



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

# MONITORAGGIO 2010

## ACQUE MARINO COSTIERE

### INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE: TIPIZZAZIONE E ANALISI RISCHIO</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE: METODOLOGIA</b>	<b>5</b>
3.1	STATO ECOLOGICO: ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA.....	5
3.2	STATO ECOLOGICO: ELEMENTI DI QUALITÀ FISICO CHIMICA E IDROMORFOLOGICA A SOSTEGNO, ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO .....	8
3.3	STATO CHIMICO.....	11
<b>4</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>12</b>
4.1	MONITORAGGIO BIOLOGICO .....	14
4.1.1	<i>Fitoplancton</i> .....	14
4.1.2	<i>Mesozooplancton</i> .....	18
4.1.3	<i>Macroinvertebrati bentonici</i> .....	22
4.1.4	<i>Macroalghe e coralligeno</i> .....	23
4.1.5	<i>Angiosperme: Prateria a Posidonia oceanica</i> .....	25
4.2	MONITORAGGIO CHIMICO.....	27
4.2.1	<i>Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno</i> .....	28
4.2.2	<i>Elementi chimici a sostegno (altri inquinanti)</i> .....	29
4.2.3	<i>Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità</i> .....	30
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUZIONE

La Regione Toscana, con la pubblicazione della Delibera n.100 del 8 febbraio 2010 ”*Monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee della Toscana in attuazione delle disposizioni di cui al D.Lgs. 152/06 e del D.Lgs. 30/09*”, ha approvato la nuova rete di monitoraggio dei corpi idrici toscani ai sensi della Direttiva Europea, recepita in Italia con il D.Lgs. 152/06. In assenza di chiare metodiche da seguire ARPAT ha provveduto ad ottemperare agli obblighi mettendo a punto la nuova rete di monitoraggio ambientale delle acque marino costiere in attesa della pubblicazione del decreto “metriche” da parte del Ministero dell’Ambiente avvenuta solo all’inizio di questo anno (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 decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo*).

In accordo con la Regione Toscana, ARPAT ha stabilito di effettuare nel 2010 il monitoraggio OPERATIVO su 3 corpi idrici **a rischio** (3 stazioni) e il monitoraggio di SORVEGLIANZA su 8 corpi idrici **probabilmente a rischio** (10 stazioni)

I parametri biologici indagati sono stati fitoplancton, macroinvertebrati bentonici, macroalghe e angiosperme (*Posidonia oceanica*).

La classificazione è effettuata sulla base della valutazione degli Elementi di Qualità Biologica (EQB), degli elementi fisico-chimici, chimici (inquinanti specifici) e idromorfologici.

## 2 MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE: TIPIZZAZIONE E ANALISI RISCHIO

Il decreto 18 giugno 2008 n.131 recependo la Direttiva UE 2000/60, suddivide il territorio nazionale in **Idroecoregioni**, assegnano a ciascuna un numero identificativo. Le idroecoregioni che interessano la nostra regione sono due: Appennino Settentrionale (10) e Toscana (11).

Con il DGRT 416/2009, in attuazione del DM 131/08, sono stati, inoltre, individuati lungo la fascia marino costiera continentale e insulare delle Toscana **14 corpi idrici**.

La tipizzazione secondo criteri geomorfologici ha individuato sostanzialmente a 3 tipologie costiere diverse :

- **A** rilievi montuosi
- **E** pianura alluvionale
- **F** pianura di dune

Dal punto di vista idrologico l'analisi della stabilità della colonna lungo tutta la costa ha dato un unico risultato indicando un **macrotipo 3, Bassa Stabilità**, ovvero tutta la zona è caratterizzata da siti costieri non influenzati da apporti d'acqua dolce continentale.

Per quanto riguarda l'analisi di rischio, ARPAT ha previsto l'individuazione di indicatori di pressioni diffuse e puntuali significative per tutte le categorie di acque individuate dalla direttiva 2000/60CE (acque sotterranee e acque superficiali, quest'ultime suddivise in marino costiere e interne). Sono, successivamente, stati elaborati indicatori di stato correlabili agli indicatori di pressione per le stazioni e/o corpi idrici del monitoraggio ambientale effettuato precedentemente ai sensi del D.Lgs. 152/99, e indicatori di pressione per gli areali di riferimento delle stazioni o corpi idrici. Quindi è stata ricercata la correlazioni tra gli indicatori di pressione e gli indicatori di stato ai fini del trasferimento, sugli indicatori di pressione di possibili soglie di rischio derivate dagli indicatori di stato secondo ben definiti standard di qualità ambientale (Acque Superficiali D.Lgs 56/09, Acque Sotterranee D.Lgs. 30/09) od in relazione all'analisi della distribuzione di frequenza.

Sulla base delle soglie di rischio ottenute i 14 corpi idrici individuati ( Figura 1) sono stati definiti a rischio (monitoraggio operativo), non a rischio (monitoraggio di sorveglianza stratificato in tre anni) e a probabile rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità (monitoraggio di sorveglianza da espletare in un anno).

## Monitoraggio acque marine costiere

(Direttiva 2000/60 /CE, DM 131/08 e DM 56/09)

### Corpi Idrici

Costa della Versilia	R
Costa del Serchio	PR
Costa Pisana	R
Costa Livornese	PR
Costa del Cecina	PR
Costa di Piombino	NR
Costa Follonica	R
Costa Punt'Ala	PR
Costa dell'Ombrone	PR
Costa dell'Uccellina	PR
Costa dell'Albegna	PR
Costa dell'Argentario	NR
Costa di Burano	PR
Costa dell'Arcipelago	NR

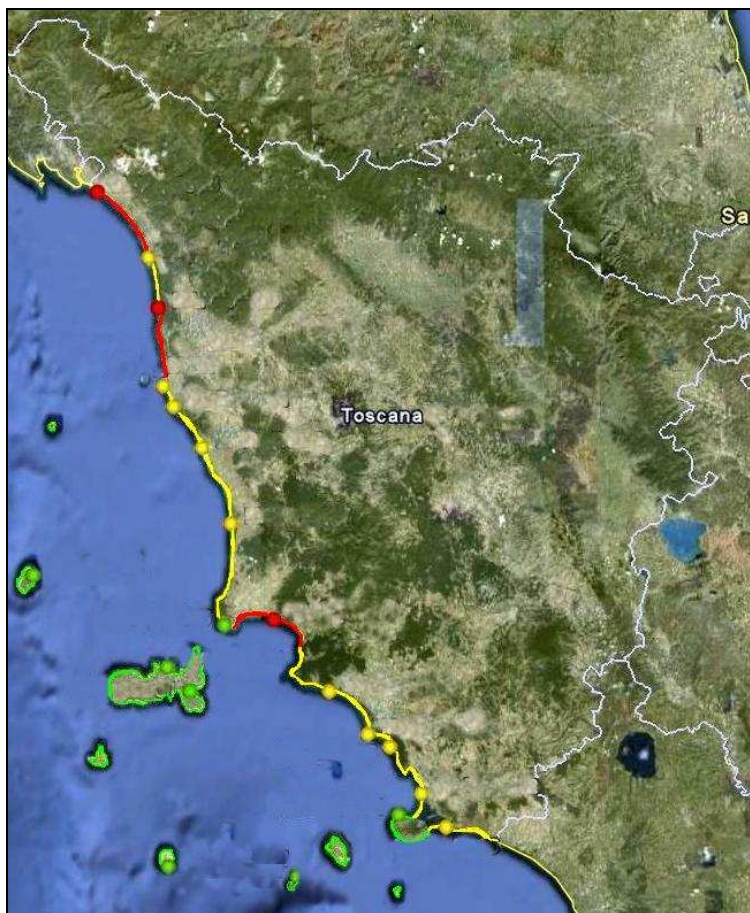


Figura 1: Monitoraggio marino costiero: 14 corpi idrici della Regione Toscana

Il risultato dei dati è stato valutato anche in base: alla **qualità ambientale** data dall'indice TRIX che nel periodo 2001-2007 è risultata BUONA lungo la costa settentrionale della Toscana, fino al porto di Livorno, ed ELEVATA lungo tutto il resto della costa; alla **qualità chimica** derivante dall'elaborazione dei campionamenti effettuate da ARPAT sulle sostanze pericolose e pericolose prioritarie durante il 2006; alla **qualità delle acque di balneazione**.

La scelta dei parametri indicativi degli elementi di qualità biologica, idromorfologica e chimico fisica è stata fatta selezionando quelli più sensibili alle pressioni significative a cui i corpi idrici sono sottoposti, in accordo con quanto riportato dalla tabella 3.5 del DM del 14 aprile 2009 n.56

### 3 MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE: METODOLOGIA

A ciascun corpo idrico viene assegnato **uno stato ecologico** e uno **stato chimico**: il primo è dato dal monitoraggio degli elementi di qualità biologica, dagli elementi di qualità fisico-chimica a sostegno e dagli elementi chimici a sostegno (inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità – tabelle 1-B colonna d'acqua e 3-B sedimento del DM 56/2009); il secondo dal monitoraggio delle sostanze dell'elenco di priorità (tabelle 1-A colonna d'acqua e 2-A sedimenti del DM 56/2009).

#### 3.1 STATO ECOLOGICO: ELEMENTI DI QUALITÀ BIOLOGICA

##### *Fitoplancton*

La biomassa fitoplanctonica viene stimata in funzione della quantità di “clorofilla a” misurata in superficie. In questo occorre fare riferimento sia ai rapporti di qualità ecologica (RQE) ma anche ai valori assoluti, espressi in  $\text{mg}/\text{m}^3$  di concentrazione di “clorofilla a”.

Nel caso delle acque costiere toscane essendo riconducibili al **macrotipo 3**, per il calcolo del valore del parametro “clorofilla a” si applica il valore del 90° percentile per la distribuzione normalizzata dei dati (Tabella 1).

Tabella 1: Limiti di classe e valori di riferimento per il fitoplancton: macrotipo 3

Macrotipo	Valore di riferimento ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	Limiti di classe				Metrica
		Elevato/Buono		Buono/Sufficiente		
		$\text{mg}/\text{m}^3$	RQE	$\text{mg}/\text{m}^3$	RQE	
3 (bassa stabilità)	0,9	1,1	0,80	1,8	0,50	90° Percentile

Secondo questo l'EQB la classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico deve tener conto, per il confronto con i valori della tabella, alle distribuzioni di almeno un anno della clorofilla a.

##### *Macroinvertebrati bentonici*

Per l'EQB Macroinvertebrati bentonici si applica l'Indice M-AMBI: questo è un indice multivariato che deriva da una evoluzione dell'AMBI integrato con l'Indice di diversità di Shannon-Wiener ed il numero di specie (S). La modalità di calcolo dell'M-AMBI prevede l'elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata.

Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Si riportano di seguito i valori di riferimento per ciascuna metrica che compone l'M-AMBI e i limiti di classe dell'M-AMBI, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente, per i macrotipo 3.

Tabella 2: Limiti di classe e valori di riferimento per i macroinvertebrati bentonici: macrotipo 3

Macrotipo	Valore di riferimento			RQE	
	AMBI	H'	S	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
3 (bassa stabilità)	0,5	4	30	0,81	0,61

### Macroalghe

Il metodo da applicare per la classificazione del EQB Macroalghe è il **CARLIT**.

La tipo-specificità per le macroalghe è definita dal criterio geomorfologico e i macrotipi da tenere in considerazione sono: A) rilievi montuosi e B) terrazzi.

Nella procedura di valutazione dell'Indice CARLIT è necessario precisare anche i seguenti elementi morfologici: la morfologia della costa, (blocchi metrici, falesia bassa, falesia alta), il diverso grado di inclinazione della frangia infralitorale, l'orientazione della costa, il grado di esposizione all'idrodinamismo, il tipo di substrato (naturale, artificiale).

