



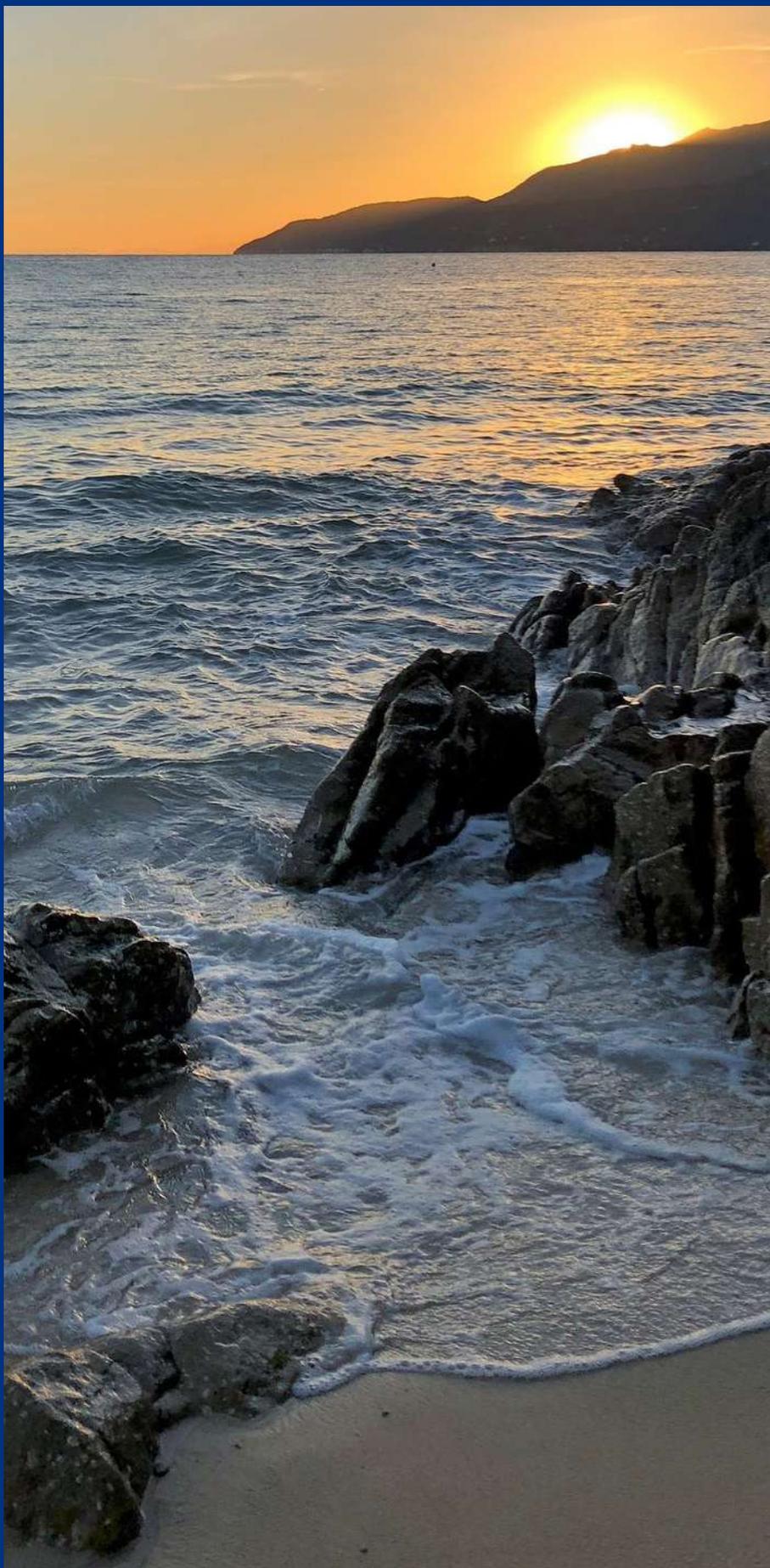
**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana

REGIONE  
TOSCANA



# Monitoraggio acque marino costiere della Toscana

Attività di  
monitoraggio  
2020.  
Proposta di  
classificazione





# Monitoraggio acque marino costiere della Toscana

Attività di  
monitoraggio 2020.  
Proposta di  
classificazione

Firenze, 2021



## MONITORAGGIO ACQUE MARINO COSTIERE DELLA TOSCANA Attività di monitoraggio 2020. Proposta di classificazione.

A cura di *Alessandro Voliani* - ARPAT, Area Vasta Costa Settore Mare  
Autore *Daniela Verniani* - ARPAT, Area Vasta Costa Settore Mare

Sopralluoghi e parametri chimico fisici acqua e sedimenti:

*Enrico Cecchi, Fabiola Fani, Giacomo Marino, Cecilia Mancusi, Michela Ria* - ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare, e *Giorgio Boncoraglio* - ARPAT Area Vasta Costa Dipartimento di Pisa

Sopralluoghi e campionamento biota:

*Riccardo Biancalana, Enrico Cecchi, Michela Ria, Alessandro Voliani* - ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare

Analisi fitoplancton: *Daniela Verniani* - ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare

Sorting macrozoobenthos: *Riccardo Biancalana* - ARPAT Area Vasta Costa, Settore Mare

Analisi Posidonia oceanica: *Cecilia Mancusi* - ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare

Analisi macroalghe: *Enrico Cecchi, Michela Ria* - ARPAT, Area Vasta Costa, Settore Mare

Analisi macrozoobenthos: ARPAT, Laboratorio Area Vasta Costa, Biologia

Analisi nutrienti, granulometria, analisi chimiche: ARPAT, Laboratori Area Vasta Costa e Area Vasta Centro

Editing e copertina: ARPAT, Settore Comunicazione, informazione e documentazione

Immagine di copertina: Isola d'Elba, da Pixabay.com

ARPAT 2021

## Indice generale

1. Sintesi della relazione.....	5
3. Stato ecologico e stato chimico delle acque marino costiere.....	10
3.1 Stato ecologico: elementi di qualità biologica (EQB).....	10
3.2 Stato chimico.....	14
4. Struttura della rete di Monitoraggio.....	17
5. Risultati e Classificazione.....	20
5.1 Stato ecologico.....	21
5.1.1 <i>Biomassa fitoplanctonica: popolamenti fitoplanctonici e clorofilla a</i> .....	21
5.1.2 <i>Macroinvertebrati bentonici</i> .....	31
5.1.3 <i>Macroalghe</i> .....	34
5.1.4 <i>Angiosperme: praterie a Posidonia oceanica</i> .....	37
5.1.5 <i>Elementi di qualità fisico – chimica a sostegno e idromorfologici</i> .....	41
5.2 Stato chimico.....	49
5.2.1 <i>Sostanze chimiche appartenenti all’elenco di priorità: acqua</i> .....	49
5.2.2 <i>Sostanze chimiche appartenenti all’elenco di priorità: biota</i> .....	52
<i>Molluschi</i> .....	53
<i>Pesci</i> .....	55
6. Sedimenti.....	59
7. Conclusioni.....	63
7.1 Stato ecologico: dati preliminari del II anno del triennio 2019-2021.....	63
7.2 Stato chimico: dati preliminari del II anno del triennio 2019-2021.....	66
8. Normativa di riferimento.....	69
9. Bibliografia.....	71

## 1. Sintesi della relazione

La classificazione dei corpi idrici costieri viene determinata in base allo stato ecologico, secondo le indicazioni del D.M. 260/2010 e le successive modifiche apportate dalla Decisione della Commissione Europea 2018/229/UE, e allo stato chimico in base a quanto stabilito dal D.Lgs 172/2015 e alla DGRT 264/2018. La rete di monitoraggio è stata pianificata in accordo con la Regione Toscana (DGRT 608/15) e comprende per ciascun corpo idrico, uno o più siti di campionamento, per un totale di 19 stazioni e 16 corpi idrici.

I campionamenti sono effettuati tramite il battello Poseidon, utilizzato per raccogliere campioni di acqua e sedimento per le successive analisi, oltre che come imbarcazione di appoggio per rilievi subacquei su popolamenti a macroalghe e praterie di *Posidonia oceanica*.

In ciascuna stazione viene monitorato, secondo i parametri definiti dalla norma e descritti nei paragrafi successivi, lo stato di qualità ambientale.

Lo **Stato ecologico** descrive la qualità delle acque combinando i diversi elementi biologici, quali fitoplancton, macroalghe, *Posidonia oceanica*, macrozoobenthos, il livello trofico delle acque (indice TRIX) e la presenza di sostanze chimiche non prioritarie nelle acque (tabella 1/B “Stato delle acque superficiali” del D.Lgs 172/2015).

Per le matrici biologiche quali macroalghe, *Posidonia oceanica*, macrozoobenthos, che prevedono che il monitoraggio sia svolto nell’arco di 3 anni, si è provveduto ad aggiornare la classificazione integrando i dati del 2020 con quelli del 2019 dei corpi idrici.

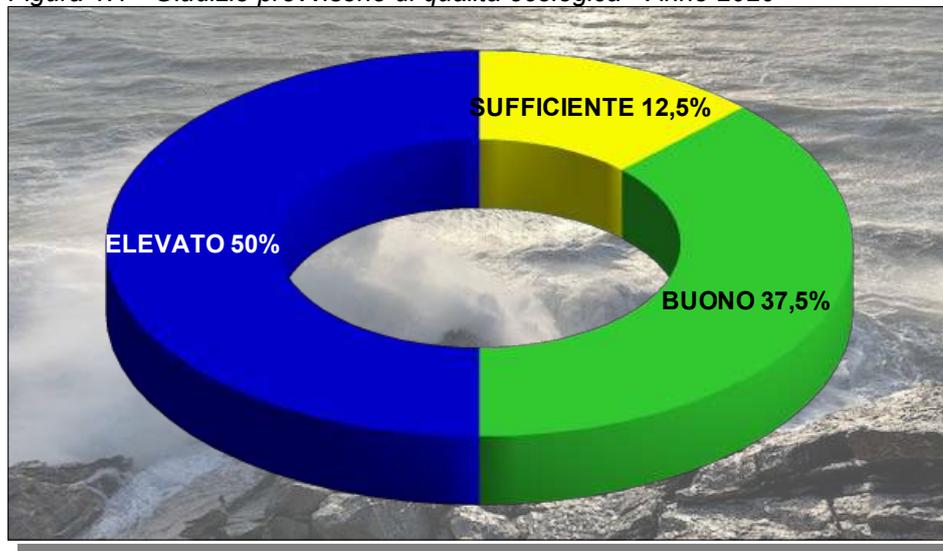
L’elaborazione definitiva dello stato ecologico di tutti i corpi idrici toscani si avrà alla fine del 2021 con la media dei risultati del triennio (2019-2021) per l’EQB biomassa fitoplanctonica, per TRIX, e il completamento dei monitoraggi per il calcolo degli altri EQB (macrozoobenthos, macrofite e *Posidonia oceanica*) che hanno cadenza triennale.

I possibili livelli di classificazione sono 5, in ordine decrescente di qualità ambientale: “Elevato”, “Buono”, “Sufficiente”, “Scarso”, “Cattivo”.

Il giudizio sulla qualità ecologica da ritenersi pertanto provvisorio e relativo al solo 2020 per TRIX, biomassa fitoplanctonica e al biennio 2019-2020 per gli altri elementi biologici e per le sostanze chimiche non prioritarie, risulta **ELEVATO/BUONO** per tutti i corpi idrici indagati; le uniche eccezioni sono costituite da Costa del Serchio (TRIX maggiore di 4 con relativo declassamento della qualità ecologica) e Costa dell’Albegna (PREI 2020) che risultano in classe **SUFFICIENTE**.

**Il giudizio di qualità ecologica provvisorio dei corpi idrici della Toscana, risulta essere per il 50% ELEVATO, per il 37,5% BUONO e per il 12,5% SUFFICIENTE.**

Figura 1.1 - Giudizio provvisorio di qualità ecologica - Anno 2020



Lo **Stato chimico** descrive la qualità dei corpi idrici in base alla presenza di sostanze chimiche prioritarie **nelle acque e nel biota** (tabelle 1/A del D.Lgs. 172/2015). I possibili livelli di classificazione sono 2: “Buono” o “Non buono”.

Nella matrice acqua il **mercurio** non risponde ai requisiti richiesti dal D.Lgs. 172/2015 e dal DGRT 264/2018 in Costa del Cecina, mentre le concentrazioni **benzo[ghi]pirilene** e il **DEHP**, superano l'SQA-MA rispettivamente in Costa Piombino e Costa dell'Albegna. Per quanto riguarda i TBT si conferma la tendenza, vista già nello scorso anno alla diminuzione di questo inquinante lungo le coste toscane: non sono stati rilevati superamenti del SQA – CMA, mentre solo Costa del Serchio risulta non conforme per il superamento dello standard di qualità ambientale concentrazione media annuale. Tutte le altre sostanze dell'elenco di priorità risultano inferiori allo standard ambientale e per lo più le loro concentrazioni sono al di sotto del limite di quantificazione.

Le analisi condotte sugli organismi di *Mytilus galloprovincialis* indicano che le concentrazioni rilevate per il **fluorantene** e il **benzo[a]pirene** e **Diossina e composti diossina simili** sono, in tutte le stazioni monitorate, minori del limite di quantificazione o dello standard di qualità ambientale.

Le analisi per determinare la presenza del **mercurio** nei pesci hanno indicato una situazione di bioaccumulo di questo metallo lungo tutta la costa, con superamenti dello standard ambientale in tutti i corpi idrici tranne Costa del Serchio. In accordo con le linee guida di ISPRA<sup>1</sup>, il valore ottenuto è stato normalizzato in base al peso secco e confrontato con SQA normalizzato, tenendo conto anche del livello trofico del pesce campionato. Anche per l'acido

<sup>1</sup> Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D. Lgs 172/2015) - ISPRA, Manuali e Linee Guida 143 2016

perfluorottansolfonico (**PFOS**) lo standard ambientale normalizzato delle linee guida è espresso come  $\mu\text{g}/\text{kg}$  peso secco, pertanto i dati sono stati normalizzati e confrontati con i relativi  $\text{SQA}_{\text{biota}}$  normalizzati in relazione al livello trofico del pesce analizzato: per questo parametro tutti i corpi idrici risultano conformi. Le concentrazioni di **dicofol, esaclorobutadiene e esaclorobenzene e difeniletere bromato** (PBDE) sono state normalizzate sulla base del contenuto lipidico del 5% poiché questo valore standard è stato utilizzato nella derivazione degli  $\text{SQA}_{\text{biota}}$  riferito ai pesci. Il dicofol e l'esaclorobutadiene risultano conformi in tutti i corpi idrici indagati, mentre l'esaclorobenzene (HCB), presenta superamenti dello standard ambientale nei corpi idrici di Costa Rosignano e Costa dell'Uccellina. I valori di PBDE risultano essere superiori allo standard di qualità ambientale in tutti i corpi idrici toscani.

Il DDT e la somma di diossine, furani e policlorobifenili diossina simili (PCDF+PCDD+PCB-DL) non necessitano di una standardizzazione. Per il **DDT** non sono stati riscontrati superamenti dello standard di qualità ambientale, mentre per **PCDF+PCDD+PCB-DL** solo un corpo idrico, Costa di Punt'Ala, presenta una concentrazione maggiore del  $\text{SQA}_{\text{biota}}$ .

Integrando i risultati ottenuti dal monitoraggio delle acque superficiali e del biota **il 100% dei corpi idrici monitorati della Toscana risultano essere in uno stato chimico NON BUONO.**

## 2. Introduzione

La Direttiva Europea 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD), recepita a livello nazionale con D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. e D.Lgs. 30/2009, ha istituito un quadro di riferimento per l'azione comunitaria in materia di tutela quali-quantitativa delle acque al fine di realizzare una politica sostenibile a lungo termine per l'uso e la protezione di tutte le acque interne (superficiali e sotterranee), di transizione e marino costiere. In sintesi la Direttiva si propone di:

- mantenere il buono stato delle acque;
- prevenire il loro ulteriore deterioramento;
- proteggere e migliorare le condizioni degli ecosistemi acquatici, delle zone umide che dipendono direttamente da questi e dagli ecosistemi terrestri, in considerazione della loro necessità di acqua;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici e sostenere la biodiversità delle comunità animali e vegetali.

Per stabilire lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici e valutare il raggiungimento del buono stato ambientale, le autorità competenti devono pertanto attuare programmi di monitoraggio in modo tale da poter mettere in atto le contromisure necessarie al raggiungimento dell'obiettivo richiesto dalla Direttiva. Il D.Lgs 152/2006 dà mandato alle Regioni di attuare il monitoraggio dei corpi idrici, attività che rappresenta uno strumento utile e necessario per conoscere lo stato della risorsa idrica e fornire un supporto alla pianificazione a livello territoriale di azioni di risanamento. Il monitoraggio inoltre consente di verificare nel tempo se le misure adottate sono state efficaci o meno. Ad ARPAT, in quanto ente tecnico di supporto alla Regione Toscana, è stato affidato il compito di svolgere le attività di monitoraggio dello stato della qualità ambientale dei corpi idrici.

Con il D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. vengono definite le modalità con cui effettuare la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici: in particolare, per le acque marino costiere, sono previsti vari elementi per la definizione dello Stato Ecologico e contaminanti inorganici/organici nella matrice acqua per la definizione dello Stato Chimico. Il successivo D.M. 56/2009 definisce i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento e, nell'Allegato 1, le modalità per il monitoraggio dei corpi idrici individuando gli elementi qualitativi per la classificazione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico. Infine nel successivo D.M. 260/2010, recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, sono definite le modalità per la classificazione dei corpi idrici da effettuare al termine del ciclo di monitoraggio. Il D.M. 260/2010, a seguito dell'emanazione della Decisione della Commissione europea 2018/229/UE del 12/02/2018, ha successivamente subito modifiche riguardanti i valori di delimitazioni tra classi di qualità.

Per quanto riguarda invece lo stato chimico, lo Stato italiano ha emanato il D.Lgs 172/15 in attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda

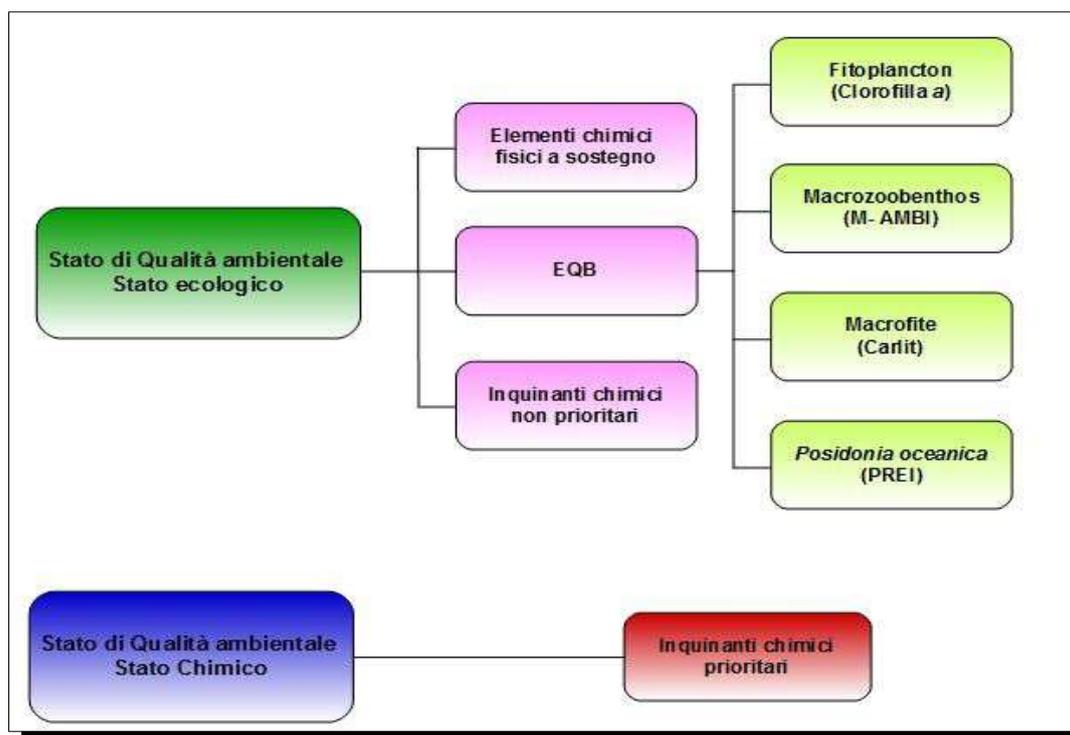
le sostanze prioritarie. Il provvedimento aggiunge 12 nuovi inquinanti alle 33 sostanze prioritarie già individuate per la loro pericolosità. Le sostanze aggiunte derivano da prodotti fitosanitari, biocidi, sostanze chimiche industriali e sottoprodotti di combustione. Il D.Lgs 172/15 modifica il Codice dell'Ambiente (D.Lgs 152/06) intervenendo sugli articoli 74 (definizioni) e 78 (Standard di qualità ambientale) e sull'allegato I alla parte Terza. L'obiettivo è quello di raggiungere il buono stato chimico delle acque entro il 2021 per le sostanze chimiche individuate in passato e, entro il 2027, per le nuove 12 sostanze.

Inoltre, in accordo con il punto 7 del capoverso A.2.8 Allegato 1 alla parte III del D.Lgs 152/06, la Regione Toscana ha dato mandato a ARPAT di verificare e stabilire quali fossero i valori di fondo naturali in acqua e sedimenti: la presenza di metalli in concentrazioni superiori agli standard ambientali, rilevata nel periodo di monitoraggio 2010-2013, faceva presupporre infatti un'ipotetica origine naturale. I risultati dello studio pubblicato da ARPAT "Studio per la definizione dei Valori di Fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marino costiere" sono stati recepiti con DGRT 1273/2016 ed utilizzati per modificare gli standard di qualità ambientale stabiliti dalle tabelle 1/A e 1/B. Tale delibera è stata successivamente modificata, con sostituzione dell'allegato A con allegato B nella successiva delibera regionale n. 264 del 20/3/2018.

### 3. Stato ecologico e stato chimico delle acque marine costiere

La classificazione dei corpi idrici costieri viene determinata in base allo stato ecologico, secondo le indicazioni del D.M. 260/2010 e le successive modifiche apportate dalla Decisione della Commissione Europea 2018/229/UE e allo stato chimico, in base a quanto stabilito dal D.Lgs 172/2015 e alla DGRT 264/2018.

Figura 3.1 - Classificazione dei corpi idrici



#### 3.1 Stato ecologico: elementi di qualità biologica (EQB)

La classificazione dello stato ecologico viene determinata **al termine di un ciclo triennale** di campionamenti per il **monitoraggio operativo** e definita tramite la valutazione di:

1. elementi di natura biologica: *biomassa fitoplanctonica*, *macrozoobenthos*, *macrofite e angiosperme (Posidonia oceanica)*,
2. elementi chimico fisici e idromorfologici a supporto,
3. inquinanti chimici non prioritari.

**Biomassa fitoplanctonica** – Viene stimata in funzione della quantità di clorofilla *a* misurata in superficie. Occorre fare riferimento sia ai rapporti di qualità ecologica (RQE) sia ai valori assoluti, espressi in mg/m<sup>3</sup> di concentrazione di clorofilla *a*. Secondo questo EQB la classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico deve tener conto, per il confronto con i valori della tabella, della variazione, in un periodo di almeno un anno, della clorofilla *a*. Ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza bimestrale. Alla fine del ciclo del monitoraggio operativo si ottengono per ciascun corpo idrico 3 valori di clorofilla *a*, uno per ogni anno di monitoraggio: **il valore da attribuire al sito è dato dalla media di questi 3 valori annuali.**

**Macrozoobenthos** – Per i macroinvertebrati bentonici si applica 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). 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). Ogni corpo idrico viene esaminato con cadenza triennale.

