto ammoniacale (N-NH<sub>3</sub>), è denominata azoto inorganico disciolto (DIN).

L'azoto nitrico è la componente predominante fra le forme azotate solubili e, come anche l'azoto nitroso, ha un andamento temporale ben correlato con le portate dei fiumi, in particolare del fiume Po (Figura 12). L'azoto ammoniacale è anch'esso di origine fluviale ma proviene anche dall'immissione di reflui generati dagli insediamenti urbani costieri.

Osservando gli andamenti riportati in Figura 17, emerge che generalmente i valori più elevati di DIN si riscontrano nei mesi autunnali, invernali e primaverili in coincidenza con i maggiori apporti dai bacini costieri regionali e dal bacino padano. I valori più bassi di DIN caratterizzano invece i mesi estivi.

I valori di DIN delle stazioni ubicate più a nord della costa emiliano romagnola (nel corpo idrico CD1 Goro-Ravenna) sono più elevati rispetto a quelli delle stazioni più meridionali (nel corpo idrico CD2 Ravenna-Cattolica). Esiste quindi un trend decrescente da nord verso sud dei valori di DIN determinato dagli apporti provenienti dal fiume Po. I grafici relativi al CD2 (Figura 17), mostrano che le stazioni più meridionali oltre ad essere caratterizzate da valori più bassi di DIN presentano anche un andamento meno fluttuante indice di una minor variabilità. Unica eccezione sono la stazione 9 e 309 di Lido Adriano ubicate a nord del CD2, che presentano andamenti più simili alle stazioni del CD1.

Nella Figura 16 si riportano le medie geometriche annuali del DIN nel lungo periodo (1982-2013) in tre aree costiere considerate più rappresentative della costa emiliano romagnole. L'area più settentrionale, Goro-Comacchio, risente degli apporti del Po e presenta elevati livelli trofici per molti mesi dell'anno. L'area meridionale, Cattolica, risente in misura minore degli apporti padani e presenta bassi livelli trofici. L'area costiera centrale, Cervia-Cesenatico, rileva una situazione trofica intermedia, caratterizzata anche dagli apporti dei bacini locali. Nel grafico sono rappresentate, oltre alle tendenze di tipo lineare (rette tratteggiate), che mostrano in termini assoluti l'evoluzione complessiva dei sistemi, anche quelle di ordine superiore (linee continue), che consentono di evidenziare eventuali fenomeni di ciclicità interannuale.

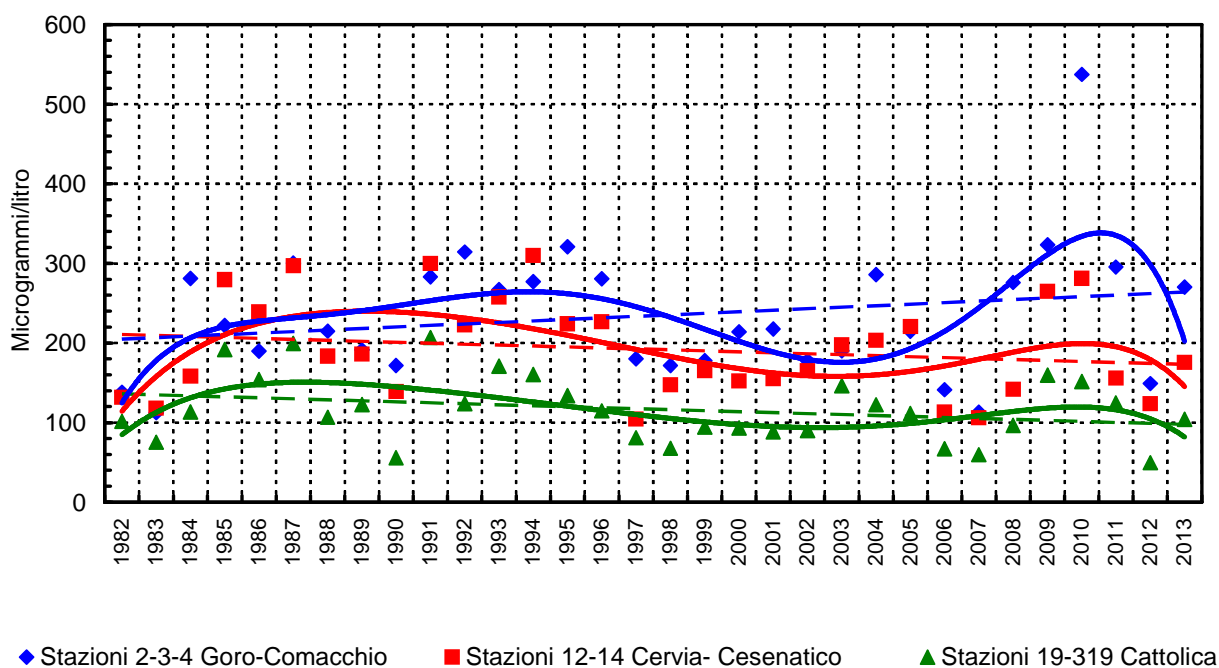
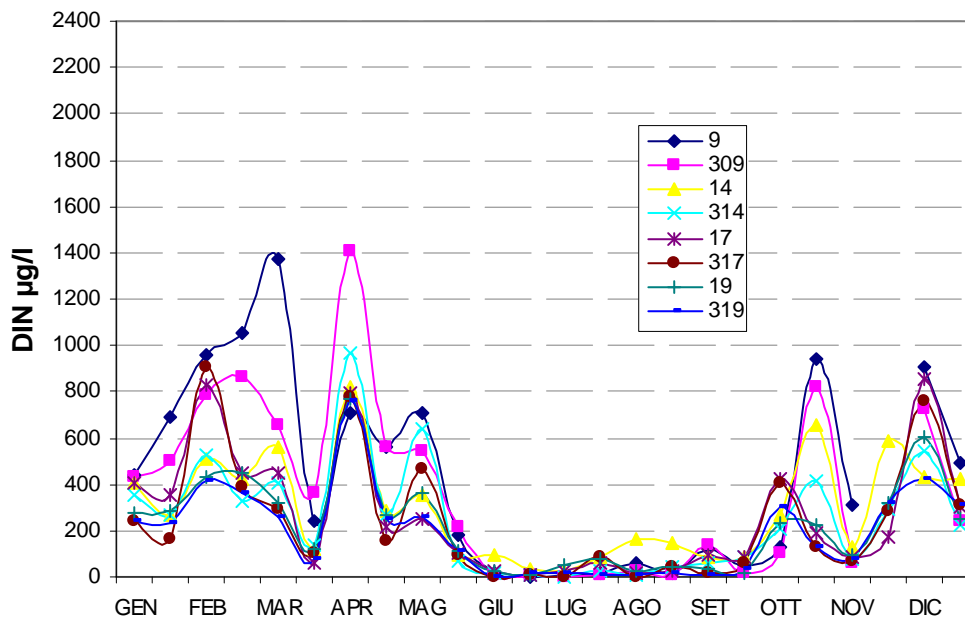
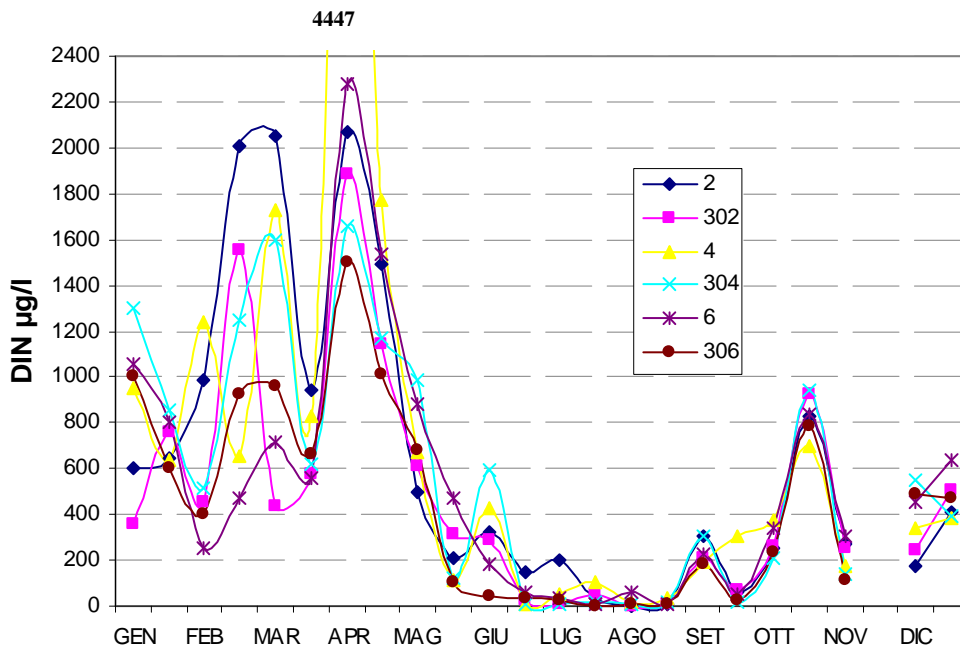


Figura 16 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del DIN in tre aree della costa emiliano romagnola: 1982-2013



**Figura 17 - Andamenti temporali del DIN in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)**



In Figura 18 si riportano i grafici relativi agli andamenti dell'azoto totale nelle stazioni dei 2 corpi idrici (CD1 e CD2) nel 2013. Si osserva che gli andamenti dell'azoto totale sono perfettamente corrispondenti a quelli del DIN. Anche l'N-tot presenta un andamento temporale correlato con le portate fluviali in particolare con quelle del Po, è caratterizzato da picchi nei mesi autunnali, invernali e primaverili in coincidenza alle maggiori portate del Po, i valori delle stazioni del CD1 collocate più a nord della costa emiliano romagnola sono più elevati rispetto a quelli delle stazioni del CD2.

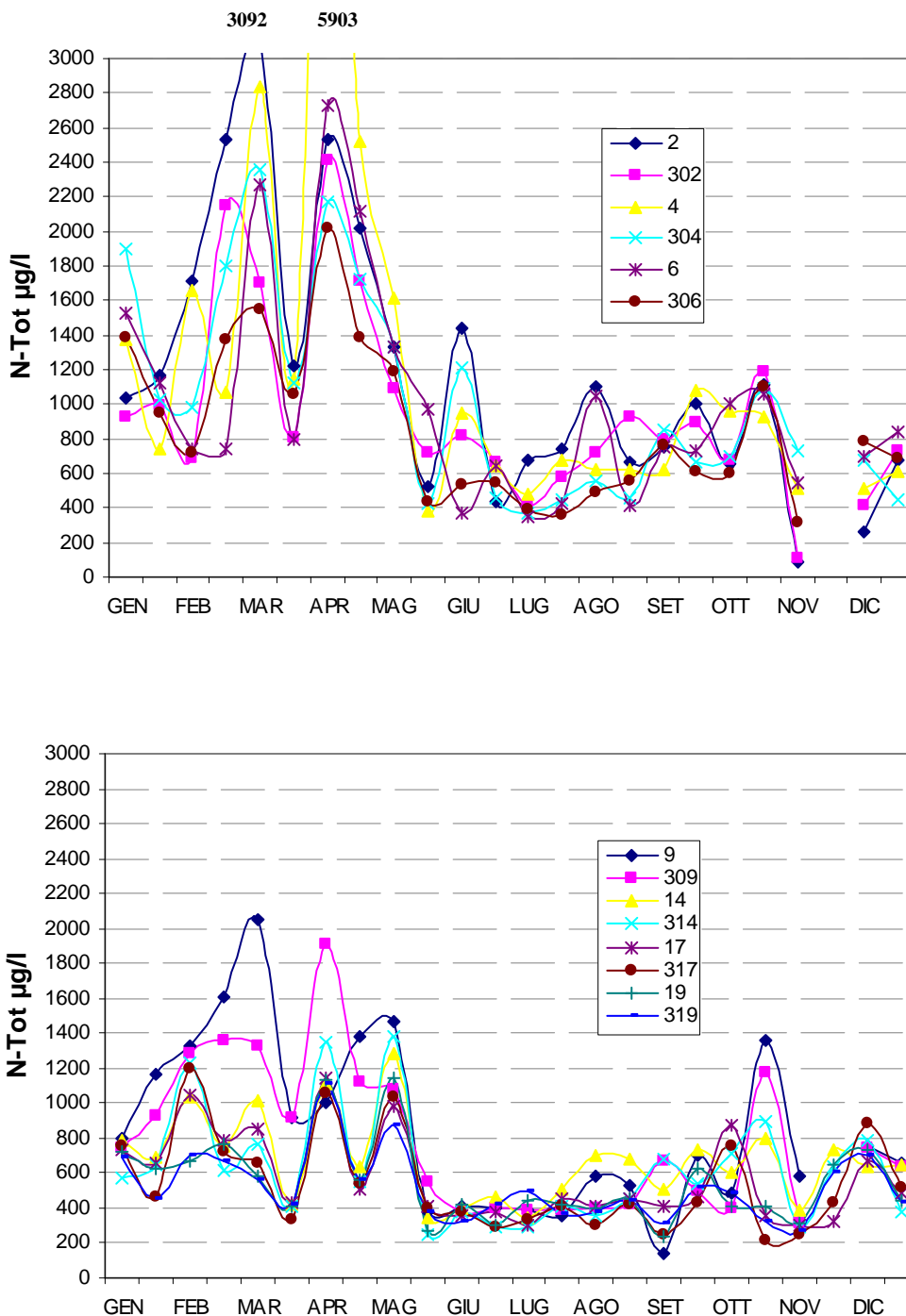


Figura 18 - Andamenti temporali del N-Tot in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)

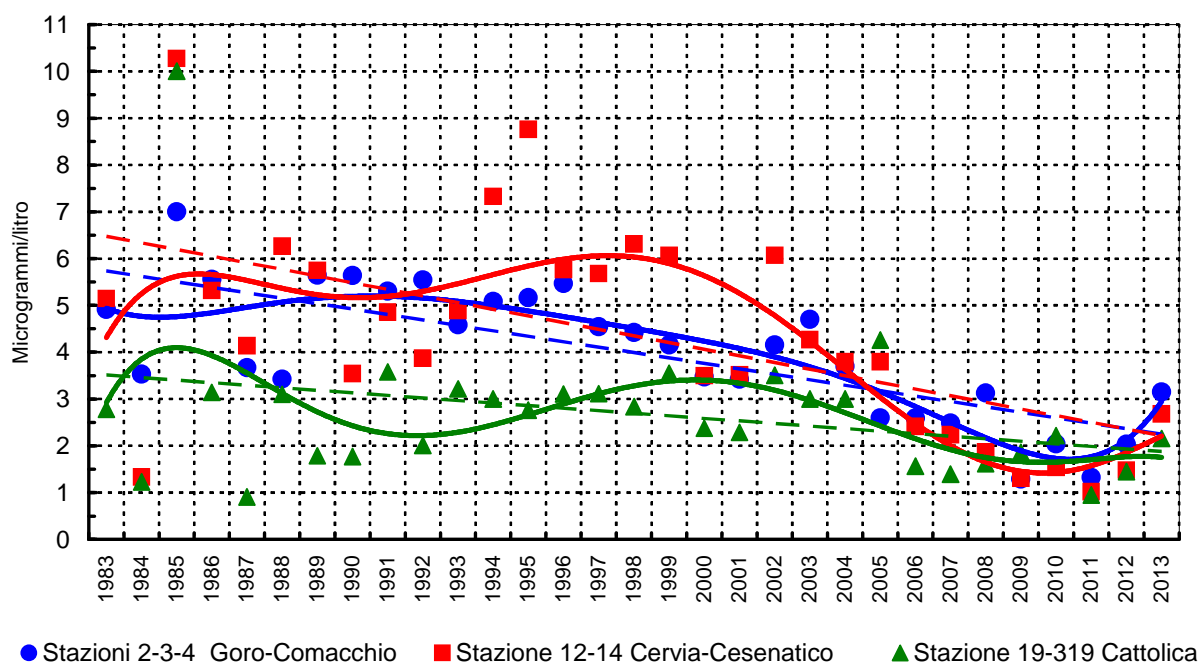
### 3.3.2.f Fosforo reattivo (P-PO<sub>4</sub>) e fosforo totale (P-Tot)

Gli andamenti annuali del fosforo reattivo e del fosforo totale evidenziano un'alta variabilità soprattutto nelle stazioni costiere settentrionali che risentono direttamente degli apporti dei bacini fluviali ed in particolare del bacino padano che, come più volte sottolineato, contribuisce a condizionare la qualità ambientale dell'ecosistema marino in questa zona (vedi Figura 21 e Figura 22).