A ciascuna delle situazioni geomorfologiche rilevanti, di cui sopra, è assegnato un Valore di Qualità Ecologica di riferimento (EQV rif.)

Tabella 3: valori di riferimento per il CARLIT

Situazione geomorfologica rilevante	EQV rif.
Blocchi naturali	12,2
Scogliera bassa naturale	16,6
Falesia alta naturale	15,3
Blocchi artificiali	12,1
Struttura bassa artificiale	11,9
Struttura alta artificiale	8,0

L'indice CARLIT si basa su una prima valutazione del Valore di Qualità Ecologica (VQE), in ogni sito e per ogni categoria geomorfologica rilevante. Il risultato finale dell'applicazione del CARLIT non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La tabella seguente riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE, tra lo stato elevato e lo stato buono, e tra lo stato buono e lo stato sufficiente.

Tabella 4: Limiti di classe e valori di riferimento per le macroalghe: indice CARLIT

Sistema di classificazione adottato	Macrotipi	RQE	
		Elevato/Buono	Buono/Sufficiente
CARLIT	A e B	0,75	0,60

## Coralligeno

I popolamenti coralligeni sono stati studiati mediante campionamento fotografico. Tale metodo, sebbene non consente di ottenere dati relativi alla biodiversità, è da ritenere idoneo ai fini del monitoraggio. La tecnica della fotografia digitale permette di ottenere un alto numero di repliche ad una profondità alla quale il tempo di permanenza degli operatori è ridotto. Consente inoltre la valutazione di copertura percentuale dei principali taxa che caratterizzano i popolamenti e di monitorarne la struttura nel tempo.

Il campionamento fotografico viene effettuato scattando 15 repliche fotografiche, scelte in modo casuale. Attraverso l'uso del software ImageJ (fig.7), i dati fotografici ottenuti sul campo sono stati analizzati secondo il metodo del mosaico a patches.

Originariamente progettato dalla NIH Image per il Machintosh, eredita dal linguaggio JAVA i vantaggi dalla portabilità su differenti piattaforme. Il risultato di questa operazione genera un mosaico eterogeneo di macchie di diversa grandezza e colore, al fine di consentire una discriminazione tra specie presenti nella superficie fotografata. La struttura verrà determinata dalla composizione, configurazione e proporzione delle diverse patches. Le specie individuate sono state suddivise in categorie denominate EQ (Ecological Quality). Le categorie possono fare riferimento ad una singola specie o taxa od a un gruppo di specie o taxa accomunate dalla medesima forma morfologica di appartenenza. Ad ogni categoria è stato associato un valore compreso tra 0 e 8, considerando massimo il valore ecologico 8.

## Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

Per l'EQB *Posidonia oceanica* si applica l'**Indice PREI**. La modalità di calcolo dell'indice PREI prevede l'applicazione della seguente equazione:  $RQE = (RQE' + 0,11) / (1 + 0,10)$  dove:

$$RQE' = \frac{N_{densità} + N_{superficie\ fascio\ fogliare} + N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare} + N_{limite\ inferiore}}{3,5}$$

$N_{densità}$	valore misurato: 0 / valore di riferimento: 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni .
$N_{superficie\ fogliare\ fascio}$	valore misurato: 0 / valore di riferimento: 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni.
$N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare}$	$[1 - (biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare)] \times 0,5$ .
$N_{limite\ inferiore}$	$(N' - 12) / (\text{valore di riferimento profondità} - 12)$ , in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. $N' = \text{profondità limite inferiore misurata} + \lambda$ , dove $\lambda = 0$ (limite inferiore stabile), $\lambda = 3$ (limite inferiore progressivo), $\lambda = -3$ (limite inferiore regressivo).

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE). Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma direttamente il rapporto di qualità ecologica (RQE). La tabella 5 riporta i limiti di classe, espressi in termini di RQE. Nel sistema di classificazione seguente lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno di cinque anni.

Tabella 5: Limiti di classe e valori di riferimento per la *Posidonia oceanica*: indice PREI

RQE	STATO ECOLOGICO
1 – 0,775	Elevato
0,774 – 0,550	Buono
0,549 – 0,325	Sufficiente
0,324 – 0,100	Scarso
< 0,100 – 0	Cattivo
CONDIZIONI DI RIFERIMENTO	
densità .....	99 fasci/m <sup>2</sup>
superficie fogliare fascio .....	310 cm <sup>2</sup> /fascio
biomassa epifiti/biomassa fogliare .....	0
profondità limite inferiore .....	38 m

### 3.2 STATO ECOLOGICO: ELEMENTI DI QUALITÀ FISICO CHIMICA E IDROMORFOLOGICA A SOSTEGNO, ELEMENTI CHIMICI A SOSTEGNO

Nell'ambito delle acque marino costiere gli elementi di qualità fisico-chimica concorrono alla definizione dello stato ecologico stesso, mentre gli elementi idromorfologici devono essere utilizzati per migliorare l'interpretazione dei risultati.

La **temperatura e la salinità** contribuiscono alla definizione della densità dell'acqua di mare e, quindi, alla stabilità, parametro su cui è basata la tipizzazione su base idrologica. Dalla stabilità della colonna d'acqua discende la tipo-specificità delle metriche e degli indici utilizzati per la classificazione degli EQB.

Tabella 6: Elementi idromorfologici e fisico chimici a sostegno

	Elementi idromorfologici a sostegno	Elementi fisico-chimici per la classificazione	Elementi fisico-chimici per l'interpretazione
Fitoplancton	regime correntometrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>ossigeno disciolto</li> <li>nutrienti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>trasparenza</li> <li>temperatura</li> <li>salinità</li> </ul>
Macroalghe ed Angiosperme	<ul style="list-style-type: none"> <li>escursione mareale</li> <li>esposizione al moto ondoso</li> <li>regime correntometrico</li> <li>profondità, natura e composizione del substrato</li> </ul>		
Macroinvertebrati bentonici	<ul style="list-style-type: none"> <li>profondità</li> <li>natura e composizione del substrato</li> </ul>		



Al fine di misurare il livello trofico degli ambienti marino costieri e per segnalare eventuali scostamenti significativi di trofia in aree naturalmente a basso livello trofico, viene utilizzato l'indice TRIX, una combinazione di **ossigeno in saturazione, clorofilla a e nutrienti**. Il giudizio espresso per ciascun EQB deve essere coerente con il limite di classe di TRIX: in caso di stato ecologico "buono" il corrispondente valore di TRIX deve essere minore della soglia macrotipo-specifica (nel caso delle coste toscane questo valore è 4,0).

La trasparenza, misurata tramite Disco Secchi, è impiegata come elemento ausiliario per integrare e migliorare l'interpretazione del monitoraggio degli EQB, in modo da pervenire all'assegnazione di uno stato ecologico certo.

Per la classificazione dello stato ecologico attraverso gli elementi chimici a sostegno si fa riferimento alle sostanze indicate nella tabella 1B per la colonna d'acqua e 3B per il sedimento del DM 56/2009 e alla tabella 4.5/a del DM 260/2010 (vedi tabella 6 bis).

*Tabella - 6bis – Sostanze chimiche per valutazione stato ecologico e chimico*

Sostanze chimiche per valutazione stato chimico delle acque e raggruppamenti per specie chimica	colonna d'acqua		sedimento	
	DM 56-2009 tab 1A	DM 56-2009 tab 1B	DM 56-2009 tab 2A	DM 56-2009 tab 3B
<b>AROMATICI</b>				
Benzene	x			
Toluene		x		
o-Xilene		x		
p-Xilene		x		
m-Xilene		x		
<b>CLOROALCANI</b>				
Cloroalcani, C 10-C13 (CAS 85535-84-8)	x			
<b>CLOROANILINE</b>				
2-cloroanilina		x		
3-cloroanilina		x		
4-cloroanilina		x		
3,4-dicloroanilina		x		
<b>CLOROBENZENI</b>				
clorobenzene		x		
1,2-diclorobenzene		x		
1,3-diclorobenzene		x		
1,4-diclorobenzene		x		
Triclorobenzeni (TCB) (ogni isomero)	x			
Pentaclorobenzene	x			
2-clorotoluene		x		
3-clorotoluene		x		
4-clorotoluene		x		
<b>CLOROFENOLI</b>				
2-clorofenolo		x		
3-clorofenolo		x		
4-clorofenolo		x		
2,4-diclorofenolo		x		
2,4,5-triclorofenolo		x		
2,4,6-triclorofenolo		x		
Pentaclorofenolo (PCP)	x			

Sostanze chimiche per valutazione stato chimico delle acque e raggruppamenti per specie chimica	colonna d'acqua		sedimento	
	DM 56-2009 tab 1A	DM 56-2009 tab 1B	DM 56-2009 tab 2A	DM 56-2009 tab 3B
<b>CLORONITROBENZENI</b>				
cloronitrotolueni (ogni isomero)		x		
1-cloro-2-nitrobenzene		x		
1-cloro-3-nitrobenzene		x		
1-cloro-4-nitrobenzene		x		
<b>FTALATI</b>				
FT - Ftalato di bis(2-etilestire) (DEHP)(CAS 117-81-7)	x			
<b>IPA</b>				
Antracene	x		x	
Fluorantene	x		x	
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)				x
Naftalene	x		x	
Benzo(a)pirene	x		x	
Benzo(b)fluorantene	x		x	
Benzo(k)fluorantene			x	
Benzo(g,h,i)perilene	x		x	
Indeno(1,2,3-cd)pirene			x	
<b>NONIL-OTTIL FENOLI</b>				
4-nonilfenolo	x			
Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	x			
<b>ORGANOALOGENATI</b>				
1,1,1-tricloroetano		x		
1,2-dicloroetano (EDC)	x			
Diclorometano (DCM)	x			
Esaclorobutadiene (HCBD)	x			
Tetracloroetilene (PER)	x			
Tetraclorometano (TCM)	x			
Tricloroetilene	x			
Triclorometano	x			
<b>ORGANOSTANNICI</b>				
Tributilstagno composti	x		x	
Trifenilstagno composti		x		
<b>POLIBR DIFENILETERI</b>				
Eteri di difenile polibromurati (PBDE) - somma congeneri	x			
<b>PESTICIDI CLORURATI</b>				
<b>HCB (esaclorobenzene)</b>			x	
<b>α-HCH, β-HCH, γ-HCH (esaclorocicloesano)</b>			x	
<b>DDT (somma isomeri 2,4- e 4,4-)</b>			x	
<b>DDD (somma isomeri 2,4- e 4,4-)</b>			x	
<b>DDE (somma isomeri 2,4- e 4,4-)</b>			x	
<b>Aldrin, Dieldrin</b>			x	
<b>PCB totali **</b>				x
<b>PCDD+PCDF+PCB diossina simili***</b>				x
* sommatoria congeneri 28, 52, 77, 81, 95, 99, 101, 105, 110, 114, 118, 123, 126, 128, 138, 146, 149, 151, 153, 156, 157, 167, 169, 170, 177, 180, 183, 187, 189.				
** sommatoria congeneri 28, 52, 77, 81, 101, 118, 126, 128, 138, 153, 156, 169, 180.				
*** sommatoria congeneri 77, 81, 118, 126, 156, 169, 185, 105, 114, 123, 157, 167.				
°sommatoria congeneri 28,47,99,100,153,154				

La ricerca di tali sostanze non è stata condotta in tutti i casi, ma è stata effettuata soltanto presso le stazioni rappresentative di corpi idrici che l'analisi delle pressioni e degli impatti avevano indicato come a rischio (o probabilmente a rischio) da attività industriale o agricola (per i fitofarmaci). Anche

le sostanze ricercate non sono state tutte quelle indicate nelle tabelle suddette, ma soltanto quelle appartenenti ai “raggruppamenti per specie chimica” giudicati più rappresentativi della tipologia di rischio presente nell’areale di riferimento.