**Macrofite** – Per le macroalghe viene applicato l'indice CARLIT ("Cartography of littoral and upper-sublittoral benthic communities" abbreviato in CARTografia LITorale). Il metodo si basa sulla rilevazione, in ambiente microtidale, delle comunità macroalgali caratteristiche del substrato roccioso che, rispondendo in tempi relativamente brevi a cambiamenti delle condizioni ambientali, sono adatte per la valutazione dello stato ecologico delle acque marine. Ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza triennale.

**Angiosperme** – Il giudizio di qualità ecologica per la prateria a *Posidonia oceanica* è calcolato mediante l'indice ecologico PREI (Posidonia Rapid Easy Index), che integra a livello informativo gli effetti di differenti cause riconducibili agli impatti delle attività antropiche come le alterazioni fisiche, chimiche e biologiche, indotte da agenti inquinanti nelle acque e nei sedimenti, o da significative alterazioni fisico-morfologiche del tratto costiero (Gobert et al., 2009). L'indice viene calcolato elaborando i dati relativi ai seguenti parametri: densità fogliare per fascio, biomassa degli epifiti, biomassa fogliare, profondità e tipologia del limite inferiore. 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). Lo stato cattivo corrisponde ad una recente non sopravvivenza di *P. oceanica*, ovvero, alla sua scomparsa da meno cinque anni. Anche in questo caso ogni corpo idrico viene monitorato con frequenza triennale.

Una volta analizzati questi elementi biologici e calcolati i loro indici, si procede ad assegnare una prima classificazione che dovrà essere confermata o modificata, tramite l'utilizzo degli elementi di qualità fisico-chimica e degli inquinanti chimici non prioritari.

**Elementi chimico fisici a sostegno** – Nell’ambito delle acque marino costiere gli elementi di qualità fisico-chimica, quali ossigeno disciolto, nutrienti, concorrono alla definizione dello stato ecologico stesso, mentre gli elementi idromorfologici (regime correntometrico, esposizione al moto ondoso, profondità e composizione del substrato) 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, della 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. 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. 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 trofico TRIX** (figura 3.2), che integra i dati dei fattori nutrizionali (azoto disciolto e fosforo totale) con quelli legati alla produttività quali l’ossigeno in saturazione e 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, che nel caso delle coste toscane questo valore è uguale a 4,0. Considerando che il monitoraggio degli elementi chimico fisici è annuale verrà attribuito al corpo idrico, **allo scadere dei 3 anni, un valore pari al valore medio dei 3 TRIX ottenuti durante il ciclo di monitoraggio.**

Figura 3.2 - Indice trofico TRIX

$$\text{Indice Trofico TRIX} = (\text{Log}(\text{Chl } a \cdot |\text{OD}\%| \cdot N \cdot P) - (-1,5))/1,2$$

dove:

Chl *a* = Clorofilla “a” in µg/L

OD% = percentuale di ossigeno disciolto espresso come valore assoluto della saturazione

N = azoto disciolto (N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>, N-NH<sub>3</sub>) in µg/L

P = fosforo totale in µg/L

**Inquinanti chimici non prioritari** – Il D.Lgs 172/2015 sostituisce la tabella 1/B del DM 260/2010 con una tabella analoga che aggiorna le sostanze da ricercare. In base alle conoscenze del territorio e alle pressioni ambientali su di esso esercitate, ARPAT ha condotto nel triennio indagini sulla matrice acqua per la ricerca degli analiti riportati nella Tabella 3.1

Tabella 3.1 - Inquinanti chimici non prioritari

N.	Sostanza	Numero CAS	N.	Sostanza	Numero CAS
1	Arsenico	7440-38-2	23	1,2 Diclorobenzene	95-50-1
5	2-Cloroanilina	95-51-2	24	1,3 Diclorobenzene	541-73-1
6	3- Cloroanilina	108-42-9	25	1,4 Diclorobenzene	106-46-7
7	4- Cloroanilina	106-47-8	26	2,4 Diclorofenolo	120-83-2
8	Clorobenzene	108-90-7	30	Linuron	330-55-2
9	2-Clorofenolo	95-57-8	31	Malation	121-72-5
10	3-Clorofenolo	108-43-0	41	Toluene	108-88-3
11	4-Clorofenolo	106-48-9	42	1,1,1 Tricloroetano	71-55-6
16	2-Clorotoluene	95-49-8	43	2,4,5 Triclorofenolo	95-95-4
17	3-Clorotoluene	108-41-8	44	2,4,6 Triclorofenolo	1988-06-02
18	4-Clorotoluene	106-43-4	45	Terbutilazina (incluso metabolita)	-
19	Cromo totale	74440-47-3	47	Xilene	1330-20-7
22	3, 4 Dicloroanilina	95-76-1			

La valutazione dello stato di qualità dei corpi idrici viene effettuata sulla base della *tabella 4.5/a "Definizione dello stato ecologico elevato, buono, e sufficiente per gli elementi chimici a sostegno"* del D.M. 260/2010, modificata con il D.Lgs 172/2015, che definisce Elevato lo stato di qualità per gli inquinanti specifici a sostegno degli EQB quando la *"media delle concentrazioni delle sostanze di sintesi, misurate nell'arco di un anno, sono minori o uguali ai limiti di quantificazione delle migliori tecniche a costi sostenibili. Le concentrazioni delle sostanze di origine naturale ricadono entro i livelli di fondo naturale."*

### 3.2 Stato chimico

Il D.Lgs 172/2015 prevede che, “ai fini della classificazione delle acque superficiali, il monitoraggio chimico” venga eseguito “nella colonna d’acqua e nel biota”, introducendo (art. 78) “standard di qualità ambientale” (SQA) obbligatori anche per questa seconda matrice (biota), distinguendo, quali parametri ricercare nei pesci e nei molluschi/gasteropodi.

Tabella 3.2 - Inquinanti chimici monitorati nella matrice acqua

N.	Sostanza	Num. CAS	N.	Sostanza	Num. CAS
1	Alacloro (P)	15972-60-8	18	Esaclorocicloesano (PP)	608-73-1
2	Antracene (PP)	120-12-7	19	Isoproturon (P)	34123-59-6
3	Atrazina (P)	1912-24-9	20	Piombo e composti (P)	7439-92-1
4	Benzene (P)	71-43-2	21	Mercurio e composti (PP)	7439-97-6
5	Difenileteri bromurati (PP)	32534-81-9	22	Naftalene (P)	91-20-3 2
6	Cadmio e composti (PP)	7440-13-9	23	Nichel e composti (P)	7440-02-0
6 bis	Tetracloruro di carbonio (E)	56-23-5	24	Nonilfenoli (4-nonilfenolo) (PP)	84852-15-3
8	Clorfenvinfos (P)	470-90-6	25	Ottilfenoli ((4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil)- fenolo)) (P)	140-66-9
9	Clorpirifos -Clorpirifos etile (P)	2921-88-2	26	Pentaclorobenzene (PP)	608-93-5
9 bis	Aldrin (E)	309-00-2	28	Pentaclorofenolo (P)	87-86-5
	Dieldrin (E)	60-57-1		Benzo(a)pirene (PP)	50-32-8
	Endrin (E)	72-20-8		Benzo(b)fluorantene (PP)	205-99-2
	Isodrin (E)	465-73-6		Benzo(k)fluorantene (PP)	207-08-09
9 ter	DDT totale (E)	n.a		Benzo(g,h,i)perilene (PP)	191-24-2
	p.p'-DDT (P)	50-29-3		Indeno(1,2,3- cd)pirene (PP)	193-39-5
10	1,2-Dicloroetano (P)	107-06-2	29	Simazina (P)	122-34-9
11	Diclorometano (P)	75-09-2	29 bis	Tetracloroetilene (E)	127-18-4
12	Di(2-etilesil)ftalato - DEHP (P)	117-81-7	29 ter	Tricloroetilene (E)	79-01-6
13	Diuron (P)	330-54-1	30	Tributilstagno (composti) (tributilstagnocazione)	36643-28-4
14	Endosulfan (PP)	115-29-7	31	Triclorobenzeni P	12002-48-1
15	Fluorantene (P)	206-44-0	32	Triclorometano (P)	67-66-3
16	Esaclorobenzene (PP)	118-74-1	33	Trifluralin (P)	1582-09-8
17	Esaclorobutadiene (PP)	87-68-3			

Nella tabella 3.2 sono riportate le sostanze prioritarie che vengono ricercate da ARPAT nella matrice acqua, secondo quanto riportato nella tabella 1/A del D.Lgs 172/2015.

La matrice biota viene monitorata con cadenza annuale e le analisi eseguite su campioni di pesci/mitili sono quelle indicate dalla tabella 1/A del D.Lgs e riportate nella successiva tabella 3.3. Per questo particolare tipo di monitoraggio si fa riferimento alle linee guida emanate da ISPRA in ottemperanza al D.Lgs 172/15 (Art. 78-undecies comma g), "Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs 172/15)".

Attualmente i laboratori ARPAT non dispongono ancora di risorse strumentali ottimali ai fini dell'implementazione dei metodi per la ricerca dei contaminanti previsti dal D.Lgs 172/15 per la matrice pesci, quali Esabromociclododecano (HBCDD), Eptacloro e Eptacloro epossido.

Tabella 3.3 - Inquinanti chimici monitorati nella matrice biota

N.	Sostanza	Numero CAS	Pesci	Molluschi
5	Difenileteri bromurati (PP)	32534-81-9	x	
9 ter	DDT totale (E)	Non applicabile	x	
15	Fluorantene (P)	206-44-0	x	x
16	Esaclorobenzene (PP)	118-74-1	x	
17	Esaclorobutadiene (PP)	87-68-3 0	x	
21	Mercurio e composti (PP)	7439-97-6		
28	Benzo(a)pirene (PP)	50-32-8		x
34	Dicofol	115-32-2	x	
35	Acido perfluorottansolfonico e i suoi sali (PFOS)	1763-23-1	x	
37	Diossine e composti diossina simili	-	x	x

Il D.Lgs 172/15 specifica chiaramente che la **classificazione delle acque superficiali** debba essere eseguita nella **colonna d'acqua e nel biota**: le Regioni e le Province Autonome possono utilizzare, limitatamente alle sostanze riportate nella tabella 2/A, la matrice sedimento al fine della classificazione dei corpi idrici marino costieri e di transizione.

ARPAT ha eseguito campionamenti dei sedimenti marini integrando tutti i parametri contenuti nella tabelle 2/A, 3/A e 3/B del D.Lgs172/15 (tabella 3.4) con l'obiettivo di avere una continuità di informazioni sui sedimenti per una migliore interpretazione dei dati ambientali. Il campionamento è previsto con frequenza annuale.

Tabella 3.4 - Inquinanti chimici monitorati nella matrice sedimenti

Sostanza	Numero CAS	Tabella 2/A	Tabella 3/A	Tabella 3/B
Arsenico	7440-38-2			<b>x</b>
Cadmio	7440-43-9	<b>x</b>	<b>x</b>	
Cromo totale	7440-47-3			<b>x</b>
Cromo VI	-			<b>x</b>
Mercurio	7439-97-6	<b>x</b>	<b>x</b>	
Piombo	7439-92-1	<b>x</b>	<b>x</b>	
Tributilstagno	-	<b>x</b>	<b>x</b>	
Antracene	120-12-7	<b>x</b>	<b>x</b>	
Benzo(a)pirene	50-32-8		<b>x</b>	
Benzo(b)fluorantene	205-99-2		<b>x</b>	
Benzo(k)fluorantene	207-08-09		<b>x</b>	
Benzo(g,h,i)perilene	191-24-2		<b>x</b>	
Indeno-pirene	193-39-5		<b>x</b>	
Fluorantene	206-44-0		<b>x</b>	
Naftalene	91-20-3	<b>x</b>	<b>x</b>	
Aldrin	309-00-2	<b>x</b>	<b>x</b>	
$\alpha$ - esaclorocicloesano	319-84-6	<b>x</b>	<b>x</b>	
$\beta$ - esaclorocicloesano	319-85-7	<b>x</b>	<b>x</b>	
$\gamma$ - esaclorocicloesano	58-89-9	<b>x</b>	<b>x</b>	
DDT	-	<b>x</b>	<b>x</b>	
DDD	-	<b>x</b>	<b>x</b>	
DDE	-	<b>x</b>	<b>x</b>	
Dieldrin	60-57-1	<b>x</b>	<b>x</b>	
Esaclorobenzene	118-74-1		<b>x</b>	
$\Sigma$ T.E. PCDD, PCDF (diossine e furani) e PCB diossina simili	-		<b>x</b>	
PCB totali	-			<b>x</b>

## 4. Struttura della rete di Monitoraggio

Il D.M 131/2008, recepito dalla Regione Toscana con il DGRT 416/2009, recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, definisce le metodologie per effettuare la tipizzazione delle acque superficiali, l'individuazione dei corpi idrici superficiali e l'analisi delle pressioni e degli impatti. I criteri per la tipizzazione dei corpi idrici consentono la caratterizzazione delle acque costiere con valori medi annuali di stabilità verticale (N) della colonna d'acqua secondo le tre tipologie:

alta stabilità	$N \geq 0,3$
media stabilità	$0,15 < N < 0,3$
bassa stabilità	$N \leq 0,15$

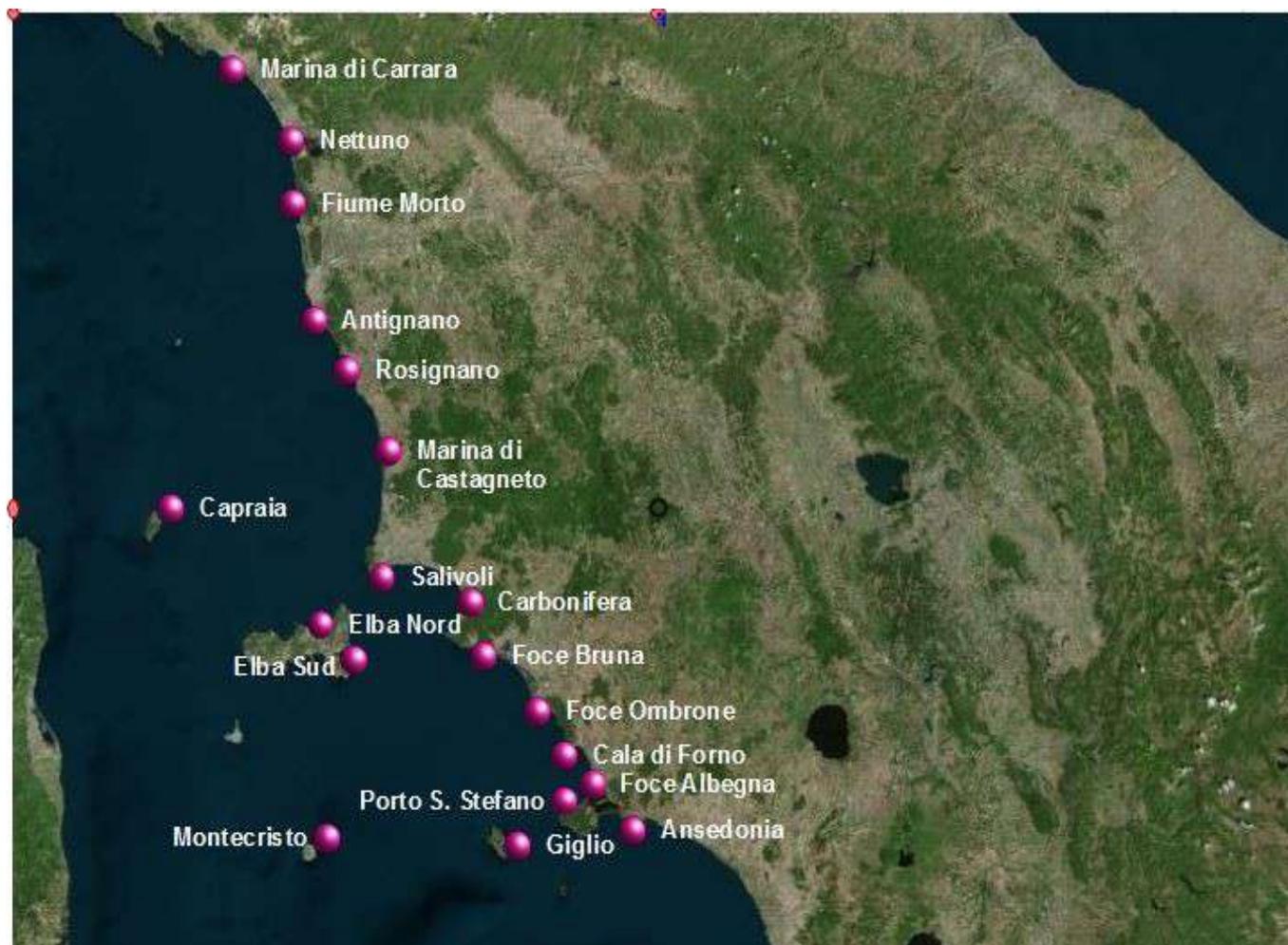
Tutta la fascia marino costiera continentale e insulare della Toscana ricade, dal punto di vista idrologico, nella tipologia Bassa Stabilità macrotipo 3, ovvero tutta la zona è caratterizzata da siti costieri non influenzati da apporti d'acqua dolce continentale.

Integrando la classe di stabilità con le classi di tipologia costiera basati su descrittori geomorfologici, ai corpi idrici toscani sono state attribuite le seguenti classi A3 (rilievi montuosi-bassa stabilità), E3 (Pianura alluvionale- bassa stabilità) e F3 (Pianura di dune - bassa stabilità). In generale in Toscana si distinguono:

- coste alte e rocciose (morfotipo a falesia) molto diffuse nella zona a Sud di Livorno (da Calafuria a Quercianella), nei promontori di Piombino, di Punta Ala, dell'Argentario, (da Cala di Forno - Parco dell'Uccellina a Talamone) e nelle isole dell'Arcipelago Toscano (Capraia, Elba, Giglio, Gorgona e Montecristo).
- coste basse a litorale dritto, brevi tratti a litorale stretto o di delta (foci dell'Arno e dell'Ombrone).
- cordoni di duna talvolta soggetti a fenomeni erosivi.

La Regione Toscana, con la DGRT 100/2010 ha approvato una prima rete di monitoraggio dei corpi idrici toscani ai sensi della Direttiva Europea, aggiornandola, relativamente ai corpi idrici marino costieri, una prima volta con la DGRT 550/2014 e successivamente con la DGRT 608/2015; quest'ultima delibera prevede il monitoraggio di 16 corpi idrici con 19 stazioni, lungo i 442 km di litorale (figura 4.1). Per le coordinate dei punti di campionamento relative alle singole matrici indagate, si rimanda alla DGRT 608/2015.

Figura 4.1 - Aree di monitoraggio indagate ai sensi del D.Lgs 172/15



I punti di campionamento previsti per il 2020 erano 79 con un numero di campionamenti stimati di 168 (tabella 4.1).

Tutte le indagini sono state effettuate tramite l'utilizzo del battello Poseidon, indispensabile per il prelievo dei campioni di acqua, di sedimento e dei parametri biologici, costituendo la base di appoggio per gli operatori subacquei.

Tabella 4.1 - Corpi idrici, stazioni, con i relativi codici WISE, campionamenti e punti di prelievo previsti per il 2020

Corpo Idrico	Codice	Stazione	Codice	Numeri di campionamenti per matrice						
				W	S	Pos	Z	C	M	P
Costa Versilia	IT09R000TN001AC	Marina Carrara	IT09S1662	6	1				1	1
Costa Serchio	IT09R019SE002AC	Nettuno	IT09S0966	6	1					1
Costa Pisana	IT09N002AR003AC	Fiume Morto	IT09S0961	6	1				1	1
Costa Livornese	IT09R000TC004AC	Antignano	IT09S0955	6	1				1	1
Costa di Rosignano	IT09R000TC005AC	Rosignano Lillatro	IT09S0968	6	1				1	1
Costa del Cecina	IT09R000TC006AC	Marina Castagneto	IT09S0958	6	1		1			1
Costa Piombino	IT09R000TC007AC	Salivoli	IT09S1663	6	1		1	1	1	
Costa Follonica	IT09R000TC008AC	Carbonifera	IT09S0957	6	1		1		1	1
Costa Punt'Ala	IT09R000OM009AC	Foce Bruna	IT09S1661	6	1					1
Costa Ombrone	IT09R000OM010AC	Foce Ombrone	IT09S0962	6	1					1
Costa Uccellina	IT09R000OM011AC	Cala Forno	IT09S1660	6	1					1
Costa Albegna	IT09R000OM012AC	Foce Albegna	IT09S1659	6	1	2				1
Costa Argentario	IT09R000OM013AC	Porto S.Stefano	IT09S1664	6	1				1	1
Costa Burano	IT09R000OM014AC	Ansedonia	IT09S0954	6	1	2				1
Arcipelago Isola d'Elba	IT09R000TC015AC	Elba Nord	IT09S0959	6	1			1	1	1
		Elba Sud	IT09S0964	6	1			1		
Arcipelago Isole Minori	IT09R000TC016AC	Giglio	IT09S2447	6	1	2	1			
		Capraia	IT09S2284	1	1	2	1		1	1
		Montecristo	IT09S0965	1	1					
<b>Punti di campionamento</b>		<b>79</b>		<b>19</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>16</b>
<b>Numero campioni</b>		<b>168</b>		<b>104</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>16</b>

Legenda: W = acqua; S = sedimenti; Pos = Posidonia oceanica; Z = Macrozoobenthos; C = Macroalghe; M = Mitili; P = Pesci

## 5. Risultati e Classificazione

A partire da marzo del 2020 con lo scopo di contenere il contagio da Sars - Covid 19, le attività economiche considerate non essenziali, come le attività industriali, le attività agricole legate alla zootecnia e la pesca, i traffici marittimi, il turismo, sono state interrotte o fortemente ridotte.

Da qui è scaturita l'esigenza di valutare se questo fermo delle attività abbia avuto delle ripercussioni positive sull'ambiente. A seguito della richiesta del Ministero dell'Ambiente *“un monitoraggio straordinario delle acque al Corpo delle Capitanerie di Porto – Guardia Costiera, Guardia di finanzia – insieme per la legalità e ai Carabinieri, affinché attivino i reparti di sommozzatori che insieme al lavoro di analisi dei dati da parte di ISPRA e delle Arpa, possano darci un punto di partenza, anzi un punto di ri-partenza.”* il Comando Generale del Corpo delle Capitanerie di Porto e il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) hanno collaborato per fotografare gli effetti del *lockdown*. Le Agenzie Regionali hanno operato in modo omogeneo, per identificare, sulla base della conoscenza esistente a livello regionale, i siti maggiormente rappresentativi delle pressioni antropiche e degli apporti riversati in mare da terra. Di questi siti, hanno selezionato in particolare quelli per i quali esistono dei dati storici raccolti durante i monitoraggi istituzionali previsti dalle normative nazionali, quali il D.Lgs 152/2006; il D.Lgs 116/2008 ed il D.Lgs 190/2010, così da confrontare la risposta misurata nel periodo di lockdown con le risposte misurate nei periodi precedenti.

Anche ARPAT, con il personale del Settore Mare e dei laboratori di Area Vasta Costa, ha partecipato effettuando una campagna *ad hoc* svoltasi dal 4 al 8 maggio 2020.

In generale, nonostante la pandemia da Covid -19, il personale del Settore Mare, tranne nel periodo di marzo/aprile a causa del lockdown, ha assicurato la corretta esecuzione del piano di monitoraggio previsto ai sensi del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii. effettuando 146 campionamenti sui 168 previsti (87%).