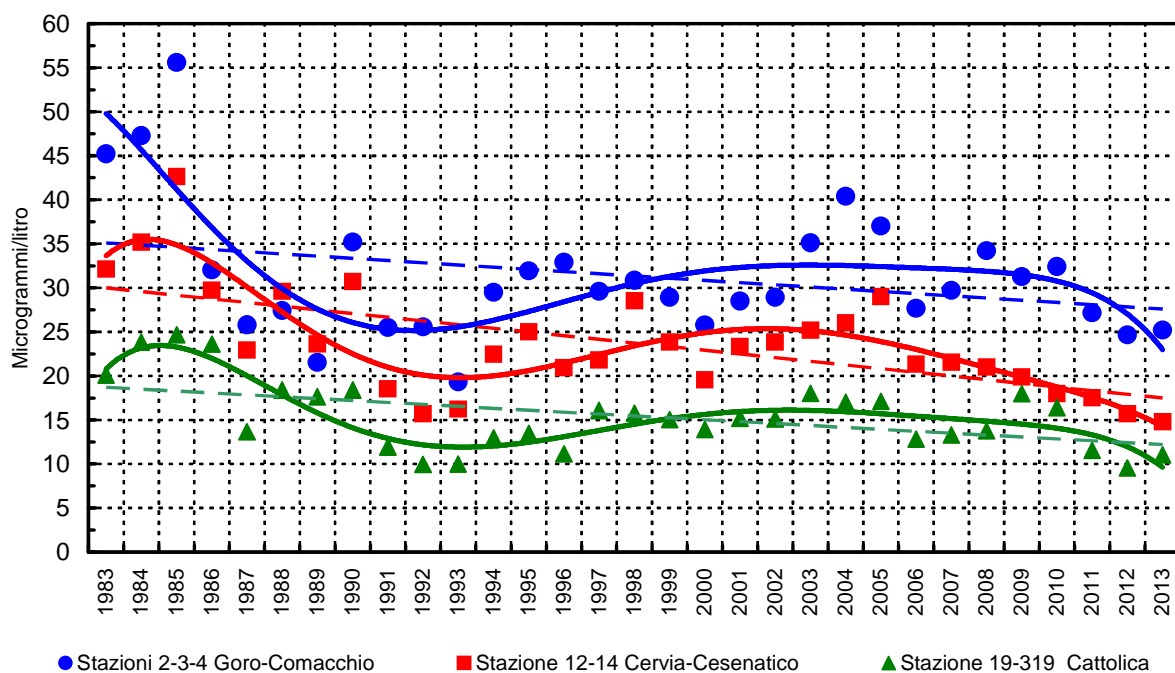
Oltre ad un'elevata fluttuazione degli andamenti del fosforo reattivo e del fosforo totale, nelle stazioni settentrionali del CD1 (Goro-Ravenna) si riscontrano concentrazioni più elevate rispetto alle stazioni meridionali determinando così un gradiente in diminuzione da nord verso sud della concentrazione di questi elementi nutritivi.

In correlazione con le portate del fiume Po, i valori di concentrazione maggiori generalmente interessano i mesi autunnali, invernali e primaverili mentre valori di concentrazione bassi, spesso inferiori al limite di quantificazione per il P-PO<sub>4</sub>, si riscontrano nei mesi estivi.

Nella Figura 19 e Figura 20 si riportano le medie geometriche annuali del P-PO<sub>4</sub> e del P-totale nel lungo periodo (1982-2013) in tre aree costiere considerate più rappresentative della costa emiliano romagnole. L'area più settentrionale, Goro-Comacchio, risente degli apporti del Po e presenta elevati livelli trofici per molti mesi dell'anno. L'area meridionale, Cattolica, risente in misura minore degli apporti padani e presenta bassi livelli trofici. L'area costiera centrale, Cervia-Cesenatico, rileva una situazione trofica intermedia, caratterizzata anche dagli apporti dei bacini locali. Nel grafico sono rappresentate, oltre alle tendenze di tipo lineare (rette tratteggiate), che mostrano in termini assoluti l'evoluzione complessiva dei sistemi, anche quelle di ordine superiore (linee continue), che consentono di evidenziare eventuali fenomeni di ciclicità interannuale.



**Figura 19 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del fosforo ortofosfato (P-PO<sub>4</sub>) in tre aree della costa emiliano romagnola: 1982-2013**



**Figura 20 - Medie geometriche annuali per trend evolutivo del fosforo totale (P-tot) in tre aree della costa emiliano romagnola: 1982-2013**

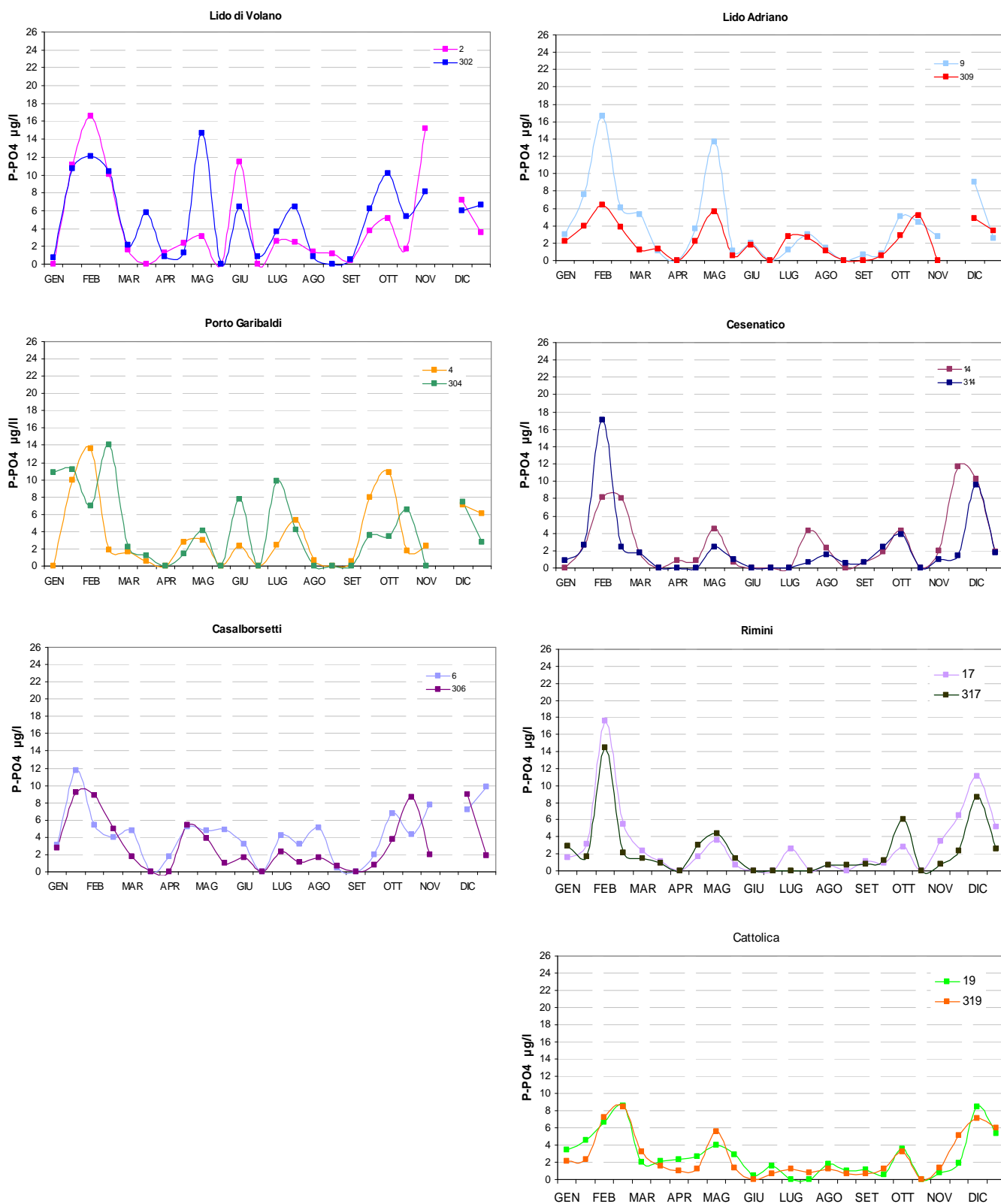
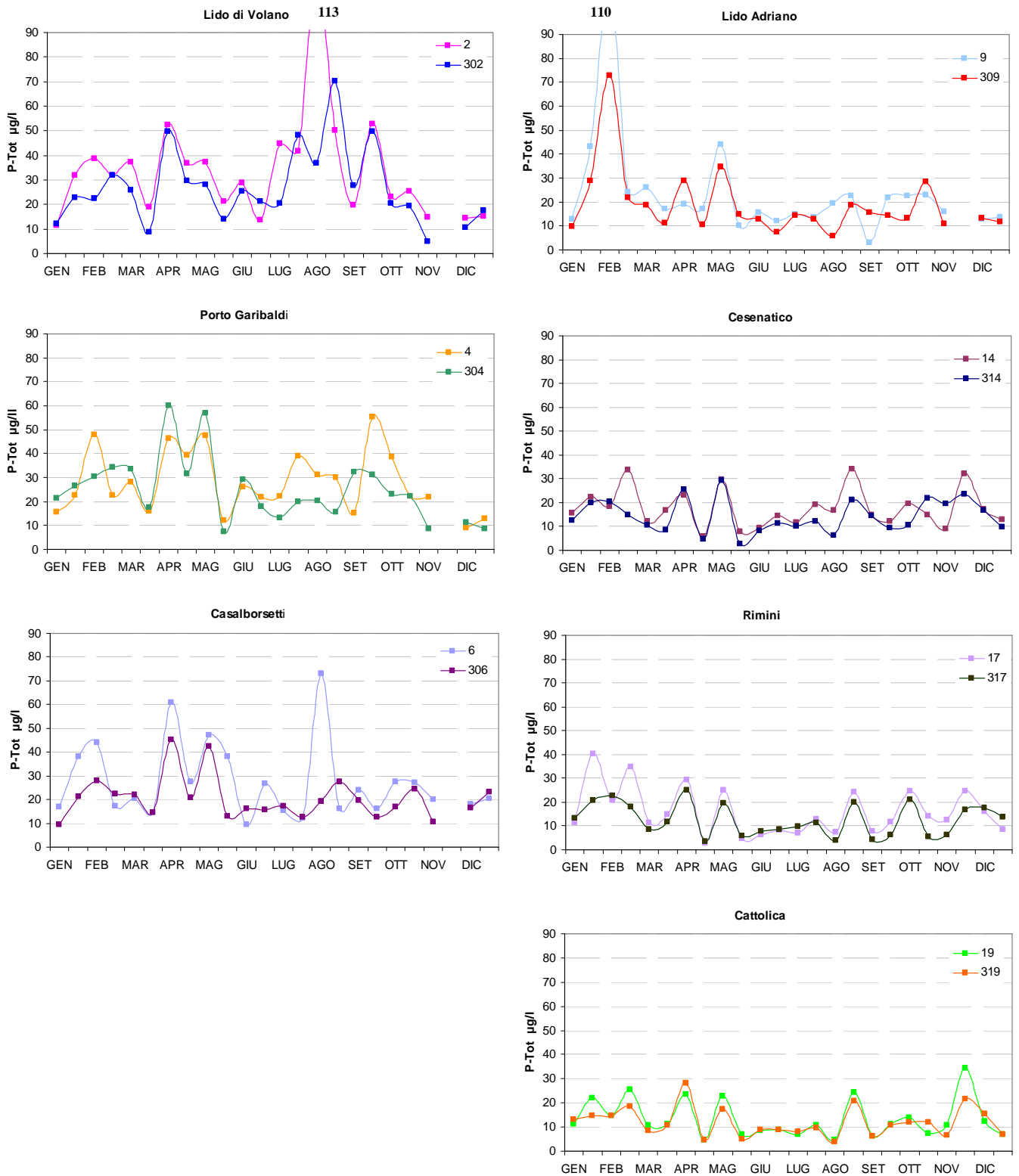


Figura 21 - Andamenti temporali del P-PO<sub>4</sub> in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (sinistra; stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (destra; stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)



**Figura 22 - Andamenti temporali del P-tot in superficie nelle stazioni a 0.5 e 3 km di distanza dalla costa dei corpi idrici CD1 (sinistra; stazioni 2, 302, 4, 304, 6, 306) e CD2 (destra; stazioni 9, 309, 14, 314, 17, 317, 19, 319)**

### 3.3.2.g Indice Trofico-TRIX

Gli elementi utilizzati per il calcolo dell'Indice Trofico (TRIX) si dividono in due categorie:

a) Fattori che sono espressione diretta di produttività:

- Clorofilla "a" mg/mc
- Ossigeno disciolto espresso in percentuale, come deviazione in valore assoluto dalla saturazione:  $\text{Ass}[100 - \text{O.D. \%}] = |\text{O.D.\%}|$

b) Fattori nutrizionali:

- Fosforo totale espresso in  $\mu\text{g/l}$
- DIN azoto minerale disciolto ( $\text{N-NO}_3 + \text{N-NO}_2 + \text{N-NH}_3$ ) in  $\mu\text{g/l}$ .

L'analisi dei dati mostra che nessuno dei parametri selezionati per il TRIX si distribuisce in maniera normale. L'esperienza insegna che per i parametri di interesse, la semplice trasformazione Log-decimale è più che indicata per approssimare alla distribuzione normale le distribuzioni dei dati grezzi.

Ricorrendo dunque ai logaritmi ( $\text{Log}_{10}$ ), la struttura base dell'Indice TRIX diventa:

$$\text{Indice Trofico TRIX} = (\text{Log}[\text{Cha} \times |\text{OD\%}| \times \text{N} \times \text{P}] - [-1.5])/1.2$$

Numericamente tale indice è differenziato in classi da 0 a 10 che coprono l'intero spettro di condizioni trofiche che vanno dalla oligotrofia (acque scarsamente produttive tipiche di mare aperto), alla eutrofia (acque fortemente produttive tipiche di aree costiere eutrofizzate, acque lagunari, ecc.).

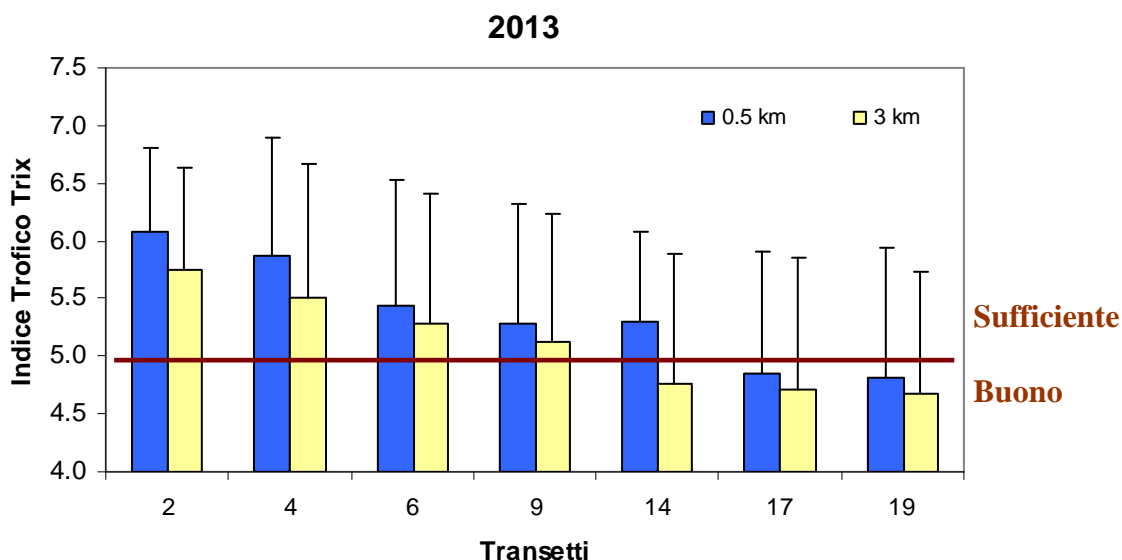
Va comunque precisato che nella quasi totalità dei casi, i valori di TRIX ottenuti dai dati rilevati nelle diverse aree costiere sono compresi tra 2 e 8 unità.

In definitiva l'utilizzo del TRIX risponde a tre esigenze fondamentali:

- integrare più fattori indicatori del livello di trofia ed eliminare valutazioni soggettive basate su singoli parametri;
- ridurre la complessità dei sistemi costieri consentendo di assumere un valore quantitativo;
- discriminare tra diverse situazioni spazio-temporali, rendendo possibile un confronto di tipo quantitativo.