### **3.3 STATO CHIMICO**

Il decreto 260/2010 riporta l’elenco delle sostanze di priorità suddivise in sostanze pericolose (P), sostanze pericolose prioritarie (PP) e altre sostanze (E): gli standard riportati nelle tabelle 1/A (per la matrice acqua) 2/A (per la matrice sedimenti), rappresentano le concentrazioni che identificano il buono stato chimico.

Ulteriori elementi conoscitivi possono essere acquisiti dall’analisi del biota i cui standard di qualità individuati in tre parametri, mercurio, esaclorobenzene e esaclorobutadiene sono riportati nella tabella 3/A.

In base al DECRETO 260/10, il corpo idrico per essere classificato come BUONO deve soddisfare gli standard di qualità ambientale riportati nelle tabelle 1/A e 2/A (vedi tabella 6 bis)

Come nel caso precedente, la ricerca di tali sostanze non è stata condotta dappertutto ma è stata effettuata soltanto presso le stazioni rappresentative di corpi idrici che l’analisi delle pressioni e degli impatti avevano indicato come a rischio (o probabilmente a rischio) da attività industriale o agricola (per i fitofarmaci). Anche le sostanze ricercate non sono state tutte quelle indicate nelle tabelle suddette, ma soltanto quelle appartenenti ai “raggruppamenti per specie chimica” giudicati più rappresentativi della tipologia di rischio presente nell’areale di riferimento.

## 4 RISULTATI

Si elencano di seguito le stazioni e le coordinate relative per le varie matrici monitorate nel 2010: Acqua e plancton (Tabella 7), macroinvertebrati bentonici (Tabella 8), macroalghe (Tabella 9), sedimenti (Tabella 10).

Tabella 7: Stazioni e coordinate acqua e plancton

Tipo di monit.	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Distanza dalla costa (m)	Profondità (m)	Coordinate WGS84 Acqua e plancton			
						Latitudine	Longitudine		
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	500	5,0	44° 01.789'	N	10° 03.007'	E
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	500	4,0	43° 51.814'	N	10° 14.048'	E
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	500	5,0	43° 44.064'	N	10° 16.215'	E
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	500	5,0	43° 32.183'	N	10° 17.390'	E
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	100	7,0	43° 29.050'	N	10° 19.583'	E
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	500	5,2	43° 22.809'	N	10° 25.678'	E
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Mar. Castagneto	500	5,0	43° 11.267'	N	10° 31.783'	E
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	500	5,0	42° 56.633'	N	10° 40.833'	E
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	592	6,5	42° 45.498'	N	10° 52.255'	E
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	500	4,0	42° 39.150'	N	11° 00.300'	E
PR	Costa dell'Uccelina	MAR_CF05	Cala di Forno	253	5,5	42° 37.229'	N	11° 04.840'	E
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	463	5,5	42° 30.095'	N	11° 11.095'	E
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	500	5,0	42° 24.915'	N	11° 16.401'	E

Tabella 8: Stazioni e coordinate macrovertebrati bentonici

Tipo di monit.	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Profondità (m)	Coordinate WGS84 macroinvertebrati			
					Latitudine	Longitudine		
O	Costa Versilia	MZB_MC05	Marina di Carrara	6,0	44° 01.721'	N	10° 02.920'	E
PR	Costa del Serchio	MZB_NT05	Nettuno	4,6	43° 52.121'	N	10° 13.995'	E
O	Costa Pisana	MZB_FM05	Fiume Morto	5,5	43° 44.064'	N	10° 16.215'	E
PR	Costa Livornese	MZB_LV02	Livorno	4,8	43° 34.360'	N	10° 17.550'	E
PR	Costa del Cecina	MZB_CS05	Marina di Castagneto	5,0	43° 11.176'	N	10° 31.630'	E
O	Costa Follonica	MZB_CR05	Carbonifera	5,0	42° 56.736'	N	10° 40.930'	E
PR	Costa Punt'Ala	MZB_FB02	Foce Bruna	5,0	42° 45.521'	N	10° 52.352'	E
PR	Costa Ombrone	MZB_FO05	Foce Ombrone	5,0	42° 39.101'	N	11° 00.196'	E
PR	Costa dell'Uccelina	MZB_CF05	Cala di Forno	6,5	42° 45.498'	N	11° 52.255'	E
PR	Costa Albegna	MZB_AL05	Foce Albegna	5,5	42° 37.228'	N	11° 04.840'	E
PR	Costa Burano	MZB_AS05	Ansedonia	5,0	42° 24.915'	N	11° 16.400'	E

Tabella 9: Stazioni e coordinate macroalghe

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Descrizione	Coordinate WGS84 macroalghe					
			Latitudine			Longitudine		
PR	Costa Livornese	Romito	43°	28.033'	N	10°	20.300'	E
NR	Costa dell'Argentario	Argentario	43°	25.050'	N	11°	05.333'	E
NR	Arcipelago toscano	Montecristo	42°	18.933'	N	10°	18.633'	E

Tabella 10: Stazioni e coordinate sedimenti

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Profondità (m)	Coordinate WGS84 sedimenti					
					Latitudine			Longitudine		
O	Costa Versilia	SEM_MC30	Marina di Carrara	15,0	44°	00.500'	N	10°	02.000'	E
PR	Costa del Serchio	SEM_NT30	Nettuno	15,0	43°	51.322'	N	10°	12.296'	E
O	Costa Pisana	SEM_FM30	Fiume Morto	13,0	43°	44.065'	N	10°	14.416'	E
PR	Costa Livornese	SEM_LV37	Livorno	38,0	43°	30.064'	N	10°	16.360'	E
PR	Costa Livornese	SEM_AT20	Antignano	50,0	43°	26.822'	N	10°	20.178'	E
PR	Costa del Cecina	SEM_RL14	Rosignano Lillatro	24,0	43°	23.400'	N	10°	24.250'	E
O	Costa Follonica	SEM_CR75	Carbonifera	43,0	42°	49.791'	N	10°	38.796'	E
PR	Costa Punt'Ala	SEM_FB30	Foce Bruna	36,6	42°	44.325'	N	10°	51.193'	E
PR	Costa Ombrone	SEM_FO30	Foce Ombrone	40,0	42°	39.184'	N	10°	58.654'	E
PR	Costa dell'Uccellina	SEM_CF30	Cala di Forno	35,0	42°	34.150'	N	11°	05.200'	E
PR	Costa Albegna	SEM_AL30	Foce Albegna	40,0	42°	29.124'	N	11°	08.215'	E
PR	Costa Burano	SEM_AS50	Ansedonia	50,0	42°	21.859'	N	11°	15.843'	E

## 4.1 MONITORAGGIO BIOLOGICO

### 4.1.1 Fitoplancton

Sono state eseguite 6 campagne di monitoraggio ai fini della classificazione delle acque tramite la biomassa fitoplanctonica. A queste si aggiunge una serie di campionamenti effettuati in febbraio nelle 5 stazioni situate più a nord.

Tabella 11: Campagne di campionamento del periodo in esame

2010	
Campagna di febbraio: effettuata in base alla vecchia 152 (solo 5 stazioni)	Dal 2 febbraio al 9 febbraio
1 <sup>a</sup> campagna	Dal 12 al 29 aprile
2 <sup>a</sup> campagna	Dal 21 maggio al 8 giugno
3 <sup>a</sup> campagna	Dal 15 al 21 luglio
4 <sup>a</sup> campagna	Dal 1 al 20 settembre
5 <sup>a</sup> campagna	Dal 6 al 26 ottobre
6 <sup>a</sup> campagna	Dal 25 novembre al 15 dicembre

L'anno 2010 è caratterizzato da un importante aumento della concentrazione fitoplanctonica nei mesi di maggio-giugno (Figura 2) dovuto all'incremento delle diatomee in particolare di *Chaetoceros* (*C. curvisetus*, *C. decipies*), *Leptocylindrus* (*L. minimus*, *L. danicus*) e *Pseudo-nitzschia spp.* del *Nitzschia delicatissima complex*.

Nei mesi estivi prevalgono invece le Dinophyceae con piccole forme di *Gymnodinium*, *Protoperidinium* e *Scrippsiella trochoidea*. Da segnalare la presenza di *Ostreopsis ovata* nella sola stazione di Marina di Carrara. Per quanto riguarda le altre classi di fitoplancton, queste aumentano in tutte le stazioni a luglio e alla fine dell'anno, fenomeno questo probabilmente legato alle precipitazioni meteorologiche: risulta comunque evidente che le stazioni a nord e la stazione di Ansedonia, posta nei pressi del canale della laguna di Orbetello, presentano le concentrazioni annue maggiori.

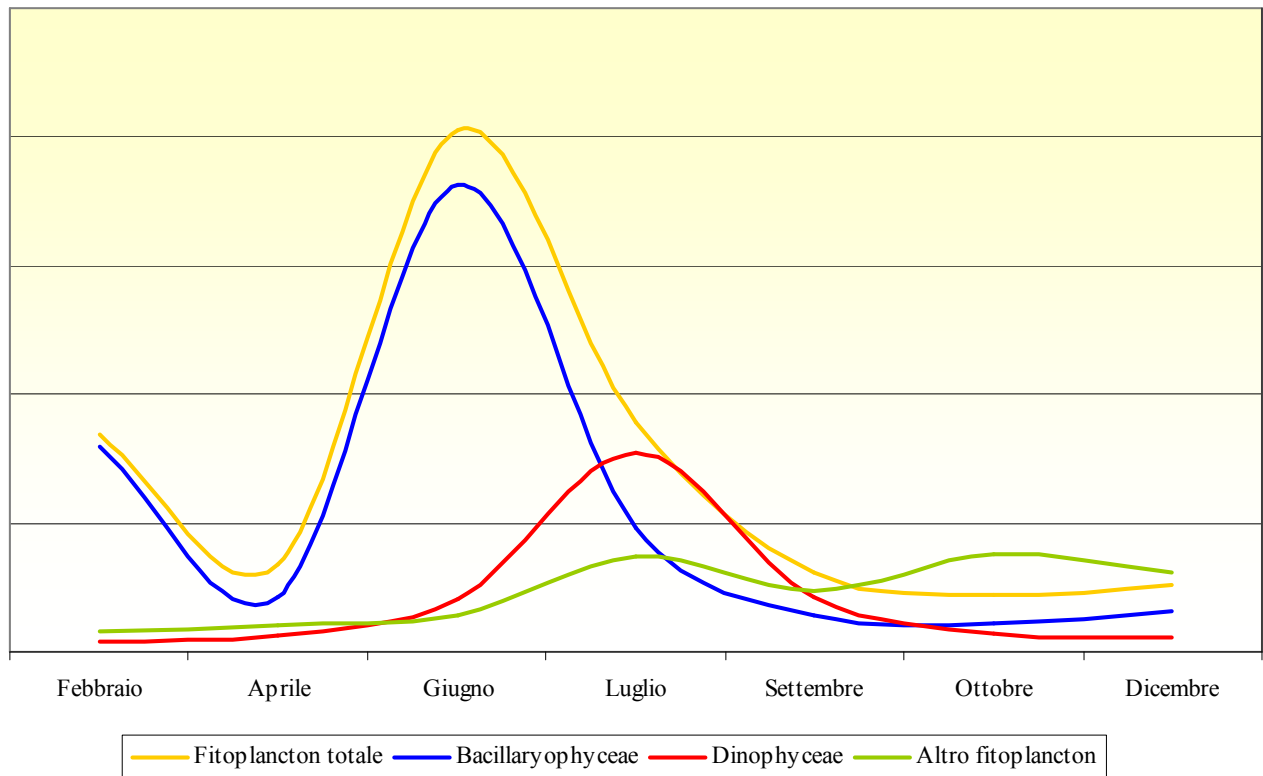


Figura 2: Andamenti mensili del fitoplanctonico della costa toscana anno 2010

L'analisi dei campioni ha rilevato una maggior densità microalgale nel tratto di costa situato a nord della toscana (Figura 3): questo comportamento è particolarmente evidente nelle stazioni di fiume Morto e di Nettuno.