## 5.1 Stato ecologico

### 5.1.1 Biomassa fitoplanctonica: popolamenti fitoplanctonici e clorofilla a

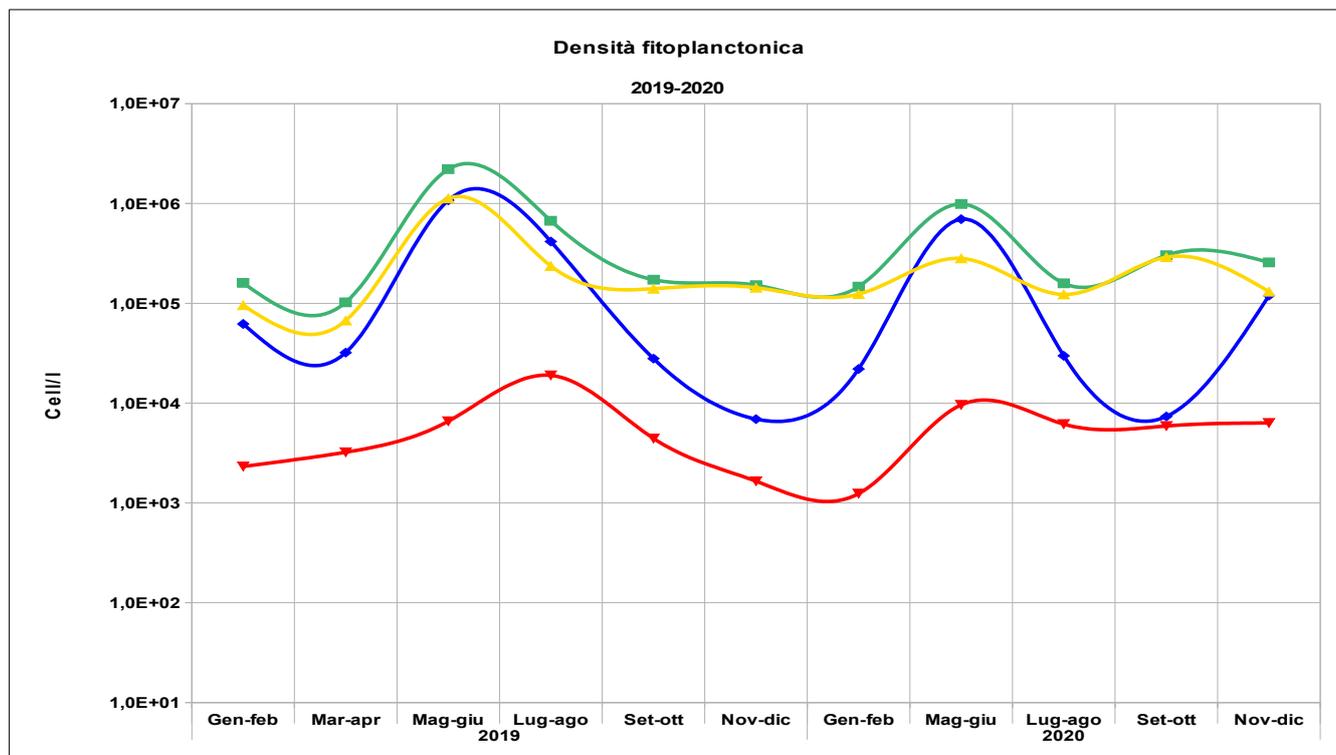
Le stazioni della rete di monitoraggio per la determinazione quali-quantitativa del fitoplancton sono state indagate con frequenza di campionamento bimestrale, per un totale per l'anno 2020 di 82 campioni.

L'analisi dei campioni è stata effettuata utilizzando il metodo di Uthermöl, con volumi di sedimentazione in genere di 25-50 ml (raramente e solo per le stazioni di Nettuno e Fiume Morto sono state usate camere da 10 ml). I conteggi sono stati condotti sulla base delle indicazioni riportate nelle norme UNI EN 15204 del 2006 e UNI EN 15972 del 2012.

La determinazione quali-quantitativa del fitoplancton viene effettuata in base all'abbondanza cellulare, espressa in cell/L, e alla composizione di:

- diatomee (*phylum* Bacillariophyta);
- dinoflagellati (*phylum* Miozoa, superclasse Dinoflagellata);
- "Altro fitoplancton" ovvero fitoflagellati e non, appartenente a vari *phyla* come Cyanobacteria, Chlorophyta/Charophyta, Cryptophyta, a classi come Chrysophyceae, Dictyochophyceae, Rhaphidophyceae, Xantophyceae (*phylum* Ochrophyta), Coccolithophyceae (*phylum* Haptophyta), Euglenophyceae (*Phylum* Euglenozoa), a ordini come Eбриida (*phylum* Cercozoa), e infine, Altro Fitoplancton indeterminato.

Figura 5.1 - Densità fitoplanctonica medie annuali 2019 - 2020

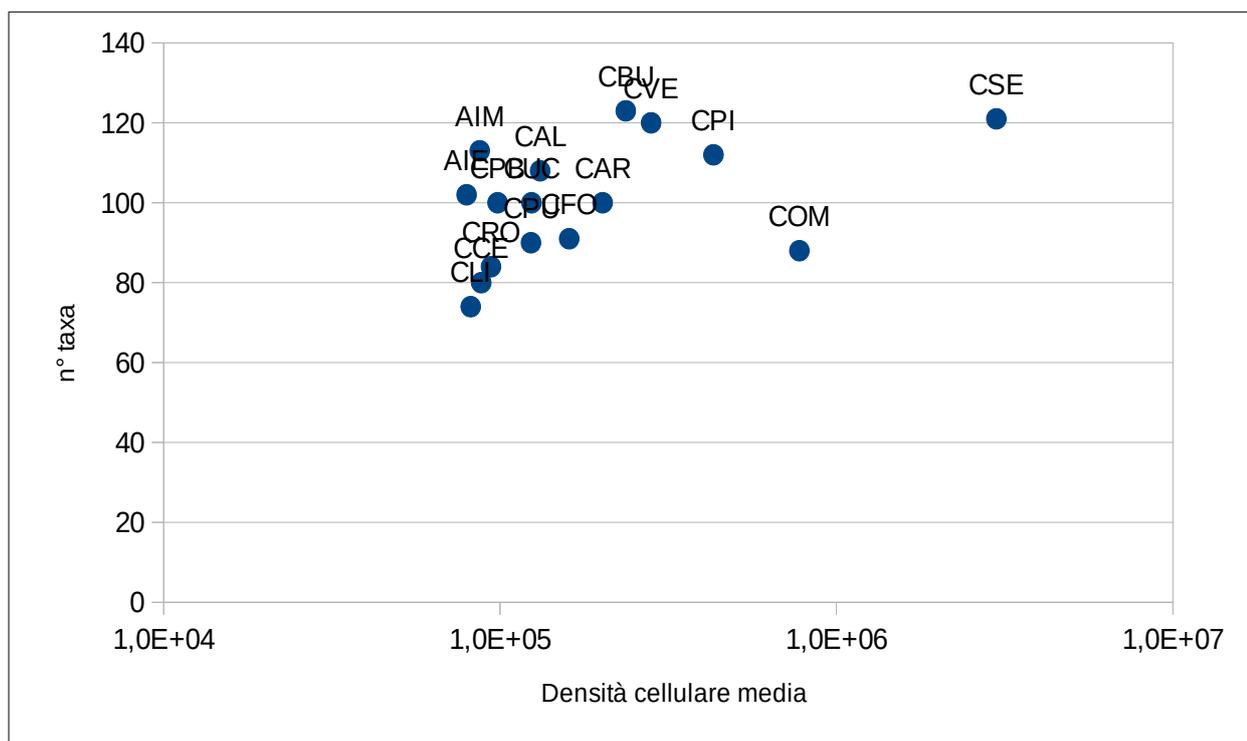


L'“*Altro fitoplancton*” è composto principalmente da organismi appartenenti alla classe dimensionale del nano-fitoplancton (<20µm) e spesso può rappresentare una frazione elevata della popolazione microalgale totale. Per la tassonomia del fitoplancton questo laboratorio fa riferimento a quanto riportato nel sito [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org).

Le concentrazioni medie di fitoplancton nel 2020 presentano il classico andamento stagionale, con densità maggiori nei mesi primaverili per diatomee e “altro fitoplancton”, ed estivi per i dinoflagellati, in analogia con quanto riscontrato lo scorso anno, come riportato in figura 5.1.

Per quanto riguarda il 2020 sono state rinvenute un massimo di 121 taxa (Costa del Serchio) ed un minimo di 74 (Costa livornese); mentre la densità cellulare media più alta è pari a  $3,0 \times 10^6$  cell/L (Costa del Serchio), la più bassa è di  $8,0 \times 10^4$  cell/L (Arcipelago Isola d'Elba). La figura 5.2 mostra il rapporto tra questi due descrittori.

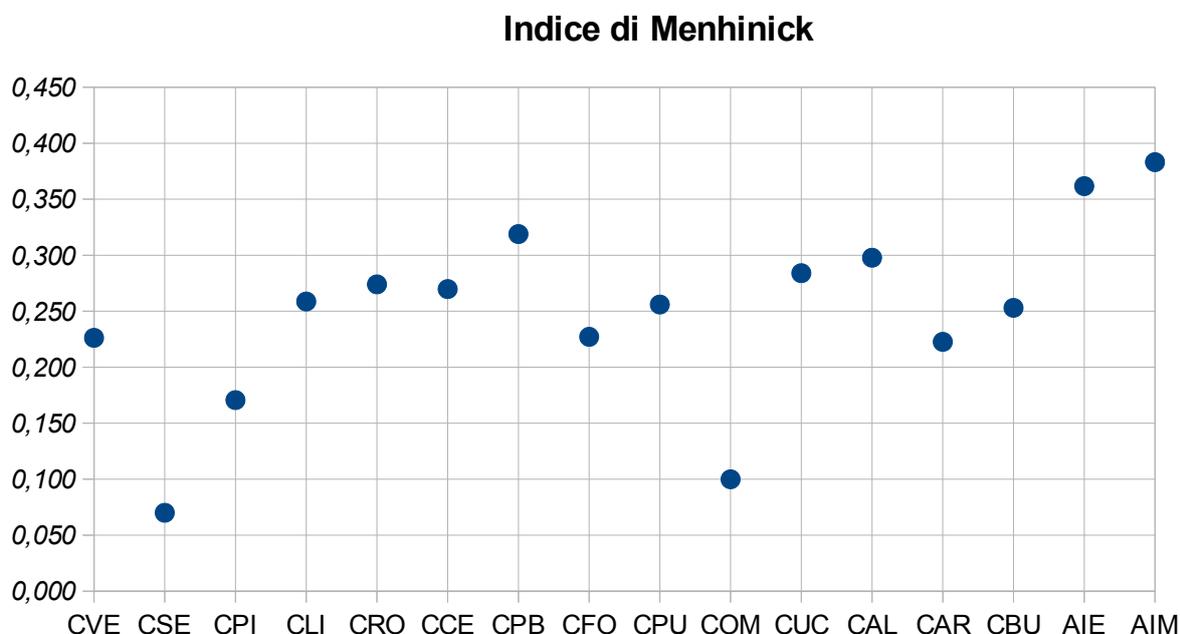
Figura 5.2 - Relazione tra numero di specie e densità cellulare



Per descrivere meglio la ricchezza tassonomica tra i vari indici è stato scelto di utilizzare in questa relazione l'indice di Menhinick ( $S/\sqrt{N}$ ). Tale indice viene considerato adatto come indicatore di eutrofizzazione nelle acque di transizione (Facca, *et al.* 2014) e acque costiere (Spatharis & Tsirtsis, 2010, Bužančić *et al.* 2016): più basso è il valore, più la stazione presenta un minore equilibrio a livello eutrofico (figura 5.3).

I corpi idrici che hanno mostrato un basso valore di indice di Menhinick e quindi, con un possibile squilibrio trofico, risultano essere Costa del Serchio (0,07), Costa dell’Ombrone (0,1) e in minor misura Costa pisana (0,17); mentre i più alti sono stati calcolati nei corpi idrici insulari (Arcipelago Isola d’Elba 0,36; Arcipelago Isole Minori 0,38).

Figura 5.3 - Indice della ricchezza specifica di Menhinick - Anno 2020



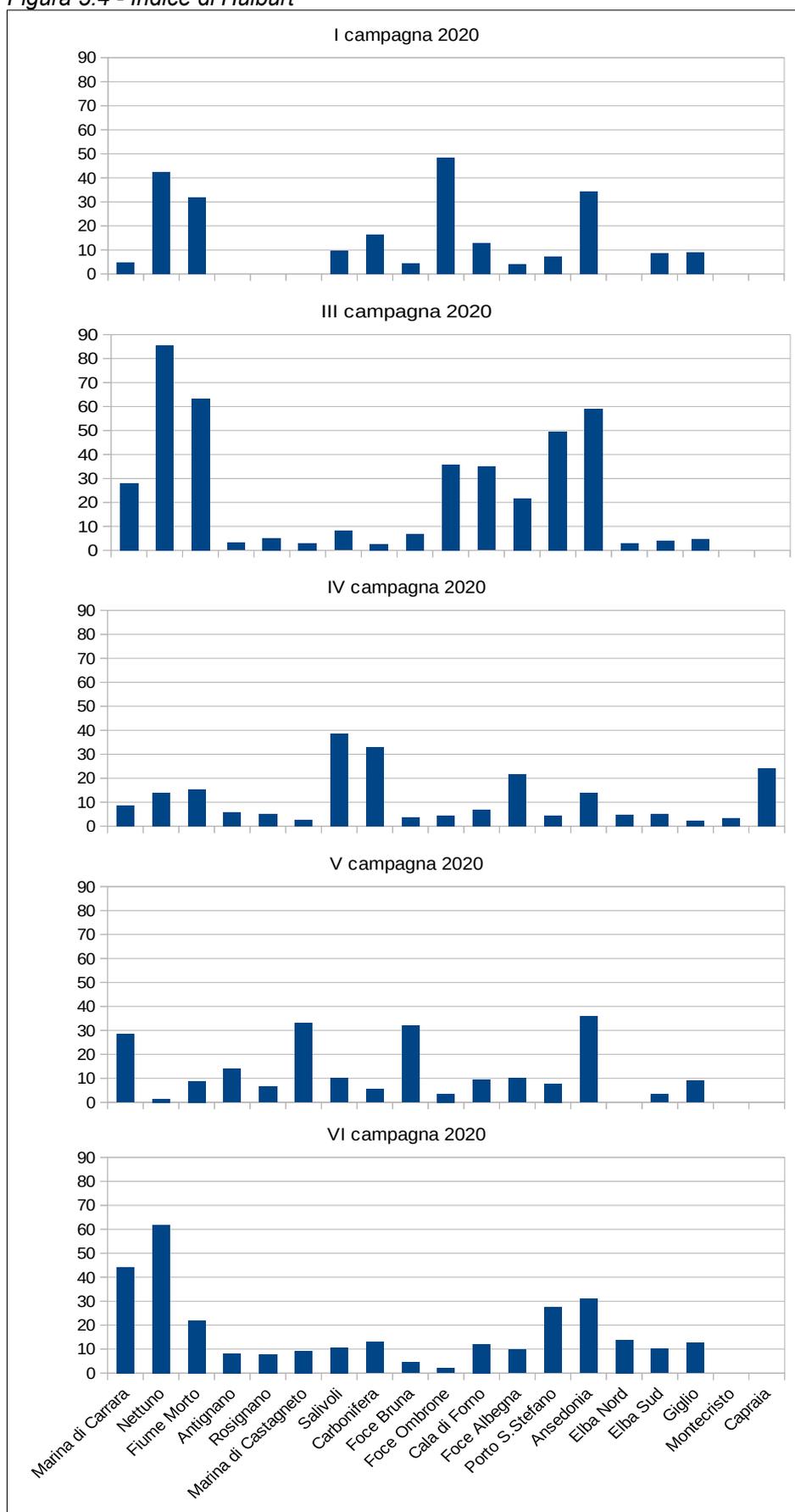
Un altro aspetto da valutare è la dominanza, ovvero il prevalere di una o poche specie sulle altre all’interno di una comunità biologica poiché questo è un segnale di bassa biodiversità, che, come tale, si manifesta, in genere, in aree impattate. Uno di questi indice è quello di Hulburt è stato sviluppato per descrivere le comunità fitoplanctoniche ed in particolare è stato proposto come indicatore di eutrofizzazione per la WDF (Facca, *et al.* 2014): più alto è il suo valore minore è la biodiversità.

L’indice è stato applicato in ognuna delle stazioni monitorate per campagna di monitoraggio effettuata.

Il valore massimo calcolato per l’indice di Hulburt è 86 ed è stato rilevato nella stazione di Nettuno (Costa del Serchio) durante la campagna di maggio (figura 5.4).

Durante la prima campagna (febbraio) del 2020 la stazione di Foce Ombrone presenta un numero complessivo di *taxa* piuttosto basso, 26 in tutto, e il popolamento è chiaramente influenzato dalle acque dolci del fiume (salinità superficiale di 36,655 ppt): sono state rinvenute  $4,1 \times 10^5$  cell/L *Plagioselmis sp.*,  $1,6 \times 10^5$  cell/L *Navicula sp.*. Presenti anche specie come *Ulnaria acus* e *U. ulna* e *Ankistrodesmius spp.* (indice di Hulburt: 48)

Figura 5.4 - Indice di Hulburt

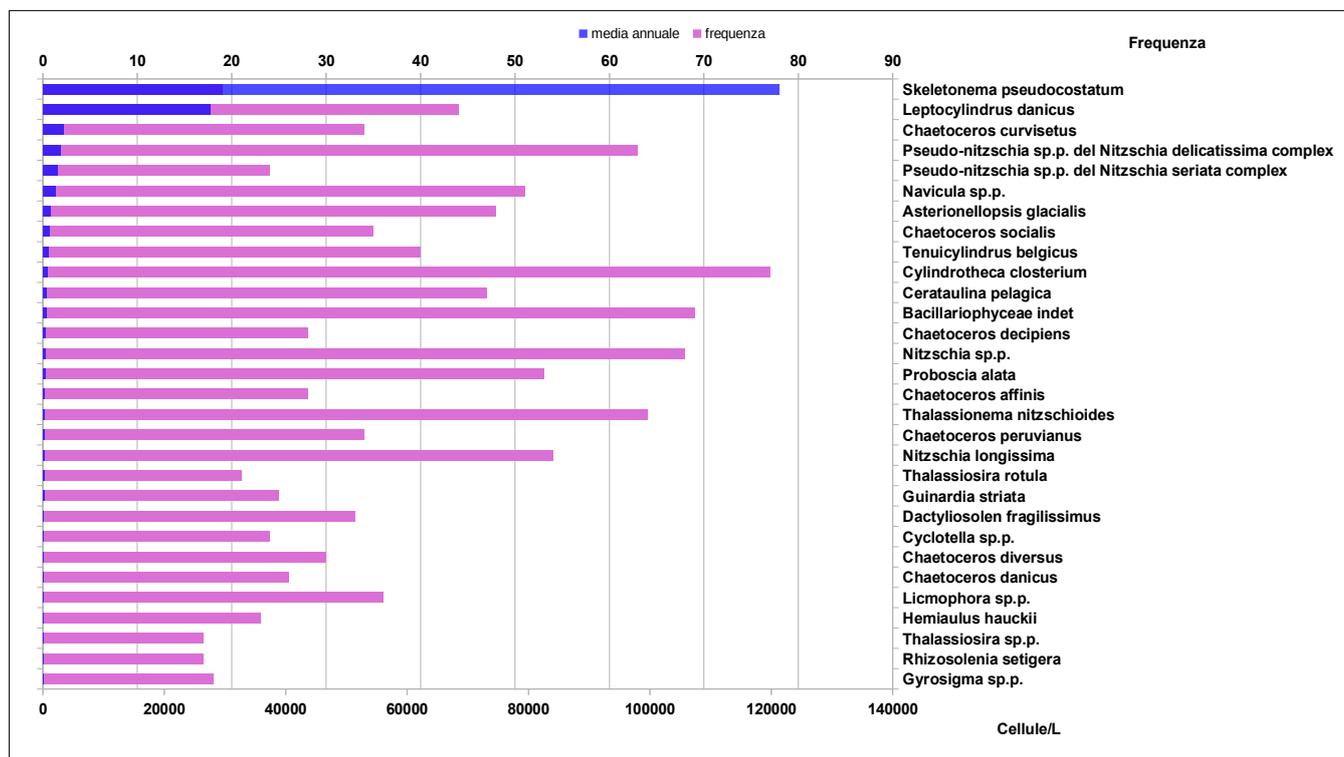


Nella terza campagna di monitoraggio corrispondente a quella primaverile, la stazione di Nettuno è caratterizzata da un *bloom* di *Skeletonema pseudocostatum*,  $9,8 \times 10^6$  cell/L, specie che da sola rappresenta l'84% dell'intera comunità fitoplanctonica (indice di Hulburt: 86).

Anche nel mese di novembre, corrispondente alla VI campagna, si ha in questa stazione un fioritura algale dovuta alla diatomea *Leptocylindrus danicus*  $9,8 \times 10^5$  cell/L, ovvero il 53% del popolamento (Hulburt: 62).

La concentrazione massima delle **diatomee** è data da una fioritura di *Skeletonema pseudocostatum* ( $9,8 \times 10^6$  cell/L) a maggio in Costa del Serchio, mentre la minima è stata rilevata a settembre nel corpo idrico Arcipelago Isole Minori ( $3,3 \times 10^6$  cell/L). Dal un punto di vista delle frequenze di rilevamento (figura 5.5), i taxa di diatomee più rappresentati sono *Cylindrotheca closterium*, *Bacillariophyceae indet*, *Nitzschia spp.*, *Nitzschia longissima*, *Pseudo-nitzschia spp.* del “*Nitzschia delicatissima* Complex”. *Skeletonema pseudocostatum* ha un valore medio annuo elevato ma è dovuto agli episodi di fioritura che hanno interessato Costa del Serchio nel periodo primaverale ( $9,8 \times 10^6$  cell/L).

Figura 5.5 - Frequenze e abbondanze dei taxa dominanti (Diatomee) 2020



Tra le diatomee rinvenute lungo la costa occorre segnalare la presenza di *Pseudo-nitzschia multistriata* (H.Takano) H.Takano 1995, una specie non indigena nel bacino mediterraneo. Per “**Specie non indigene**” (Non Indigenous Species o NIS) si intendono tutti quegli organismi

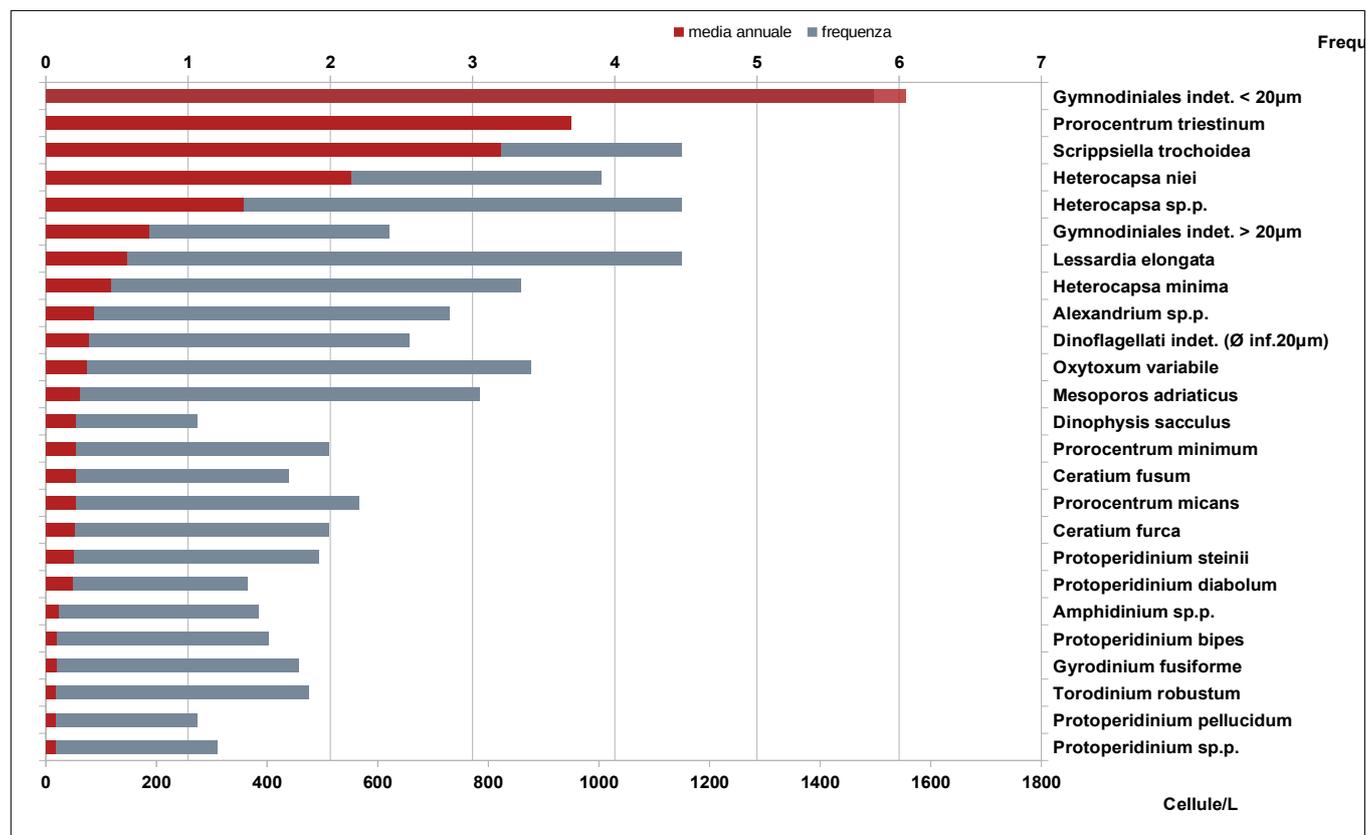
introdotti al di fuori della loro area naturale di distribuzione, includendo ogni parte, gameti o frammenti, in grado di sopravvivere e riprodursi. Le NIS entrano nel Mar Mediterraneo, o per introduzione volontaria da parte dell'uomo (importazione di specie per acquacoltura o per acquariofilia, importazione di esche vive), o involontaria (traffico marittimo, organismi associati a specie importate per acquacoltura), o per immigrazione attraverso il Canale di Suez. Per quanto riguarda le specie che penetrano nel Mediterraneo per immigrazione naturale dallo stretto di Gibilterra in risposta a cambiamenti ambientali, queste non vengono considerate aliene ma specie in espansione del loro areale naturale, in base al Reg.EU 1143/2014.