Per la classificazione dello stato ecologico, il D.260/10 definisce il limite di classe tra lo stato Buono e quello Sufficiente per il TRIX (espresso come valore medio annuo). Per il macrotipo 1 (Alta stabilità) che corrisponde a quello della costa emiliano-romagnola, il limite di classe è 5.0; in pratica per raggiungere la classe Buono è necessario ottenere un valore medio/anno di TRIX inferiore a 5.

In Figura 23 sono riportate le medie annuali del TRIX nelle stazioni ubicate a 0.5 e 3 km dalla costa in rapporto anche al valore limite di classe TRIX Buono/Sufficiente (linea rossa). In generale si osserva che il TRIX tende a diminuire spostandosi dalle stazioni più a nord (stazione 2 di L. di Volano) verso le stazioni più a sud (stazione 19 di Cattolica). Nel 2013, le stazioni più settentrionali superano il valore limite di 5.0 aggiudicandosi lo stato Sufficiente, la stazione 14 di Cesenatico a 0.5 km è nella classe Sufficiente mentre a 3 km il valore medio/anno rientra nella classe Buono. Infine, le stazioni più meridionali (17 Rimini e 19 Cattolica), con valori medi/anno di TRIX inferiori a 5 sia a 0.5 km sia a 3 km di distanza dalla costa, sono classificate con stato Buono.



**Figura 23 - Medie annuali del TRIX nelle stazioni a 0.5 e 3 km dalla costa**

Lo stato di qualità per il TRIX è stato valutato come segue:

- lo stato di qualità di ogni stazione, relativo ad un anno di riferimento, è dato dalla media/anno del TRIX;
- lo stato di qualità per corpo idrico è attribuito dalla media del TRIX di tutte le stazioni;
- lo stato di qualità per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni) è attribuito dalla media dei 3 valori annuali dei TRIX.

In Tabella 14 si riportano i valori medi/anno del Indice Trofico TRIX di ogni stazione. Si riportano inoltre i valori medi/anno del TRIX dei due corpi idrici (CD1 e CD2).

Per il 2013 lo stato di qualità dei corpi idrici per il TRIX (Tabella 14) è Sufficiente per il CD1 e Buono per il CD2.

**Tabella 14 – Stato di qualità per il TRIX: medie annuali per stazione e corpo idrico**

Corpo idrico	Stazione	2013	
CD1 Goro-Ravenna	2	6.07	5.7 Sufficiente
	302	5.76	
	4	5.88	
	304	5.51	
	6	5.43	
	306	5.28	
CD2 Ravenna-Cattolica	9	5.28	4.9 Buono
	309	5.12	
	14	5.30	
	314	4.76	
	17	4.86	
	317	4.70	
	19	4.82	
	319	4.67	

### 3.3.3 Elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB

Gli elementi idromorfologici e fisico-chimici a sostegno degli EQB non rientrano nel sistema di valutazione dello Stato Ecologico, ma vengono utilizzati ai fini interpretativi dei risultati di altri elementi di qualità.

#### 3.3.3.a Granulometria

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi granulometrica relativi a 8 stazioni ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa e in 4 stazioni denominate SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a circa 1-2 km di distanza dalla costa (vedi Tabella 1). La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 2).

La distribuzione superficiale media delle tre principali componenti granulometriche dei sedimenti nelle stazioni a 3 km dalla costa evidenzia che (Figura 24):

- nelle stazioni 302 (Lido di Volano), 304 (Porto Garibaldi) e 309 (Lido Adriano) prevale la componente limosa ed è scarsa la componente sabbiosa;
- nelle stazioni 308 (Marina di Ravenna) 314 (Cesenatico), 317 (Rimini) e 319 (Cattolica) tende a prevalere la componente sabbiosa con riduzione in percentuale delle altre due componenti;
- nella stazione 306 (Casalborsetti) la componente limosa si equivale alla quella argillosa e la componente sabbiosa è scarsa;

La distribuzione superficiale media delle tre principali componenti granulometriche dei sedimenti nelle stazioni SFBC evidenzia che (Figura 25) nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) prevale la componente sabbiosa ad eccezione della stazione SFBC 9 (L. Adriano) ove è la componente limosa che prevale.

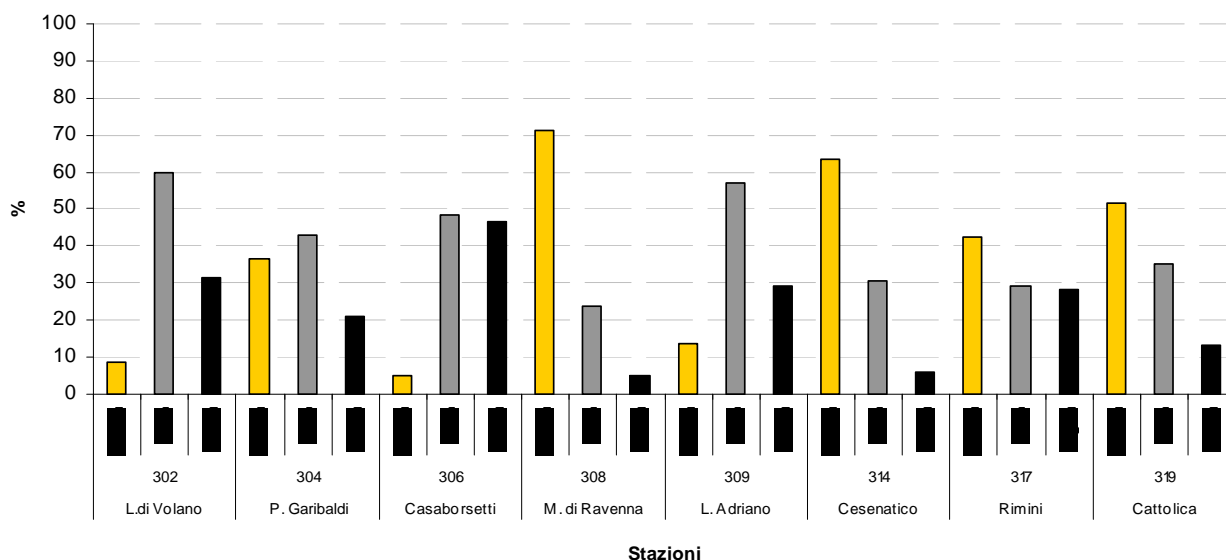
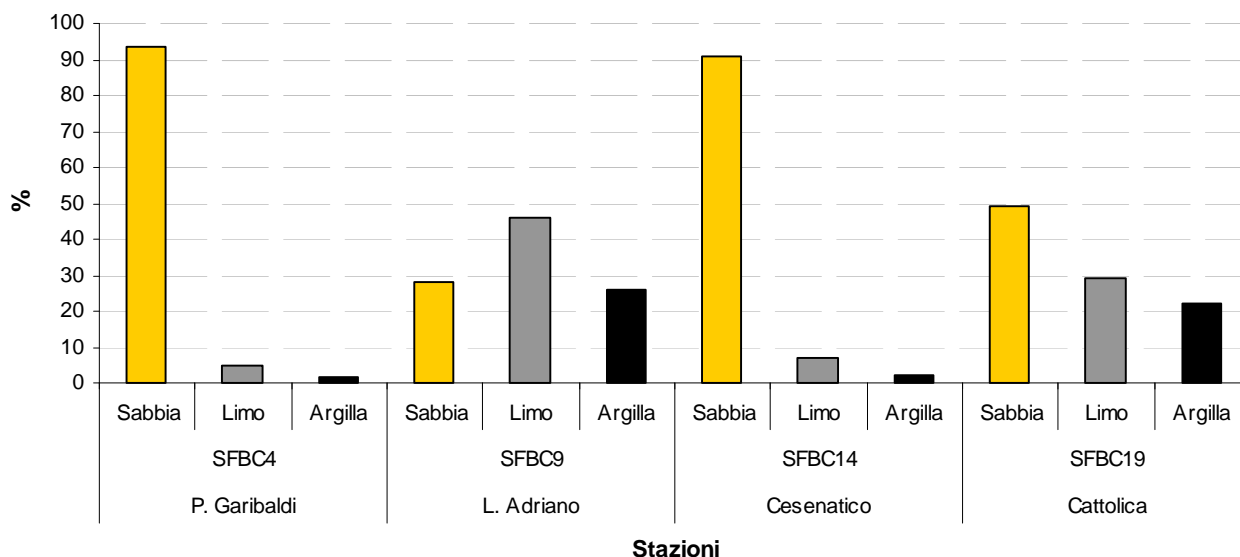


Figura 24 - Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni a 3 km dalla costa



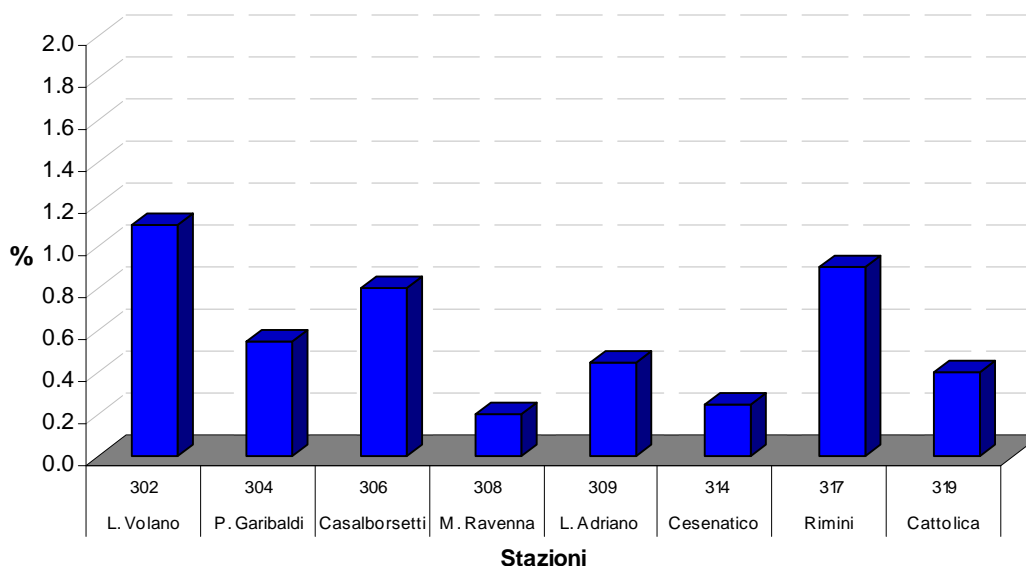


**Figura 25 - Distribuzione delle principali frazioni granulometriche (% media/anno) rilevate nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa**

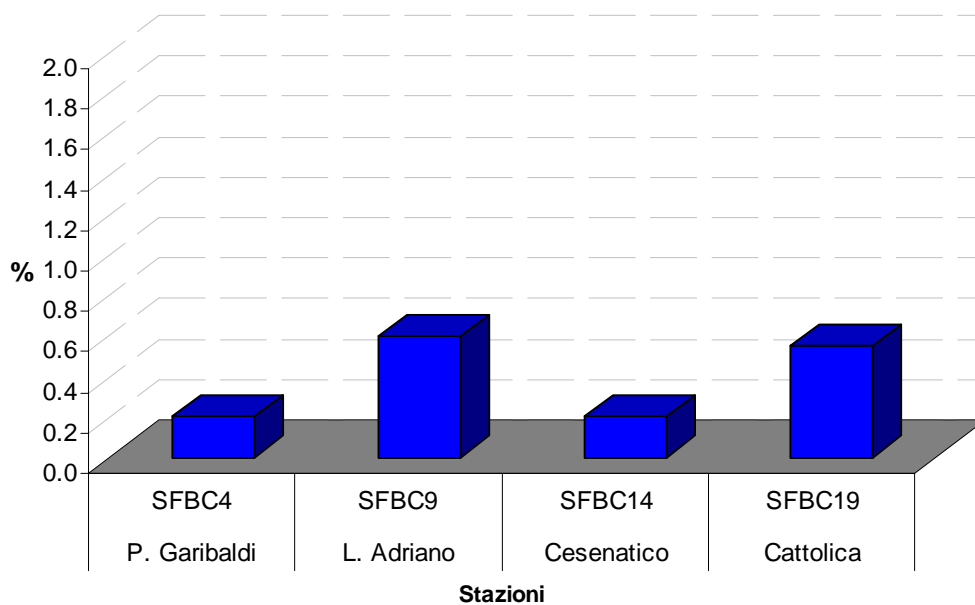
### 3.3.3.b Carbonio Organico Totale (TOC)

Di seguito si riportano i risultati Carbonio Organico Totale (TOC) relativi a 8 stazioni ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa e in 4 stazioni denominate SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a circa 1-2 km di distanza dalla costa (vedi in Tabella 1). La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 2).

Le percentuali/medie di carbonio organico totale nei sedimenti superficiali variano tra 0.2 e 1.1%.



**Figura 26 - Distribuzione del contenuto di Carbonio Organico Totale (% media/anno) nelle stazioni a 3 km dalla costa**



**Figura 27 - Distribuzione del contenuto di carbonio organico totale (% media/anno) nelle stazioni SFBC (Sabbie Fini Ben Calibrate) a 1-2 km dalla costa**

### 3.3.3.c Direzione e altezza onde

La stazione di rilevamento è stata installata da ARPA il 23 maggio 2007 ed è equipaggiata con una boa ondometrica Datawell Directional wave rider MkIII 70 posizionata alle seguenti coordinate: 44.2155°N 12.4766°E - WGS84 (Figura 28). La boa è collocata a circa 8 km al largo di Cesenatico su un fondale di 10 m di profondità in una zona interdotta alla navigazione, all'attracco ed alla pesca. Il sistema ricevente a terra è situato presso la Struttura Oceanografica Daphne a Cesenatico. I dati vengono acquisiti ogni 30' ed archiviati nel data base meteo-marino del Servizio IdroMeteoClima. Il sistema è stato acquisito, su incarico della Regione Emilia-Romagna, nell'ambito del progetto Beachmed-E, sottoprogetto Nausicaa e mantenuto anche grazie al finanziamento derivante dal progetto europeo MICORE (FP7-ENV-2007-1 Cooperation, Grant agreement n. 202798).

I dati rilevati sono elaborati e visibili al sito <http://www.arpa.emr.it/sim/?mare/boa>.

I dati relativi all'altezza dell'onda, rilevati nel 2013, sono riportati in Figura 29. La distribuzione temporale dei dati mostra in genere la presenza di picchi massimi d'onda durante il periodo autunnale (novembre) e tardo inverno (febbraio-marzo).

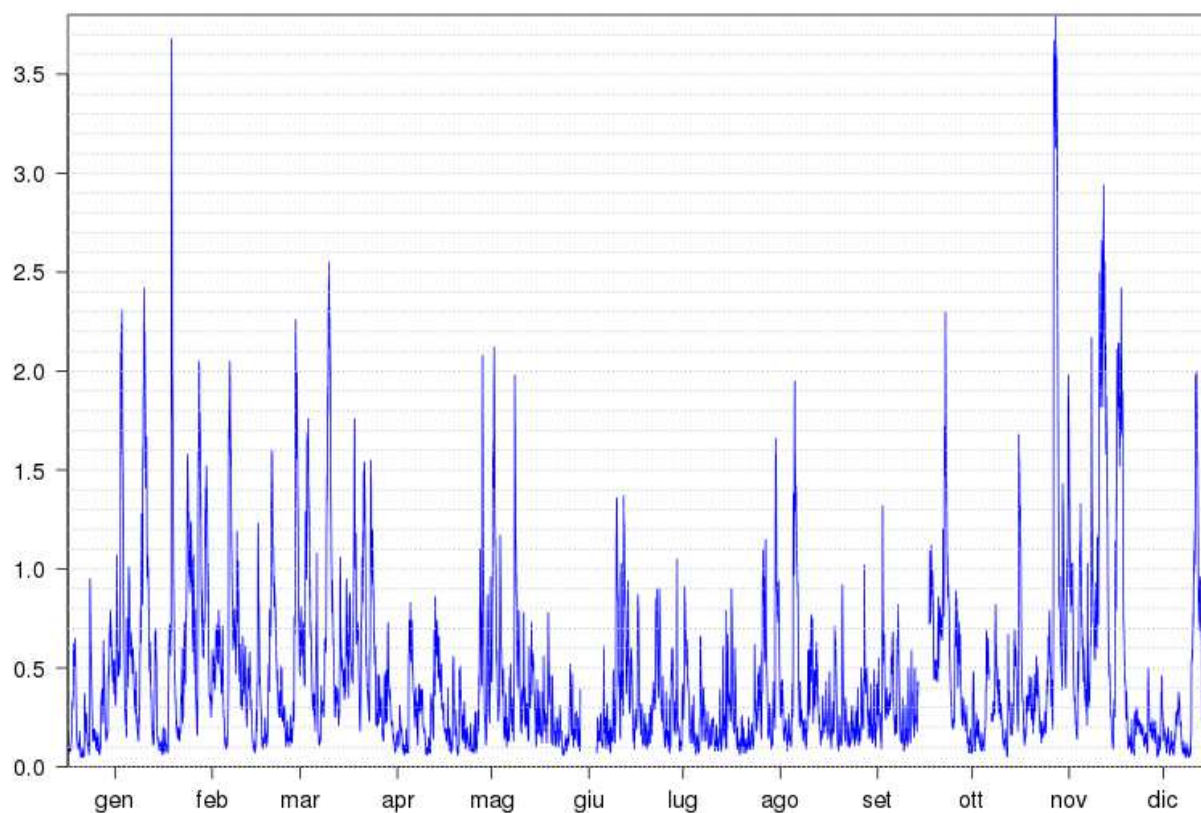
Nella Figura 30 sono riportate le distribuzioni direzionali dell'altezza dell'onda per il 2013 in due periodi dell'anno: autunno-inverno e primavera-estate. Autunno-Inverno è il periodo rappresentato rispettivamente dai mesi di Settembre, Ottobre, Novembre e Dicembre, Gennaio, Febbraio, mentre il periodo primavera-estate è rappresentato dai mesi di Marzo, Aprile, Maggio e Giugno, Luglio, Agosto.