La stazione **Fiume Morto**, localizzata alla foce dello stesso fiume nella zona antistante il Parco di San Rossore, ha la concentrazione microalgale che raggiunge il suo massimo in aprile con picco di  $6 \times 10^6$  cell/L per la fioritura della diatomea *Chaetoceros socialis* e in febbraio di  $1 \times 10^6$  cell/L per la presenza di un'altra diatomea *Skeletonema costatum*. Questa stazione è caratterizzata da molte Chlorophyceae di acqua dolce come *Pediastrum sp.*, *Scenedesmus obliquus*, *Scenedesmus quadricaudata* e *Chodatella sp.* Il mese di dicembre inoltre, si contraddistingue dalla comparsa di *Euglena viridis* tanto da rappresentare il 52% dell'intero popolamento; analoga situazione si verifica per le stazioni di Marina di Carrara e, in proporzioni minori, a Nettuno.

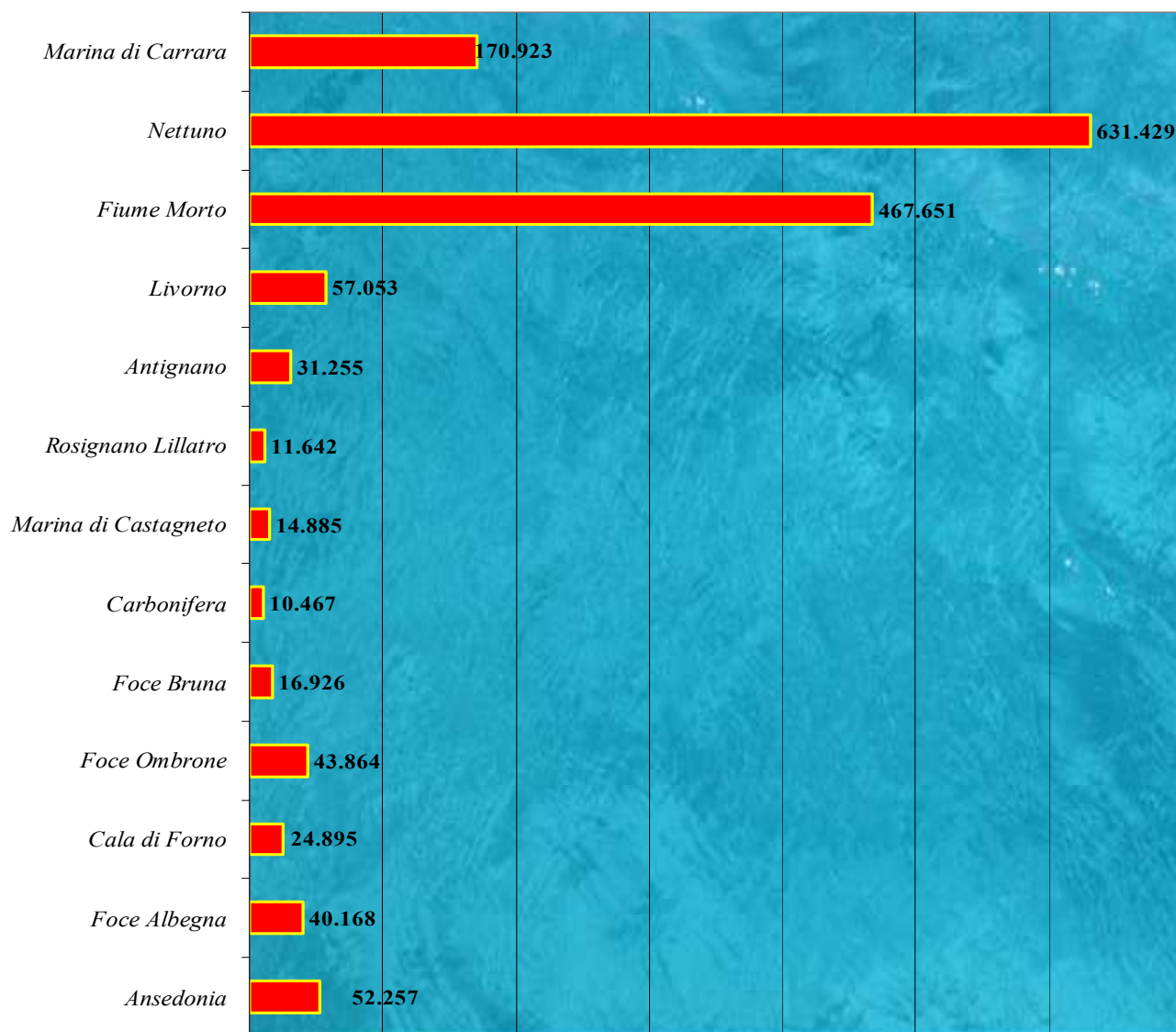


Figura 3: Dati medi di concentrazione del fitoplancton per singola stazione monitorata (cell/L)

La stazione **Nettuno** è situata nei pressi dell'imboccatura del porto di Viareggio allo sbocco del canale Burlamacca; ha la concentrazione algale media più alta tra le 13 stazioni monitorate con un picco massimo nel mese di luglio  $3 \times 10^6$  cell/L dovuto a una fioritura di *Skeletonema costatum* (81% dell'intero popolamento). Un altro picco di densità fitoplanctonica è stato rilevato nel mese di ottobre ( $1 \times 10^6$  cell/L): in questo caso però il 64% della popolazione era costituito da Cyanophyceae appartenenti al genere *Oscillatoria* e altri cianobatteri riconducibile al *Synechocystis-group*; l'altro raggruppamento maggiormente rappresentato era quello delle diatomee appartenenti al genere *Synedra*. La presenza di questi particolari raggruppamenti algali è probabilmente dovuta al fatto che in questa zona confluiscono le acque del canale Burlamacca emissario del Lago di Massaciuccoli, indicato già in passato come sorgente di eutrofizzazione del mare antistante. Questo è confermato dall'inusuale ritrovamento di *Prymnesium parvum* nel mese di febbraio, un organismo appartenente alla classe delle



Prymnesiophyceae, produttore di ittiotossine, proveniente dal Lago di Massaciuccoli. L'analisi nello stesso periodo delle acque del centro lago e del canale Burlamacca ha infatti rilevato la presenza di quest'alga con valori rispettivamente di  $3 \times 10^6$  cell/L e di  $7 \times 10^6$  cell/L.

Da segnalare il ritrovamento del dinoflagellato eterotrofico *Histioneis*: questo organismo, dalla forma molto variabile, preferisce gli stati più profondi del mare. Di conseguenza poco si sa della variabilità individuale della specie, dei dettagli morfologici e della distribuzione nei mari. È stato rinvenuto 2 volte, a Foce Albegna in settembre e ad Ansedonia in dicembre (foto in Figura 4)



Figura 4: *Histioneis* Stein 1883 (ritrovamento ad Ansedonia nel dicembre 2010)

Utilizzando i taxa ottenuti per evidenziare le differenze strutturali delle 13 stazioni, risulta (Figura 5) che le tre stazioni situate più a nord hanno una similarità con le altre di poco più del 20%.

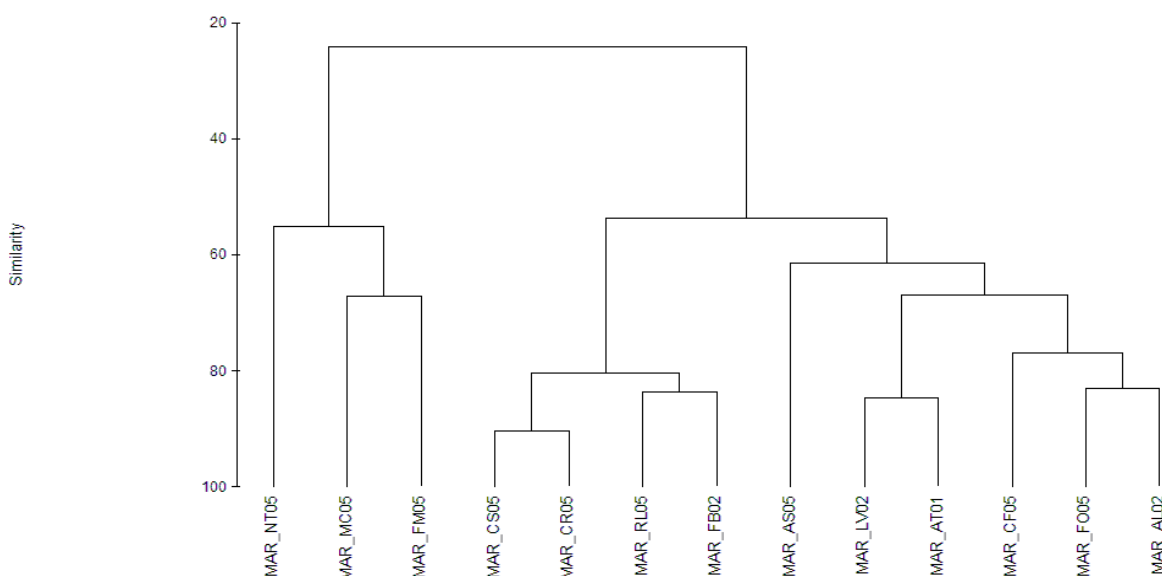


Figura 5: analisi a cluster delle 13 stazioni monitorate nel 2010

In base alle disposizioni riportate nel DM 260/10 riassunte in precedenza, i valori di clorofilla a e gli RQE relativi a questo parametro indicano che la costa toscana presenta uno stato ecologico elevato tranne che nelle stazioni di Nettuno (corpo idrico Costa del Serchio) e di Fiume Morto (Corpo idrico Costa pisana) ove lo stato ecologico risulta essere buono ( Tabella 22 ).

#### **4.1.2 Mesozooplankton**

Seppur non espressamente richiesto né dal D.Lgs. 152/06 né dal successivo D.M. 260/10, ARPAT - Area Mare durante il 2010 ha continuato ad effettuare il monitoraggio del Mesozooplankton su tutte le stazioni di campionamento delle acque marino-costiere. Questa scelta si spiega con l'esperienza oramai pluriennale acquisita da ARPAT in materia, in quanto sin dal 2001 tale matrice è stata compresa nei programmi di monitoraggio ai sensi della L. 979/82, "Difesa del Mare", in modo da non interrompere le serie storiche ottenute fino ad oggi.

Rispetto a quanto indicato nella precedente

Tabella 11, per il mesozooplankton è stato possibile effettuare 4 campagne complete di campionamento (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>), più una incompleta (febbraio 2010), comprendente 7 stazioni (Marina di Carrara, Nettuno, Fiume Morto, Livorno Porto, Antignano, Rosignano Lillatro e Marina di Castagneto), con in aggiunta un singolo campionamento nella stazione di Montecristo effettuato in ottobre.

I risultati ottenuti sono stati ripartiti in Cladoceri, ( Tabella 12 ), Copepodi, (Tabella 13), Altro zooplankton ( Tabella 14), Zooplankton totale (Tabella 15) ed espressi in numero di individui per metro cubo (ind./m<sup>3</sup>). Per “Altro zooplankton” si intende un gruppo tassonomico non omogeneo composto dai più svariati organismi, essendovi rappresentati praticamente tutti i *phyla* di invertebrati marini, alcuni dei quali compiono il loro intero ciclo vitale nella colonna d'acqua (oloplanktonici), altri, invece, passano nel plancton solo le fasi larvali (meroplankton).