La *Pseudo-nitzschia multistriata* è una microalga potenzialmente tossica per la produzione di tossine ASP (*Amnesic Shellfish Poisoning*) ed è facilmente riconoscibile per la tipica forma sinusoidale. Questa diatomea è stata rinvenuta in diversi corpi idrici toscani, ma i valori di concentrazione maggiori sono stati rilevati nella zona settentrionale (tabella 5.1).

Tabella 5.1 - *Pseudo-nitzschia multistriata* (H.Takano) H.Takano 1995: ritrovamenti anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Campagna	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i> (cell/l)
Costa Versilia	Marina di Carrara	Gennaio/febbraio	78
		novembre/dicembre	16798
Costa del Serchio	Nettuno	maggio/giugno	155
		Settembre/ottobre	1234
		Novembre /dicembre	10807
Costa Pisana	Fiume Morto	maggio/giugno	230
		Settembre/ottobre	195
		Novembre /dicembre	1759
Costa Livornese	Antignano	maggio/giugno	77
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	maggio/giugno	158
		Settembre/ottobre	79
Costa Follonica	Carbonifera	Novembre /dicembre	38
Costa Burano	Ansedonia	Gennaio/febbraio	493

Figura 5.6 - Frequenze e abbondanze dei taxa dominanti (Dinoflagellati) 2020

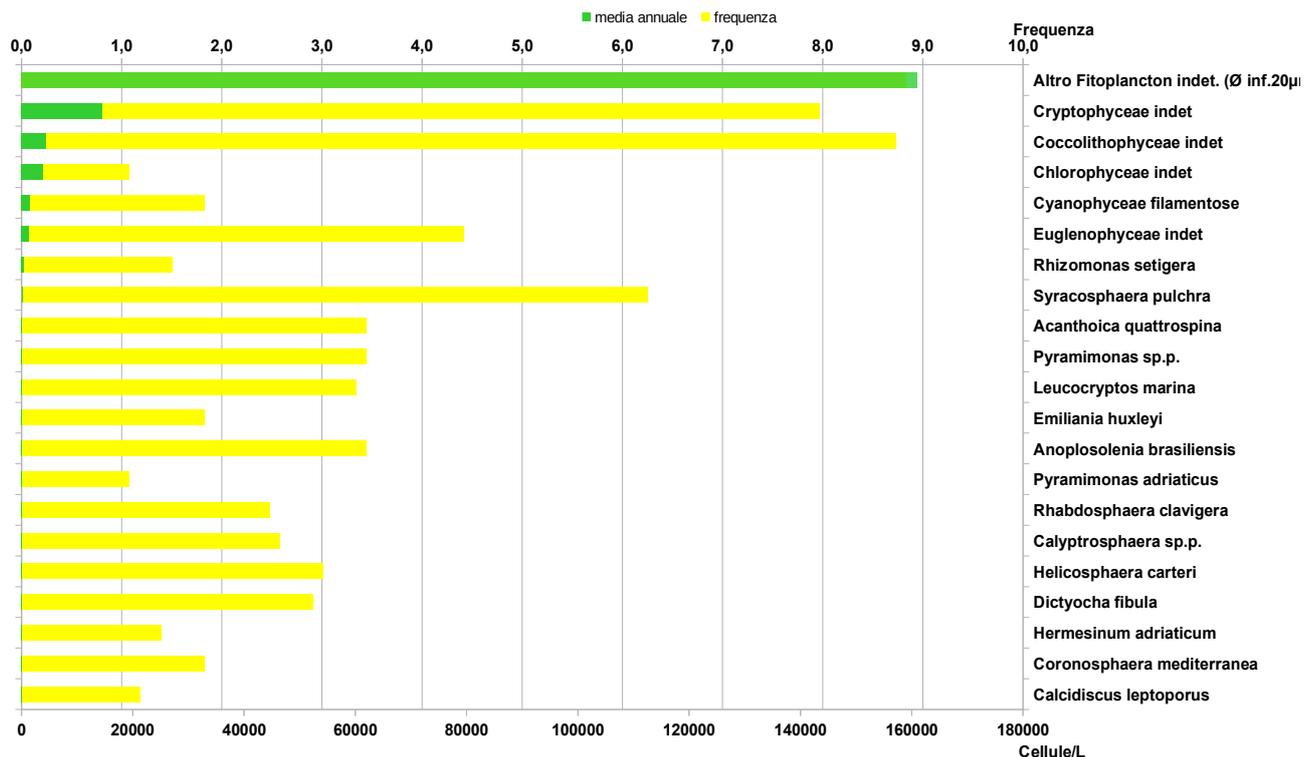


I **dinoflagellati** rappresentano solo 1% dell'intero popolamento fitoplanctonico costiero toscano e sono in tutti corpi idrici particolarmente abbondanti da maggio ad agosto. La concentrazione massima di dinoflagellati è stata rilevata in Costa Pisana a maggio ( $3,2 \times 10^4$  cell/L) dovuta alla presenza di *Scrippsiella trochoidea*. Gymnodiniales con dimensioni inferiori a  $20\mu\text{m}$ , *Scrippsiella trochoidea*, il genere *Heterocapsa* (*H.niei*, e *H. sp.p.*) e *Lessardia elongata* risultano essere i *taxa* più frequenti (figura 5.6).

L'"**altro fitoplancton**" rappresenta il 52% dell'intero popolamento fitoplanctonico ed è costituito prevalentemente da fitoplancton indeterminato con dimensioni inferiori a  $20\mu\text{m}$ . Il valore massimo è stato rilevato in Costa Ombrone  $2,0 \times 10^6$  cell/L, dovuto alla presenza di fitoplancton indeterminato, *Plagioselmis* sp. e *Cyanophyceae* sia filamentose sia forme coccoidi.

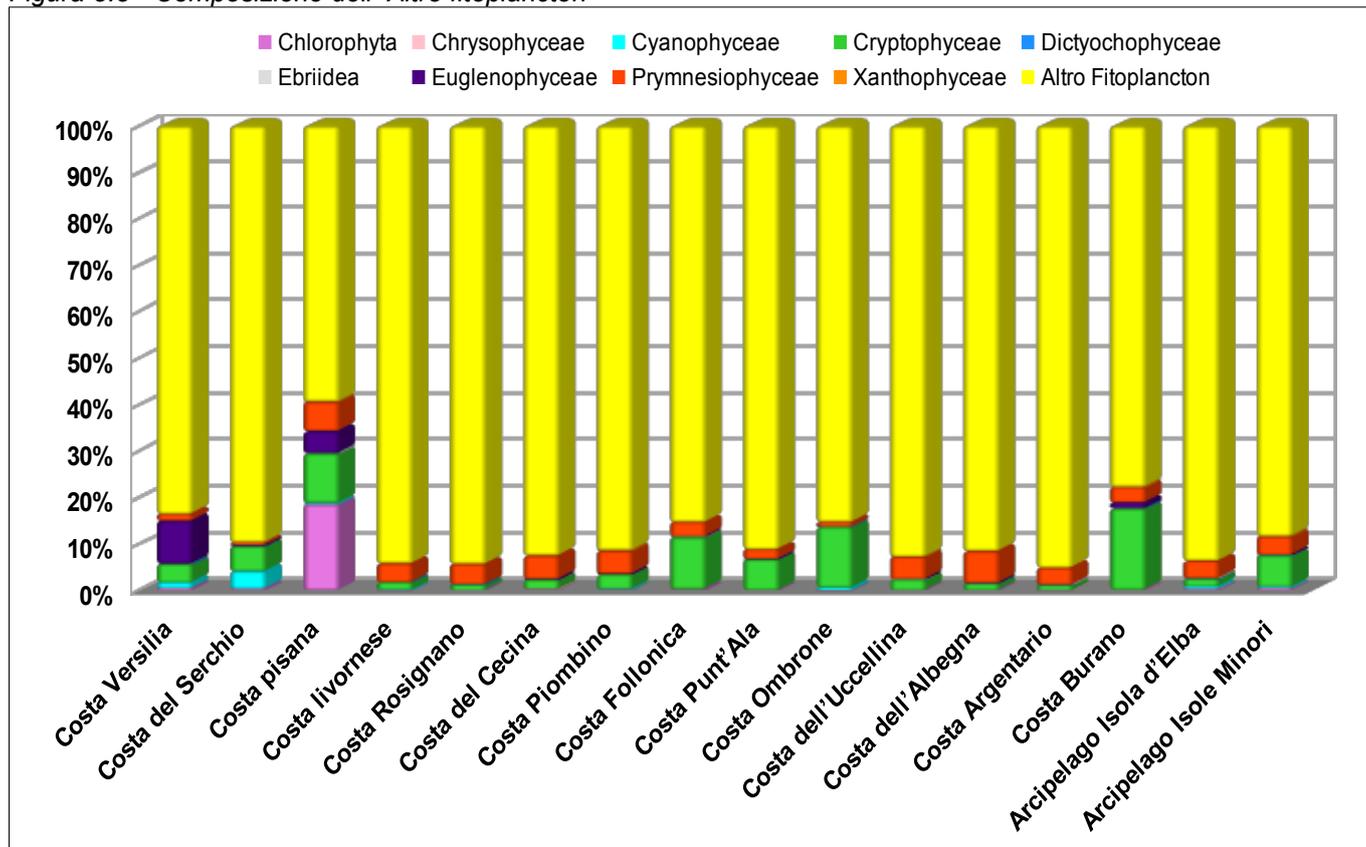
I *taxa* maggiormente rappresentati sono riportati in figura 5.7.

Figura 5.7 - Frequenze e abbondanze dei taxa dominanti ("Altro Fitoplancton") 2020



La componente principale di questo variegato gruppo è costituita da flagellati e forme coccoidi con dimensioni inferiori a 20µm (figura 5.8) che ne rappresentano, almeno per il 2020, una percentuale superiore al 78% in tutte le stazioni. Unica eccezione è costituita da Costa pisana in cui il 19% è costituito da Chlorophyceae appartenenti ai generi *Ankistrodesmus*, *Monoraphidium* e alle specie *Scenedesmus quadricauda*, e *Crucigenia quadrata*, oltre che al *taxon* Chlorophyceae indet. Le Cryptophyceae sono rappresentate dal genere *Plagioselmis* e rappresentano l'11%; il 5% è costituito invece da organismi appartenenti alle Euglenophyceae, mentre il restante 6% da Coccolithophyceae (Coccolithophyceae indet, *Calyptosphaera sp.*, *Syracosphaera pulchra*); il restante 58% è, ovviamente, costituito da "Altro fitoplancton indeterminato".

Figura 5.8 - Composizione dell'“Altro fitoplancton”



La **biomassa fitoplanctonica** totale è espressa come  $\text{mg/m}^3$  di clorofilla *a*, come indicato dal DM 260/10 Sezione C paragrafo C.2.2.1.

La quantità di clorofilla *a* presente nella colonna d'acqua fornisce indicazioni sullo stato trofico essendo in stretta relazione con la quantità di organismi autotrofi presenti all'interno del corpo idrico monitorato. Essendoci una stretta correlazione tra clorofilla *a* e produzione primaria è stato scelto di utilizzare questo pigmento al fine di valutare la biomassa fitoplanctonica.

Lo stato di qualità di ogni stazione, relativo ad un anno di riferimento, è dato dal 90°percentile, applicato dopo aver normalizzato i singoli dati tramite Log-trasformazione. Se più di una stazione compone un corpo idrico, lo stato di qualità di quest'ultimo sarà dato dalla media dei dati delle stazioni che lo compongono.

I dati così elaborati (Tabella 5.2), mostrano che per il 2020 tutte le stazioni monitorate e i relativi corpi idrici si trovavano in stato ecologico **ELEVATO** eccetto Nettuno (Costa del Serchio) e Fiume Morto (Costa Pisana) che invece risultano essere in uno stato ecologico **BUONO**.

Tabella 5.2 - EQB relativi all'indice di biomassa fitoplanctonica (clorofilla a) e relativa classe di qualità ecologica. - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Per stazione		Per corpo idrico		Stato
		Chl a (mg/m <sup>3</sup> )	RQE	Chl a (mg/m <sup>3</sup> )	RQE	
Costa Versilia	Marina di Carrara	0,7	1,00	0,7	1,00	<b>E</b>
Costa del Serchio	Nettuno	1,3	0,71	1,3	0,71	<b>B</b>
Costa Pisana	Fiume Morto	1,1	0,79	1,1	0,79	<b>B</b>
Costa Livornese	Antignano	0,4	1,00	0,4	1,00	<b>E</b>
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	0,4	1,00	0,4	1,00	<b>E</b>
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	0,2	1,00	0,2	1,00	<b>E</b>
Costa Piombino	Salivoli	0,3	1,00	0,3	1,00	<b>E</b>
Costa Follonica	Carbonifera	0,5	1,00	0,5	1,00	<b>E</b>
Costa Punta Ala	Foce Bruna	0,3	1,00	0,3	1,00	<b>E</b>
Costa Ombrone	Foce Ombrone	0,6	1,00	0,6	1,00	<b>E</b>
Costa Uccellina	Cala di Forno	0,2	1,00	0,2	1,00	<b>E</b>
Costa Albegna	Foce Albegna	0,2	1,00	0,2	1,00	<b>E</b>
Costa dell'Argentario	Porto S.Stefano	0,3	1,00	0,3	1,00	<b>E</b>
Costa Burano	Ansedonia	0,3	1,00	0,3	1,00	<b>E</b>
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	0,2	1,00	0,20	1,00	<b>E</b>
	Elba Sud	0,2	1,00			
Arcipelago Isole Minori	Giglio	0,2	1,00	0,10	1,00	<b>E</b>
	Capraia	0,0	1,00			
	Montecristo	0,0	1,00			

### 5.1.2 *Macroinvertebrati bentonici*

Per macroinvertebrati di fondo mobile si intendono tutti gli organismi di dimensioni superiori a 0,5mm presenti sui fondali marini costituiti da sedimenti di natura prevalentemente fangosa, sabbiosa, tali da essere campionati con l'utilizzo di strumenti come la benna. Lo studio quali-quantitativo delle specie che compongono questi popolamenti, costituiti da organismi con cicli vitali sufficientemente lunghi e che vivono a stretto contatto con il fondo, forniscono informazioni utili riguardo lo stato di salute dell'ecosistema marino.

L'attività è suddivisa in due fasi operative, una sul campo e una in laboratorio.

La fase di campionamento prevede il prelievo di 3 repliche e successiva vagliatura, mediante l'impiego di setacci certificati, per eliminare il sedimento e raccogliere gli organismi. I campioni poi vengono fissati con etanolo al 90%.

La fase di laboratorio consiste in primo smistamento (*sorting*) degli organismi: mediante utilizzo di stereomicroscopio gli organismi vengono separati nei principali *taxa* animali e raccolti in differenti contenitori. In seguito si procede con l'identificazione a livello di specie al più basso livello tassonomico possibile (LPT *Lowest Possible Taxon*). I dati così raccolti sono elaborati mediante l'utilizzo del software AZTI's Marine Biotic Index per il calcolo degli indici AMBI (Borja et al., 2000) e M-AMBI (Muxika et al., 2007), l'Indice Biotico Marino AZTI Multivariato.

L'AMBI è un indice che suddivide le varie specie in 5 gruppi ecologici in funzione dei diversi livelli di sensibilità agli effetti dell'inquinamento:

- GI: specie sensibili
- GII: specie sensibili/tolleranti
- GIII: specie tolleranti
- GIV: specie opportuniste (secondo ordine)
- GV: specie opportuniste (primo ordine)

Il valore dell'indice AMBI va da 0 (comunità bentoniche non soggette ad alcun tipo di disturbo) a 6 (comunità fortemente alterate e sottoposte a un disturbo estremo). L'indice M-AMBI è un indice multivariato che integra l'indice AMBI con la ricchezza specifica (S) e la diversità di specie data dall'Indice di Shannon-Wiener (H), venendo così elaborato con un approccio quali-quantitativo.

Nel 2020, come da programma, sono state campionate 5 stazioni per i macroinvertebrati bentonici, prelevando per ciascuna 3 repliche tramite la benna Van Veen (volume di 18 litri e superficie di presa di circa 0,1 m<sup>2</sup>). Oltre alle analisi della componente biotica vengono effettuate analisi granulometriche e del carbonio organico totale (TOC) i cui dati sono riportati in tabella 5.3.

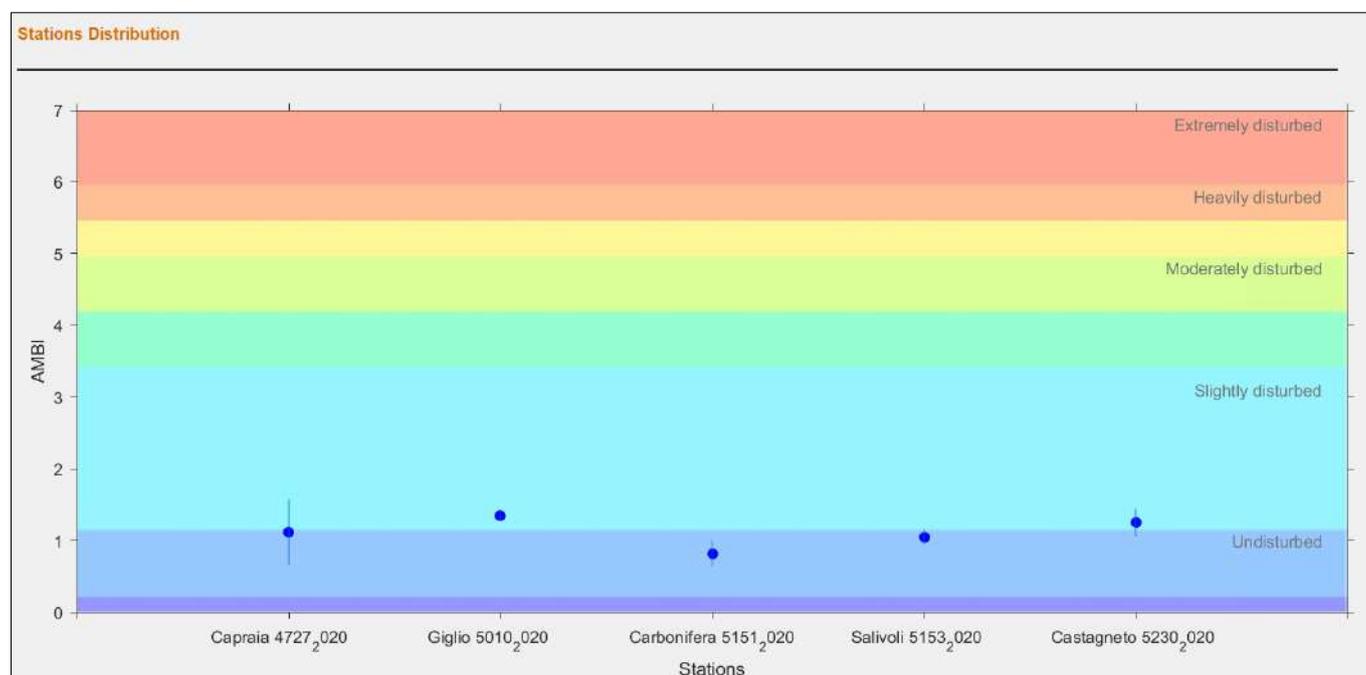
Tabella 5.3 - Frazioni granulometriche e carbonio organico totale (TOC)

Corpo idrico	Stazione	Frazione Granulometrica			TOC %
		Ghiaia > 2 mm - %	Sabbia Tra 2 e 0,063 mm - %	Peliti < 0,063 mm - %	
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	0,4	92,8	6,8	< 1
Costa Piombino	Salivoli	0,4	95,8	3,8	< 1
Costa Follonica	Carbonifera	0,8	94,9	4,3	< 1
Arcipelago Isole Minori	Giglio	0,4	97,9	1,7	< 1
	Capraia	0,6	93,9	5,5	< 1

Le stazioni sono state elaborate tramite il calcolo dell'indice M-AMBI, ottenuto utilizzando il programma AMBI 6.0 (AZTI Marine Biotic Index) e sulla base di una lista specie aggiornata al dicembre 2020.

La distribuzione dell'indice AMBI (figura 5.7) nelle cinque stazioni monitorate nel 2020 indica che le stazioni del Giglio e di Castagneto sono leggermente alterate o sottoposte a un lieve disturbo.

Figura 5.9 - Distribuzione dell'Indice AMBI - Anno 2020



L'elaborazione dell'M-AMBI nelle 5 stazioni monitorate nel 2020 ha indicato in classe **BUONA** le stazioni di Marina di Castagneto e del Giglio, mentre risultano in classe **ELEVATA** Salivoli, Carbonifera e Capraia.

In generale tra il 2019 e 2020 i corpi idrici monitorati sono tutti in classe **ELEVATA** (per il corpo idrico Arcipelago Isole Minori è stato considerato il valore medio delle due stazioni Giglio e Capraia) tranne Costa del Cecina e Costa di Punt'Ala che risultano in classe di qualità **BUONA**.

Nella tabella 5.4 vengono pertanto indicati gli stati ecologici di ciascuna stazione monitorata nel periodo 2019- 2020: le stazioni monitorate nel 2020 sono riportate in grassetto.