Durante il periodo primaverile-estivo non si osservano altezze dell'onda maggiori di 3 metri, con il valore più elevato che risulta essere presente il 25 Marzo alle ore 5:00 del mattino; i valori dell'altezza dell'onda risultano essere nella maggior parte dei casi, circa il 93%, minori di 1m. Durante il periodo autunno-inverno nell'87% dei casi si hanno valori di altezza dell'onda minori di 1 m, nel circa il 12% dei casi valori di altezza dell'onda dell'onda compresi fra 1 e 3 m, ed infine in meno dell'1% valori di altezza dell'onda superiori a 3 metri concentrati in due intervalli temporali, tra mezzanotte del 2 Febbraio e le 4:00 del 3 Febbraio in uno e tra le 1:30 dell'11 Novembre e le 5:30 del 12 Novembre.

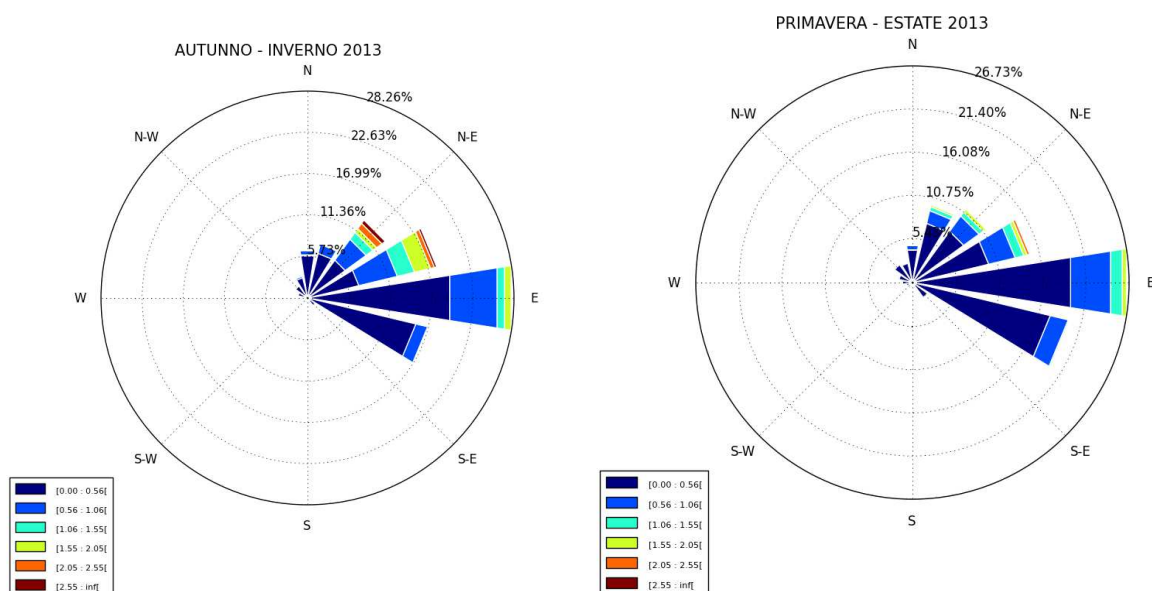


**Figura 28 - Boa Nausicaa posizionata in mare**

### ALTEZZA DELL'ONDA (m) - ANNO 2013



**Figura 29 - Altezza delle onde (metri)**



**Figura 30 - Distribuzioni direzionali dell'altezza dell'onda (metri)**

### 3.3.3.d Direzione e velocità delle correnti marine

Lo strumento RCM 9 dell'Aanderaa (Figura 31) permette di misurare velocità e direzione della corrente ad una profondità nota della colonna d'acqua; lo strumento in questo caso è posizionato al largo di Cesenatico ad una profondità di 4 metri dalla superficie del mare (batimetria 10 m) a circa 3 km dalla costa, vicino ad una zona destinata all'allevamento di mitili ed interdetta alla pesca, alle seguenti coordinate: 44°12.743N ; 12°28.309E. I dati vengono registrati in una scheda contenuta all'interno dello strumento, modello Data Storage Unit (DSU) 2990.



**Figura 31 – Correntometro RCM 9 (Aanderaa)**

Nei grafici di Figura 32 sono rappresentate le distribuzioni direzionali delle correnti acquisite nel 2013 per due periodi: autunno-inverno e primavera-estate. Si osserva che le direzioni prevalenti della corrente sono Nord-Ovest e Sud-Est; lungo queste direzioni si riscontrano inoltre anche i maggiori valori di velocità della corrente stessa. In particolare nel periodo Autunno-Inverno prevale la direzione Sud-Est in più del 18 % circa delle registrazioni, dove inoltre si osserva il massimo valore di corrente; in primavera-estate i massimi di velocità vengono riscontrati nelle direzioni Sud-Est e Nord-Ovest, con direzione prevalente che è Sud-Est per circa il 12% dei casi. La velocità della corrente è tendenzialmente minore o uguale a 0.1 m/s colore blu intenso (Figura 32), mentre i valori più intensi risultano essere poco superiori a 0.5 m/s durante il periodo autunno-inverno.

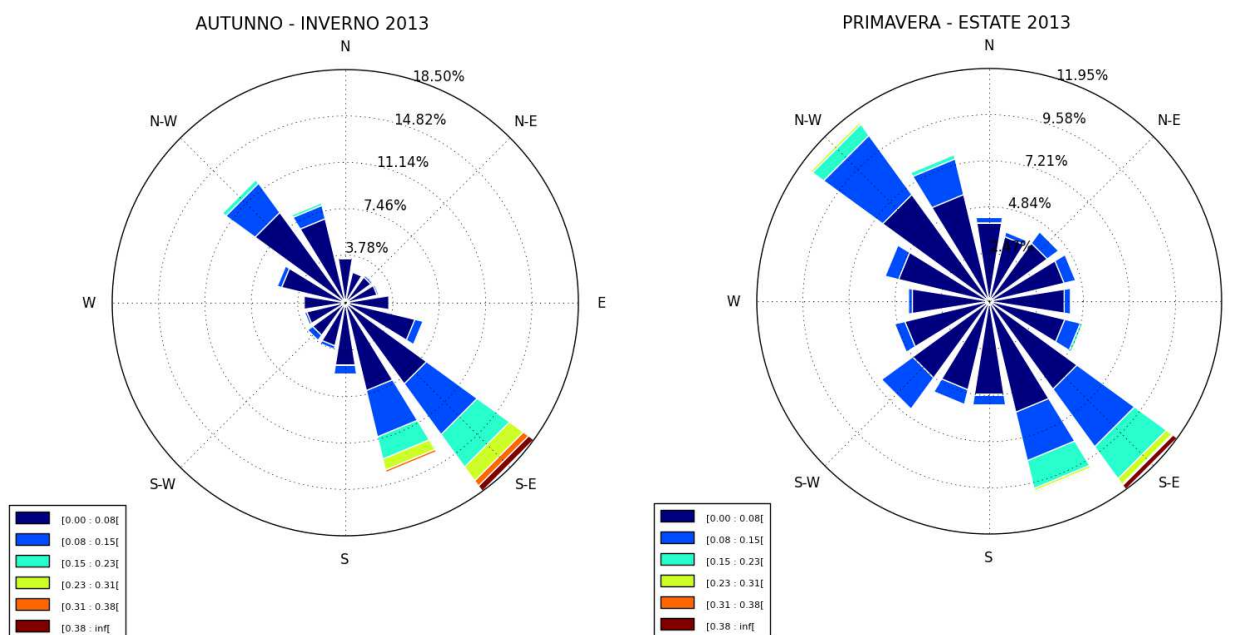


Figura 32 - Distribuzioni direzionali della corrente marina (m/s)

### **3.3.4 Inquinanti specifici a sostegno degli EQB**

I risultati delle indagini sulle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità concorrono alla definizione dello Stato Ecologico delle acque marino costiere come elementi a sostegno degli EQB. Il D.260/10, prevede la ricerca di tali sostanze nella matrice acqua (tab.1/B D.260/10) e nella matrice sedimento (tab.3/B del D.260/10).

La valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici dell'ambiente marino costiero della regione Emilia-Romagna è effettuata in conformità a quanto previsto dalla tab. 4.5/a del D. 260/10 che definisce Buono lo stato di qualità per gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB quando la media delle concentrazioni di una sostanza chimica, monitorata nell'arco di un anno, è conforme allo Standard di Qualità Ambientale (SQA) di cui alla tab. 1/B o 3/B del D. 260/10.

Nel 2013 è stata effettuata la ricerca delle sostanze non appartenenti all'elenco di priorità di cui alla tab. 3/B del D. 260/10 sulla matrice sedimento.

La ricerca delle sostanze di cui alla tab. 1/B del D.260/10, da effettuare nella matrice acqua, è iniziata a giugno 2014 e si concluderà a maggio 2015. Le sostanze che sono ricercate sono quelle per le quali ne è stata riscontrata la presenza, intesa come superamento dei relativi SQA, nei fiumi nel corso del monitoraggio del triennio precedente (2010-2012).

Le sostanze di cui alla tab. 1/B del D. 260/10 che sono ricercate nell'acqua a partire da giugno 2014 sono: azoxistrobin, cloridazon, matalaxil, metolaclo e oxadiazon.

Per il 2013, lo stato di qualità dei corpi idrici CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-Cattolica) per inquinanti specifici a sostegno degli EQB di cui alla tab. 3/B D. 260/10 è per entrambi Buono.

Tutti i valori medi/anno delle sostanze ricercate sono risultati conformi ai relativi SQA.

Nei paragrafi che seguono si riportano i valori medi/anno per stazione degli inquinanti specifici a sostegno degli EQB ricercati ai sensi della tab. 3/B del D.260/10.

### 3.3.4.a Inquinanti ricercati nel sedimento (tab. 3/B D.260/10)

Gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB, ricercati nei sedimenti delle acque marino costiere, sono quelli riportati in tab. 3/B del D.260/10.

In Tabella 15 si riportano le sostanze inquinanti ricercate ai sensi della tab. 3/B del D. 260/10 e i relativi Standard di Qualità Ambientale (SQA). Ai fini della classificazione, il D.260/10 ammette uno scostamento del 20% rispetto agli SQA.

Le stazioni di campionamento interessate alla ricerca degli inquinanti specifici a sostegno degli EQB sono 8 e sono ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa. La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 2).

Nei paragrafi che seguono si riportano le medie annuali delle concentrazioni degli inquinanti ricercati sul sedimento nelle 8 stazioni delle acque marino costiere nel 2013.

**Tabella 15 – Inquinanti specifici a sostegno degli EQB ricercati nei sedimenti e riportati in tab.3/B D.260/10.**

Numero CAS	Parametri	SQA-MA (1) (2)	SQA-MA + scostamento 20%	Limite di Quantificazione
	<b>Metalli</b>	<b>mg/kg s.s.</b>	<b>mg/kg s.s.</b>	<b>mg/kg s.s.</b>
7440-38-2	Arsenico	12	14.4	
7440-47-3	Cromo totale	50	60	
	Cromo VI	2	2.4	<0.1
	<b>Policiclici Aromatici</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
	IPA totali(3)	800	960	<2
	<b>PCB e Diossine</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
	Sommat. T.E. PCDD,PCDF (Diossine e Furani) e PCB diossina simili(4)	2x10 <sup>-3</sup>	2.4x10 <sup>-3</sup>	PCB diossina simili: <0.01; <0.3
	PCB totali(5)	8	9.6	<0.01; <0.3

**Note:**

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

(2) In considerazione della complessità della matrice sedimento è ammesso, ai fini della classificazione del buono stato ecologico uno scostamento pari al 20% del valore riportato in tabella.

(3) La somma è riferita ai seguenti IPA: Naftalene, acenaftene, Acenaftilene, Fenantrene, Fluorantene, Benzo(a) antracene, Crisene, Benzo(b) fluorantene, Benzo(k) fluorantene, Benz(a)pirene, dibenzo(a,h)antracene, antracene, pirene, benzo(g,h,i) perilene, Indeno(1,2,3)c,d pirene, fluorene.

(4) PCB diossina simili: PCB 77, PCB 81, PCB 118, PCB 126, PCB 156, PCB 169, PCB 189, PCB 105, PCB 114, PCB 123, PCB 157, PCB 167.

(5) PCB totali, lo standard è riferito alla sommatoria dei seguenti congeneri: PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 118, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 169, PCB 180.

Elenco congeneri e relativi Fattori di Tossicità Equivalenti (EPA, 1989) e elenco congeneri PCB Diossina simili (WHO, 2005).

Congeneri	I-TEF
<b>Policlorodibenzodiossine</b>	
2,3,7,8 T4CDD	1
1,2,3,7,8 P5CDD	0.5
1,2,3,4,7,8 H6CDD	0.1
1,2,3,6,7,8 H6CDD	0.1
1,2,3,7,8,9 H6CDD	0.1
1,2,3,4,6,7,8 H7CDD	0.01
OCDD	0.001
<b>Policlorodibenzofurani</b>	
2,3,7,8 T4CDF	0.1
1,2,3,7,8 P5CDF	0.05
2,3,4,7,8 P5CDF	0.5
1,2,3,4,7,8 H6CDF	0.1
1,2,3,6,7,8 H6CDF	0.1
1,2,3,7,8,9 H6CDF	0.1
2,3,4,6,7,8 H6CDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8 H7CDF	0.01
1,2,3,4,7,8,9 H7CDF	0.01
OCDF	0.001

Congeneri PCB Diossina simili	WHO TEF
PCB 77	0.0001
PCB 81	0.0003
PCB 126	0.1
PCB 169	0.03
PCB 105	0.00003
PCB 114	0.00003
PCB 118	0.00003
PCB 123	0.00003
PCB 156	0.00003
PCB 157	0.00003
PCB 167	0.00003
PCB 189	0.00003



### ***Metalli: Arsenico, Cromo totale e Cromo VI***

Nella Tabella 16 si riporta la media annuale della concentrazione dei metalli determinati sul sedimento nelle stazioni delle acque marino costiere; nei casi in cui i valori superano gli SQA di cui alla tab. 3/B del D.260/10 è ammesso uno scostamento del 20% rispetto agli SQA stessi (vedi Tabella 15).

I valori medi che si collocano fra lo SQA e lo SQA+20% sono riportati in grassetto e, ai fini della classificazione, sono da considerarsi conformi rispetto alla tab. 3/B del D.260/10 anche se meritano comunque una certa attenzione nel tempo. Sono invece riportati in rosso i valori che superano lo SQA+20%.

Il Cromo totale, come anche il Nichel, lo Zinco e il Rame, non sono solo di origine antropica ma costituiscono un importante fondo naturale nei sedimenti del litorale emiliano romagnolo. Tale situazione è ben rappresentata nel sito della Regione Emilia-Romagna per tutto il territorio regionale;

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/metalli-pesanti/carta-del-fondo-naturale-antropico-della-pianura-emiliano-romagnola-alla-scala1-250-000-2012>.