Con un numero così esiguo di campionamenti non si possono costruire curve di abbondanza attendibili, ma i dati ottenuti rispecchiano quello che era già stato possibile osservare con i risultati degli anni di monitoraggio precedenti.

Tabella 12: Densità Cladoceri (ind./m<sup>3</sup>); NC= non campionato.

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Cladoceri (ind./m <sup>3</sup> )				
				feb-10	apr-10	mag-10	ott-10	dic-10
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	47	159	NC	12	0
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	20	96	4388	37	0
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	2	39	378	38	6
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	0	502	48	18	0
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	27	862	125	7	4
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	24	2	30	3	3
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	8	3	78	14	0
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	NC	0	9	0	3
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	NC	0	11	108	0
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	NC	0	114	36	0
PR	Costa dell'Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	NC	6	158	80	0
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	NC	60	464	212	0
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	NC	0	521	3	0
NR	Arcipelago toscano	MAR_MS01	Montecristo	NC	NC	NC	0	NC

I Copepodi sono il gruppo dominante, in tutte le stazioni monitorate tranne quelle poste nella parte nord della Toscana ovvero Marina di Carrara, Nettuno e Fiume Morto, ove predomina invece l'Altro zooplancton: ciò può essere dovuto a vari fattori, dalla presenza di un fondale meno profondo, agli apporti di acqua dolce, alla trofia delle acque maggiore che nei tratti più a sud.

Tabella 13: Densità Copepodi (ind./m<sup>3</sup>); NC= non campionato.

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Copepodi (ind./m <sup>3</sup> )				
				feb-10	apr-10	mag-10	ott-10	dic-10
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	2082	925	NC	1655	201
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	3319	1234	739	1693	111
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	2490	393	257	2560	63
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	1154	6386	464	1368	716
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	4777	4125	2199	760	746
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	3150	1316	1273	425	931
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	897	3023	1600	1097	529
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	NC	10818	1681	552	186
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	NC	8902	3811	1244	190
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	NC	548	267	867	441
PR	Costa dell'Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	NC	6272	251	864	425
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	NC	3787	826	1846	716
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	NC	819	1227	399	617
NR	Arcipelago toscano	MAR_MS01	Montecristo	NC	NC	NC	371	NC

Tabella 14: Densità Altro zooplancton (ind./m<sup>3</sup>); NC= non campionato.

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Altro zooplancton (ind./m <sup>3</sup> )				
				feb-10	apr-10	mag-10	ott-10	dic-10
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	2100	1352	NC	1430	80
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	1588	1583	4226	1954	248
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	1675	1961	1546	5814	205
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	485	4638	1036	340	311
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	1265	2991	4032	355	558
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	930	105	729	137	320
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	276	199	1439	396	104
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	NC	551	515	226	361
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	NC	560	254	568	288
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	NC	99	190	519	134
PR	Costa dell'Uccelina	MAR_CF05	Cala di Forno	NC	355	218	322	225
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	NC	506	432	506	599
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	NC	90	767	218	539
NR	Arcipelago toscano	MAR_MS01	Montecristo	NC	NC	NC	48	NC

Tabella 15: Densità zooplancton totale(ind./m<sup>3</sup>); NC= non campionato.

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	Zooplancton totale (ind./m <sup>3</sup> )				
				feb-10	apr-10	mag-10	ott-10	dic-10
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	4229	2436	NC	3097	281
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	4927	2913	9353	3684	359
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	4167	2393	2181	8412	274
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	1639	11526	1548	1726	1027
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	6069	7978	6356	1122	1308
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	4104	1423	2032	565	1254
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	1181	3225	3117	1507	633
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	NC	11369	2205	778	550
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	NC	9462	4076	1920	478
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	NC	647	571	1422	575
PR	Costa dell'Uccelina	MAR_CF05	Cala di Forno	NC	6633	627	1266	650
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	NC	4353	1722	2564	1315
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	NC	909	2515	620	1156
NR	Arcipelago toscano	MAR_MS01	Montecristo	NC	NC	NC	419	NC

Altra osservazione coerente con quanto già osservato negli anni precedenti: i Cladoceri sono più abbondanti ovunque nei mesi più caldi per sparire quasi nel periodo invernale. Interessante la presenza in due campioni (quello del mese di maggio della stazione di Antignano e quello di ottobre della stazione di Nettuno) di alcuni esemplari di un Cladocero di acque dolci, *Bosmina cfr longirostris*, che indica quindi un apporto di acque dolci (*Bosmina longirostris* è segnalata nel lago di Massaciuccoli, fonte Portale SIRA, MEDWET).

Nella campagna del mese di Aprile, i Copepodi sono dovunque dominanti con le abbondanze più elevate dell'anno in buona parte delle stazioni di campionamento, tranne che nelle tre stazioni a nord, dove è dominante l'Altro zooplankton grazie alla presenza di Appendicolarie e larve di Echinodermi (auricolarie, echinoplutei).

I generi più abbondanti e frequenti di Copepodi sono *Paracalanus*, *Acartia* e *Oithona*, sempre presenti in tutte le stazioni, e *Clausocalanus* (costituito da 8 specie), presente sempre ovunque tranne che nelle tre stazioni del nord, dove è più saltuario. Nelle stazioni di Marina di Carrara, Nettuno, Fiume Morto e anche Ansedonia, è stata rilevata la presenza di copepoditi della famiglia Pseudodiaptomidae, probabilmente appartenenti alla specie *Calanipeda aqueductalis* (ritrovata con individui adulti presso Marina di Carrara e Nettuno): anche questa specie, insieme con *Bosmina longirostris*, è segnalata nel lago di Massaciuccoli (Portale SIRA, MEDWET).

Presso la stazione di Marina di Carrara c'è stato l'unico ritrovamento del 2010 di *Oithona brevicornis* (ottobre): anche questa piccola specie preferisce acque più diluite.

A Cala di Forno, invece, si è avuta l'unica segnalazione per il 2010 di *Acartia margalefi*, una piccola specie che predilige acque lagunari o comunque diluite, ma che di solito nelle acque toscane è stata rinvenuta, soprattutto durante i mesi con acque calde, presso la stazione di Elba Nord.

Altra specie abbastanza rara da catturare è *Metacalanus acutioperculum*, in passato osservato prevalentemente nella stazione di Marina di Castagneto, e nel 2010 un'unica volta presso la stazione di Livorno Porto. È un copepode iperbentonico, per cui il sistema di campionamento utilizzato da ARPAT, che raccoglie il plancton su tutta la colonna d'acqua, potrebbe non essere il migliore per catturarlo, e quindi questo copepode potrebbe essere più frequente di quello che appare dai dati a disposizione.

Nella stazione di Montecristo è stato effettuato un solo campionamento ad inizio novembre, e il campione non è direttamente paragonabile agli altri sia perché Montecristo è una stazione insulare, sia perché la profondità di campionamento è maggiore (in questo caso 55 m di profondità contro i 10 m delle stazioni costiere): sono stati rilevati individui adulti di *Neocalanus gracilis* e *Pleuromamma gracilis* e copepoditi di *Euchaeta* che sotto costa non sono stati individuati perché più tipici di acque del largo.

Le specie *Neocalanus gracilis* e *Pleuromamma gracilis* in realtà potrebbero essere state rilevate anche sottocosta ma allo stadio di copepodite e quindi identificate solamente a livello di genere o famiglia.

### 4.1.3 Macroinvertebrati bentonici

La campagna di prelievo per il macroinvertebrati bentonici è stata eseguita nei mesi di luglio e agosto 2010. Le comunità macrozoobentoniche di tutte le stazioni monitorate sono caratterizzate da biocenosi delle Sabbie Fini Ben Calibrate.

I popolamenti sono caratterizzati, in particolar modo, dalla predominanza dei molluschi *Acanthocardia tuberculata*, *Neverita josephinia*, *Nassarius mutabilis*, *Spisula subtruncata*, *Tellina pulchella*, *Tellina fabula* e *Pharus legumen*, dei policheti *Euclymene oerstedii*, *Nephtys hombergii*, *Owenia fusiformis*, *Paradoneis armata*, *Prionospio caspersi* e *Spiophanes bombyx*, dei crostacei *Liocarcinus vernalis* e *Diogenes pugilator* e dell'echinoderma *Echinocardium cordatum*.

La stazione di Nettuno presenta invece molti più gli individui che però appartengono quasi esclusivamente a 2 specie di molluschi bivalvi, *Donax semistriatus*, *Venus casina*, denunciando una situazione di bassa ricchezza e diversità.

Nella stazione di Foce Ombrone, particolarmente significativa appare la presenza dell'Anfiosso (*Branchiostoma lanceolatum*), specie tipica della biocenosi delle Sabbie Grossolane e ghiaie fini sotto l'influenza di Correnti di Fondo ed unica specie vivente nei mari italiani appartenente al subphylum dei Cefalocordati. Questa specie è considerata di particolare interesse, non solo per la sua posizione filogenetica, ma anche, e soprattutto, per le sue esigenze ecologiche. La sua presenza in Mediterraneo è poco segnalata, molto spesso in aree di particolare interesse naturalistico e con marcato idrodinamismo.

Per l'EQB macroinvertebrati bentonici è stato applicato l'indice M-AMBI, un indice multivariato che deriva da una evoluzione dell'AMBI integrato con l'indice di diversità di Shannon-Wiener ed il numero di specie (S). Per il calcolo dell'indice è stato utilizzato il software *AMBI AZTI's Marine Biotic Index (version 4.0)* applicato con l'ultimo aggiornamento disponibile della lista delle specie. Il valore dell'M-AMBI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Dall'analisi dei risultati (

Tabella 16) si evidenzia che tutti i corpi idrici monitorati ricadono, ai sensi del Decreto n. 260/2010, nella classe di stato ecologico ELEVATA/BUONA (RQE > 0,61) e la maggior parte di essi (8su 11) risulta classificata in stato ecologico ELEVATO (RQE > 0,81).

Ai sensi del Decreto n. 260/2010, da ciò consegue che: i valori di diversità e di abbondanza delle comunità macrozoobentoniche rilevati nei corpi idrici in stato ecologico elevato rientrano nella forcella di norma associata alle condizioni inalterate, mentre quelli rilevati nei corpi idrici in stato ecologico buono sono leggermente al di fuori della forcella associata alle condizioni tipiche specifiche.

Tabella 16: Indici di biodiversità macroinvertebrati bentonici

T.M.	Corpo idrico	Codice	Descrizione	AMBI	Indice di diversità (H')	N. specie (S)	M-AMBI
O	Costa Versilia	MZB_MC05	Marina di Carrara	1,455	3,28	20	0,80
PR	Costa del Serchio	MZB_NT05	Nettuno	0,103	1,51	18	0,71
O	Costa Pisana	MZB_FM05	Fiume Morto	1,729	3,05	20	0,77
PR	Costa Livornese	MZB_LV02	Livorno	1,204	3,64	22	0,87
PR	Costa del Cecina	MZB_CS05	Marina di Castagneto	1,232	3,48	19	0,82
O	Costa Follonica	MZB_CR05	Carbonifera	0,493	3,35	20	0,86
PR	Costa Punt'Ala	MZB_FB02	Foce Bruna	0,633	3,91	23	0,94
PR	Costa Ombrone	MZB_FO05	Foce Ombrone	0,640	3,63	19	0,86
PR	Costa dell'Uccellina	MZB_CF05	Cala di Forno	0,267	2,66	19	0,81
PR	Costa Albegna	MZB_AL05	Foce Albegna	0,928	3,72	23	0,91
PR	Costa Burano	MZB_AS05	Ansedonia	0,362	3,67	25	0,97

Legenda cromatica per la presentazione delle classi dello stato ecologico:

Elevato	Buono	Sufficiente	Scarso	Cattivo
---------	-------	-------------	--------	---------

#### 4.1.4 Macroalghe e coralligeno

##### Macroalghe: CARLIT

Nell'area di indagine del Romito il popolamento predominante è costituito da *Cystoseira compressa*, anche se è evidente una variabilità su piccola scala all'interno dei settori che alterna popolamenti a Corallinacee incrostanti, *Corallina elongata*, popolamenti fotofili e *Cystoseira compressa* con valori di sensitivity level (sl) rispettivamente che oscillano da 6 a 12.