Tabella 5.4 - Classe di qualità ecologica: corpi idrici e singole stazioni. - 2019 - 2020

Corpo idrico	Stazione	M-AMBI	Classe di Qualità
<b>Costa del Cecina (2020)</b>	<b>Marina di Castagneto</b>	0,80	<b>B</b>
<b>Costa Piombino (2020)</b>	<b>Salivoli</b>	0,99	<b>E</b>
<b>Costa Follonica (2020)</b>	<b>Carbonifera</b>	0,90	<b>E</b>
<i>Costa Punta Ala (2019)</i>	<i>Foce Bruna</i>	0,75	<b>B</b>
<i>Costa Ombrone (2019)</i>	<i>Foce Ombrone</i>	0,90	<b>E</b>
<i>Costa Uccellina (2019)</i>	<i>Cala di Forno</i>	0,87	<b>E</b>
<i>Costa Albegna (2019)</i>	<i>Foce Albegna</i>	0,85	<b>E</b>
<i>Costa dell'Argentario (2019)</i>	<i>Porto S.Stefano</i>	0,93	<b>E</b>
<i>Costa Burano (2019)</i>	<i>Ansedonia</i>	0,99	<b>E</b>
<b>Arcipelago Isole Minori (2020)</b>	<b>Giglio</b>	0,76	<b>E</b>
	<b>Capraia</b>	0,93	<b>(media 0,83)</b>

### 5.1.3 Macroalghe.

Le comunità superficiali macroalgali costituiscono una memoria spaziale e temporale di un'area: la loro struttura e composizione risponde alla natura, all'intensità e alla durata degli eventuali impatti. In particolare le specie appartenenti al genere *Cystoseira* sono molto sensibili alle variazioni e la loro presenza è associata ad una elevata qualità ecologica. Per questo motivo la presenza di popolamenti a *Cystoseira* (unica eccezione *Cystoseira compressa* considerata più tollerante) è generalmente associata a livelli di sensibilità o *Sensitivity Level*, (*SL*) **massimi** (Tabella 5.5).

Tabella 5.5 - Descrizione delle comunità e i rispettivi *Sensitivity Level* (*SL*) associati.

	Categoria	Descrizione	SL
	Trottoir (concrezioni a marciapiede)	Trottoir di <i>Lithophyllum byssoides</i> ( <i>L. trochanter</i> e <i>Dendropoma</i> <sup>1</sup> )	20
Con popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Cystoseira brachycarpa/crinita/elegnas</i>	Popolamenti a <i>C. brachycarpa/crinita/elegnas</i>	20
	<i>Cystoseira</i> in zone riparate	Popolamenti a <i>C. barbata/fonicolacea/humilis/spinosa</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 5	Cinture continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	20
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 4	Cinture quasi continue a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	19
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 3	Popolamenti abbondanti a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	15
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 2	Popolamenti scarsi a <i>C. amentacea/mediterranea</i>	12
	<i>Cystoseira compressa</i>	Popolamenti a <i>C. compressa</i>	12
	<i>Cystoseira amentacea/mediterranea</i> 1	Rare piante isolate di <i>C. amentacea/mediterranea</i> <sup>2</sup>	10
Senza popolamenti a <i>Cystoseira</i>	<i>Dictyotales/Stypocaulaceae</i>	Popolamenti a <i>Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Stypocaulon</i>	10
	<i>Corallina</i>	Popolamenti a <i>Corallina elongata</i>	8
	Corallinales incrostanti	Popolamenti a <i>Lithophyllum incrustans</i> , <i>Neogoniolithon brassica-florida</i> e altre Corallinales incrostanti	6
	Mitili	Popolamenti a <i>Mitilus galloprovincialis</i>	6
	<i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	Popolamenti a <i>Pterocladia/Ulva/Schizymenia</i>	6
	<i>Ulva/Cladophora</i>	Popolamenti a <i>Ulva</i> e/o <i>Cladophora</i>	3
	Cianobatteri/ <i>Derbesia</i>	Popolamenti dominati da Cianobatteria e/o <i>Derbesia tenuissima</i>	1
Fanerogame	<i>Posidonia – récif</i>	Praterie affioranti di <i>Posidonia oceanica (récif)</i>	20
	<i>Cymodocea nodosa</i>	Praterie superficiali di <i>Cymodocea nodosa</i>	20
	<i>Nanozostera noltii</i>	Praterie superficiali di <i>Nanozostera noltii</i>	20

<sup>1</sup> Formazioni organogene tipiche della Sicilia e di altre regioni dell'Italia meridionale

<sup>2</sup> In caso di presenza di rare piante isolate di *Cystoseira amentacea/mediterranea*, si annota anche la comunità dominante (valore di sensibilità risultante: valore medio)

Lo strumento base per una corretta applicazione del metodo CARLIT è il supporto cartografico, che può essere costituito da una fotografia aerea oppure da sistemi palmari muniti di GIS. Su un supporto cartografico si annotano le comunità caratteristiche delle scogliere superficiali rilevate e le situazioni geomorfologiche rilevanti o SGR, corrispondenti alle comunità osservate.

Tra il 9 e il 13 di luglio 2020 sono stati monitorati per questa matrice 2 Corpi Idrici Arcipelago Isola d'Elba e Costa Piombino, per un totale di 3 stazioni.

#### **Costa Piombino - Promontorio di Piombino. (2020).**

Il popolamento risulta composto da Dictyotales/Stypocaulaceae (65,81%) e per *Cystoseira compressa* (29,06%). In percentuale minore, 5,13%, è presente anche Corallina. Il valore dell'indice di qualità ecologica è 0,71, indicando una classe di qualità **BUONA**.

#### **Arcipelago Isola d'Elba - Elba Nord. (2020).**

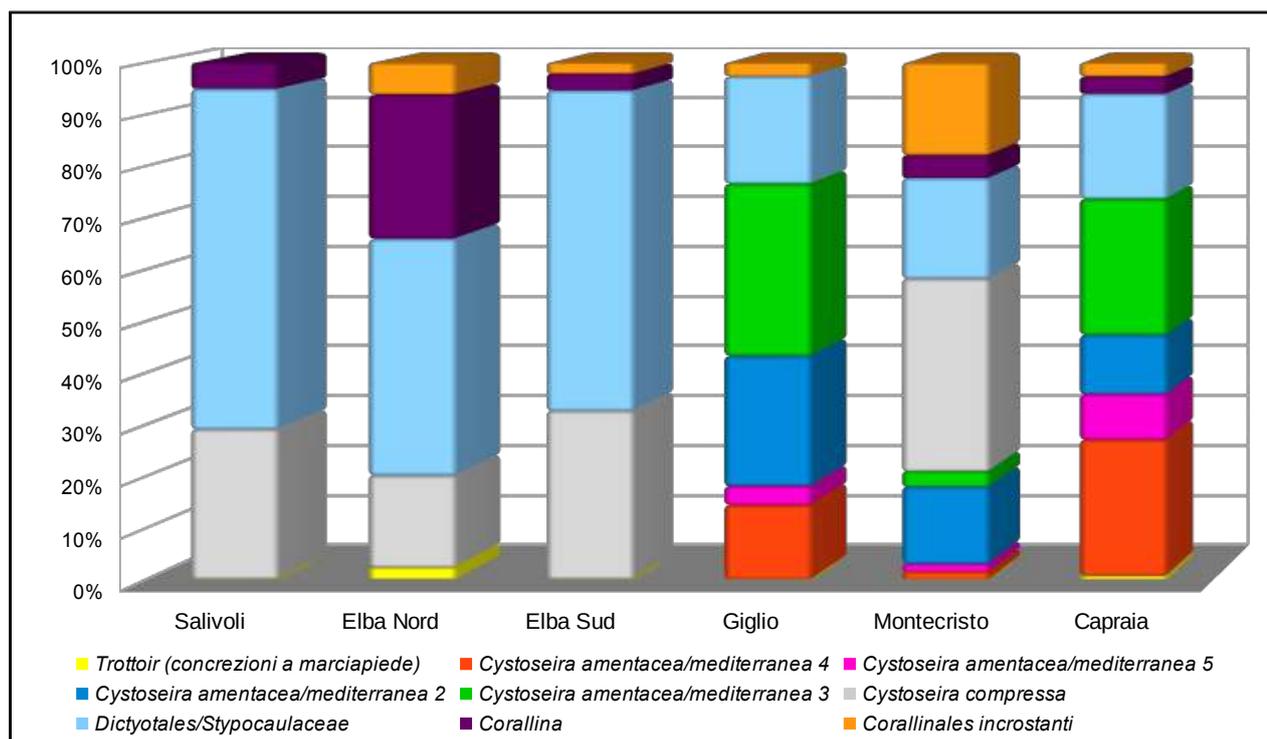
In questa stazione il popolamento ha come componenti principali il raggruppamento Dictyotales/Stypocaulaceae (45,73%), Corallina (27,91%) e *Cystoseira compressa* (17,83%). Presenti in percentuale minore le Corallinales incrostanti (6,20%) e le concrezioni a marciapiede o troitter (2,33%). L'indice di qualità ecologica è 0,71 e la classe di qualità è **BUONA**.

#### **Arcipelago Isola d'Elba - Elba Sud. (2020).**

Questa stazione presenta un popolamento a Dictyotales/Stypocaulaceae (61,91%) e a *Cystoseira compressa* (32,61%). Presenti in percentuale minore il popolamento a Corallina elongata (3,26%), le Corallinales incrostanti (2,17%). Il valore di RQE è pari a 0,68 indicando, quindi una classe di qualità **BUONA**.

La struttura delle tre comunità macroalgali monitorate nel 2020 è raffigurata in figura 5.10, insieme a quelle esaminate nel 2019.

Figura 5.10 - Struttura della comunità macroalgale in percentuale di riempimento - 2019-2020



In tabella 5.6 sono riassunti i dati RQE CARLIT per il 2020 (grassetto) e 2019 (corsivo): i Corpi idrici Costa Piombino e Arcipelago Isola d'Elba risultano in classe **BUONA**, mentre Arcipelago Isole Minori risultano essere in classe **ELEVATA**.

Tabella 5.6 - RQE relativi e stato ambientale relativo all'indice CARLIT. - 2019-2020

Corpo idrico	Stato 2019- 2020	Stazione	CARLIT (RQE)
<b>Costa Piombino (2020)</b>	<b>B</b>	<b>Promontorio Piombino</b>	<b>0,71</b>
<b>Arcipelago Isola d'Elba (2020)</b>	<b>B</b>	<b>Elba Nord</b>	<b>0,71</b>
		<b>Elba Sud</b>	<b>0,68</b>
<i>Arcipelago Isole Minori (2019)</i>	<b>E</b>	<i>Giglio</i>	<i>0,9</i>
		<i>Montecristo</i>	<i>1,14</i>
		<i>Capraia</i>	<i>1,01</i>

#### 5.1.4 *Angiosperme: praterie a Posidonia oceanica.*

Le praterie sommerse di *Posidonia oceanica* sono presenti dalla superficie marina fino a circa 30-40 metri, dove normalmente trova condizioni di illuminazione sufficiente a svolgere la fotosintesi. Le funzioni della prateria a posidonia sono molteplici e di fondamentale importanza per la vita dell'ambiente marino: con la sua produzione media di 14 litri di **ossigeno** al giorno per metro quadro può essere definita il "polmone verde" del Mediterraneo. È fondamentale per la **sopravvivenza** di numerose specie di pesci, molluschi, echinodermi, crostacei; è di importanza basilare per la **protezione delle coste** dall'erosione fungendo da barriera per attenuare la forza delle onde. Infine, ma non meno importanti, è una pianta notevolmente **sensibile all'inquinamento** chimico e organico, tanto da farla ritenere un buon indicatore biologico della qualità delle acque.

Il campionamento prevede l'indagine su due stazioni, una definita profonda, posta in corrispondenza del limite inferiore (considerata un'area fragile della prateria) ed una posta a circa 15 m di profondità, definita stazione intermedia. Per la stazione posta a 15 m il campionamento include la definizione di 3 aree (400 m<sup>2</sup> circa ciascuna, distanziate di 10 m tra loro), in ciascuna delle quali sono state effettuate:

- repliche di misure di densità e di prelievi di fasci ortotropi
- raccolta di un campione di sedimento per la valutazione della granulometria e del carbonio organico totale
- stime relative a ricoprimento di *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, presenza di matte morta, *Caulerpa racemosa* e *Caulerpa taxifolia* e *Cymodocea nodosa*
- misure opzionali: intensità della luce e della temperatura, densità sul limite inferiore
- prelievo (opzionale) di 6 fasci al limite inferiore per analisi di lepidocronologia

Inoltre, sono state effettuate stime relative a: substrato; copertura di *P. oceanica* e matte morta (espressa in percentuale, *sensu* Buia *et al.*, 2003); eventuale presenza di altre fanerogame e di alghe invasive. In corrispondenza del limite inferiore sono stati effettuati transetti orizzontali, allo scopo di rilevarne profondità e tipologia, *sensu* Pergent *et al.* (1995). I dati sono stati utilizzati per il calcolo dell'Indice di classificazione ecologica PREI (Posidonia oceanica Rapid Easy Index) (Gobert *et al.*, 2009) ai sensi del D.Lgs 152/06.

Come per il macrozoobenthos e le macrofite, la cadenza di questo campionamento è annuale con ritorno sulle stesse stazioni dopo tre anni.

Per la *Posidonia oceanica*, tra il 10 agosto e il 2 novembre 2020 sono stati monitorati 3 corpi idrici Costa Albegna, Costa Burano e Arcipelago Isole Minori, per un totale di 4 aree. I valori di alcuni parametri importanti per il calcolo dell'indice dell'indice PREI per il 2020 sono riportati in tabella 5.7.

Tabella 5.7 - Valori di alcuni parametri e dell'indice PREI. - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Parametri	Dati	PREI		
				RQE	Stato	
Costa dell'Albegna	Albegna	Densità (fascio/m <sup>2</sup> )	194,44	0,466	S	
		Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio)	114,5			
		Prof limite inf (m)	18,8			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	62,11			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	687,03			
		Tipo di limite (λ) (*)	0			
Costa Burano	Ansedonia	Densità (fascio/m <sup>2</sup> )	317,36	0,739	B	
		Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio)	288,01			
		Prof limite inf (m)	23			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	133,53			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	1209,70			
		Tipo di limite (λ) (*)	3			
Arcipelago isole Minori	Capraia	Densità (fascio/m <sup>2</sup> )	477,78	0,744	B	
		Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio)	153,97			
		Prof limite inf (m)	31,5			
		Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	117,66			
		Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	881,7			
		Tipo di limite (λ) (*)	0			
	Giglio	Giglio	Densità (fascio/m <sup>2</sup> )	337,5	0,682	B
			Superficie fogliare (cm <sup>2</sup> /fascio)	174,62		
			Prof limite inf (m)	31,6		
			Biomassa epifiti (E) (mg/fascio)	42,58		
			Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio)	877,82		
			Tipo di limite (λ) (*)	-3		
(*) -3= limite regressivo; 0=limite netto; 3=limite progressivo o erosivo						

### Costa dell'Albegna - Albegna. (2020)

La visibilità per questa stazione è scarsa a causa della sospensione del sedimento piuttosto fine (costituito per l'88% da peliti). La prateria infatti ha il suo limite inferiore non molto profondo, a circa 19 m; è discontinua, pura, impiantata su matte, con un ricoprimento del 62 % in corrispondenza della stazione intermedia a 15 m di profondità e leggermente più basso (52%) presso il limite inferiore. I ciuffi prelevati per l'analisi fenologica (in totale 126 foglie analizzate per questa stazione) hanno mostrato un numero medio di foglie per ciuffo pari a circa 4 (adulte e intermedie, per entrambe le stazioni, intermedia e limite inferiore); le foglie adulte hanno una lunghezza media di 44-48 cm circa (per la stazione intermedia e profonda rispettivamente), quelle intermedie di 9-26 cm e quelle giovanili di 1,6-1,8 cm. Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato pari a **0,466** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **SUFFICIENTE**.

**Costa Burano - Ansedonia. (2020)**

Anche per questa stazione la visibilità non è ottimale a causa della sospensione del sedimento piuttosto fine (costituito in egual misura da sabbia e peliti). La prateria è discontinua, pura, impiantata su matte e sabbia, con un ricoprimento dell'80% in corrispondenza della stazione intermedia a 15 m di profondità e più basso (50%) presso il limite inferiore, a circa 23 m di profondità. I ciuffi prelevati per l'analisi fenologica (in totale 172 foglie analizzate per questa stazione) hanno mostrato un numero medio di foglie per ciuffo pari a circa 6 (adulte e intermedie, per entrambe le stazioni, intermedia e limite inferiore); le foglie adulte hanno una lunghezza media di 72-58 cm circa (per la stazione intermedia e profonda rispettivamente), quelle intermedie di 16-28 cm e quelle giovanili di 2,1-2,6 cm. Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato pari a **0,739** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

**Arcipelago Isole Minori – Capraia. (2020)**

Per questa stazione la trasparenza dell'acqua è elevata e il limite inferiore della prateria infatti supera i 30 m di profondità. La prateria è continua, pura, impiantata su matte, con un ricoprimento del 92 % in corrispondenza della stazione intermedia a 15 m di profondità e del 77% presso il limite inferiore, a 31,5 m di profondità. I ciuffi prelevati per l'analisi fenologica (in totale 119 foglie analizzate per questa stazione) hanno mostrato un numero medio di foglie per ciuffo pari a circa 3 e 6 (adulte e intermedie, rispettivamente per le stazioni intermedia e limite inferiore); le foglie adulte hanno una lunghezza media di 60-54 cm circa (per la stazione intermedia e profonda rispettivamente), quelle intermedie di 19-15 cm e quelle giovanili di 1,7-2,2 cm. Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato pari a **0,744** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

**Arcipelago Isole Minori – Giglio. (2020)**

Anche all'Isola del Giglio la trasparenza dell'acqua è elevata e il limite inferiore della prateria infatti supera i 30 m di profondità. La prateria è continua, pura, impiantata su sabbia, con un ricoprimento del 90% in corrispondenza della stazione intermedia a 15 m di profondità e del 70% presso il limite inferiore, a 31,6 m di profondità. I ciuffi prelevati per l'analisi fenologica (in totale 168 foglie analizzate per questa stazione) hanno mostrato un numero medio di foglie per ciuffo pari a circa 6 e 5 (adulte e intermedie, rispettivamente per le stazioni intermedia e limite inferiore); le foglie adulte hanno una lunghezza media di 40-32 cm circa (per la stazione intermedia e profonda rispettivamente), quelle intermedie di 18-14 cm e quelle giovanili di 2,2-1,6 cm. Il valore dell'indice PREI in quest'area è risultato pari a **0,682** corrispondente ad una classe di qualità ecologica **BUONA**.

Oltre al prelievo di fasci di *Posidonia* per le successive analisi fenologiche e lepidocronologiche, sono state prelevate aliquote per i dati granulometrici e per il carbonio organico totale (TOC) e i dati di questi parametri sono riassunti in tabella 5.8.

Tabella 5.8 - Frazioni granulometriche e TOC nei siti di monitoraggio della Posidonia oceanica. - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Frazione granulometrica			TOC % s.s
		Ghiaia > 2 mm - %	Sabbia Tra 2 e 0,063 mm - %	Peliti < 0,063 mm - %	
Costa dell'Albegna	Albegna Limite inferiore	Non richiesta	Non richiesta	Non richiesta	2,8
	Albegna Stazione intermedia	6,3	5,7	88,0	4,3
Costa Burano	Ansedonia Limite inferiore	18,9	27,8	53,3	< 1
	Ansedonia Stazione intermedia	3,5	44,1	52,4	1,6
Arcipelago isole Minori	Capraia Limite inferiore	7,7	70,3	22,0	1,7
	Capraia Stazione intermedia	79,1	15,3	5,6	< 1
	Giglio Limite inferiore	Non richiesta	Non richiesta	Non richiesta	< 1
	Giglio Stazione intermedia	5,2	90,0	4,8	< 1

L'indice PREI per il 2020, indica che i corpi idrici Arcipelago Isole Minori e Costa Burano sono in stato di qualità **BUONO**. Il corpo idrico Costa dell'Albegna al momento presenta uno stato di qualità **SUFFICIENTE** legato soprattutto alla bassa profondità di espansione della prateria causata da una scarsa trasparenza delle acque in corrispondenza del sito di indagine.

Nella tabella 5.9 sono riportati i valori dell'Indice PREI e il relativo stato di qualità delle stazioni monitorate nei primi due anni del triennio 2019-2021: le stazioni 2020 sono riportate in grassetto.

Tabella 5.9 - Valori indice PREI stato di qualità ecologico. - 2019 - 2020.

Corpo idrico	Stazioni	PREI	Stato di Qualità
Costa dell'Albegna	<b>Albegna</b> (2020)	0,466	<b>S</b>
Costa dell'Argentario	<i>Porto S.Stefano</i> (2019)	0,791	<b>E</b>
Costa Burano	<b>Ansedonia</b> (2020)	0,739	<b>B</b>
Arcipelago Isola d'Elba	<i>Elba Nord</i> (2019)	0,684	<b>B</b> (valore medio 0,669)
	<i>Elba Sud</i> (2019)	0,654	
Arcipelago Isole Minori	<i>Montecristo</i> (2019)	0,924	<b>E</b> (valore medio 0,783)
	<b>Giglio</b> (2020)	0,682	
	<b>Capraia</b> (2020)	0,744	

### 5.1.5 Elementi di qualità fisico – chimica a sostegno e idromorfologici

Durante le campagne di monitoraggio vengono acquisiti i profili verticali con sonda multiparametrica di tutte le stazioni: i parametri indagati sono temperatura, salinità, ossigeno disciolto, pH e clorofilla *a*. L'acquisizione dei dati viene effettuata con un passo di un metro al secondo in modo da evidenziare stratificazioni termiche o saline o stadi di anossia o ipossia che possono verificarsi sul fondo.

Al fine della classificazione dello stato ecologico, gli elementi chimico fisico a sostegno che occorrono per il calcolo dell'Indice Trofico TRIX sono l'ossigeno disciolto, la clorofilla *a* e i nutrienti, mentre tutti gli altri parametri rilevati, come la trasparenza, la temperatura e la salinità, sono utili per l'interpretazione dei dati.

## Nutrienti

La presenza del fosforo in mare può essere dovuta ad attività di tipo antropico, come industrie conserviere, mangimifici, allevamenti di animali, e fenomeni naturali come il dilavamento dei suoli dei bacini naturali. Questo micronutriente viene ricercato in mare sotto due forme: il fosforo totale (P-tot) e fosforo ortofosfato (P-PO<sub>4</sub>). La presenza del fosforo totale è legata al particolato di natura organica sospeso lungo la colonna d'acqua che può essere di origine detritica o fitoplanctonica. L'**ortofosfato** è invece la componente assimilabile da parte del fitoplancton e viene utilizzato nel calcolo dell'indice trofico TRIX. In generale nelle acque toscane questi due elementi sono molto bassi, quasi sempre al di sotto del limite di quantificazione (P-tot = 0,4 µmol/l e P-PO<sub>4</sub> = 0,2 µmol/l).