Una stima dei valori di background locale per i metalli è stata effettuata dall'Università di Ravenna 2006 nell'ambito del programma di ricerca per la gestione e il riutilizzo dei sedimenti litoranei. Il lavoro dell'Università di Ravenna è riportato al cap. 3 della relazione "Caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti presenti nella spiaggia emersa e sommersa del litorale emiliano romagnolo" pubblicata a giugno 2008. Il lavoro effettuato dall'Università di Ravenna nel 2006, oltre ad essere datato, non è esaustivo. E' quindi auspicabile che siano effettuati studi specifici per la valutazione del livello di fondo naturale dei metalli lungo il litorale emiliano romagnolo, che tali livelli di fondo siano riportati nei piani di gestione e di tutela delle acque e alla conseguente definizione degli Standard di Qualità Ambientale locali come prevede il D. 260/10 al par. A.2.8. comma 6.

Per quanto sopra, al momento si ritiene di non dover considerare il Cromo totale ai fini della classificazione dello stato ecologico.

I dati nella Tabella 16 mostrano un andamento decrescente dei valori medi/anno di Cromo totale e di Cromo VI da nord verso sud lungo la costa emiliano-romagnola. Per l'Arsenico invece le stazioni più meridionali di Rimini e Cattolica (317 e 319) presentano valori medi/anno superiori alle altre stazioni.

Per l'Arsenico e il Cromo VI non si sono riscontrati superamenti degli SQA dei valori medi/anno relativi al 2013. Per questi parametri lo stato di qualità dei due corpi idrici CD1 e CD2 è per entrambi Buono.



**Tabella 16 – Medie/anno per stazione delle concentrazioni di Metalli (mg/kg ss) e stato di qualità**

Corpo idrico	Stazione	Metalli	2013		
CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306	302 L. di Volano	Arsenico	6.52	Buono	Buono
		Cromo totale	109.50		
		Cromo VI	0.73		
	304 P. Garibaldi	Arsenico	6.02	Buono	
		Cromo totale	76.30		
		Cromo VI	0.86		
	306 Casalborsetti	Arsenico	6.35	Buono	
		Cromo totale	79.90		
		Cromo VI	0.25		
CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-319	308 M. di Ravenna	Arsenico	5.00	Buono	
		Cromo totale	48.45		
		Cromo VI	0.15		
	309 L. Adriano	Arsenico	5.50	Buono	
		Cromo totale	67.55		
		Cromo VI	0.45		
	314 Cesenatico	Arsenico	5.48	Buono	
		Cromo totale	45.40		
		Cromo VI	0.12		
	317 Rimini	Arsenico	6.87	Buono	
		Cromo totale	58.65		
		Cromo VI	0.30		
	319 Cattolica	Arsenico	7.40	Buono	
		Cromo totale	49.20		
		Cromo VI	0.17		

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite.  
**Cromo totale:** parametro non considerato ai fini della classificazione dello stato ecologico.

### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e PoliCloroBifenili (PCB)**

Nella Tabella 17 si riportano le medie/anno della somma delle concentrazioni degli IPA ricercati nel sedimento delle stazioni marino costiere.

Le tipologie di IPA da ricercare nel sedimento sono 16 e sono elencate nella tab. 3/B D. 260/10 (vedi Tabella 15).

Per gli IPA non si evidenziano valori che superano lo SQA di cui alla tab. 3/B del D. 260/10 (somma IPA = 800 µg/kg ss). Le concentrazioni di IPA lungo la costa emiliano romagnola risultano molto contenute e decisamente inferiori rispetto allo SQA. Le concentrazioni maggiori di IPA si riscontrano nelle stazioni più a nord della costa e precisamente a L. Volano e L. Adriano segue poi Cattolica e P. Garibaldi.

Nella Tabella 18 si riportano i valori medi annuali della somma delle concentrazioni dei congeneri dei PCB determinati sul sedimento.

Il D.260/10 alla tab. 3/B definisce i congeneri più significativi da monitorare e lo standard di qualità da applicare ai sedimenti. Lo SQA per i PCB si esprime come valore medio annuo della sommatoria dei congeneri più significativi ed è pari a 8 µg/kg ss o 9.6 µg/kg ss ammettendo uno scostamento del 20%.

Osservando i dati di Tabella 18 relativi al 2013, si nota che i valori/medi più elevati di somma dei PCB si rilevano nelle due stazioni più a nord; 302 L. Volano e 304 P. Garibaldi.

Tutti i valori medi/anno relativi alla somma dei PCB risultano inferiori al SQA di cui al D. 260/10.

Lo stato di qualità per la somma degli IPA e la somma dei PCB è per entrambi i corpi idrici buono.

**Tabella 17 – Medie/anno della somma delle concentrazioni Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) (µg/kg ss) per stazione e stato di qualità**

Corpo idrico	Stazioni	2013		
<b>CD1</b> <b>Goro-Ravenna</b> <b>Staz. 302-304-306</b>	<b>302-L.Volano</b>	202.25	Buono	Buono
	<b>304-P.Garibaldi</b>	112.20	Buono	
	<b>306-Casalborsetti</b>	72.10	Buono	
<b>CD2</b> <b>Ravenna-Cattolica</b> <b>Staz. 308-309-314-319</b>	<b>308-M.Ravenna</b>	36.80	Buono	Buono
	<b>309-L.Adriano</b>	186.55	Buono	
	<b>314-Cesenatico</b>	31.85	Buono	
	<b>317-Rimini</b>	99.15	Buono	
	<b>319-Cattolica</b>	114.55	Buono	

**Tabella 18 – Medie/anno della somma delle concentrazioni di PoliCloroBifenili (PCB) (µg/kg ss) per stazione e stato di qualità**

Corpo idrico	Stazioni	2013		
<b>CD1</b> <b>Goro-Ravenna</b> <b>Staz. 302-304-306</b>	<b>302-L.Volano</b>	2.76	Buono	Buono
	<b>304-P.Garibaldi</b>	1.57	Buono	
	<b>306-Casalborsetti</b>	0.85	Buono	
<b>CD2</b> <b>Ravenna-Cattolica</b> <b>Staz. 308-309-314-319</b>	<b>308-M.Ravenna</b>	1.30	Buono	Buono
	<b>309-L.Adriano</b>	0.81	Buono	
	<b>14-Cesenatico</b>	0.43	Buono	
	<b>317-Rimini</b>	1.30	Buono	
	<b>319-Cattolica</b>	0.50	Buono	

## Diossine, Furani e PCB diossin like

Per le diossine (CDD), i furani (CDF) e i PCB dioxin like, il D.260/10 alla tab.3/B definisce i congeneri più significativi da monitorare e lo standard di qualità (SQA) da applicare ai sedimenti (TE 2 ng/kg ss).

Le stazioni interessate sono 8 a 3 km di distanza dalla costa e la frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 2).

Nella Tabella 19 sono riportati i valori medi/anno relativi al 2013, della somma del TE delle diossine e dei furani + PCB dioxin like di ciascuna stazione indagata. Tali valori mostrano che non vi è stato superamento del SQA previsto dal D.260/10 (2 ng/kg ss).

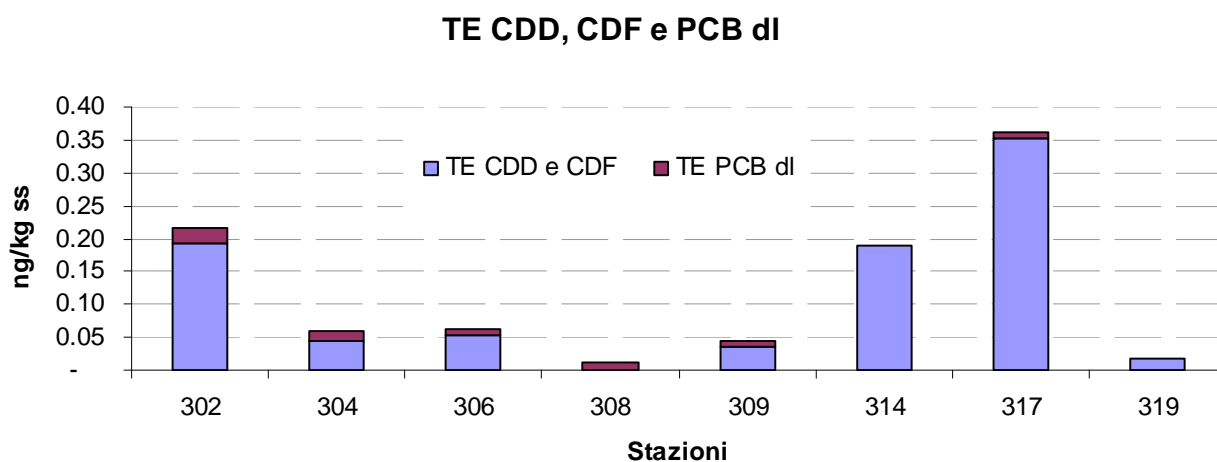
Nella Figura 33 sono riportati i valori medi/anno della somma della Tossicità Equivalente (TE) delle diossine (CDD) e dei furani (CDF) + PCB dioxin like di ciascuna stazione indagata. I valori sono tutti inferiori allo SQA (2 ng/kg ss).

Lo stato di qualità per le Diossine, Furani e PCB dioxin like è per entrambi i corpi idrici Buono.

**Tabella 19 – Medie/anno della somma del TE di Diossine (CDD), Furani (CDF) e PoliCloroBifenili (PCB) dioxin like (ng/kg ss) per stazione e stato di qualità**

Corpo idrico	Stazione	TE CDD e CDF	TE PCB dl	TE CDD, CDF e PCB dl	
		2013	2013	2013	
<b>CD1</b> <b>Goro-Ravenna</b> <b>Staz. 302-304-306</b>	<b>302-L.Volano</b>	0.19	0.03	0.22	Buono
	<b>304-P.Garibaldi</b>	0.04	0.02	0.06	Buono
	<b>306-Casalborsetti</b>	0.05	0.01	0.06	Buono
<b>CD2</b> <b>Ravenna-Cattolica</b> <b>Staz. 308-309-314-319</b>	<b>308-M.Ravenna</b>	<L.d.Q.	0.01	0.01	Buono
	<b>309-L.Adriano</b>	0.03	0.01	0.04	Buono
	<b>314-Cesenatico</b>	0.19	<L.d.Q.	0.19	Buono
	<b>317-Rimini</b>	0.35	0.01	0.36	Buono
	<b>319-Cattolica</b>	0.02	<L.d.Q.	0.02	Buono

Note: Il calcolo del TE è stato effettuato come richiesto dal D.260/10 tab. 3/B.  
Nel calcolo del TE i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale a 0.  
L.d.Q = Limite di quantificazione.



**Figura 33 - Medie annuali della somma del TE di CDD, CDF e PCB dioxin like**

### 3.4 GLI ELEMENTI DI QUALITÀ DELLO STATO CHIMICO

La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici sarà effettuata al termine del secondo ciclo di monitoraggio operativo e valuterà i risultati dell'attività di monitoraggio di 3 anni (2013-2015).

Per il raggiungimento o mantenimento del buono stato chimico si applicano per le sostanze dell'elenco di priorità selezionate gli standard di qualità ambientali per le diverse matrici riportate rispettivamente in:

- tabella 1/A matrice acqua;
- tabella 2/A matrice sedimento;
- tabella 3/A matrice biota come indagine supplementare.

Nel 2013 si sono ricercate nel sedimento tutte le sostanze di cui alla tab 2/A del D.260/10 a frequenza semestrale. Ad integrazione sono associate anche le indagini ecotossicologiche.

La ricerca delle sostanze di cui alla tab. 1/A del D.260/10, da effettuare nella matrice acqua a frequenza mensile, è iniziata a giugno 2014 e si concluderà a maggio 2015.

La ricerca delle sostanze di cui alla tab. 3/A del D.260/10, da effettuare nella matrice biota a frequenza annuale, può essere eseguita nei mitili al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili a determinare cause di degrado del corpo idrico e fenomeni di bioaccumulo. Tali indagini non sono previste nel triennio in corso in quanto gli esiti delle ricerche effettuate negli anni precedenti hanno sempre fornito esito negativo e perché il D.260/10 le considera indagini supplementari (vedi paragrafo A.2.6 del D.260/10).

La classificazione dello stato chimico dei corpi idrici del litorale emiliano romagnolo (CD1 e CD2) del triennio 2013 è effettuata come segue:

- per ogni corpo idrico, è calcolato il valore medio/anno di ciascun inquinante riportato alla tab. 1/A e 2/A del D. 260/10;
- affinché possa essere conseguito lo stato chimico buono è necessario che tutti i valori medi/anno di cui sopra soddisfino gli SQA definiti in tab. 1/A e 2/A del D. 260/10;

Per il 2013, lo stato di qualità dei corpi idrici CD1 (Goro-Ravenna) e CD2 (Ravenna-Cattolica) per gli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità è per entrambi buono.

I valori medi/anno delle sostanze ricercate, di cui alla tab. 2/A del D. 260/10, in entrambi i corpi idrici sono risultati conformi ai relativi SQA.

Nei paragrafi che seguono si riportano i valori medi/anno per stazione degli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità ricercati ai sensi della tab. 2/A del D. 260/10.

### 3.4.1 Inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità

#### 3.4.1.a Inquinanti ricercati nell'acqua (tab. 1/A D.260/10)

La ricerca degli inquinanti specifici di cui alla tab. 1/A del D.260/10 (Tabella 20) è iniziata a giugno 2014 con frequenza mensile e si concluderà a giugno 2015. Le stazioni di campionamento interessate alla ricerca degli inquinanti sono 8 ubicate a circa 0.5 km e, solo una, a 3 km di distanza dalla costa.

Nella Tabella 20 si riporta:

- le sostanze di cui alla tab. 1/A del D.260/10;
- i relativi Standard di Qualità Ambientali (SQA) da raggiungere;
- i limiti di quantificazione delle prestazioni analitiche;
- il dipartimento tecnico di ARPA che esegue l'analisi.

Gli SQA riportati nella Colonna 1 si riferiscono ai fiumi, laghi e corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

Gli SQA riportati nella Colonna 2 si riferiscono alle acque marino costiere.

Inoltre si riportano gli Standard di Qualità Ambientale espressi come Concentrazione Massima Ammissibile (SQA-CMA) che, ove diversamente specificato, si applicano a tutte le acque.