Nel promontorio dell'Argentario il popolamento predominante è costituito da *Lithophyllum byssoides* e *Cystoseira amentacea* 5 con valore di sl 20. I valori di sensitivity level oscillano da 8 a 20 secondo un gradiente che segue l'asse Nord Sud..

Montecristo non presenta variazioni nei popolamenti presenti in quanto tutti caratterizzati dalla presenza di *Cystoseira amentacea* 5.

I risultati ottenuti evidenziano che il valore medio di sensitivity level del Romito è di 10,53 per quanto riguarda l'Argentario è di 16,06 mentre per Montecristo è di 18,55. Sia nel promontorio dell'Argentario che nell'isola di Montecristo è stato segnalato la presenza di *Lithophyllum byssoides* alga incrostante di estremo valore ambientale.

I valori di EQB finali (Tabella 17) nei tre siti monitorati sono Romito 0,68, Argentario 1,05, Montecristo 1,21. La categoria ecologica del Romito, essendo al disopra del valore 0,6, corrisponde ad uno stato di buono, mentre quella del Promontorio dell'Argentario e dell'isola di Montecristo essendo il valore superiore a 0,8, corrisponde ad uno stato alto. Potendo associare i valori di stato ecologico con quelli di disturbo, il Romito presenta un disturbo piccolo, mentre il promontorio dell'Argentario e l'isola di Montecristo hanno un disturbo pressoché assente.

Corpo idrico	Stazione	RQE	
Costa Livornese	Romito	0,68	<b>Buono</b>
Costa dell'Argentario	Argentario	1,05	<b>Elevato</b>
Arcipelago toscano	Montecristo	1,21	<b>Elevato</b>

Tabella 17: RQE relativi all'indice CARLIT

### Coralligeno: Indice E.S.C.A.

Attraverso l'utilizzo dell'indice E.S.C.A. è stato possibile suddividere le qualità dello stato ecologico del coralligeno in cinque categorie (Tabella 18):

EQB	Categoria ecologica	Disturbo
0,76-1	<b>Elevato</b>	Assente
0,61-0,75	<b>Buono</b>	Piccolo
0,41-0,60	<b>Sufficiente</b>	Moderato
0,21-0,4	<b>Scarso</b>	Alto
0-0,20	<b>Pessimo</b>	Severo

Tabella 18: Classificazione dello stato ecologico del popolamento coralligeno ottenuto mediando i valori di EQB dei Sensitivity level; numero di specie; PERMDISP

Dai dati in nostro possesso risulta che, l'area che presenta il valore di Qualità dello Stato Ecologico del Coralligeno più basso rispetto alle altre quattro aree studiate è quella corrispondente al Romito, a Sud della città di Livorno (Tabella 19).

Corpo idrico	Stazione	RQE	
Costa Livornese	Romito	0,68	<b>Buono</b>
Costa Livornese	Meloria	0,71	<b>Buono</b>
Costa del Cecina	Vada	0,70	<b>Buono</b>
Costa dell'Argentario	Argentario	0,58	<b>Buono</b>
Arcipelago toscano	Montecristo	0,95	<b>Elevato</b>

Tabella 19: RQE relativi all'indice E.S.C.A.

Si tratta questo di un indice che ancora deve essere approvato da ISPRA. Allo stato attuale sembra dare delle risposte molto interessanti. È stato applicato anche per altri popolamenti di coralligeno sia del tirreno meridionale, del mar ligure e del mar adriatico rispettivamente nella regione Sardegna, Liguria e Puglia e anche in questi casi l'applicazione di questo metodo sembra valido.



#### 4.1.5 Angiosperme: Prateria a *Posidonia oceanica*

Dal 1997 l'Agazia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT) conduce il monitoraggio marino costiero, ai sensi della L. 979/82 e D.Lgs. 152/99. Il monitoraggio prevede anche lo studio della prateria di *Posidonia oceanica* una volta l'anno durante il periodo estivo (agosto-settembre). Il protocollo di monitoraggio ha previsto, per ognuna delle praterie di Livorno, di Carbonifera e dell'Isola d'Elba, lo studio del limite inferiore e quello di una stazione intermedia a 15 m di profondità. I risultati non mostrano una differenza significativa tra le due praterie, sia in relazione alla dinamica del limite che delle variabili fenologiche.

I dati del monitoraggio sono stati analizzati soprattutto in relazione ai due siti di Livorno (Antignano) e Isola d'Elba (LI). Il terzo sito di Carbonifera risulta invece altamente impattato dall'attività di pesca; molti balise sono stati spostati o addirittura rimossi dagli attrezzi da pesca, come anche la sonda per il rilevamento dei dati di luce e temperatura. La densità della prateria registrata varia tra  $339,7 \pm 27,2$  fasci/m<sup>2</sup> (media $\pm$ ES, n=3) e  $239,5 \pm 12,6$  fasci/m<sup>2</sup>. I valori dell'indice LAI variano tra 7,2 and 3,6. I risultati dell'analisi ANOVA non mostrano una differenza significativa tra le praterie dei due siti in relazione sia alla dinamica del limite inferiore che dei parametri fenologici; una differenza spaziale significativa è stata invece evidenziata in base ai valori di densità.

Per l'analisi lepidocronologica i risultati mostrano che il numero medio di foglie (o scaglie) prodotte per ogni ciclo annuale è stato minimo per la stazione di Livorno (6,6) e massimo per la stazione dell'Elba (7,5). Il singolo ciclo annuale varia da 4 ad 11 scaglie con una media di 7,5. Il massimo è stato registrato nel sito 2 dell'Isola d'Elba. Il valore si è mantenuto più costante nel corso dell'anno per la stazione dell'Elba, mentre quello di Livorno ha mostrato più fluttuazioni. La valutazione dello stato ecologico, così come richiesto dalla Direttiva Europea 2000/60, implica l'impiego di diversi indicatori biologici. Lo stato ecologico deve essere valutato come un rapporto (Ecological Quality Ratio, EQR) tra i valori degli elementi biologici osservati. Intervalli di questi rapporti corrispondono a cinque classi di stato ecologico (alto, buono, moderato, scarso, pessimo).

Per le praterie di *P. oceanica* è stato utilizzato l'indice BiPo (Biotic index for *Posidonia oceanica*; Lopez y Rojo et al., 2010). Il sistema di classificazione BiPo, sviluppato nel laboratorio EqEL dell'Università di Corsica, si basa su 4 parametri: profondità del limite inferiore, tipo di limite inferiore, densità a 15m e superficie fogliare a 15m. Ogni parametro è valutato in base a una scala definita, le valutazioni sono poi normalizzate ed integrate.

L'indice PREI (*Posidonia oceanica* Rapid Easy Index) risulta di più complessa applicazione e richiede il rilevamento del valore "biomassa degli epifiti" di cui al momento non disponiamo; inoltre l'indice BiPo era stato utilizzato nei lavori di intercalibrazione del tavolo tecnico su *Posidonia* tenuti da ISPRA (Olbia 2008, Roma 2009) ed era stato ritenuto uno dei sistemi utili (insieme all'indice

Posware, sviluppato dal laboratorio di ecologia del Benthos della Stazione Zoologica di Napoli) alla definizione dello stato ecologico.

Infatti in quest'occasione sono state fornite delucidazioni sul gruppo di lavoro MedGIG (Mediterranean Geographic Intercalibration Group) e gli accordi presi in ambito Mediterraneo per la classificazione di Posidonia oceanica ai sensi della Direttiva 2000/60/CE (da parte di G. Casazza).

Il MedGIG è il gruppo di lavoro CE per l'intercalibrazione dei sistemi di classificazione per le acque costiere e di transizione Mediterranee. Per le acque costiere Mediterranee, le angiosperme sono l'unico elemento biologico di qualità (BQE), al momento attuale, a non aver finalizzato il lavoro di intercalibrazione. Gli esperti Mediterranei per le angiosperme hanno però preso un certo numero di accordi comuni per i sistemi di classificazione utilizzando la specie Posidonia oceanica. Questi accordi includono:

- una definizione comune dello stato “cattivo”: corrisponde ad una recente sparizione della Posidonia (< 5 anni).
- Un posizionamento dei limiti tra classi di stato sulla scala EQR comune: il limite di classe C/Sc è fissato a 0.1. Il resto della scala è suddivisa in 4 classi uguali, i limiti sono fissati a E/B = 0,775, B/Su = 0,550, Su/Sc = 0,325.

Nella definizione e/o sviluppo di sistemi di classificazione per Posidonia, ai sensi della Direttiva 2000/60/CE, questi criteri dovranno essere presi in considerazione.

<b>Località</b>	<b>EQR</b>
Isola d'Elba	0,60 (good)
Livorno	0,65 (good)

*Tabella 1. Valori di EQR per la prateria di Posidonia oceanica secondo l'indice BiPo.*

L'indice PREI verrà sicuramente applicato negli prossimi anni in quanto ci si impegnerà a raccogliere tutti i dati necessari per il calcolo di questo indice durante i prossimi campionamenti di *P. oceanica* (agosto-settembre 2011).

## 4.2 MONITORAGGIO CHIMICO

Nella matrice acqua sono stati analizzati i parametri chimici di base previsti dalla normativa per il calcolo degli indicatori relativi, nonché gli altri parametri chimici e idromorfologici necessari, a sostegno degli elementi di qualità biologica.

La matrice acqua è stata inoltre indagata per i seguenti gruppi di sostanze chimiche riportati in tabella 20, scelti in base allo studio di pressioni fatto da ARPAT per l'individuazione dei tipo di monitoraggio da applicare ai vari corpi idrici.

Tabella 20: Gruppi di sostanze indagate nelle vari e stazioni e frequenza di indagine annuale (acqua)

Tipo monitoraggio	CORPO IDRICO	STAZIONE	FITOFARMACI	AROMATICI	CLOROANILINE	CLOROBENZENI	CLOROFENOLI	FTALATI	NONIL-OTIL FENOLO	POLI BRDIFENILETERI	ORGANOALOGENATI	TBT	IPA	METALLI (*)	PCB TOTALI	PCDD,PDF,PCBDS
O	Costa Versilia	Marina di Carrara	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2
PR	Costa del Serchio	Nettuno	6								6			6	2	2
O	Costa Pisana	Fiume Morto	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2
PR	Costa Livornese	Antignano		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2
PR	Costa Livornese	Livorno		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2
PR	Costa del Cecina	Marina Castag.	6									2	2	2	2	2
PR	Costa del Cecina	Rosignano Lill..										2	2	2	2	2
O	Costa Follonica	Carbonifera	6	6								2	2	2	2	2
PR	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	6									2	2	2	2	2
PR	Costa Ombrone	Foce Ombrone	6									2	2	2	2	2
PR	Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	6									2	2	2	2	2
PR	Costa Albegna	Foce Albegna	6									2	2	2	2	2
PR	Costa Burano	Ansedonia	6									2	2	2	2	2

(\*) Arsenico, cromo, piombo, mercurio, nichel, cadmio

La matrice sedimento è stata indagata per i seguenti gruppi di sostanze chimiche riportati in tabella 21, scelti in base allo studio di pressioni ed impatto fatto da ARPAT per l'individuazione dei tipo di monitoraggio da applicare ai vari corpi idrici. Alla matrice sedimento è stata associata l'analisi della colonna d'acqua corrispondente per almeno due mesi consecutivi.