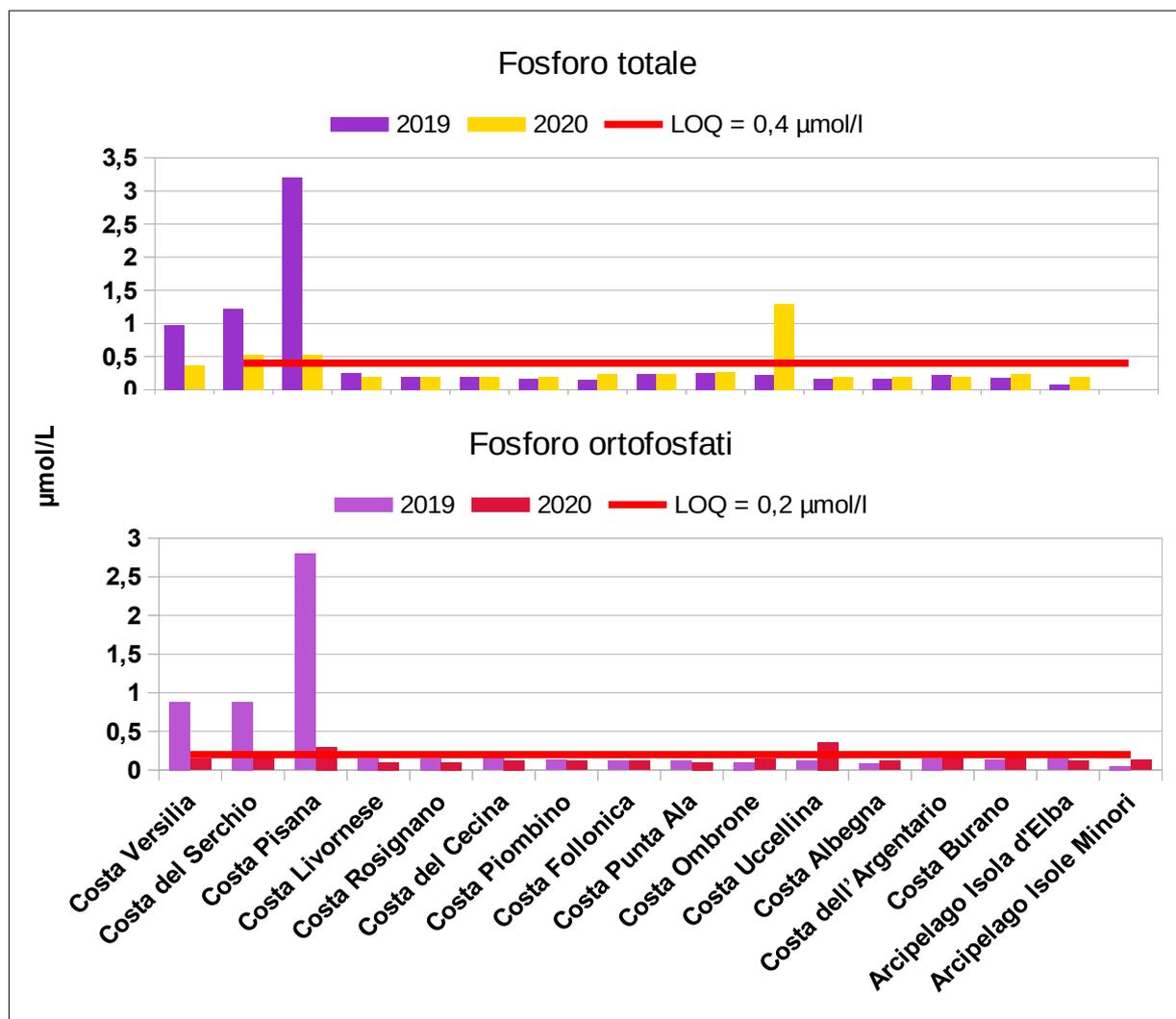
La tabella 5.10 riporta i valori medi per l'anno 2020 di fosforo totale e fosforo ortofosfato: la maggior parte dei valori per entrambi i parametri risulta essere inferiore al limite di quantificazione.

Tabella 5.10 - Concentrazioni medie di micronutrienti. - Anno 2020

Corpo idrico	Concentrazioni medie µmol/l		Corpo idrico	Concentrazioni medie µmol/l	
	P-tot	P-PO <sub>4</sub>		P-tot	P-PO <sub>4</sub>
Costa Versilia	0,4	< 0,2	Costa Punta Ala	< 0,4	< 0,2
Costa del Serchio	0,5	0,2	Costa Ombrone	< 0,4	< 0,2
Costa Pisana	0,5	0,3	Costa Uccellina	1,3	0,4
Costa Livornese	< 0,4	< 0,2	Costa Albegna	< 0,4	< 0,2
Costa Rosignano	< 0,4	< 0,2	Costa dell'Argentario	< 0,4	< 0,2
Costa del Cecina	< 0,4	< 0,2	Costa Burano	< 0,4	< 0,2
Costa Piombino	< 0,4	< 0,2	Arcipelago Isola d'Elba	< 0,4	< 0,2
Costa Follonica	< 0,4	< 0,2	Arcipelago Isole Minori	< 0,4	< 0,2

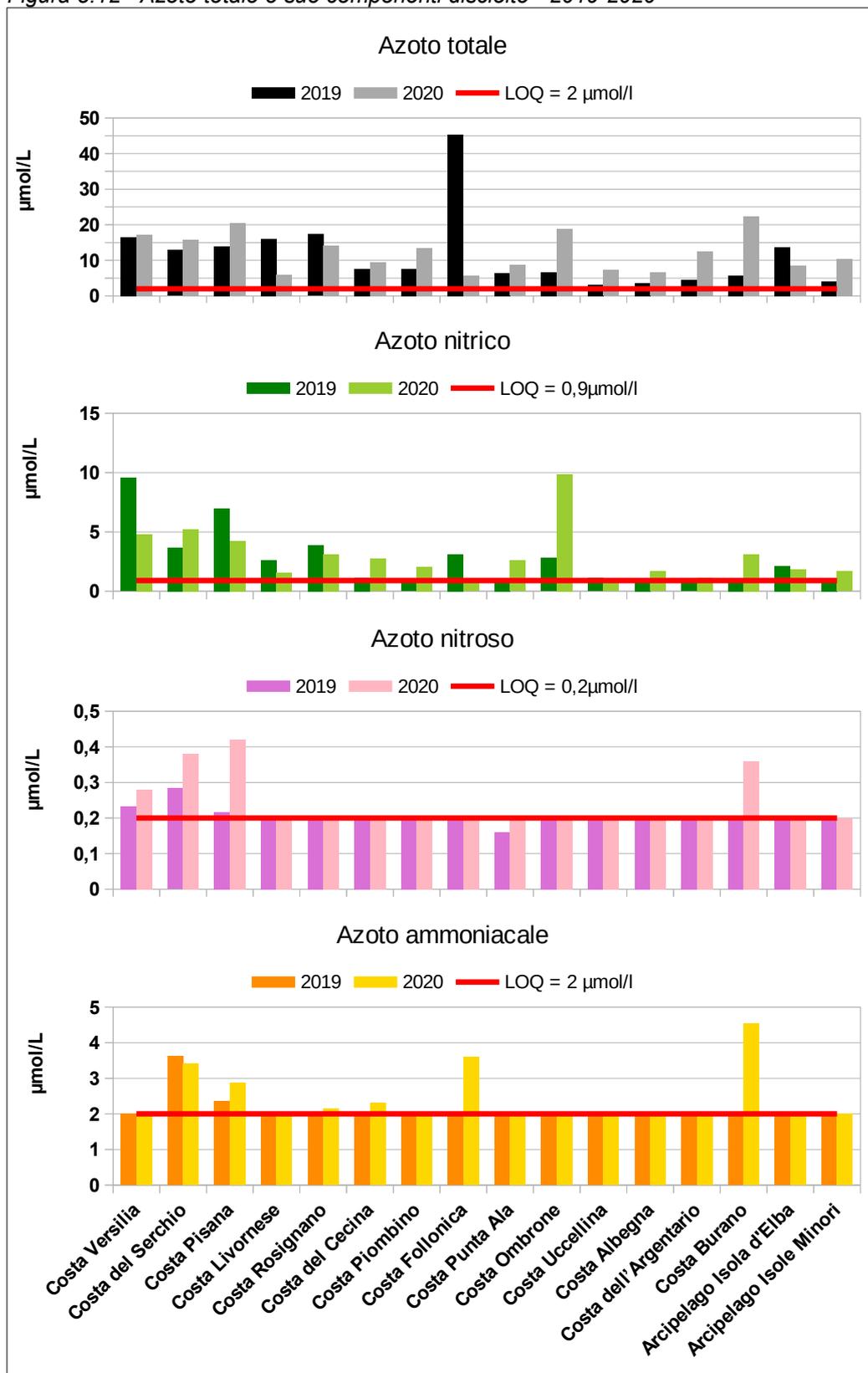
Il confronto tra dati 2019 e 2020 rivela una netta diminuzione in tutte le stazioni di questi due parametri lungo tutta la costa, fatta eccezione del corpo idrico Costa dell'Ombrone (figura 5.11).

Figura 5.11 - Concentrazioni medie di P-tot e P-PO4 nel 2019 e 2020



Le **componenti azotate** ricercate sono l'azoto totale (N-tot) e le sue forme disciolte azoto nitroso (N-NO<sub>2</sub>), nitrico (N-NO<sub>3</sub>) e ammoniacale (N-NH<sub>3</sub>): la somma di queste tre componenti solubili è chiamata DIN, *Dissolved Inorganic Nitrogen*, e viene utilizzata nel calcolo dell'indice trofico TRIX. Le sorgenti di azoto in ambiente marino sono individuate nell'agricoltura e nel comparto zootecnico, scarichi civili e industriali, oltre che dal dilavamento dei terreni determinato dalle precipitazioni atmosferiche.

Figura 5.12 - Azoto totale e sue componenti disciolte - 2019-2020



**Azoto totale.** Le concentrazioni medie maggiori sono registrate nei corpi idrici di Costa Ombrone (18,9  $\mu\text{mol/l}$ ) e Costa Burano (22,3 $\mu\text{mol/l}$ ) rispettivamente, 3 e 4 volte più alte rispetto a quelle rilevato nel 2019. Nel caso del corpo idrico Costa Follonica, invece, la concentrazione rilevata in questo anno di monitoraggio è notevolmente diminuita passando da 45,3 a 5,7 $\mu\text{mol/l}$ .

**Azoto nitroso.** Le concentrazioni medie tendenzialmente rispetto al 2019 decrescono, fatta eccezione per Costa del Serchio e Costa dell’Ombrone, dove triplicano, e Costa Burano.

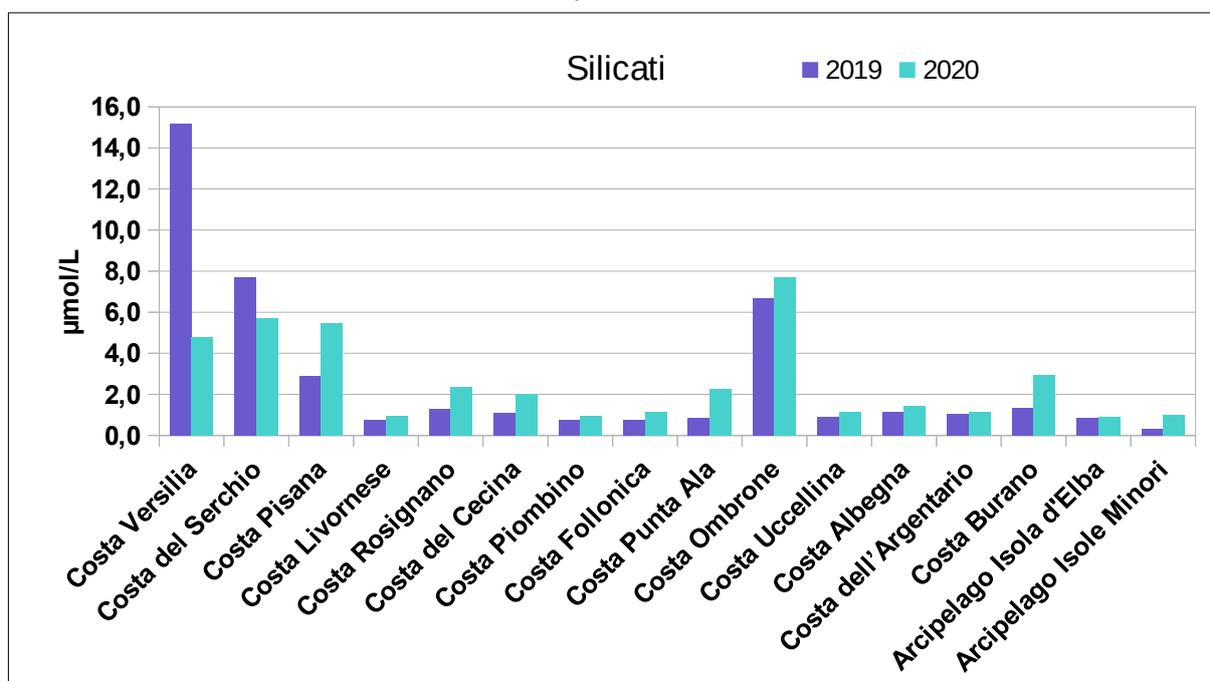
**Azoto nitroso.** La maggior parte delle concentrazioni sia per il 2019 sia per il 2020 sono al disotto del limite di quantificazione. Si registrano comunque valori di concentrazione più alti nella zona nord della Toscana (Costa Versilia, Costa del Serchio, Costa Pisana) e a sud Costa Burano.

**Azoto ammoniacale.** Come nel caso dell’azoto nitroso anche per questo nutriente le concentrazioni medie sono per lo più inferiori a limite di quantificazione. La stazione che presenta un aumento sostanziale nella concentrazione di azoto ammoniacale è Ansedonia (Costa Burano).

In generale le concentrazioni dei componenti azotati nel 2020 sono piuttosto basse e in linea con quanto già visto negli scorsi anni. I corpi idrici maggiormente influenzati dall’apporto di nutrienti sono quelli caratterizzati dalla presenza di fiumi, o in generale corsi d’acqua. Interessante risulta essere la situazione di Costa Burano che rispetto agli anni precedenti presenta un aumento di tutte le componenti azotate. Il punto di campionamento è situato a 500m dal canale di sbocco della Laguna di Orbetello.

**Silicati.** La presenza di silicati in mare, figura 5.13, è maggiore nei corpi idrici interessati da apporti fluviali. I valori medi della Costa dell’Ombrone sono i più alti con 7,7  $\mu\text{mol/l}$ , valore praticamente invariato (6,7  $\mu\text{mol/l}$ ) rispetto al 2019. Costa Versilia ha una notevole riduzione della concentrazione di silice passando da 15,2  $\mu\text{mol/l}$  del 2019 a 4,8  $\mu\text{mol/l}$  del 2020.

Figura 5.13 - Concentrazioni medie di silicati nei corpi idrici toscani. 2019-2020



## Indice Trofico TRIX

I valori dell'indice trofico indicano, in generale, per le regioni marine costiere della Toscana, una condizione di oligotrofia caratterizzata da alti tassi di ossigeno e basse concentrazioni di nutrienti, spesso pari al limite di quantificazione strumentale.

Dall'analisi dei dati si individua però una zona maggiormente caratterizzata da fenomeni di eutrofizzazione, o comunque soggetta a maggiori scostamenti di trofia: tali stazioni sono caratterizzate da valori medi di TRIX prossimi a 4, il valore indicato dalla normativa come limite tra classe Buono e Sufficiente, per il macrotipo 3, Bassa stabilità. Come si nota dalla tabella 5.11, i valori medi annuali dell'indice trofico TRIX superano il valore soglia nel corpo idrico Costa del Serchio (Nettuno), come già era avvenuto lo scorso anno, declassandone il giudizio di qualità ecologica, mentre in tutti gli altri casi il valore risulta sempre inferiore a 4.

Tabella 5.11 - Valori medi annuali dell'indice trofico TRIX

Corpo idrico	Stazioni	TRIX per stazioni	TRIX per corpo idrico
Costa Versilia	Marina di Carrara	3,6	3,6
Costa del Serchio	Nettuno	<b>4,4</b>	<b>4,4</b>
Costa Pisana	Fiume Morto	3,6	3,6
Costa Livornese	Antignano	2,8	2,8
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	2,8	2,8
Costa del Cecina	Marina di Castagneto	2,9	2,9
Costa Piombino	Salivoli	2,8	2,8
Costa Follonica	Carbonifera	3,0	3,0
Costa Punta Ala	Foce Bruna	2,5	2,5
Costa Ombrone	Foce Ombrone	3,8	3,8
Costa Uccellina	Cala di Forno	3,3	3,3
Costa Albegna	Foce Albegna	2,8	2,8
Costa dell'Argentario	Porto S.Stefano	2,4	2,4
Costa Burano	Ansedonia	2,5	2,5
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	2,9	2,9
	Elba Sud	2,8	
Arcipelago Isole Minori	Giglio	2,5	2,1
	Capraia	2,0	
	Montecristo	1,8	

### 5.1.6 Elementi chimici a sostegno: sostanze non appartenenti all'elenco di priorità

Nella colonna d'acqua sono state ricercate le sostanze non appartenenti all'elenco di priorità, riportate nella tabella 1/B del D.Lgs 172/15, delle quali si ipotizza la presenza in base agli studi di pressioni ambientali: per tutte le sostanze monitorate non si sono evidenziati superamenti dei valori dello standard di qualità ambientale. Nella tabella 5.12 sono stati riportate concentrazioni medie relative ai metalli arsenico e cromo totale.

Tabella 5.12 - Metalli non appartenenti all'elenco di priorità (tabella 1/B Dlgs 172/15). - Anno 2020

Corpo idrico	Stazioni	2020		
		Arsenico		Cromo
		SQA-MA: 5 µg/L		SQA-MA: 4 µg/L
Costa Versilia	Mar. di Carrara	2		2
Costa del Serchio	Nettuno	2		2
Costa Pisana	Fiume Morto	2		1
Costa Livornese	Antignano	2		1
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	2		1
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	2		2
Costa Piombino	Salivoli	2		1
Costa Follonica	Carbonifera	2		1
Costa Punta Ala	Foce Bruna	2		2
Costa Ombrone	Foce Ombrone	2		1
Costa Uccellina	Cala di Forno	2		2
Costa Albegna	Foce Albegna	2		1
Costa Argentario	Porto S. Stefano	2		< 1
Costa Burano	Ansedonia	2		2
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	2		2
	Elba Sud	2		2
Arcipelago Isole Minori	Giglio	2		< 1
	Montecristo	2		1,2
	Capraia	2		< 1

Il D.M.260/10, così come ribadito nel successivo al D.Lgs 172/15, indica che per ottenere uno stato Elevato, è necessario che la media della concentrazione delle sostanze di sintesi siano minori o uguali ai limiti di quantificazione, mentre le concentrazioni delle sostanze di origine naturale ricadano entro i livelli di valore di fondo naturali. Ai fini dell'elaborazione della media annuale, quando il valore analitico è risultato inferiore al limite di quantificazione della metodica analitica utilizzata, è stata usata la metà del valore del limite di quantificazione, così come indicato al punto 13 del paragrafo A.2.8 del D.M. 260/2010. Quando il 90% dei risultati analitici è al sotto del limite di quantificazione, non è stata fatta la media dei valori ma semplicemente è stato riportato il risultato come “minore del limite di quantificazione”, come indicato al punto 14 del del paragrafo A.2.8 del D.M. 260/2010.

I valori medi annuali dei metalli arsenico e cromo totale, così ottenuti, sono in tutte le stazioni inferiori agli standard di qualità indicati nella Tab. 1/B del D.Lgs 172/2015. (tabella 5.12). Essendo poi le sostanze di sintesi monitorate tutte al di sotto del limite di quantificazione, si ritiene di poter affermare che la classe relativa a questo gruppo di parametri sia da considerarsi **ELEVATA**.

## 5.2 Stato chimico

La progressiva riduzione dell'inquinamento causato dalle sostanze prioritarie e l'arresto o la graduale eliminazione di scarichi, emissioni e perdite di sostanze pericolose prioritarie stesse è uno degli obiettivi della Direttiva Quadro 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD).

Un corpo idrico è classificato in buono stato chimico se soddisfa, per le sostanze dell'elenco di priorità, tutti gli standard di qualità ambientale fissati nella tabella 1/A (o 2/A se la classificazione viene fatta sulla matrice sedimento).

Ai fini dell'elaborazione della media annuale, quando il valore analitico è risultato inferiore al limite di quantificazione della metodica analitica utilizzata, è stata usata la metà del valore del limite di quantificazione, così come indicato al punto 13 del paragrafo A.2.8 del D.M. 260/2010. Quando il 90% dei risultati analitici è al sotto del limite di quantificazione, non è stata fatta la media dei valori ma semplicemente è stato riportato il risultato come "minore del limite di quantificazione", come indicato al punto 14 del del paragrafo A.2.8 del DM 260/2010.

### 5.2.1 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: acqua

**Mercurio e metalli.** La concentrazione del mercurio nelle acque del litorale toscano presenta superamenti dello Standard di Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile (SQA-CMA = 0,07 µg/l) in una sola stazione nel 2020. Il corpo idrico che verrà classificato in stato chimico **NON BUONO** sarà pertanto Costa del Cecina (tabella 5.13): questo dato conferma quanto riscontrato nel precedente anno.

Tabella 5.13 - Concentrazioni di mercurio eccedenti rispetto al SQA-CMA e ai valori di fondo. - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Data di campionamento	Mercurio µg/L		
			Concentrazione	SQA-CMA D.Lgs. 172/2015	Valori di Fondo DGRT 264/2018
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	04/05/2020	0,08	0,07	0,04

Come indicato in tabella 5.14, non si evidenziano superamenti degli standard ambientali per nessuno degli altri metalli inclusi nella tabella 1/A del D.Lgs 172/15.

Tabella 5.14 - Concentrazioni medie di cadmio, nichel e piombo. - Anno 2020

Corpo idrico	Descrizione	Cadmio µg/L	Nichel µg/L	Piombo µg/l
		SQA-MA: 0,2 µg/l	SQA-MA: 8,6 µg/l	SQA-MA: 1,3 µg/l
Costa Versilia	Mar. di Carrara	< 0,05	2,5	0,6
Costa del Serchio	Nettuno	< 0,05	2,8	0,5
Costa Pisana	Fiume Morto	< 0,05	3,1	0,5
Costa Livornese	Antignano	< 0,05	2,8	< 0,4
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	0,1	3,6	1,1
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	< 0,05	3,1	0,7
Costa Piombino	Salivoli	< 0,05	3,1	< 0,4
Costa Follonica	Carbonifera	< 0,05	3,3	0,6
Costa Punt'Ala	Foce Bruna	< 0,05	2,2	0,4
Costa Ombrone	Foce Ombrone	< 0,05	2,6	0,8
Costa Uccellina	Cala di Forno	0,1	3,8	< 0,4
Costa Albegna	Foce Albegna	< 0,05	4,7	0,6
Costa Argentario	Porto S. Stefano	0,1	1,6	0,4
Costa Burano	Ansedonia	< 0,05	3,9	0,6
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord -Elba Sud	0,1	3,4	< 0,4
Arcipelago Isole Minori	Giglio- Montecristo- Capraia	< 0,05	1,9	0,7

### **TBT, Benzo benzo[a]pirene, di(2-etilesilftalato) e altre sostanze prioritarie.**

Il **TBT**, sostanza utilizzata nelle vernici antivegetative, non presenta in questo anno di monitoraggio superamenti della Standard di Qualità Ambientale - Concentrazione Massima Ammissibile (SQA-CMA = 0,0015 µg/l). Per quanto riguarda invece la concentrazione media annuale di questo composto, i dati indicano, tabella 5.15, che è stato rilevato un solo superamento dello standard di qualità ambientale medio annuo a Costa del Serchio.

Il **benzo[a]pirene o BaP**, un comune sottoprodotto della combustione incompleta dei combustibili fossili, della materia inorganica e del legname, non presenta superamenti dello standard ambientale.

Il **di(2-etilesilftalato) o DEHP** presenta superamenti dello standard di qualità in Costa dell'Albegna.

Tabella 5.15 - Concentrazioni medie di TBT, DEHP e BaP. - Anno 2020

Corpo idrico	TBT µg/L	DEHP µg/L	BaP µg/L
	SQA-MA: 0,0002 µg/l	SQA-MA: 1,3 µg/l	SQA-MA: 0,00017 µg/l
Costa Versilia	0,0001	0,4	0,00017
Costa del Serchio	<b>0,0004</b>	0,4	0,00006
Costa Pisana	0,0001	0,4	0,00006
Costa Livornese	0,0001	< 0,4	0,00005
Costa Rosignano	< 0,0001	< 0,4	0,00005
Costa del Cecina	< 0,0001	0,4	< 0,00005
Costa Piombino	< 0,0001	< 0,4	0,00011
Costa Follonica	< 0,0001	< 0,4	0,00005
Costa Punt'Ala	< 0,0001	0,5	0,00006
Costa Ombrone	< 0,0001	0,4	< 0,00005
Costa Uccellina	< 0,0001	0,4	< 0,00005
Costa Albegna	< 0,0001	<b>1,7</b>	< 0,00005
Costa Argentario	0,0001	< 0,4	< 0,00005
Costa Burano	0,0001	< 0,4	< 0,00005
Arcipelago Isola d'Elba	0,0001	0,6	0,00005
Arcipelago Isole Minori	< 0,0001	< 0,4	< 0,00005

In grassetto e rosso: valori che superano gli SQA ( D.Lgs 172/2015)

TBT : tributilstagno ; DEHP: di(2-etilesiftalato); BaP: benzo [a] pirene

Per quanto riguarda gli **idrocarburi policiclici aromatici** (IPA), il Benzo [ghi] perilene supera il valore del SQA-CMA (=  $8,2 \times 10^{-4} \mu\text{g/l}$ ) a Costa Piombino durante la V campagna (20 ottobre 2020) con una concentrazione di  $1,0 \times 10^{-3} \mu\text{g/l}$ .