**Tabella 20 – Inquinanti specifici prioritari ricercati nella colonna d'acqua e limiti di quantificazione**

	NUMERO CAS	(1)	Sostanza	Dip. Tecnico ARPA	SQA-MA(2) (µg/l)			L.d.Q. (*) (µg/l)
					COL. 1 (3)	COL. 2 (4)	SQA-CMA (5)	
1	15972-60-8	P	Alaclor	FE	0.3	0.3	0.7	0.01
2	85535-84-8	PP	Alcani, C10-C13, cloro	RA	0.4	0.4	1.4	0.05
3	309-00-2 60-57-1 72-20-8 465-73-6	E	Antiparassitari ciclodiene	FE	Σ= 0.01	Σ= 0.005		
			Aldrin					
			Dieldrin					
			Endrin					
			Isodrin					
4	120-12-7	PP	Antracene	RA	0.1	0.1	0.4	0.005
5	1912-24-9	P	Atrazina	FE	0.6	0.6	2.0	0.01
6	71-43-2	P	Benzene	RA	10 (6)	8	50	0.8
7	7440-43-9	PP	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza) (7)	RA	≤ 0.08(Classe1) 0.08(Classe2) 0.09(Classe3) 0.15 (Classe4) 0.25 (Classe5)	0.2	(Acque interne) ≤0.45(Classe1) 0.45(Classe 2) 0.6(Classe 3) 0.9(Classe 4) 1.5(Classe 5)	0.1
8	470-90-6	P	Clorfenvinfos	FE	0.1	0.1	0.3	0.01
9	2921-88-2	P	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	FE	0.03	0.03	0.1	0.01
10	50-29-3	E	DDT totale(8)	FE	0.025	0.025		0.01 e 0.02
		E	p.p'-DDT	FE	0.01	0.01		0.02
11	107-06-2	P	1,2-Dicloroetano	RA	10	10		0.3
12	75-09-2	P	Diclorometano	RA	20	20		10
13	117-81-7	P	Di(2-etilesilftalato)	RA	1.3	1.3		0.2
14	32534-81-9	PP	Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	RA	0.0005	0.0002		0.00004
15	330-54-1	P	Diuron	FE	0.2	0.2	1.8	0.01
16	115-29-7	PP	Endosulfan alfa	FE	0.005	0.0005	0.01	0.01

	NUMERO CAS	(1)	Sostanza	Dip. Tecnico ARPA	SQA-MA(2) (µg/l)			L.d.Q. (*) (µg/l)
					COL. 1 (3)	COL. 2 (4)	SQA-CMA (5)	
			Endosulfan beta				0.004 (altre acque di sup)	0.01
			Endosulfan solfato					0.01
17	118-74-1	PP	Esaclorobenzene	FE	0.005	0.002	0.02	0.01
18	87-68-3	PP	Esaclorobutadiene	RA	0.05	0.02	0.5	0.01
19	608-73-1	PP	Esaclorocicloesano	FE	0.02	0.002	0.04 0.02(altre acque di sup)	0.01
20	206-44-0	P	Fluorantene	RA	0.1	0.1	1	0.005
21		PP	Idrocarburi policiclici aromatici (9)	RA				0.005
	50-32-8	PP	Benzo(a)pirene		0.05	0.05	0.1	
	205-99-2	PP	Benzo(b)fluorantene		Σ=0.03	Σ=0.03		
	207-08-9	PP	Benzo(k)fluorantene					
	191-24-2	PP	Benzo(g,h,i)perylene					
	193-39-5	PP	Indeno(1,2,3-cd)pyrene		Σ=0.002	Σ=0.002		
22	34123-59-6	P	Isoproturon	FE	0.3	0.3	1.0	0.01
23	7439-97-6	PP	Mercurio e composti	BO	0.03	0.01	0.06	0.01
24	91-20-3	P	Naftalene	RA	2.4	1.2		0.005
25	7440-02-0	P	Nichel e composti	RA	20	20		2
26	84852-15-3	PP	4- Nonilfenolo	RA	0.3	0.3	2.0	0.03
27	140-66-9	P	Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo))	RA	0.1	0.01		0.003
28	608-93-5	PP	Pentaclorobenzene	FE	0.007	0.0007		0.01
29	87-86-5	P	Pentaclorofenolo	RA	0.4	0.4	1	0.1
30	7439-92-1	P	Piombo e composti	RA	7.2	7.2		1
31	122-34-9	P	Simazina	FE	1	1	4	0.01
32	56-23-5	E	Tetracloruro di carbonio	RA	12	12		0.05
33	127-18-4	E	Tetracloroetilene	RA	10	10		1
33	79-01-6	E	Tricloroetilene	RA	10	10		1
34	36643-28-4	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	RA	0.0002	0.0002	0.0015	0.01
35	12002-48-1	P	Triclorobenzeni (10)	RA	0.4	0.4		0.05
36	67-66-3	P	Triclorometano	RA	2.5	2.5		0.05
37	1582-09-8	P	Trifluralin	FE	0.03	0.03		0.01

**Note:**

(\*) L.d.Q.: Limite di Quantificazione

(1) Le sostanze contraddistinte dalla lettera P e PP sono, rispettivamente, le sostanze prioritarie e quelle pericolose prioritarie individuate ai sensi della decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001 e della Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio n. 2006/129 relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque e recante modifica della direttiva 2000/60/CE. Le sostanze contraddistinte dalla lettera E sono le sostanze incluse nell'elenco di priorità individuate dalle "direttive figlie" della Direttiva 76/464/CE.

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

(3) Per acque superficiali interne si intendono i fiumi, i laghi e i corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

(4) Per altre acque di superficie si intendono le acque marino-costiere, le acque territoriali e le acque di transizione. Per acque territoriali si intendono le acque al di là del limite delle acque marino-costiere di cui alla lettera c, comma 1 dell'articolo 74 del presente decreto legislativo.

(5) Standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA). Ove non specificato si applica a tutte le acque.

(6) Per il benzene si identifica come valore guida la concentrazione pari 1 µg/l.

(7) Per il cadmio e composti i valori degli SQA e CMA variano in funzione della durezza dell'acqua classificata secondo le seguenti cinque categorie: Classe 1: <40 mg CaCO<sub>3</sub>/l, Classe 2: da 40 a <50 mg CaCO<sub>3</sub>/l, Classe 3: da 50 a <100 mg CaCO<sub>3</sub>/l, Classe 4: da 100 a <200 mg CaCO<sub>3</sub>/l e Classe 5: ≥200 mg CaCO<sub>3</sub>/l).

(8) Il DDT totale comprende la somma degli isomeri 1,1,1-tricloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano (numero CAS 50-29-3; numero UE 200-024-3), 1,1,1-tricloro-2(o-clorofenil)-2-(p-clorofenil)etano (numero CAS 789-02-6; numero UE 212-332-5), 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etilene (numero CAS 72-55-9; numero UE 200-784-6) e 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano (numero CAS 72-54-8; numero UE 200-783-0).

(9) Per il gruppo di sostanze prioritarie "idrocarburi policiclici aromatici" (IPA) (voce n. 21) vengono rispettati l'SQA per il benzo(a)pirene, l'SQA relativo alla somma di benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene e l'SQA relativo alla somma di benzo(g,h,i)perilene e indeno(1,2,3-cd)pirene.

(10) Triclorobenzeni: lo standard di qualità si riferisce ad ogni singolo isomero.

### 3.4.1.b Inquinanti ricercati nel sedimento (tab. 2/A D.260/10)

Gli inquinanti specifici ricercati nel sedimento per la classificazione dello stato chimico sono quelli riportati in tab.2/A del D.260/10 (Tabella 21).

Le stazioni di campionamento interessate sono 8 e sono ubicate a 3 km di distanza dalla costa. La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 1).

Nei paragrafi che seguono si riportano i valori medi/anno degli inquinanti di cui la tab. 2/A del D.260/10. Per i sedimenti il Decreto ammette, ai fini della classificazione del buono stato chimico, uno scostamento pari al 20% del valore del SQA. I valori medi/anno che si collocano fra L'SQA e l'SQA+20% di scostamento, evidenziati in grassetto nei paragrafi successivi, sono da considerarsi conformi rispetto al D.260/10 anche se meritano comunque una certa attenzione nel tempo. I valori/medi che superano lo SQA+20% sono evidenziati in rosso.

**Tabella 21 - Inquinanti specifici ricercati nel sedimento per la definizione dello stato chimico (tab 2/A D.260/10)**

Numero CAS	Parametri	SQA-MA(1) (2)	SQA-MA + scostamento 20%	Limite di Quantificazione
	<b>Metalli</b>	<b>mg/kg s.s.</b>	<b>mg/kg s.s.</b>	<b>mg/kg s.s.</b>
7440-43-9	Cadmio	0.3	0.36	<0.1 e <0.2
7439-97-6	Mercurio	0.3	0.36	<0.1
7440-02-0	Nichel	30	36	<1
7439-92-1	Piombo	30	36	<1
	<b>Organo metalli</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
	Tributilstagno	5	6	<1
	<b>Policiclici Aromatici</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
50-32-8	Benzo(a)pirene	30	36	<2.0
205-99-2	Benzo(b)fluorantene	40	48	<2.0
207-08-9	Benzo(k)fluorantene	20	24	<2.0
191-24-2	Benzo(g,h,i) perilene	55	66	<2.0
193-39-5	Indenopirene	70	84	<2.0
120-12-7	Antracene	45	54	<2.0
206-44-0	Fluorantene	110	132	<2.0
91-20-3	Naftalene	35	42	<2.0
	<b>Pesticidi</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>	<b>µg/kg s.s.</b>
309-00-2	Aldrin	0.2	0.24	<0.1
319-84-6	Alfa esaclorocicloesano	0.2	0.24	<0.1
319-85-7	Beta esaclorocicloesano	0.2	0.24	<0.1
58-89-9	Gamma esaclorocicloesano (lindano)	0.2	0.24	<0.1
	DDT(3)	1	1.2	<0.1
	DDD(3)	0.8	1	<0.1
	DDE(3)	1.8	2.2	<0.1
60-57-1	Dieldrin	0.2	0.24	<0.1
118-74-1	Esaclorobenzene	0.4	0.5	<0.1

**Note :**

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

(2) In considerazione della complessità della matrice sedimento è ammesso, ai fini della classificazione del buono stato chimico uno scostamento pari al 20% del valore riportato in tabella

(3) DDE, DDD, DDT: lo standard è riferito alla somma degli isomeri 2,4 e 4,4 di ciascuna sostanza.

### ***Metalli e Organo metalli: Cadmio, Mercurio, Nichel, Piombo e Tribulstagno (TBT)***

La Tabella 22 riporta i valori medi/anno per ciascuna stazione d'indagine per i metalli e TBT di cui alla tab. 2/A del D.260/10. Sono evidenziati in grassetto i valori medi/anno che superano gli SQA e in rosso quelli che superano il SQA + 20% ammesso dal D.260/10 (Tabella 21).

Per il Cadmio, il Mercurio e il Piombo nel 2013 non vi sono superamenti degli SQA (rispettivamente 0.3, 0.3 e 30 mg/kg ss).

Il Nichel, come riportato in precedenza per il Cromo, non è solo di origine antropica ma costituisce un importante fondo naturale nei sedimenti del litorale emiliano romagnolo. Tale situazione è ben rappresentata nel sito della Regione Emilia-Romagna

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/metalli-pesanti/carta-del-fondo-naturale-antropico-della-pianura-emiliano-romagnola-alla-scala1-250-000-2012>.

Una stima dei valori di background locale per i metalli è stata effettuata dall'Università di Ravenna nel 2006 nell'ambito del programma di ricerca per la gestione e il riutilizzo dei sedimenti litoranei. Il lavoro dell'Università di Ravenna è riportato al cap. 3 della relazione "Caratterizzazione chimico-fisica dei sedimenti presenti nella spiaggia emersa e sommersa del litorale emiliano romagnolo" pubblicata a giugno 2008. Il lavoro effettuato dall'Università di Ravenna nel 2006, oltre ad essere datato, non è esaustivo. E' quindi auspicabile che siano effettuati studi specifici per la valutazione del livello di fondo naturale dei metalli pesanti lungo il litorale emiliano romagnolo, che tali livelli di fondo siano riportati nei piani di gestione e di tutela delle acque e che vengano anche ridefiniti i relativi Standard di Qualità Ambientale.

Per quanto sopra, al momento si ritiene di non dover considerare il Nichel ai fini della classificazione dello stato chimico.

Per quanto riguarda il TBT nel 2013 i valori medi che hanno superato l'SQA + 20% (in rosso) appartengono alle stazioni 304 Porto Garibaldi, 308 M. Ravenna, 309 L. Adriano e 319 Cattolica. I valori medi che hanno superato l'SQA (in grassetto), ma non l'SQA + 20%, sono relativi alle stazioni 306 Casalborgorsetti e 317 Rimini. Questi ultimi sono da ritenersi conformi rispetto alla tab. 2/A del D.260/10 perché lo stesso Decreto ammette uno scostamento dal SQA pari al 20% (Tabella 21).

Ad oggi la metodica analitica utilizzata per la determinazione del TBT nel sedimento deve essere ancora perfezionata. In accordo con il laboratorio di Ravenna si vuole effettuare una serie di accertamenti per verificare la validità del metodo analitico.

In attesa che tali accertamenti vengano eseguiti, si ritiene di non dover considerare il TBT ai fini della classificazione dello stato chimico delle acque marino costiere.

Nella Tabella 23 sono riportati i valori medi/anno degli metalli e TBT di cui alla tab.2/A del D.260/10 per corpo idrico (CD1 e CD2).

Per i metalli di cui alla tab. 2/A del D.260/10, lo stato chimico dei corpi idrici CD1 e CD2 è per entrambi Buono.



**Tabella 22 – Medie/anno per stazione delle concentrazioni di Metalli (mg/kg ss) e Tributilstagno (µg/kg ss) e stato di qualità**

Corpo idrico	Stazione	Metalli e Organo metalli	2013	
<b>CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306</b>	<b>302 L. Volano</b>	Cadmio	0.20	Buono
		Mercurio	0.16	
		Nichel	<b>75.65</b>	
		Piombo	23.35	
		TBT	4.51	
	<b>304 P.Garibaldi</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	0.12	
		Nichel	<b>49.90</b>	
		Piombo	15.40	
		TBT	<b>8.74</b>	
	<b>306 Casalborsetti</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	0.05	
		Nichel	<b>52.85</b>	
		Piombo	15.50	
		TBT	<b>5.41</b>	
<b>CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-319</b>	<b>308 M. Ravenna</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	<0.1	
		Nichel	<b>31.60</b>	
		Piombo	7.85	
		TBT	<b>6.79</b>	
	<b>309 L. Adriano</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	<0.1	
		Nichel	<b>42.75</b>	
		Piombo	12.30	
		TBT	<b>6.24</b>	
	<b>314 Cesenatico</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	<0.1	
		Nichel	26.80	
		Piombo	7.31	
		TBT	4.75	
	<b>317 Rimini</b>	Cadmio	<0.2	Buono
		Mercurio	<0.1	
		Nichel	<b>37.40</b>	
		Piombo	12.98	
		TBT	<b>5.88</b>	
<b>319 Cattolica</b>	Cadmio	0.20	Buono	
	Mercurio	<0.1		
	Nichel	<b>31.15</b>		
	Piombo	10.40		
	TBT	<b>6.15</b>		

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite. Nichel e TBT: parametri non considerati ai fini della classificazione dello stato chimico.

**Tabella 23 – Medie/anno per corpo idrico delle concentrazioni di Metalli (mg/kg ss) e Tributilstagno (µg/kg ss) e stato di qualità**

Corpo idrico	Metalli e Organo metalli	2013	
<b>CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306</b>	Cadmio	<0.2	Buono
	Mercurio	0.11	
	Nichel	<b>59.47</b>	
	Piombo	18.08	
	TBT	<b>6.22</b>	
<b>CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-317-319</b>	Cadmio	<0.2	Buono
	Mercurio	<0.1	
	Nichel	<b>33.94</b>	
	Piombo	10.17	
	TBT	<b>5.96</b>	

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite. Nichel e TBT: parametri non considerati ai fini della classificazione dello stato chimico.

### **Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): i più significativi**

Gli IPA ricercati nel sedimento per la classificazione dello Stato Chimico sono quelli riportati in tab.2/A del D.260/10 (Tabella 21).

Le stazioni di campionamento interessate sono 8 e sono ubicate a 3 km di distanza dalla costa. La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 1).

Nella Tabella 24 e Figura 34 si riportano le medie annuali delle concentrazioni degli IPA.

La Figura 34 mostra, per ogni singola tipologia di IPA analizzata, un'evidente analogia. L'andamento dei valori medi/anno da nord verso sud è decrescente da L. di Volano a M. di Ravenna; a L. Adriano i valori medi aumentano decisamente per poi diminuire a Cesenatico e , da Cesenatico a Cattolica, l'andamento diventa crescente.

Nei grafici, sull'asse delle ordinate si riporta come valore massimo lo SQA di cui il D.260/10, risulta così evidente che i valori medi/anno di tutti gli IPA analizzati sono decisamente inferiori al relativo SQA. Non si riporta il grafico relativo al Naftalene in quanto tutti i valori sono inferiori al limite di quantificazione.

Nella Tabella 25 sono riportati i valori medi/anno degli IPA di cui alla tab.2/A del D.260/10 per corpo idrico (CD1 e CD2). Nel 2013 non vi sono valori medi/anno non conformi al D.260/10 a livello di corpo idrico. Per gli IPA lo stato di qualità di entrambi i corpi idrici è buono.