Tabella 21: Gruppi di sostanze indagate nelle varie stazioni e frequenza di indagine annua (sedimento)

		SOSTANZE CHIMICHE TAB. 2A E 3B DA RICERCARE											
CORPO IDRICO	STAZIONE	IPA	PCB TOTALI	PCDD,PDF,PCBDS	ARSENICO	CADMIO	CROMO TOTALE	CROMO VI	MERCURIO	NICHEL	PIOMBO	TRIBUTILSTAGNO	PESTICIDI O.C.
COSTA VERSILIA	MARINA CARRARA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA SERCHIO	NETTUNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA PISANA	FIUME MORTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA LIV.ESE	ANTIGANO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	LIVORNO PORTO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA FOLLON.	CARBONIFERA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA CECINA	ROSIGNANO LILLATRO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	MARINA CASTAGNETO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA PUNT'ALA	FOCE BRUNA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA OMBRONE	FOCE OMBRONE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA UCCELLINA	CALA FORNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA ALBEGNA	ALBEGNA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
COSTA BURANO	ANSEDONIA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Le sostanze chimiche indagate corrispondono a quelle indicate dalla normativa nelle tabelle 1-A e 1-B dal DM 56/2009 per la matrice acqua e nelle tabelle 1B e 3B per la matrice sedimento.

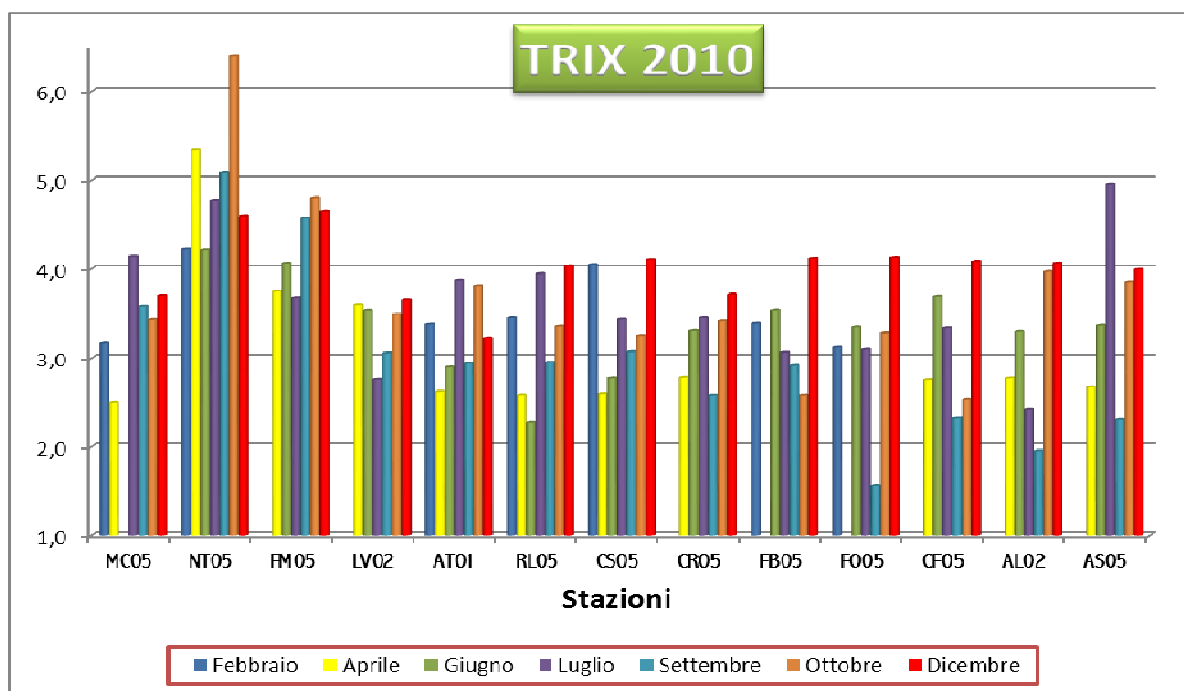
#### 4.2.1 Elementi di qualità fisico-chimica a sostegno

Utilizzando gli elementi di qualità fisico chimici (ossigeno e nutrienti) è stato calcolato l'indice TRIX (tabella 22). Le stazioni di Nettuno e fiume Morto, quest'ultimo già controllato tramite monitoraggio operativo, presentano valori di TRIX elevati o comunque al di sopra del valore soglia indicato per il macrotipo 3, secondo il quale tali valori non devono superare 4.

Tabella 22 : Dati di TRIX

Tipo di monitoraggio	Corpo idrico	Codice	Descrizione	TRIX medio annuo
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	3,4
PR	<b>Costa del Serchio</b>	<b>MAR_NT05</b>	<b>Nettuno</b>	<b>4,9</b>
O	<b>Costa Pisana</b>	<b>MAR_FM05</b>	<b>Fiume Morto</b>	<b>4,3</b>
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	3,3
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	3,2
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	3,2
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	3,3
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	3,2
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	3,3
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	3,1
PR	Costa dell'Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	3,1
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	3,1
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	3,5

Nella figura seguente è riportato l'andamento stagionale dell'indice trofico.



#### 4.2.2 Elementi chimici a sostegno (altri inquinanti)

Nella tabella 23 è riportato in modo sintetico il risultato rispetto ai metalli indagati cromo e arsenico, sia per la componente acqua che per la componente sedimento.

Tabella 23 – Metalli non appartenenti all'elenco di priorità

Risultati sostanze non appartenenti all'elenco di priorità (metalli)				colonna d'acqua		sedimento				
				n°	As	Cr	n°	As	Cr tot	Cr VI
					µg/L	µg/L		mg/kg ss	mg/kg ss	mg/kg ss
				5 *	4 *	12 **	50 **	2 **		
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	6	2	< 1	1	7	69	< 0,5
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	7	2	1	1	12	97	< 0,5
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	7	2	1	1	9	118	< 0,5
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	7	2	1	1	19	98	< 0,5
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	7	2	1	1	7	56	< 0,5
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	6	2	1	1	24	72	< 0,5
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina di Castagneto	3	2	1	-	n.d.	n.d.	n.d.
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	3	2	1	1	23	86	< 0,5
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	2	3	< 1	1	19	62	< 0,5
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	2	2	< 1	1	16	67	< 0,5
PR	Costa Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	2	3	< 1	1	19	73	< 0,5
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	2	3	1	1	21	66	< 0,5
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	2	3	1	1	27	29	< 0,5

Legenda

\* SQA-MA (tab 1B)

\*\* SQA-MA (tab 3B)

O = monitoraggio operativo corpo idrico a rischio

PR = monitoraggio di sorveglianza corpo idrico probabilmente a rischio

n.d. = non determinato

Nella colonna d'acqua le concentrazioni medie annue rimangono per ogni corpo idrico indagato al di sotto dei valori di SQA-MA; diverso il risultato dei **sedimenti che presentano una diffusa presenza di Arsenico e di Cromo con valori eccedenti la soglia standard di qualità ambientale**. In rosso sono segnati nella tabella precedente i casi di superamento della soglia prevista, tenuto conto del “margine di tolleranza del 20%” previsto dal DM 56/2009.

Riguardo a le altre sostanze chimiche organiche indagate, appartenenti alla lista di Tabella 1B e 3B del DM 56/2009, non si registrano superamenti della soglie previste. Nella matrice acqua in generale si hanno valori inferiori ai limiti di quantificazione, solo sporadiche presenze a valori molto inferiori alle soglie per alcune cloroaniline e alcuni clorofenoli.

Nei sedimenti non è stata rilevata presenza di policlorodibenzodiossine o –furani. I PCB totali e gli IPA totali risultano presenti ma in quantità inferiore ai valori soglia: IPA totali - range valori <80-444 µg/kg ss (limite 800 µg/kg ss) , PCB totali - range valori 0,3-1,8 µg/kg ss (limite 8 µg/kg ss).

#### 4.2.3 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità

Nella tabella 24 è riportato in modo sintetico il risultato rispetto ai metalli indagati, piombo, cadmio, mercurio e nichel, sia per la componente acqua che per la componente sedimento.

Tabella 24 – Metalli appartenenti all'elenco di priorità

Risultati sostanze appartenenti all'elenco di priorità (metalli)				colonna d'acqua					sedimento					
				n°	valore medio annuo				val. max	n°	valori			
					Cd	Ni	Pb	Hg	Hg		Cd	Ni	Pb	Hg
					µg/L						mg/kg ss			
0,2*	20*	7,2*	0,01*	0,06*	0,3*	30**	30**	0,3**						
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	6	0,1	1	0,6	<b>0,06</b>	<b>0,11</b>	1	0,2	<b>53</b>	15	<0,2
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	7	<0,1	1	0,7	<b>0,05</b>	<b>0,09</b>	1	0,2	<b>61</b>	16	<b>0,4</b>
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	7	0,1	2	1,4	<b>0,16</b>	<b>0,4</b>	1	0,3	<b>80</b>	24	<0,2
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	7	0,1	1	0,9	<b>0,05</b>	<b>0,08</b>	1	<b>0,4</b>	<b>74</b>	28	<b>1,4</b>
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	7	0,1	1	0,6	<b>0,08</b>	<b>0,2</b>	1	0,2	<b>41</b>	17	<0,2
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	6	<0,1	<1	0,7	<b>&lt; 0,1</b>	0,02	1	<b>3,9</b>	<b>46</b>	24	<b>0,6</b>
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina Castagneto	3	< 0,1	2	0,3	<b>0,1</b>	<b>0,14</b>	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	3	0,1	2	0,5	<b>0,85</b>	<b>2,05</b>	1	<b>1,7</b>	<b>52</b>	13	<b>1,1</b>
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	2	0,1	<1	1	<b>&lt; 0,03</b>		1	<b>3,6</b>	<b>43</b>	18	<b>0,4</b>
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	2	<0,1	2	1	<b>0,09</b>	<b>0,13</b>	1	<b>3,9</b>	<b>46</b>	18	<b>0,5</b>
PR	Costa Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	2	0,1	<1	1,1	<b>0,06</b>	0,06	1	<b>3,9</b>	<b>45</b>	19	<b>0,6</b>
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	2	<0,1	6	1,2	<b>&lt; 0,03</b>		1	<b>3,8</b>	<b>43</b>	19	<b>1,6</b>
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	2	0,1	1	1,8	<b>&lt; 0,03</b>		1	<b>2,6</b>	17	19	<b>0,7</b>

*Legenda*

\* SQA-MA (tab 1B)

\*\* SQA-MA (tab 3B)

O = monitoraggio operativo corpo idrico a rischio

PR = monitoraggio di sorveglianza corpo idrico probabilmente a rischio

n.d. = non determinato

Si rilevano numerose eccedenze dei valori soglia per il **mercurio**, sia in acqua che nel sedimento, per **nicel** e **cadmio** nel sedimento (valori contrassegnati in rosso nella tabella precedente).

Per il **mercurio** nella colonna d'acqua i superamenti di soglia riguardano sia la concentrazione massima (CMA) che la media (MA). E' opportuno rilevare che, a causa di una inadeguata sensibilità del metodo utilizzato fino ad ottobre 2010, in alcuni casi i valori medi annui risultanti da varie misure "negative" (< Limite di quantificazione) sono risultati eccedenti il valore soglia (< 0,03 µg/L e < 0,1 µg/L). Trattandosi pertanto di "valori medi" del tutto aleatori, non sono stati considerati per le valutazioni dello stato chimico.

Nella tabella 25 è riportato in modo sintetico il risultato rispetto ad alcuni composti organici che hanno evidenziato superamenti dei valori soglia sia per la componente acqua che per la componente sedimento.