Per il **difenileterobromato** (PBDE), il **nonilfenolo** e **ottilfenolo**, gli **organo alogenati**, e tutte le altre sostanze ricercate e riportate in tabella 3.2, le concentrazioni ottenute dalle analisi sono tutte ampiamente al di sotto degli standard di qualità ambientali indicati dalla normativa.

## 5.2.2 Sostanze chimiche appartenenti all'elenco di priorità: biota

A ottobre 2016, ISPRA in collaborazione con varie ARPA tra cui anche ARPA Toscana, in ottemperanza al D.Lgs 172/15, art 78 – undicies, comma g, ha pubblicato le linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie sul biota (ISPRA, Manuali e Linee Guida 143 2016<sup>2</sup>). Nel 2018, a seguito della proposta di ARPAT, la Regione Toscana ha approvato con il DGRT 264/2018 il nuovo piano di monitoraggio del biota.

Nell'anno 2020 sono stati campionati 9 stazioni corrispondenti ad altrettanti corpi idrici per la matrice molluschi bivalvi; per quanto riguarda i campioni di pesce ne sono stati campionati 15 sui 16 previsti poiché non è stato possibile reperire quello relativo al corpo idrico Costa Piombino. Pertanto per il 2020 sono stati prelevati in tutto 24 organismi per il monitoraggio del biota.

Nella presente relazione, si è proceduto ad applicare la normalizzazione di tutti i dati disponibili rispetto al livello trofico in funzione del contenuto lipidico e di peso secco dei diversi *taxa*, come riportato nelle linee guida. Infatti, per le sostanze che si accumulano soprattutto nella porzione lipidica degli organismi (difenileteri bromurati, esaclorobutadiene, esaclorobenzene, dicofol, fluorantene, benzo[a]pirene) le concentrazioni misurate nel biota, devono essere normalizzate rispetto ad un contenuto lipidico del 5% per i pesci e del 1% per i molluschi ed i crostacei. Mentre per le sostanze che non accumulano attraverso la ripartizione idrofobica nei lipidi come, per esempio, il mercurio e l'acido perfluorottansolfonico (PFOS), ma attraverso un altro meccanismo di accumulo, la normalizzazione lipidica deve essere sostituita dalla normalizzazione basata sul peso secco.

Il valore di peso secco predefinito per il pesce è pari al 26% mentre i molluschi ed i crostacei è rispettivamente di 8,3% e 24%. Nella tabella 5.16 sono riportati gli SQA<sub>biota</sub> corretti per il livello trofico in funzione del contenuto lipidico e di peso secco dei diversi *taxa* a cui fare riferimento per la classificazione dello stato chimico.

Il valori inferiori al LOQ non verranno normalizzati e verranno indicati nelle tabelle tra parentesi.

---

2 Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D. lgs 172/2015)- ISPRA, Manuali e Linee Guida 143 2016

**Tabella 5.17 - SQA biota corretti per il livello trofico in funzione del contenuto lipidico e di peso secco dei diversi taxa. (Fonte: ISPRA-Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D. Lgs 172/2015)).**

N	Sostanza	Matrice da monitorare secondo DLgs 172/2015	SQA <sub>biota</sub> (DLgs 172/2015)	TMF	SQA <sub>biota</sub> Corretti e normalizzati					Unità di misura
					SQA <sub>pesce</sub>	SQA <sub>pesce</sub>	SQA <sub>pesce</sub>	SQA <sub>mollusco</sub>	SQA <sub>crostaceo</sub>	
			[µg/kg peso umido]	TAXA LIVELLO TROFICO	PESCE 4	PESCE 3	PESCE 2	MOLLUSCO 2	CROSTACEO 2	
(5)	Difenileteri bromurati (PBDE)	Pesci	0,0085	1,8*	0,1	0,1	0,05	0,05	0,05	[µg/kg lipide]
(9 ter)	DDT	Pesci (<5% grassi)	50	N.A.	50	50	50	N.A.	N.A.	[µg/kg peso umido]
(9 ter)	DDT	Pesci (>5% grassi)	100	N.A.	100	100	100	N.A.	N.A.	[µg/kg peso umido]
(15)	Fluorantene	Crostacei e molluschi	30	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3000	3000	[µg/kg lipide]
(16)	Esaclorobenzene (HCB)	Pesci	10	2,7*	200	74	27	27	27	[µg/kg lipide]
(17)	Esaclorobutadiene (HCBd)	Pesci	55	N.D.	1100	1100	1100	1100	1100	[µg/kg lipide]
(21)	Mercurio e composti	Pesci	20	2,2**	77	35	16	16	16	[µg/kg peso secco]
(28)	Benzo[a]pirene	Crostacei e molluschi	5	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	500	500	[µg/kg lipide]
(34)	Dicofol	Pesci	33	N.D.	660	660	660	660	660	[µg/kg lipide]
(35)	perfluorotansolfonico e suoi sali (PFOS)	Pesci	9,1	2,1***	35	17	8	25	9	[µg/kg peso secco]
(37)	Diossine e composti diossina-simili	Pesci, crostacei e molluschi	0,0065 TEQ	N.A.	0,0065 TEQ	0,0065 TEQ	0,0065 TEQ	0,0065 TEQ	0,0065 TEQ	[µg/kg peso umido]
(43)	Esabromociclododecano (HBCDD)	Pesci	167	2,7*	3340	1231	454	454	454	[µg/kg lipide]
(44)	Eptacloro ed eptacloro epossido	Pesci	0,0067	N.D.	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	[µg/kg lipide]

N.A.: non applicabile ; N.D.: dati non disponibili

TMF calcolati \*su base lipidica; \*\*su peso secco; \*\*\*su peso fresco

## Molluschi

I campionamenti dei molluschi sono stati eseguiti in concomitanza con quelli previsti per le acque destinate alla vita dei molluschi (D.Lgs. 152/2006, all. 2, sezione C).

Gli organismi bioaccumulatori di riferimento per le acque marine costiere sono: *Donax trunculus* Linnaeus, 1758, per i corpi idrici Costa del Serchio e Costa Pisana, e *Mytilus galloprovincialis*, Lamark, 1819 per tutti gli altri.

Nel 2020 sono stati prelevati 9 campioni di bivalvi. Le analisi sono state condotte sull'intero tessuto molle dell'animale, in accordo con il regolamento sugli alimenti n.1881/2006/CE. Le analisi richieste per i molluschi sono il fluorantene (FA), benzo[a]pirene (BaP), le diossine e i composti diossina simili (PCDD+PCDF+PCB-DL).

Tabella 5.18 - Concentrazioni di diossine e i composti diossina simili, fluorantene e benzo[a]pirene nei molluschi bivalvi. - Anno 2020

Corpo idrico	Organismi	PCDD+PCDF+PCB-DL	FA		BaP	
		SQA-MA: 0,0065 µg/kg TEQ	SQA-MA: 30 µg/kg	SQA <sub>biota</sub> normalizzato: 3000 µg/kg lipide	SQA-MA: 5 µg/kg	SQA <sub>biota</sub> normalizzato: 500 µg/kg lipide
Costa del Serchio	<i>Donax trunculus</i>	0,0021	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Costa Pisana	<i>Donax trunculus</i>	0,0017	12	1200	2	200
Costa Livornese	<i>Mytilus galloprovincialis</i> *	0,0008	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Costa Rosignano	<i>Mytilus galloprovincialis</i> *	0,0007	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Costa Piombino	<i>Mytilus galloprovincialis</i> *	0,0009	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Costa Follonica	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,0009	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Costa Argentario	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,0009	< 9	(< 9)	< 1	< 1
Arcipelago Isola d'Elba	<i>Mytilus galloprovincialis</i> *	0,0002	< 9	(< 9)	1,3	130
Arcipelago Isole Minori	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,0005	< 9	(< 9)	< 1	< 1

\* Mitili sottoposti a stabulazione

Le concentrazioni di fluorantene e il benzo[a]pirene sono stati sulla base del contenuto lipidico del 1% poiché questo valore standard è stato utilizzato nella derivazione degli SQA<sub>biota</sub> riferito ai molluschi e crostacei.

Le concentrazioni rilevate (tabella 5.18) per il fluorantene e il benzo[a]pirene sono, in tutte le stazioni monitorate, minori del limite di quantificazione rispettivamente < 9 µg/kg e < 1 µg/kg: uniche eccezioni sono costituite dall'Arcipelago Isola d'Elba che presenta una concentrazione di BaP pari a 1,3 µg/kg (130 µg/kg lipide) e da Costa Pisana con 12 µg/kg (1200 µg/kg lipide) di fluorantene e 2 µg/kg (200 µg/kg lipide) di benzo[a]pirene, valori comunque inferiori allo standard di qualità ambientale previsto per questi composti nel biota.

Per il 2020 i dati forniti dal laboratorio indicano che la somma di PCDF+PCDD+PBC-DL, espressa come equivalenti di tossicità TEQ, è per tutte le stazioni monitorate al di sotto dello standard ambientale (il parametro non necessita di normalizzazione).

## Pesci

Le specie ittiche monitorate sono state scelte tra quelle più comuni lungo le coste toscane e sono di seguito elencate:

- **cefali**
  - *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758
  - *Chelon auratus* (Risso, 1810)
  - *Chelon ramada* (Risso, 1827)
  - *Chelon labrosus* (Risso, 1827)
- **serrani**
  - *Serranus scriba* (Linnaeus, 1758)

I pesci necessari per le analisi sono stati acquistati dai pescatori professionisti che operano nei corpi idrici prescelti, registrando le coordinate del luogo di pesca e sono stati mantenuti congelati fino al trasferimento nei laboratori per le analisi. Le analisi sono effettuate sul pesce intero, visto che questa è ritenuta l'opzione più semplice e conservativa anche se può portare a sovrastimare il rischio per la salute umana. Inoltre nel caso in cui sia possibile avere un campione rappresentativo della totalità del pesce, anche di dimensioni rilevanti, questa scelta permette di armonizzare il monitoraggio di specie diverse.

## Mercurio e PFOS.

Le concentrazioni di mercurio e PFOS sono state normalizzate e confrontate con i relativi  $SQA_{\text{biota}}$  normalizzati in relazione al livello trofico del pesce analizzato.

Gli esemplari ittici prelevati nei vari corpi idrici toscani mostrano alti livelli di concentrazione di mercurio, eccedenti lo standard ambientale. Solo Costa del Serchio risulta conforme per questo parametro (tabella 5.19). L'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**) presenta invece livelli molto bassi di accumulo.

Tabella 5.19 - Mercurio e PFOS: SQA<sub>biota</sub> corretti per il livello trofico in funzione del peso secco e valori normalizzati per la frazione di peso secco

Corpo idrico	Specie	Livello trofico	Hg	PFOS
			SQA <sub>biota</sub> normalizzato	
			Livello trofico 2: 16 µg/kg peso secco Livello trofico 3: 35 µg/kg peso secco Livello trofico 4: 77 µg/kg secco	Livello trofico 2: 8 µg/kg peso secco Livello trofico 3: 17 µg/kg peso secco Livello trofico 4: 35 µg/kg lipide
Costa Versilia	<i>Chelone ramada</i>	2	155	4
Costa del Serchio	<i>Mugil cephalus</i>	3	35	10
Costa Pisana	<i>Chelone ramada</i>	2	108	(< 1)
Costa Livornese	<i>Chelone auratus</i>	3	173	(< 1)
Costa Rosignano	<i>Chelone ramada</i>	2	215	(< 1)
Costa del Cecina	<i>Chelone ramada</i>	2	123	7
Costa Piombino	c.n.e			
Costa Follonica	<i>Serranus scriba</i>	4	1375	(< 1)
Costa Punta Ala	<i>Chelone labrosus</i>	3	224	(< 1)
Costa Ombrone	<i>Chelone ramada</i>	2	460	(< 1)
Costa Uccellina	<i>Chelone ramada</i>	2	204	5
Costa Albegna	<i>Chelone ramada</i>	2	179	5
Costa Argentario	<i>Chelone ramada</i>	2	127	(< 1)
Costa Burano	<i>Chelone ramada</i>	2	246	(< 1)
Arcipelago Isola d'Elba	<i>Chelone ramada</i>	2	169	4
Arcipelago Isole Minori	<i>Serranus scriba</i>	4	644	(< 1)

Legenda - c.n.e: campionamento non effettuato

## Dicofol, esaclorobutadiene e esaclorobene e PBDE

Le concentrazioni di questi parametri devono essere normalizzati sulla base del contenuto lipidico del 5% poiché questo valore standard è stato utilizzato nella derivazione degli SQA<sub>biota</sub> riferito ai pesci. Il dicofol e l'esaclorobutadiene risultano conformi in tutti i corpi idrici indagati, mentre l'esaclorobenzene (**HCB**) presenta superamenti dello standard ambientale in due corpi idrici, Costa Rosignano e Costa dell'Uccellina.

Attualmente i laboratori ARPAT non dispongono ancora delle risorse ottimali ai fini dell'implementazione dei metodi per la ricerca dei contaminanti previsti dal D.Lgs 172/15, quali esabromociclododecano (HBCDD), eptacloro e eptacloro epossido. Per il parametro difenileteri bromurati, lo SQA previsto sul biota è ancora difficilmente raggiungibile e necessita di un'ulteriore messa a punto, stante l'attuale dotazione strumentale che sta diventando obsoleta per alcune determinazioni. Tuttavia questo è un problema al momento non rilevante in quanto

nelle campagne di monitoraggio fin qui effettuate tutti i campioni di biota esaminati hanno mostrato concentrazioni di questi composti al di sopra dello SQA (tabella 5.20).

Tabella 5.20 - HCB e PBDE: SQA<sub>biota</sub> corretti per il livello trofico in funzione del contenuto lipidico e valori normalizzati per la frazione lipidica

Corpo idrico	Specie	Livello trofico	HCB	PBDE
			SQA <sub>biota</sub> normalizzato pesce per	
			Livello trofico 2: 27 µg/kg lipide Livello trofico 3: 74 µg/kg lipide Livello trofico 4: 200 µg/kg lipide	Livello trofico 2: 0,05 µg/kg lipide Livello trofico 3: 0,1 µg/kg lipide Livello trofico 4: 0,2 µg/kg lipide
Costa Versilia	<i>Chelon ramada</i>	2	14	128
Costa del Serchio	<i>Mugil cephalus</i>	3	17	52
Costa Pisana	<i>Chelon ramada</i>	2	9	104
Costa Livornese	<i>Chelon auratus</i>	3	15	1,0
Costa Rosignano	<i>Chelon ramada</i>	2	90	15
Costa del Cecina	<i>Chelon ramada</i>	2	(< 0,1)	3,00
Costa Piombino	c.n.e			
Costa Follonica	<i>Serranus scriba</i>	4	(< 0,1)	4,0
Costa Punta Ala	<i>Chelon labrosus</i>	3	(< 0,1)	58
Costa Ombrone	<i>Chelon ramada</i>	2	14	1,16
Costa Uccellina	<i>Chelon ramada</i>	2	34	300
Costa Albegna	<i>Chelon ramada</i>	2	40	360
Costa Argentario	<i>Chelon ramada</i>	2	11	168
Costa Burano	<i>Chelon ramada</i>	2	4	2,80
Arcipelago Isola d'Elba	<i>Chelon ramada</i>	2	19	0,13
Arcipelago Isole Minori	<i>Serranus scriba</i>	4	(< 0,1)	1,3

Legenda - c.n.e: campionamento non effettuato

### DDT e Diossine, furani e policlorobifenili diossina simili (PCDF+PCDD+PCB-DL).

Questi parametri non necessitano di una standardizzazione.

Per le concentrazioni di para-diclorodifeniltricloroetano o **DDT** non è stato riscontrato alcun superamento per il 2020.

Per quanto riguarda i **PCDF+PCDD+PCB-DL**, il D.lgs 172/2015 riporta come standard di qualità ambientale per il biota il valore di 6,5 ng/Kg e alla nota 12 alla tabella 1/A riporta la necessità di far riferimento al Regolamento (UE) n. 1259/2011, che modifica il regolamento (CE) n.

1881/2006 per quanto riguarda i tenori massimi per i PCB diossina simili e i PCB “non diossina simili” nei prodotti alimentari. Tale nota indica di utilizzare per le somme di questi composti il valore *upper bound*. Il limite di quantificazione di *upper bound* del metodo utilizzato da ARPAT (5,3 ng/Kg WHO-TEQ) risulta essere molto vicino al limite di legge (6,5 ng/Kg), e il fatto che i livelli massimi siano fissati come livelli *upper bound* non consente una valutazione accurata di un eventuale superamento del limite del parametro somma di PCDF+PCDD+PBC-DL, espressa come equivalenti di tossicità TEQ.

Tabella 5.21 - PCDD, PCDF, PCB-DL: SQA<sub>biota</sub> TEQ peso umido e relative concentrazioni. - Anno 2020

Corpo idrici	PCDD, PCDF, PCB-DL	DDT totale
	SQA <sub>biota</sub> 0,0065 TEQ µg/kg peso umido	SQA <sub>biota</sub> 50 µg/kg peso umido
Costa Versilia	0,0017	13
Costa del Serchio	0,0036	23
Costa Pisana	0,0011	11
Costa Livornese	0,0010	2
Costa Rosignano	0,0015	2
Costa del Cecina	0,0015	5
Costa Piombino	<i>c.n.e</i>	
Costa Follonica	0,0015	1
Costa Punta Ala	<b>0,0091</b>	8
Costa Ombrone	0,0015	3
Costa Uccellina	0,0039	29
Costa Albegna	0,0044	32
Costa Argentario	0,0031	12
Costa Burano	0,0013	2
Arcipelago Isola d'Elba	0,0027	1
Arcipelago Isole Minori	0,0010	1

Legenda - *c.n.e*: campionamento non effettuato

Dei 15 corpi idrici monitorati solo quello di Costa Punt'Ala supera gli standard di qualità ambientali per il parametro **diossine, furani e policlorobifenili diossina simili (PCDF+PCDD+PCB-DL)**, valore 0,0091 TEQ µg/kg. (tabella 5.21).

## 6. Sedimenti

Sono stati effettuati 19 prelievi di sedimenti tra il 4 settembre e 2 novembre 2020.

Tutti i prelievi sono stati eseguiti tramite Box Corer, con frequenza di campionamento annuale, come previsto dalla normativa.

I dati di granulometria sono riportati in tabella 6.1, mentre l'elaborazione dei dati ottenuta integrando la Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 264 del 20/3/2018, relativa ai valori di fondo naturali in acqua e sedimenti, con la il D.Lgs 172/15 è riportata nelle tabelle successive.

Tabella 6.1. Frazioni granulometriche sedimenti - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Frazione Granulometrica		
		Ghiaia > 2 mm - %	Sabbia Tra 2 e 0,063 mm - %	Peliti < 0,063 mm - %
Costa Versilia	Marina di Carrara	0,3	61,3	38,4
Costa del Serchio	Nettuno	1,1	1,3	97,6
Costa Pisana	Fiume Morto	0,2	1,8	98,0
Costa Livornese	Antignano	0,4	2,1	97,5
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	0,7	62,6	36,7
Costa del Cecina	Marina Castagneto	1,4	48,9	49,7
Costa Piombino	Marina di Salivoli	0,6	31,4	68,0
Costa Follonica	Carbonifera	0,1	7,8	92,1
Costa Punta Ala	Foce Bruna	0,2	6,1	93,7
Costa Ombrone	Foce Ombrone	0,9	1,8	97,3
Costa Uccellina	Cala di Forno	1,6	8,6	89,8
Costa Albegna	Foce Albegna	0,4	1,9	97,7
Costa Argentario	Porto S. Stefano	0,2	0,9	98,9
Costa Burano	Ansedonia	2,0	32,0	66,0
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	1,3	27,8	70,9
	Elba Sud	1,3	11,7	87,0
Arcipelago Isole Minori	Giglio	1,3	72,9	25,8
	Montecristo	33,1	54,1	12,8
	Capraia	2,2	46,5	51,3

I corpi idrici di Costa Livornese e Costa di Rosignano, interessate dalla contaminazione determinata dallo scarico dello stabilimento Solvay in passato, presentano valori di **mercurio** superiori allo standard ambientale indicato dal D.Lgs 172/15 e dal DRT. 264/18.

Il **cadmio** non supera mai lo standard di qualità ambientale, mentre il **piombo** risulta essere inferiore allo standard di qualità ambientale secondo il D.Lgs 172/15 e/o la DRT 264/18 lungo tutta la costa toscana ad eccezione di costa Piombino dove la concentrazione, 43 mg/kg s.s. è risultata essere superiore al valore di fondo indicato dal DRT 264/18. I dati di concentrazione dei metalli nelle singole stazioni monitorate sono riportate in tabella 6.2

Tabella 6.2 - Mercurio, cadmio e piombo nei sedimenti seconda la Tab.2/A del D.Lgs 172/15 - Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Mercurio mg/kg s.s.	Cadmio mg/kg s.s.	Piombo mg/kg s.s.	DRT. 264/18 Valori di fondo		
					Mercurio	Cadmio	Piombo
Costa Versilia	Marina di Carrara	0,02	< 0,1	9,7	0,5	< SQA	< SQA
Costa del Serchio	Nettuno	0,07	< 0,1	18	0,5	1,2	< SQA
Costa Pisana	Fiume Morto	0,06	< 0,1	17	0,5	0,6	< SQA
Costa Livornese	Antignano	<b>0,94</b>	0,2	30	0,5	< SQA	38
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	<b>0,55</b>	0,2	18	0,5	0,6	< SQA
Costa del Cecina	Marina Castagneto	0,07	0,1	13	0,5	0,6	< SQA
Costa Piombino	Marina di Salivoli	0,35	0,1	<b>43</b>	0,5	1,2	38
Costa Follonica	Carbonifera	<b>0,43*</b>	0,1	26	1,4	0,6	38
Costa Punta Ala	Foce Bruna	0,24	0,1	22	1,4	0,6	< SQA
Costa Ombrone	Foce Ombrone	0,1	0,1	14	1,4	0,6	< SQA
Costa Uccellina	Cala di Forno	0,3	0,2	21	1,4	0,6	< SQA
Costa Albegna	Foce Albegna	<b>0,45*</b>	0,2	20	1,4	0,6	< SQA
Costa Argentario	Porto S. Stefano	<b>0,94*</b>	0,2	29	1,4	0,6	38
Costa Burano	Ansedonia	<b>0,87*</b>	< 0,2	22	1,4	0,6	38
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	0,17	0,1	33	0,5	0,6	38
	Elba Sud	0,20	<b>0,4*</b>	<b>75*</b>	0,5	1,2	75
Arcipelago Isole Minori	Giglio	0,09	< 0,1	16	ND	ND	ND
	Montecristo	0,04	< 0,1	13	0,5	0,6	< SQA
	Capraia	0,05	< 0,1	12	0,5	0,6	< SQA
SQA – MA		<b>0,30</b>	<b>0,30</b>	<b>30</b>			
Margine di tolleranza del 20%		<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>36</b>			

In grassetto e rosso valori che superano gli SQA e i valori di fondo ove presenti, tenendo conto del "margine di tolleranza del 20%"

\* : valori che superano gli SQA (D.Lgs 172/2015), ma inferiori ai Valori di Fondo.