**Tabella 24 – Medie/annuo per stazione di campionamento delle concentrazioni dei Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) più significativi ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss) e stato di qualità**

Stazione	Parametri	2013	
<b>302</b> <b>L. Volano</b>	Benzo (a) pirene	17.70	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	29.05	
	Benzo (k) fluorantene	12.20	
	Benzo (g,h,i) perilene	22.50	
	Indeno (1,2,3) pirene	17.55	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	26.70	
Naftalene	<2		
<b>304</b> <b>P. Garibaldi</b>	Benzo (a) pirene	9.65	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	17.60	
	Benzo (k) fluorantene	8.60	
	Benzo (g,h,i) perilene	13.95	
	Indeno (1,2,3) pirene	9.75	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	13.55	
Naftalene	<2		
<b>306</b> <b>Casalborsetti</b>	Benzo (a) pirene	5.05	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	9.65	
	Benzo (k) fluorantene	4.10	
	Benzo (g,h,i) perilene	10.10	
	Indeno (1,2,3) pirene	4.65	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	9.95	
Naftalene	<2		
<b>308</b> <b>M. Ravenna</b>	Benzo (a) pirene	<2	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	5.25	
	Benzo (k) fluorantene	<2	
	Benzo (g,h,i) perilene	4.40	
	Indeno (1,2,3) pirene	<2	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	5.95	
Naftalene	<2		

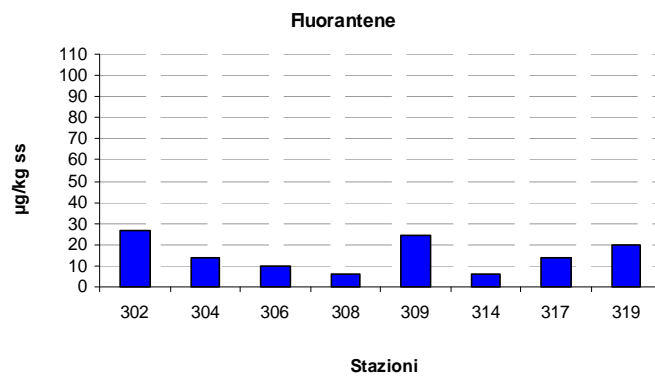
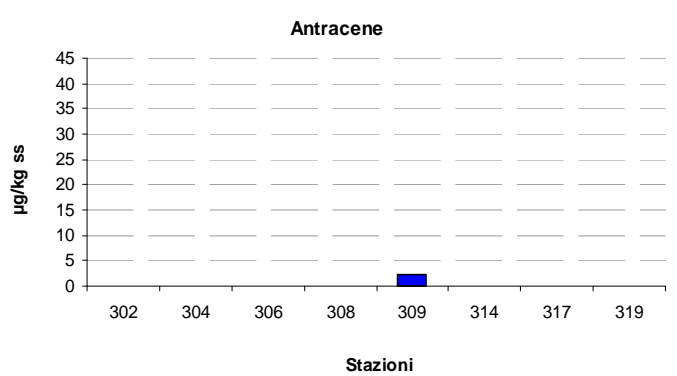
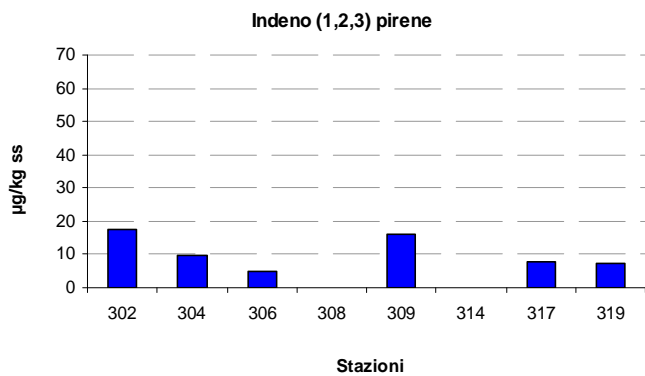
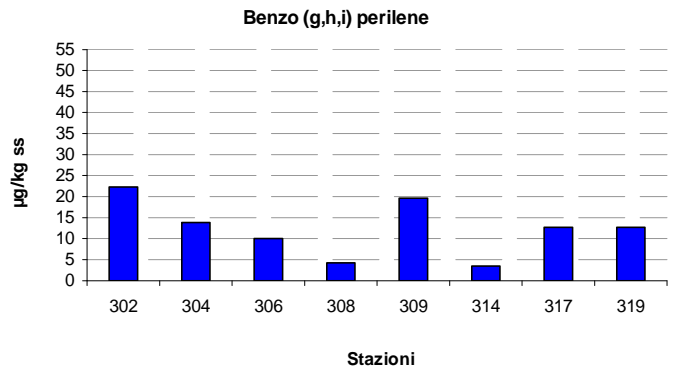
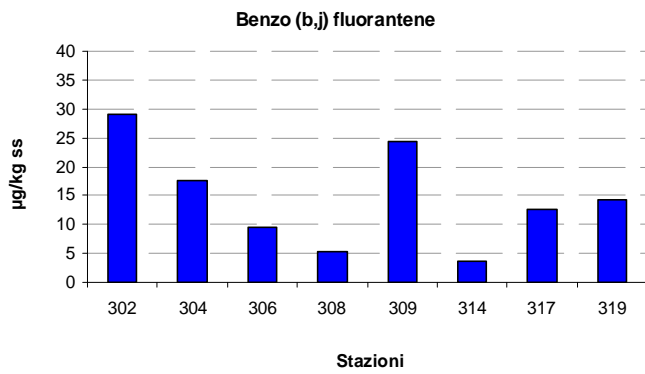
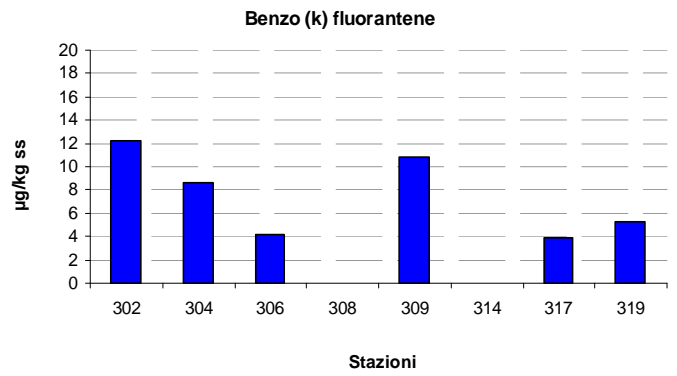
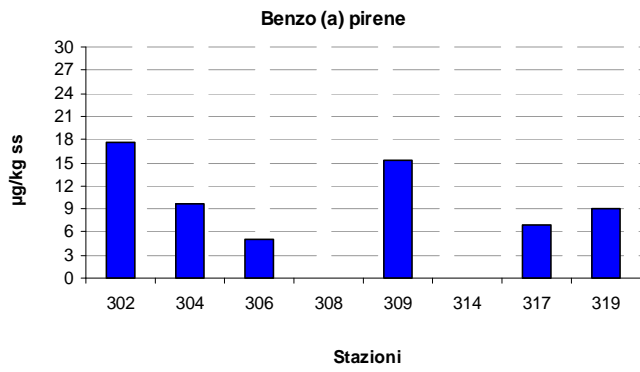
Stazione	Parametri	2013	
<b>309</b> <b>L.Adriano</b>	Benzo (a) pirene	15.40	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	24.20	
	Benzo (k) fluorantene	10.90	
	Benzo (g,h,i) perilene	19.65	
	Indeno (1,2,3) pirene	16.25	
	Antracene	2.15	
	Fluorantene	24.40	
	Naftalene	<2	
<b>314</b> <b>Cesenatico</b>	Benzo (a) pirene	<2	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	3.60	
	Benzo (k) fluorantene	<2	
	Benzo (g,h,i) perilene	3.35	
	Indeno (1,2,3) pirene	<2	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	5.80	
	Naftalene	<2	
<b>317</b> <b>Rimini</b>	Benzo (a) pirene	6.85	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	12.45	
	Benzo (k) fluorantene	3.95	
	Benzo (g,h,i) perilene	12.55	
	Indeno (1,2,3) pirene	7.85	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	13.65	
	Naftalene	<2	
<b>319</b> <b>Cattolica</b>	Benzo (a) pirene	9.05	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	14.30	
	Benzo (k) fluorantene	5.25	
	Benzo (g,h,i) perilene	12.65	
	Indeno (1,2,3) pirene	7.25	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	19.80	
	Naftalene	<2	

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite.

**Tabella 25 – Media annuale per corpo idrico delle concentrazioni di Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) più significativi ( $\mu\text{g}/\text{kg ss}$ ) e stato di qualità**

Corpo idrico	Parametri	2013	
<b>CD1</b> <b>Goro-Ravenna</b> <b>Staz. 302-304-306</b>	Benzo (a) pirene	10.80	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	18.77	
	Benzo (k) fluorantene	8.30	
	Benzo (g,h,i) perilene	15.52	
	Indeno (1,2,3) pirene	10.65	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	16.73	
	Naftalene	<2	
<b>CD2</b> <b>Ravenna-Cattolica</b> <b>Staz. 308-309-314-</b> <b>317-319</b>	Benzo (a) pirene	6.76	Buono
	Benzo (b,j) fluorantene	11.96	
	Benzo (k) fluorantene	4.73	
	Benzo (g,h,i) perilene	10.52	
	Indeno (1,2,3) pirene	6.97	
	Antracene	<2	
	Fluorantene	13.92	
	Naftalene	<2	

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite.



**Figura 34 – Medie/anno delle concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) più significativi**

## Pesticidi

I pesticidi ricercati nel sedimento per la classificazione dello Stato Chimico sono quelli riportati in tab.2/A del D.260/10 (Tabella 21).

Nella Tabella 21 si riportano gli SQA di cui alla tab.2/A del D.260/10 e il calcolo degli SQA ammettendo uno scostamento dagli stessi del 20% (SQA+20%).

Le stazioni di campionamento interessate sono 8 e sono ubicate a 3 km di distanza dalla costa. La frequenza di campionamento è semestrale (vedi Tabella 1).

Nel 2013, tutti i valori di concentrazione sono risultati inferiori al Limite di Quantificazione (L.d.Q.=0.1) ad eccezione della somma del DDE nelle stazioni 302 L. di Volano, 304 P.Garibaldi e 306 Casalborsetti.

In Tabella 26 si riportano le medie/anno della somma del DDE per le stazioni 302, 304 e 306 relative al 2013. Tali valori medi/anno sono inferiori all'SQA di cui alla tab. 2/A del D. 260/10.

Per i pesticidi, lo stato di qualità nel 2013 dei corpi idrici CD1 e CD2 è per entrambi buono (Tabella 27).

**Tabella 26 – Medie/anno per stazione di campionamento della somma della concentrazione degli isomeri del DDE ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss)**

Stazione	Parametri	2013
<b>302 L. Volano</b>	Somma DDE	0.99
<b>304 P. Garibaldi</b>	Somma DDE	1.05
<b>306 Casalborsetti</b>	Somma DDE	0.38

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite.

**Tabella 27 – Medie/anno per corpo idrico delle concentrazioni dei Pesticidi ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  ss) e stato di qualità**

Corpi idrici	Parametri	2013	
<b>CD1 Goro-Ravenna Staz. 302-304-306</b>	Aldrin	<0.1	Buono
	Esaclorocicloesano alfa	<0.1	
	Esaclorocicloesano beta	<0.1	
	Esaclorocicloesano gamma (lindano)	<0.1	
	Somma DDT	<0.1	
	Somma DDD	<0.1	
	Somma DDE	0.81	
	Dieldrin	<0.1	
	Esaclorobenzene	<0.1	
<b>CD2 Ravenna-Cattolica Staz. 308-309-314-317- 319</b>	Aldrin	<0.1	Buono
	Esaclorocicloesano alfa	<0.1	
	Esaclorocicloesano beta	<0.1	
	Esaclorocicloesano gamma (lindano)	<0.1	
	Somma DDT	<0.1	
	Somma DDD	<0.1	
	Somma DDE	<0.1	
	Dieldrin	<0.1	
	Esaclorobenzene	<0.1	

Nota: Nel calcolo delle medie i valori inferiori al limite di quantificazione sono stati considerati uguale al 50% del limite.

### 3.4.1.c Inquinanti ricercati nel biota (tab. 3/A D260/10)

Gli inquinanti che possono essere ricercati nel biota delle acque marino costiere per la definizione dello Stato Chimico sono quelli riportati in tab.3/A del D.260/10 (Tabella 28). L'organismo di riferimento per le acque marino-costiere è il mitile (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819).

Gli Standard di Qualità nel mitile si applicano ai tessuti e si riferiscono al peso umido.

Le stazioni di campionamento che, nei programmi di monitoraggio precedenti, sono state interessate alla ricerca degli inquinanti di cui alla Tabella 28 con frequenza annuale sono 4 (**Tecno** a Porto Garibaldi, **AngeCI** a Foce Bevano, **Copra** a Cesenatico, **Ass\_Cattol** a Cattolica) e sono ubicate a circa 3 km di distanza dalla costa (vedi Tabella 1).

La ricerca degli inquinanti specifici nel biota non è più eseguita dal 2011; questo perché le concentrazioni degli inquinanti ricercati negli anni precedenti hanno dato sempre esito negativo con valori inferiori al limite di quantificazione o comunque molto inferiori agli SQA previsti dal D.260/10. Il D.260/10 inoltre definisce le indagini sul biota come supplementari e che possono essere eseguite al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi utili a determinare cause di degrado del corpo idrico e fenomeni di bioaccumulo.

**Tabella 28 - Inquinanti specifici ricercati nel *Mytilus galloprovincialis***

Sostanze	SQA (µg/kg)
Mercurio e composti	20
Esaclorobenzene	10
Esaclorobutadiene	55

### 3.4.2 Saggi ecotossicologici

Le indagini ecotossicologiche interessano 8 stazioni a circa 3 km di distanza dalla costa con frequenza annuale (vedi Tabella 1 e Tabella 2).

I risultati di tali indagini sono utilizzati ad integrazione di quanto emerge dalla definizione dello stato chimico.

Il criterio di scelta delle specie con cui effettuare le indagini ecotossicologiche è quello di utilizzare una batteria di saggi composta da specie appartenenti a tre differenti gruppi di livelli trofici diversi, di cui almeno uno applicato ad una matrice solida.

Saggio livello 1: una specie appartenente al gruppo batteri o alghe

Saggio livello 2: una specie appartenente al gruppo alghe, rotiferi, crostacei o molluschi bivalvi

Saggio livello 3: una specie appartenente al gruppo crostacei, molluschi bivalvi, echinodermi o pesci

Per le acque marino costiere della regione Emilia-Romagna si è ritenuto opportuno eseguire le indagini ecotossicologiche mediante i seguenti saggi:

- *Vibrio fischeri* su sedimento privo di acqua interstiziale e su elutriato.
- *Ampelisca diadema* su sedimento tal quale
- *Paracentrotus lividus* su elutriato

In Tabella 29 si riportano le caratteristiche dei saggi ecotossicologici effettuati fino al 2010.

Dal 2011, a causa della difficoltà nel reperire gli organismi test *Ampelisca diadema* e *Paracentrotus lividus*, è stato effettuato solo il saggio con *Vibrio fischeri* su sedimento privo di acqua interstiziale e su elutriato.

**Tabella 29 - Caratteristiche dei saggi ecotossicologici effettuati sui sedimenti.**

SPECIE	MATRICE	STADIO VITALE	ESPOSIZ.	END-POINT	ESPRESSIONE DATO
<b>Gruppo: Batteri</b>					
<i>Vibrio fischeri</i>	elutriato	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	EC20 e EC50
	sedimento privo di acqua interstiziale	cellule	30'	Inibizione della bioluminescenza	S.T.I. (Sediment Toxicity Index)
<b>Gruppo: Crostacei</b>					
<i>Ampelisca diadema</i>	sedimento tal quale	individui giovani-adulti	10gg	Mortalità	Δ mortalità (Corretto con Abbott)
<b>Gruppo: Echinodermi</b>					
<i>Paracentrotus lividus</i>	elutriato	gamete maschile	1h	Inibizione fecondazione uova	EC20 e EC50 (corretto con Abbott)

La valutazione dei risultati dei saggi ecotossicologici, effettuata in conformità a quanto riportato nel “Manuale per la movimentazione di sedimenti marini” ICRAM-APAT anno 2007, mostra che nel 2013 la tossicità dei sedimenti è assente per il saggio con *Vibrio fischeri* sia in fase liquida (elutriato) che in fase solida (sedimento privo di acqua interstiziale) (vedi Tabella 30).

**Tabella 30 – Risultati del saggio ecotossicologico con *Vibrio fischeri***

Stazione	Fase liquida: esposizione: 30'		Fase solida	Valutazione
	EC20 %	EC50 %	STI	
302	>90	>90	0.61	A
304	>90	>90	0.47	A
306	>90	>90	0.44	A
308	>90	>90	0.19	A
309	>90	>90	0.39	A
314	>90	>90	0.23	A
317	>90	>90	0.38	A
319	>90	>90	0.27	A

## 4 CLASSIFICAZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE

La definizione dello Stato di Qualità Ambientale è effettuata sulla base delle indicazioni riportate nel D. 260/10, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali predisposto ai sensi del D.Lgs 152/06, art.75, comma 3. Tale decreto definisce le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio operativo (3 anni).

### 4.1 LO STATO ECOLOGICO

Lo Stato Ecologico del corpo idrico è classificato in base alla classe più bassa relativa agli:

- Elementi di Qualità Biologica (EQB) (Fitoplancton e Macrofitos) e Macrofitos)
- Elementi chimico-fisici a sostegno degli EQB (TRIX)
- Elementi chimici a sostegno degli EQB (tabb. 1/B e 3/B D.260/10)

La Tabella 31 e Figura 35, riporta per il 2013, il riepilogo degli elementi qualitativi per la valutazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici (CD1 e CD2) del litorale emiliano romagnolo.