*Tabella 25 – Composti organici appartenenti all'elenco di priorità*

Risultati sostanze appartenenti all'elenco di priorità (non metalli)				colonna d'acqua					sedimento		
				valore medio annuo				max	valori		
				BaP	β HCH	PBDE	TBT	TBT	BaP	β HCH	TBT
				µg/L					µg/kg ss		
				0,05*	0,002*	0,0002*	0,0002*	0,0015*	30**	0,2**	5**
O	Costa Versilia	MAR_MC05	Marina di Carrara	0,002	<0,01	0,0004	<0,01		15	<0,5	3
PR	Costa del Serchio	MAR_NT05	Nettuno	nd	<0,01	nd	0,01	0,017	14	<0,5	4
O	Costa Pisana	MAR_FM05	Fiume Morto	0,001	<0,01	0,0005	<0,01	0,01	14	<0,5	<1
PR	Costa Livornese	MAR_AT01	Antignano	nd	<0,01	0,0003	<0,01		43	<0,5	7,6
PR	Costa Livornese	MAR_LV02	Livorno	0,001	<0,01	0,0004	<0,01	0,03	26	0,6	3
O	Costa Follonica	MAR_CR05	Carbonifera	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		21	<0,5	118
PR	Costa del Cecina	MAR_CS05	Marina Castagneto	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		nd	nd	nd
PR	Costa del Cecina	MAR_RL05	Rosignano Lillatro	<0,0002	nd	nd	nd		12	<0,5	<1
PR	Costa Punt'Ala	MAR_FB02	Foce Bruna	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		14	<0,5	<1
PR	Costa Ombrone	MAR_FO05	Foce Ombrone	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		13	0,6	3
PR	Costa Uccellina	MAR_CF05	Cala di Forno	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		13	<0,5	<1
PR	Costa Albegna	MAR_AL02	Foce Albegna	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		14	<0,5	<1
PR	Costa Burano	MAR_AS05	Ansedonia	<0,0002	<0,01	nd	<0,01		13	<0,5	<1

*Legenda*

\* SQA-MA e SQA-CMA (tab 1A)

\*\* SQA-MA (tab 2A)

O = monitoraggio operativo corpo idrico a rischio

PR = monitoraggio di sorveglianza corpo idrico probabilmente a rischio

n.d. = non determinato

BaP = Benzo (a) pirene  
TBT= composti del tributilstagno  
 $\beta$ HCH = beta-esaclorocicloesano  
PBDE= Difeniltebrebromato

Anche in questo caso, a causa dell'inadeguata sensibilità del metodo di analisi per il Beta-esaclorocicloesano in acque e sedimento e per il tributilstagno in acqua, i valori medi annui risultanti da varie misure "negative" (< Limite di quantificazione) sono risultati eccedenti i valori soglia corrispondenti. Trattandosi pertanto di "valori medi" del tutto aleatori, non sono stati considerati per le valutazioni dello stato chimico.

Le eccedenze di **tributilstagno** riguardano sia la componente acqua che la componente sedimento in modo diffuso nella parte centro settentrionale.

Per **benzo(a)pirene** e **beta-esaclorocicloesano** le eccedenze sono localizzate in pochi siti.

Concentrazioni sopra soglia si sono registrate per il **Difeniltebrebromato** nelle quattro stazioni monitorate quest'anno.

Riguardo ad altri composti organici ricercati, si registrano per la maggior parte delle sostanze valori inferiori ai corrispondenti limiti di quantificazione. Alcune sporadiche eccezioni riguardano i composti organoalogenati, gli idrocarburi policiclici aromatici, il di(2-etilestilftalato), tutti a livelli inferiori ai valori soglia anche come singoli campionamenti.

Il nonilfenolo, pur non eccedendo in alcun caso i valori di soglia, è diffusamente presente nelle acque a valori compresi fra 0,1 e 0,4  $\mu\text{g/L}$ , talvolta accompagnato anche da residui di ottilfenolo.

Diossine, PCBds, pesticidi nelle acque sono risultati sempre inferiori ai limiti di quantificazione del metodo di analisi. Per i pesticidi va rilevato che in alcuni casi la sensibilità del metodo non è stata adeguata.

Nei sedimenti gli idrocarburi policiclici aromatici risultano diffusamente presenti e in solo caso per benzo(a)pirene - BaP - (Costa Livornese) in quantità eccedente i limiti, i pesticidi risultano sempre assenti (<LQ), eccetto i due casi già citati riguardo al beta-esaclorocicloesano –  $\beta$ HCH -(Costa Livornese e Costa Ombrone) in quantità eccedente i limiti.

A conferma della diffusa presenza di Mercurio nelle acque e nei sedimenti si riportano in tabella 26 i risultati delle analisi effettuate sul **biota**.

Lo standard di qualità del biota viene applicato ai tessuti (peso umido) e l'organismo bioaccumulatore di riferimento per le acque marino costiere è il mitile (*Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819).

Per l'anno 2010, in concomitanza con i campionamenti per le acque a specifica destinazione funzionale Dlgs.152/06 (acque destinate alla vita dei molluschi all.2 sezione C) sono stati effettuati 2 campionamenti, a marzo e a settembre. Il dato riportato è frutto della media dei due campionamenti effettuati.



Tabella 26 – Risultati monitoraggio su biota

Biota ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> , Lamark, 1819)			Mercurio	Esaclorobenzene
			SQA-MA: 20µg/kg	SQA-MA: 10µg/kg
O	Costa Versilia	Marina di Carrara	<b>215</b>	0,12
O	Costa Pisana	Fiume Morto	<b>722</b>	0,15
PR	Costa del Serchio	Nettuno	<b>232</b>	0,07
PR	Costa Livornese	Antignano	<b>440</b>	0,07
PR	Costa del Cecina	Marina di Castagneto	<b>1.740</b>	0,15
O	Costa Follonica	Carbonifera	<b>356</b>	0,07
PR	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	<b>478</b>	0,98
PR	Costa Ombrone	Foce Ombrone	<b>5.661</b>	0,36
PR	Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	<b>1.253</b>	0,12
PR	Costa Albegna	Foce Albegna	<b>1.146</b>	0,09
NR	Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano	<b>32.582</b>	0,08
PR	Costa Burano	Ansedonia	<b>875</b>	0,05
NR	Arcipelago	Portoferraio	<b>761</b>	0,05

I valori rilevati per il **mercurio** sono tutti ampiamente al di sopra del SQA-MA indicato per questo elemento.

L'**esaclorobutadiene**, per indisponibilità del metodo per questo anno non è stato analizzato.

## 5 CONCLUSIONI

In tabella 27 è riportata in estrema sintesi la proposta di classificazione dei corpi idrici indagati nel 2010 sulla base dei risultati dell'attività di monitoraggio e secondo la procedura indicata nel DM 260/2010.

Tabella 27 – Classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico delle acque marino costiere

Acque marino costiere - Toscana - Classificazione e presentazione dello stato ecologico e dello stato chimico			Fitoplancton	Macroinvertebrati	Macroalghe (CARLIT)	Angiosperme (BiPo)	Coralligeno (ESCA)	TRIX	INQ. SPEC. (TAB 1B/3B)		STATO ECOLOGICO	STATO CHIMICO	INQUINANTE ELENCO PRIORITA' (TAB 1A/2A) OLTRE SOGLIA
classif.	corpo idrico	stazione	RQE				CLASSE	STATO	SOSTANZA				
O	Costa Versilia	Marina di Carrara	E	B				B	S	Cr	S	NB	Hg, PBDE
PR	Costa del Serchio	Nettuno	B	B				S	S	Cr	S	NB	Hg, Ni, TBT
O	Costa Pisana	Fiume Morto	B	B				S	S	Cr	S	NB	Hg, Ni, TBT, PBDE
PR	Costa Livornese	Antignano	E	E			B	B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Ni, Cd, TBT, BaP, PBDE
PR	Costa Livornese	Livorno	E	E	B	B	B	B	B		B	NB	Hg, Ni, TBT, $\beta$ HCH, PBDE
O	Costa Follonica	Carbonifera	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni, TBT
PR	Costa del Cecina	Marina Castagneto	E	E				B			E	NB	Hg
PR	Costa del Cecina	Rosignano Lillatro	E	E			B	B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Punt'Ala	Foce Bruna	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Ombrone	Foce Ombrone	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni, $\beta$ HCH
PR	Costa dell'Uccellina	Cala di Forno	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Albegna	Foce Albegna	E	E				B	S	As, Cr	S	NB	Hg, Cd, Ni
PR	Costa Burano	Ansedonia	E	E	E		B	B	S	Cr	S	NB	Hg, Cd
NR	Arcipelago	Montecristo	E		E		E						
NR	Costa Piombino	Salivoli				B							

PBDE= Difenileterobromato, TBT=Tributilstagno, BaP=benzo[a]pirene,  $\beta$ HCH = Beta-esaclorocicloesano

Legenda con rappresentazione cromatica dello stato di qualità delle acque marino costiere

LEGENDA	ELEVATO	E
STATO ECOLOGICO	BUONO	B
	SUFFICIENTE	S
	SCARSO	SC
	CATTIVO	C
LEGENDA	BUONO	B
STATO CHIMICO	NON BUONO	NB

Gli elementi di qualità biologica risultano per tutta la costa Toscana in stato elevato/buono. Per i corpi idrici Costa del Serchio e Costa Pisana i risultati sopra soglia degli elementi fisico chimici a sostegno (TRIX) non confermano lo stato indicato dagli elementi di qualità biologica.

Inoltre, i risultati sopra soglia degli elementi chimici a sostegno (altri inquinanti), identificano per **tutti i corpi idrici indagati una classificazione di stato ecologico “sufficiente”**.

Va detto che per i corpi idrici in “regime operativo” la norma prevede che, ai fini della classificazione, sia utilizzato il valore peggiore della media calcolata per ciascun anno del triennio di monitoraggio. Per questa ragione la classificazione è da ritenersi provvisoria.

Negli altri casi, trattandosi di monitoraggio di sorveglianza (corpi idrici probabilmente a rischio), la classificazione si basa sul valore medio dell’anno indagato. **Alla luce dei risultati ottenuti, tutti i corpi idrici inizialmente classificati “probabilmente a rischio” sulla base dell’analisi delle pressioni e degli impatti, sono da classificare “a rischio” e quindi da sottoporre a monitoraggio operativo.**

E’ opportuno segnalare che, nella maggior parte dei casi, la classificazione di stato ecologico “sufficiente” dei corpi idrici indagati è condizionata dalla presenza “sopra soglia” di arsenico e cromo nei sedimenti. Trattandosi di metalli che tipicamente possono presentare “valori di fondo naturali” nei sedimenti della nostra regione superiori agli standard di qualità ambientale, la classificazione, come prevede la norma (DM 260/2010 paragrafo A.2.8 punto 6), potrà essere riconsiderata a seguito di studi scientifici che possano dimostrare tale tesi.

**Lo stato chimico risulta “non buono” per tutti i corpi idrici indagati. Anche in questo caso tutti i corpi idrici sono da classificare a rischio e quindi da sottoporre a monitoraggio operativo.**

Per 5 corpi idrici indagati (Costa Versilia, Cecina, Punt’Ala, Albegna, Burano) la classificazione è condizionata dalla presenza “sopra soglia” nei sedimenti di mercurio, nichel e cadmio e nelle acque di mercurio. Anche in questo caso, trattandosi di metalli che possono presentare “valori di fondo naturale” eccedenti gli standard di qualità ambientale, la classificazione, come prevede la norma (DM 260/2010 paragrafo A.2.8 punto 7) può essere riconsiderata a seguito di studi scientifici che possano dimostrare tale tesi.

Allegato : dati chimici in formato excel marino-costiere 2010