Nel rapporto “Monitoraggio delle acque marino costiere e classificazione dello stato di qualità: triennio 2010-2012” consegnato alla Regione Emilia-Romagna nel dicembre 2013 si è discusso della classificazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici del litorale emiliano romagnolo (CD1 e CD2).

La Classificazione dello Stato Ecologico dei corpi idrici prevede:

#### Elementi di Qualità Biologica (EQB)

##### Fitoplancton:

- per ogni stazione di campionamento: media geometrica/anno della concentrazione clorofilla “a”;
- per corpo idrico: media delle medie geometriche/anno della clorofilla “a” di tutte le stazioni appartenenti al corpo idrico;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni): media dei 3 valori annuali della Clorofilla “a”

##### Macrofitos

- per ogni stazione di campionamento: media dei 4 valori stagionali di M-AMBI;
- per corpo idrico: media dei valori di M-AMBI di ogni stazione;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni): media dei 3 valori annuali dell’M-AMBI

#### Elementi di qualità chimico-fisici a sostegno degli EQB:

- per ogni stazione di campionamento: media/anno del TRIX;
- per corpo idrico: media del TRIX di tutte le stazioni;
- per corpo idrico al termine del ciclo di monitoraggio (3 anni): media dei 3 valori annuali dei TRIX

#### Inquinanti specifici a sostegno degli EQB:

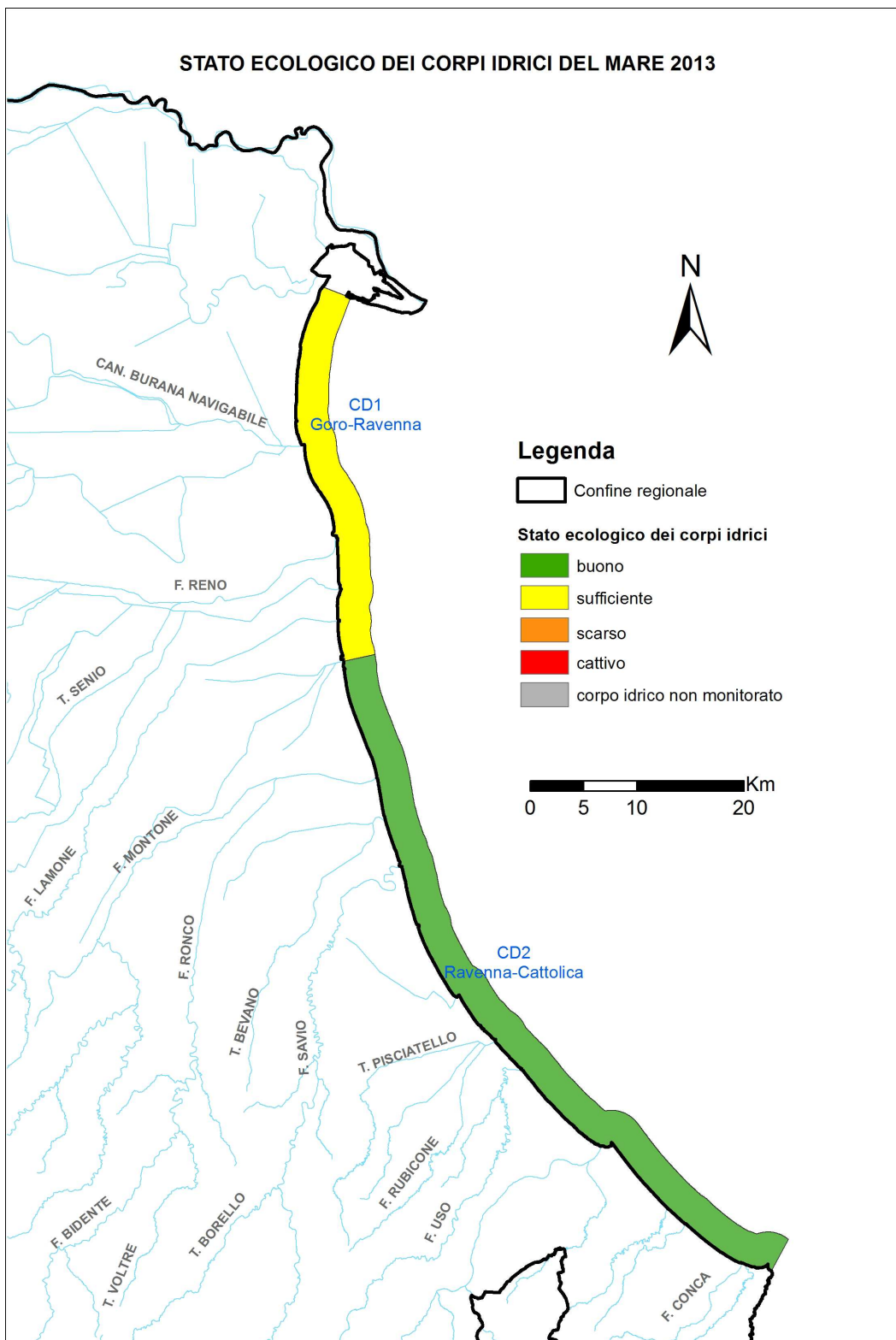
- Per ogni stazione di campionamento, affinché possa essere conseguito lo stato buono è necessario che tutti i valori medi/anno degli inquinanti non prioritari soddisfino gli SQA definiti in tabb. 1/B e 3/B del D.260/10. Nell’anno considerato, lo stato peggiore fra le stazioni attribuisce lo stato al corpo idrico. Per la classificazione del triennio si utilizza lo stato peggiore del corpo idrico.



**Tabella 31 - Riepilogo degli elementi qualitativi per la valutazione dello stato ecologico nelle acque marino costiere**

<b>2013</b>				Elementi Biologici		Elementi fisico-chimici	Inquinanti specifici D.260/10	STATO ECOLOGICO
Corpo idrico	Distretto idrografico	Codice Stazione	Località	Fitoplancton (clorofilla "a")	Macrobenthos (M-AMBI)	TRIX	tab. 3/B(*)	
<b>CD1 Goro-Ravenna</b>	Padano	2	Lido di Volano	Sufficiente	Buono	Sufficiente	Buono	<b>CD1 Sufficiente</b>
		302						
		4	Porto Garibaldi					
		SFBC4						
		304						
		6	Casalborsetti					
306								
<b>CD2 Ravenna-Cattolica</b>	Appennino settentrionale	308	Marina di Ravenna	Buono	Buono	Buono	Buono	<b>CD2 Buono</b>
		9	Lido Adriano					
		SFBC9						
		309						
		14	Cesenatico					
		SFBC14						
		314						
		17	Rimini					
		317						
		19	Cattolica					
SFBC19								
319								

(\*) nella valutazione dello stato ecologico non sono stati presi in considerazione i valori/medi del Cromo totale ricercato sul sedimento (vedi par. 3.3.4.a).



**Figura 35 - Stato ecologico delle acque marino costiere: Anno 2013**

## 4.2 LO STATO CHIMICO

La Tabella 32 e la Figura 36 riportano lo stato chimico per entrambi i corpi idrici (CD1 e CD2) del litorale emiliano romagnolo nel 2013.

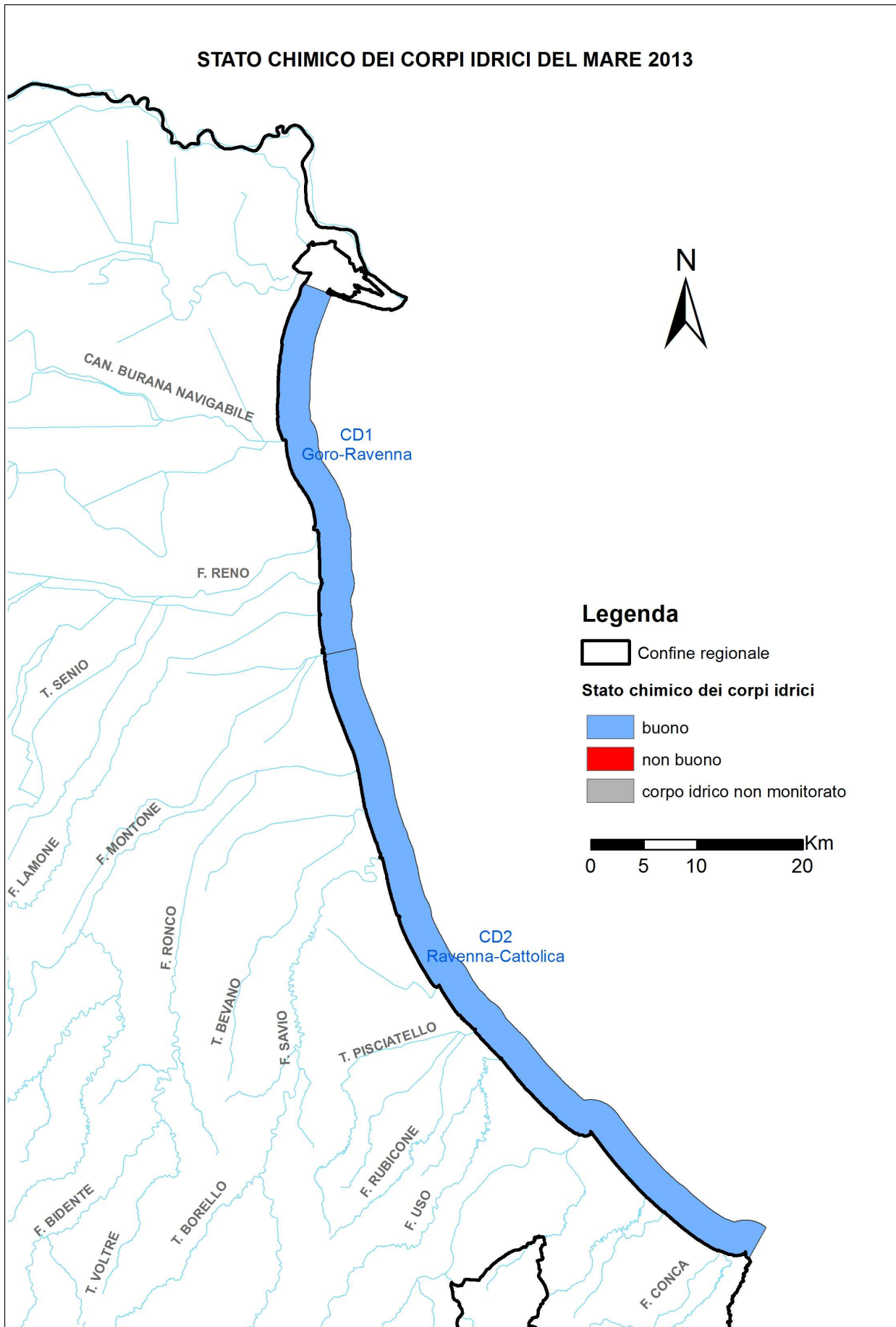
La classificazione dello stato chimico (vedi Tabella 32 e Figura 36) dei corpi idrici del litorale emiliano romagnolo (CD1 e CD2) sarà effettuata come segue:

- per ogni corpo idrico, è calcolato il valore medio/anno di ciascun inquinante riportato alla tabb. 1/A e 2/A del D.260/10;
- affinché possa essere conseguito lo stato chimico buono è necessario che tutti i valori medi/anno di cui sopra soddisfino gli SQA definiti in tabb. 1/A e 2/A del D.260/10;
- per la classificazione del triennio si utilizza lo stato peggiore di ogni corpo idrico nel triennio considerato.

**Tabella 32 - Stato chimico nelle acque marino costiere**

Corpo idrico	Distretto idrografico	Codice Stazione	Località	2013(*)
<b>CD1 Goro-Ravenna</b>	Padano	2	Lido di Volano	<b>CD1 Buono</b>
		302		
		4	Porto Garibaldi	
		304		
<b>CD2 Ravenna-Cattolica</b>	Appennino settentrionale	6	Casalborsetti	
		306		
		308	Marina di Ravenna	
		9	Lido Adriano	
		309		
		14	Cesenatico	
		314		
		17	Rimini	
317				
19	Cattolica			
319				

(\*) per la classificazione dello stato chimico non sono stati presi in considerazione i valori medi/anno del Nichel e il TBT ricercati sul sedimento (vedi par.3.4.1.b).



**Figura 36 - Stato chimico delle acque marine costiere: Anno 2013**

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Direttiva del 23 ottobre 2000 n. **60** che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.

Direttiva del 17 giugno 2008 n. **56** che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino.

Direttiva del 30 ottobre 2008 n. **915** che istituisce, a norma della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, i valori delle classificazioni dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione.

Direttiva del 16 dicembre 2008 n. **105** relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CEE del Parlamento europeo e del Consiglio.

Direttiva del 31 luglio 2009 n. **90** che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

Direttiva del 12 agosto 2013 n. **39** che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. **152** "Norme in materia ambientale"-Parte Terza "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche".

Decreto Ministeriale 16 giugno 2008 n. **131** "Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante: <<Norme in materia ambientale>>, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto".

Decreto 14 aprile 2009 n. **56** "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo".

Decreto Ministeriale 17 luglio 2009 "Individuazione delle informazioni territoriali e modalità per la raccolta, lo scambio e l'utilizzazione dei dati necessari alla predisposizione dei rapporti conoscitivi sullo stato di attuazione degli obblighi comunitari e nazionali in materia di acque".

Decreto Legislativo 13 ottobre 2010 n. **190** "Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino".

Decreto 8 novembre 2010 n. **260** "Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs 152/06, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo".

Decreto legislativo 10 dicembre 2010 n. **219** "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CEE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque.

## BIBLIOGRAFIA

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2002), *Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2000*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2003), *Verso la gestione integrata delle zone costiere*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2006), *Le correnti costiere in Emilia-Romagna*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2008), *Stato del litorale emiliano-romagnolo all'anno 2007 e piano decennale di gestione*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2010), *Bioaccumulo di microinquinanti nella rete trofica marina*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2011), *Le mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna (1946-2010)*.

Agenzia Regionale Prevenzione e Ambiente – ARPA, I quaderni di Arpa (2012), *Oceanografia Operativa in Italia verso una gestione sostenibile del mare*.

Commission Internazionale pour l' Exploration Scientifique de la mer Méditerranée – CIESM (2002), *Metal and radionuclide bioaccumulation in marine organisms*.

ISO (2006). Water quality: determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (luminescent bacteria test) – part 3: method using freeze-dried bacteria. Reference number: ISO/CD 11348-3.

ISPRA, Manuali e Linee Guida 67/2001. Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti di acque salate e salmastre. I Manuali di Ecotossicologia.

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare - ICRAM (2000), *Qualità degli ambienti marini costieri italiani*.

Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare - ICRAM (2005), I quaderni di ICRAM, *Mucillagini*.

Regione Emilia-Romagna (1992), *Marine Coastal Eutrophication*.

Regione Emilia-Romagna (1996), *Progetto di piano per la difesa del mare e la riqualificazione ambientale del litorale della Regione Emilia Romagna*.

Regione Emilia-Romagna, Assessorato Ambiente e Riqualificazione urbana, Arpa Struttura Daphne (1982-2010), *Qualità ambientale delle acque marine in Emilia-Romagna - Rapporto annuale 2012*.

Regione Emilia-Romagna, Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Arpa Ingegneria ambientale (2003), *Supporto tecnico alla Regione Emilia-Romagna, alle Province e alle Autorità di Bacino per l'elaborazione del Piano Regionale di Tutela delle Acque e Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (art. 44 del DLgs 152/99 e art. 115 LR 3/99)*

Regione Emilia-Romagna, Bollettino Ufficiale, 15 febbraio 2005, Deliberazione del consiglio regionale 20 gennaio 2005, n. 645, *Approvazione delle linee guida per la gestione integrata delle zone costiere (GIZC)*

USEPA. 1993. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (fourth edition). Weber C.I. Eds. EPA /600/4-90/027F, Ecological monitoring research division, Environmental monitoring system laboratory. Cincinnati, Ohio 45268.

## SITOGRAFIA

Sito di ARPA Regione Emilia-Romagna

[www.arpa.emr.it/](http://www.arpa.emr.it/)

Sito di ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

[www.isprambiente.gov.it/it/temi/acqua/risorse-idriche/acque-marine](http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/acqua/risorse-idriche/acque-marine)

Sito di Marescienza, il giornale del mare visto con gli occhi della scienza

<http://www.marescienza.it/>

Sito della Regione Emilia-Romagna; Ambiente; geologia, sismica e suoli:

<http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/metalli-pesanti/carta-del-fondo-naturale-antropico-della-pianura-emiliano-romagnola-alla-scala1-250-000-2012>