ND: non disponibile.

La concentrazione di TBT supera lo standard di qualità ambientale solo nella stazione di Elba Nord (8,5mg/kg s.s.). Tutte le altre sostanze ricercate in base alla tabella 2/A del D.Lgs. 172/2015 (**antracene, naftalene, aldrin dieldrin,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -esaclorocicloesano, DDT, DDE, DDD**) sono risultate inferiori allo standard ambientale indicato dalla normativa e per lo più i valori trovati sono al di sotto del limite strumentale.

Sono state inoltre ricercate le sostanze riportate in tabella 3/A del D.Lgs. 172/2015, quali **IPA** (vari composti), **PCB-DL, PCDD, PCDF** e esaclorobenzene (**HCB**). La sommatoria T.E. dei PCDD PCDF PCB-DL e gli IPA risulta essere inferiore allo standard ambientale.

**L'esaclorobenzene**, invece, come si può vedere dalla tabella 6.3, supera lo standard di qualità ambientale nel corpo idrico Costa Livornese e costa Rosignano confermando la tendenza dello scorso anno.

Tabella 6.3 - HCB nei sedimenti seconda la Tab.3/A del D.Lgs 172/15 – Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Esaclorobenzene (HCB) mg/kg s.s.
Costa Versilia	Marina di Carrara	< 0,10
Costa del Serchio	Nettuno	< 0,10
Costa Pisana	Fiume Morto	< 0,10
Costa Livornese	Antignano	<b>1,10</b>
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	<b>0,60</b>
Costa del Cecina	Marina Castagneto	< 0,10
Costa Piombino	Marina di Salivoli	0,10
Costa Follonica	Carbonifera	0,10
Costa Punta Ala	Foce Bruna	0,20
Costa Ombrone	Foce Ombrone	< 0,10
Costa Uccellina	Cala di Forno	< 0,10
Costa Albegna	Foce Albegna	0,30
Costa Argentario	Porto S. Stefano	0,20
Costa Burano	Ansedonia	0,10
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	0,10
	Elba Sud	< 0,10
Arcipelago Isole Minori	Giglio	< 0,10
	Montecristo	< 0,10
	Capraia	< 0,10
SQA – MA		<b>0,40</b>
Margine di tolleranza del 20%		<b>0,48</b>

In grassetto e in rosso valori che superano gli SQA, tenendo conto del "margine di tolleranza del 20%"

Infine, il D.Lgs 172/2015 propone un'ultima tabella, indicata come 3/B contenente gli standard di qualità ambientale di altre sostanze, diverse da quelle contenute nelle tabelle precedenti specificando che questi possono essere utilizzati al fine di acquisire ulteriori elementi conoscitivi. Le sostanze contenute nella tabella 3/B del D.Lgs 172/15 sono: arsenico, cromo totale, cromo VI e PBC totali.

L'arsenico nei sedimenti risulta superare sia il lo Standard Ambientale/Valori di Fondo nel corpo idrico Arcipelago Isola d'Elba (in entrambe le stazioni) e Costa di Rosignano.

Il cromo totale invece presenta valori di concentrazioni in tutte le stazioni al di sotto dello standard di qualità ambientale o comunque al di sotto della concentrazione dei valori di fondo indicata nel DRT. 264/18. Cromo VI e PCB totali non superano il valore dello standard di qualità ambientale in nessuno dei sedimenti monitorati.

Tabella 6.4 - Arsenico e cromo nei sedimenti secondo la Tab.3/B del D.Lgs 172/15 – Anno 2020

Corpo idrico	Stazione	Arsenico mg/kg s.s.	Cromo totale mg/kg s.s.	DRT. 264/18 Valori di fondo	
				Arsenico	Cromo totale
Costa Versilia	Marina di Carrara	10	51	34	91
Costa del Serchio	Nettuno	8,9	<b>67*</b>	34	91
Costa Pisana	Fiume Morto	8,6	59	< SQA	91
Costa Livornese	Antignano	<b>19*</b>	<b>90*</b>	34	138
Costa Rosignano	Rosignano Lillatro	<b>35</b>	<b>119*</b>	34	138
Costa del Cecina	Marina Castagneto	<b>21*</b>	<b>145*</b>	34	189
Costa Piombino	Marina di Salivoli	<b>73*</b>	<b>122*</b>	142	138
Costa Follonica	Carbonifera	<b>28*</b>	<b>79*</b>	34	91
Costa Punta Ala	Foce Bruna	<b>22*</b>	<b>76*</b>	34	91
Costa Ombrone	Foce Ombrone	8,6	<b>73*</b>	34	91
Costa Uccellina	Cala di Forno	<b>22*</b>	<b>83*</b>	34	91
Costa Albegna	Foce Albegna	<b>21*</b>	<b>78*</b>	34	91
Costa Argentario	Porto S. Stefano	<b>28*</b>	<b>87*</b>	34	91
Costa Burano	Ansedonia	<b>33*</b>	37	34	91
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord	<b>36</b>	<b>64*</b>	34	138
	Elba Sud	<b>215</b>	<b>128*</b>	142	138
Arcipelago Isole Minori	Giglio	16	19	ND	ND
	Montecristo	<b>16*</b>	12	34	53
	Capraia	8,4	24	< SQA	53
SQA – MA		<b>12</b>	<b>50</b>		
Margine di tolleranza del 20%		<b>14,4</b>	<b>60</b>		

In grassetto e rosso i valori che superano gli SQA e i valori di fondo ove presenti, tenendo conto del "margine di tolleranza del 20%"

\* : valori che superano gli SQA (D.Lgs 172/2015), ma inferiori ai Valori di Fondo.

ND: non disponibile.

## 7. Conclusioni

A causa del lockdown, imposto dalla pandemia causata dal coronavirus SARS-CoV-2, nei primi mesi dell'anno non è stato possibile effettuare tutti i campionamenti previsti: sono stati monitorati 78 punti di campionamento pari al 99% di quelli previsti e effettuati 146 campionamenti pari al 87%. Il numero dei campionamenti è comunque sufficiente per effettuare un'adeguata classificazione dei corpi idrici toscani a livello sia ecologico sia chimico.

Classificare lo stato ecologico e chimico dei corpi idrici marino costieri, sulla base del D.Lgs 172/15, permette di ottenere un quadro rappresentativo a livello di distretto idrografico, nazionale e comunitario. Il confronto tra lo stato chimico e lo stato ecologico di un dato corpo idrico porta alla determinazione del suo stato di qualità ambientale, espressione complessiva della qualità di un corpo idrico superficiale. Lo stato di qualità ambientale "buono" corrisponde all'obiettivo di qualità da raggiungere ai sensi del D.Lgs 152/06. Per raggiungere tale stato i corpi idrici devono risultare in stato "buono" sia sotto il profilo ecologico che chimico.

### 7.1 Stato ecologico: dati preliminari del II anno del triennio 2019-2021

**Biomassa fitoplanctonica** – Tutti i corpi idrici, per questo indice di qualità, sono classificati in stato ecologico **ELEVATO**, tranne costa del Serchio e Costa Pisana che sono in stato **BUONO**.

**Macrozoobenthos** – Dei 4 corpi idrici monitorati per l'anno 2020, il calcolo dell'indice M-AMBI indica che 3 risultano classificati in classe **ELEVATA**: Costa Piombino (Salivoli), Costa Follonica (Carbonifera), e Arcipelago Isole Minori (Isola del Giglio e Isola di Capraia). Il corpo idrico di Costa del Cecina (Marina di Castagneto) risulta in classe ecologica **BUONA**.

**Macrofite** – Nel 2020 sono stati monitorati i Corpi idrici Arcipelago Isola d'Elba, costituito da 2 stazioni: Elba Nord e Elba Sud, e Costa Piombino. Il calcolo dell'Indice CARLIT indica che entrambi i corpi idrici sono in classe ecologica **BUONA**.

**Angiosperme** – L'indice PREI per il 2020, indica che i corpi idrici Arcipelago Isole Minori e Costa Burano sono in stato di qualità **BUONO**. Il corpo idrico Costa dell'Albegna presenta uno stato di qualità **SUFFICIENTE** legato soprattutto alla bassa profondità di espansione della prateria, causata da una scarsa trasparenza delle acque in corrispondenza del sito di indagine.

**Indice trofico TRIX** - I valori dell'indice trofico indicano, per le acque marino costiere della Toscana, una condizione di oligotrofia caratterizzata da alti tassi di ossigeno e basse concentrazioni di nutrienti, spesso pari al limite di quantificazione strumentale. I valori medi

annuali dell'indice trofico TRIX sono risultati inferiori al valore soglia in tutti i corpi idrici tranne che quello di Costa del Serchio: il valore medio di TRIX è risultato essere pari 4,4 con conseguente declassamento del corpo idrico da buono a **SUFFICIENTE**.

**Inquinanti chimici non prioritari** – I valori medi annuali dei metalli arsenico e cromo totale sono in tutte le stazioni inferiori agli standard di qualità indicati nella tab. 1/B del DM 260/2010 e ss.mm.ii.. Tutte le altre sostanze ricercate in base alla normativa risultano inferiori al limite di quantificazione. Sulla base degli inquinanti chimici non prioritari, le stazioni risultano pertanto tutte in classe ecologica **ELEVATA**.

Tutti i dati che hanno contribuito a determinare il giudizio di stato di qualità ecologica per l'anno 2020 dei 16 corpi idrici toscani, integrati con i dati del 2019 per gli elementi di natura biologica con cadenza triennale, sono riassunti nella tabella 7.1.

Tabella 7.1 - Classificazione preliminare dello stato ecologico delle acque marine costiere toscane anno 2020

Corpo Idrico	Biomassa fitoplanctonica	M-AMBI	CARLIT	PREI	TRIX	Elementi chimici a sostegno	Giudizio stato di qualità ecologica
Costa Versilia		§	*	*	3,6		
Costa del Serchio		§	*	*	4,4		
Costa Pisana		§	*	*	3,6		
Costa Livornese		§	§	§	2,8		
Costa di Rosignano		§	*	§	2,8		
Costa del Cecina			*	*	2,9		
Costa Piombino				§	2,8		
Costa Follonica			*	§	3,0		
Costa Punt'Ala			*	*	2,5		
Costa Ombrone			*	*	3,8		
Costa dell'Uccellina			§	*	3,3		
Costa Albegna			*		2,8		
Costa dell'Argentario			§		2,4		
Costa Burano			§		2,5		
Arcipelago Isola d'Elba		§			2,9		
Arcipelago Isole Minori			#		2,1		

<b>Legenda:</b>	§ Campioni previsti nel III anno del triennio; * Campionamenti non previsti in questa stazione					
<b>STATO ECOLOGICO</b>	<b>ELEVATO</b>		<b>BUONO</b>		<b>SUFFICIENTE</b>	
	<b>SCARSO</b>		<b>CATTIVO</b>			

Pertanto, componendo le informazioni provenienti dai vari indici risulta che:

**il 12,5% dei corpi idrici toscani hanno un giudizio di qualità ambientale SUFFICIENTE, il 37,5% BUONO e, infine, il 50% risulta ELEVATO.**

## 7.2 Stato chimico: dati preliminari del II anno del triennio 2019-2021

Il D.Lgs 172/2015 ha previsto che, “**ai fini della classificazione delle acque superficiali, il monitoraggio chimico**” venga eseguito “**nella colonna d'acqua e nel biota**”, introducendo (art. 78) “standard di qualità ambientale” (SQA) obbligatori anche per questa seconda matrice (biota). I dati dei sedimenti qui riportati sono da considerarsi solo a livello conoscitivo. La tabella 7.2 riassume lo stato chimico delle acque marino costiere della Toscana per l'anno 2020.

**Acqua** – Il **mercurio** non risponde ai requisiti richiesti dal D.Lgs. 172/2015 e dal DGRT 264/2018 in Costa del Cecina, mentre le concentrazioni **benzo[ghi]pirilene e il DEHP**, superano l'SQA-MA rispettivamente in Costa Piombino e Costa dell'Albegna. Per quanto riguarda i **TBT** si conferma la tendenza, vista già nello scorso anno alla diminuzione di questo inquinante lungo le coste toscane: non sono stati rilevati superamenti del SQA – CMA, mentre solo Costa del Serchio risulta non conforme per il superamento dello standard di qualità ambientale concentrazione media annuale. Tutte le altre sostanze dell'elenco di priorità risultano inferiori allo standard ambientale e per lo più le loro concentrazioni sono al di sotto del limite di quantificazione.

**Biota** – Le analisi condotte sugli organismi di *Mytilus galloprovincialis* indicano che le concentrazioni rilevate per il **fluorantene**, il **benzo[a]pirene** e per le **diossine, furani e policlorobifenili diossina simili** sono, in tutte le stazioni monitorate, minori del limite di quantificazione o dello standard di qualità ambientale. Le analisi per determinare la presenza del **mercurio** nei pesci hanno indicato una situazione di bioaccumulo di questo metallo lungo tutta la costa, con superamenti dello standard ambientale in tutti i corpi idrici tranne Costa del Serchio. In base alle linee guida il valore ottenuto è stato normalizzato in base al peso secco e confrontate con SQA normalizzato sulla base anche del livello trofico del pesce campionato. Anche per l'acido perfluorottansolfonico (**PFOS**) lo standard ambientale normalizzato delle linee guida è espresso come µg/kg peso secco, pertanto i dati sono stati normalizzati e confrontati con i relativi SQA<sub>biota</sub> normalizzati in relazione al livello trofico del pesce analizzato: per questo parametro tutti i corpi idrici risultano conformi. Le concentrazioni di **dicofol, esaclorobutadiene e esaclorobenzene e PBDE** sono state normalizzate sulla base del contenuto lipidico del 5% poiché questo valore standard è stato utilizzato nella derivazione degli SQA<sub>biota</sub> riferito ai pesci. Il dicofol e l'esaclorobutadiene risultano conformi in tutti i corpi idrici indagati, mentre l'esaclorobenzene (HCB), presenta superamenti dello standard ambientale nei corpi idrici di Costa Rosignano e Costa dell'Uccellina. Il valori di PBDE risultano essere superiori allo standard di qualità ambientale in tutti i corpi idrici toscani. Il DDT e la somma di diossine, furani e policlorobifenili diossina simili (PCDF+PCDD+PCB-DL) non necessitano di una standardizzazione. Per il **DDT** non sono stati riscontrati superamenti dello standard di qualità ambientale, mentre per **PCDF+PCDD+PCB-DL** solo un corpo idrico, Costa di Punt'Ala, presenta una concentrazione maggiore del SQA<sub>biota</sub>.

Integrando i risultati ottenuti dal monitoraggio delle acque superficiali e del biota **il 100% dei corpi idrici monitorati della Toscana risultano essere in uno stato chimico NON BUONO.**

Tabella 7.2 - Classificazione dello stato chimico delle acque marine costiere toscane. - Anno 2020

Corpo Idrico	Descrizione	STATO CHIMICO 2020		
		Sostanza eccedente in acqua	Sostanza eccedente nel biota	Classificazione Acqua e Biota
Costa Versilia	Marina di Carrara		Hg, PBDE	
Costa del Serchio	Nettuno	TBT	PBDE	
Costa Pisana	Fiume Morto		Hg, PBDE	
Costa Livornese	Antignano		Hg, PBDE	
Costa di Rosignano	Rosignano Lillatro		Hg, HCB, PBDE	
Costa del Cecina	Mar. Castagneto	Hg	Hg, PBDE	
Costa Piombino	Salivoli	Benzo [ghi] perilene	Non campionato	
Costa Follonica	Carbonifera		Hg, PBDE	
Costa Punt'Ala	Foce Bruna		Hg, PCDF+PCDD+PBC-DL, PBDE	
Costa Ombrone	Foce Ombrone		Hg, PBDE	
Costa dell'Uccelina	Cala di Forno		Hg, HCB, PBDE	
Costa Albegna	Foce Albegna	DEHP	Hg, PBDE	
Costa dell'Argentario	Porto S. Stefano		Hg, PBDE	
Costa Burano	Ansedonia		Hg, PBDE	
Arcipelago Isola d'Elba	Elba Nord		Hg, PBDE	
	Elba Sud			
Arcipelago Isole Minori	Giglio		Hg, PBDE	
	Montecristo			
	Capraia			

STATO CHIMICO	Non Buono	
	Buono	

Pur non essendo stata considerata ai fini della classificazione dei corpi idrici, l'analisi dei sedimenti ha rivelato anomalie nella concentrazione di **mercurio**, nei corpi idrici di Costa livornese e Costa di Rosignano e di **piombo** in costa Piombino. Le concentrazioni di **esaclorobenzene** superano gli standard di qualità ambientale in Costa livornese e Costa di Rosignano, mentre quelle di **arsenico** in Costa Rosignano e in Arcipelago Isola d'Elba (in entrambe le stazioni). La concentrazione di TBT supera lo standard di qualità ambientale solo nella stazione di Elba Nord. Tutte le altre sostanze ricercate in base alla tabella 2/A (antracene, naftalene, aldrin dieldrin,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -esaclorocicloesano, DDT, DDE, DDD), alla tabella 3/A (IPA, vari composti e, diossine e composti diossina simili, PCDD PCDF PCB-DL) e alla tabella 3/B (cromo totale, cromo VI e PBC totali) del D.Lgs 172/2015 sono risultate inferiori allo standard ambientale indicato dalla normativa e per lo più i valori trovati sono al di sotto del limite strumentale.

## 8. Normativa di riferimento

- Decreto Legislativo 13 ottobre 2015 n. 172. “attuazione della direttiva 2013/39/UE, che modifica le direttive 2000/60/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica 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 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 e 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.”
- Delibera della Giunta Regionale Toscana n. 416 del 25 maggio 2009 “Tipizzazione dei corpi idrici superficiali della toscana. Attuazione delle disposizioni di cui allegato 3, punto 1, alla parte III del D. Lgs 152/2006, come modificato dal decreto ministeriale, 16 giugno 2008, n. 131.”
- Delibera della Giunta Regionale Toscana n.939 del 26 ottobre 2009. “Individuazione e caratterizzazione dei corpi idrici della Toscana - Attuazione delle disposizioni di cui all’art.2 del D.M. 131/08 (acque superficiali) e degli art. 1,3 e all. 1 del D.Lgs. 30/09 (acque sotterranee). ”
- Delibera della Giunta Regionale Toscana n.100 del 8 febbraio 2010. “Rete di 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.”

- Delibera della Giunta Regionale Toscana n.550 del 7 luglio 2014 “Attuazione D.L.gs 152/2006 e D.Lgs 30/2009. Monitoraggio dei corpi idrici marino costieri della Toscana. Modifiche ed integrazioni alla delibera di Giunta n. 939/2009 e n. 100/2010.
- Delibera della Giunta Regionale Toscana n.608 del 18 maggio 2015 “Monitoraggio dei corpi idrici marino costieri della Toscana – modifiche e integrazioni alla DGR n. 550/14”
- Delibera della Giunta Regionale Toscana n.264 del 20 marzo 2018. “ D.Lgs n. 152/2006 e 172/2015. Aggiornamento dei corpi idrici marino-costieri della Toscana e adozione dei nuovi valori di fondo in acqua e sedimenti. Integrazione dell'allegato “C” alla DGRT n. 608/2015 e sostituzione dell'allegato “A” alla DGRT n. 1273/2016”.

## 9. Bibliografia

- AA.VV., 2006. *Lo stato dei litorali italiani*, Studi Costieri, 10.
- ARPAT, 2016 *Studio per la determinazione dei valori di fondo naturale nei sedimenti e nelle acque marine costiere*. Rapporto Finale.
- ARPAT, 2015. *Monitoraggio acque marino costiere della Toscana. Attività di monitoraggio 2014. Classificazione provvisoria Il anno del triennio 2013-2015*.
- ARPAT, 2015. *Accertamento della qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (art. 88 D. Lgs. 152/2006 s.m.i.). Attività di monitoraggio 2014 e proposta di classificazione*.
- ARPAT, 2014. *Saggi biologici sui sedimenti marino costieri della Toscana al fine di identificare la matrice sulla quale effettuare la valutazione della classe di qualità ambientale: anno 2013*.
- ARPAT, 2014. *Monitoraggio acque marino costiere della Toscana. Proposta di classificazione Anno 2013 (D.Lgs 152/06)*.
- ARPAT, 2014. *Accertamento della qualità delle acque destinate alla vita dei molluschi (art. 88 D. Lgs. 152/2006 s.m.i.). Attività di monitoraggio 2013 e proposta di classificazione*.
- Berto D., Boscolo Brusà R. (A cura di), 2015. *I Composti Organostannici in ambiente marino e lagunare*. ISPRA, QUADERNI – Ricerca Marina n. 8/2016, Roma, pp 117.
- Buia M.C., Gambi M.C., Dappiano M., 2003. Seagrass systems. In: M.C. Gambi and M. Dappiano (Editors), *Mediterranean marine benthos: a manual of methods for its sampling and study*. Biologia Marina Mediterranea 11, pp 133-183.
- Facca C., Bernardi Aubry F., Socal G., Ponis E., Aciri F., Bianchi F., Giovanardi F., Sfriso A., 2014. *Description of a Multimetric Phytoplankton Index (MPI) for assessment of transitional waters*. Mar.Pollut. 79,145-154.
- Ferretti O., Delbono I., Furia S., Barsanti M., 2003. *Elementi di gestione costiera*. Parte Prima. Tipi morfo - sedimentologici dei litorali italiani. Rapporto Tecnico ENEA RT/2003/42/CLIM.
- Gobert, S., Sartoretto, S., Rico-RArcipelago Isole Minoriondino, V., Andral, B., Chery, A., Lejeune, P., Boissery, P., 2009. *Assessment of the ecological status of Mediterranean French coastal waters as required by the Water Framework Directive using the Posidonia oceanica Rapid Easy Index (PREI)*. Mar. Pollut. Bull. 58, 1727–1733.
- ISPRA, 2010. *Manuali e Linee Guida 56/10. Metodologie di studio del plancton marino*.
- ISPRA, 2008 *Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del macrozoobenthos di fondi mobili*.
- ISPRA, 2008. *Scheda metodologica per il campionamento e l'analisi del fitoplancton*.
- ISPRA, 2008. *Quaderno Metodologico sull'elemento biologico MACROALGHE e sul calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT*.

- ISPRA, 2012. *Aggiornamento della scheda metodologica per il campionamento e l'analisi della Posidonia oceanica ai sensi del Dlgs 152/06.*
- ISPRA, 2012. *Elemento di Qualità Biologica Macroalghe Integrazione al Quaderno metodologico ISPRA per il calcolo dello stato ecologico secondo la metodologia CARLIT. Procedure di campionamento per la raccolta dati.*
- ISPRA, 2016. *Linee guida per il monitoraggio delle sostanze prioritarie (secondo D.Lgs 172/2015).* Manuali e Linee Guida 143 2016.
- Meinesz A. & Laurent R., 1978, *Cartographie et état de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans les Alpes-maritimes (France).* Botanica marina 21, 513-526.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Servizio Difesa Mare; ICRAM; ANPA (coll.) (2002) *Metodologie analitiche di riferimento; programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003).*
- Pergent G., Pergent-Martini C., Boudouresque C.F., 1995 *Utilisation de l'herbier a Posidonia oceanica comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée : état des connaissances.* Mésogée, 54, 3-27.
- Rampi L., Bernhard M. (1978). *Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee.* C.N.E.N. RT/BIO (80) 8.
- Rampi L., Bernhard M. (1978). *Key for the determination of Mediterranean pelagic diatoms.* C.N.E.N. RT/BIO (78) 1.
- Rampi L., Bernhard M. (1981). *Chiave per la determinazione delle coccolitoforidee mediterranee.* C.N.E.N. RT/BIO (81) 13.
- Richard M. (1987). *Atlas du Phytoplancton Marin.* Volume II: Diatomophycées. Edition du CNRS.
- Spatharis S., Tsirtsis G., 2010. *Ecological quality scales based on phytoplankton for the implementation of Water Framework Directive in Eastern Mediterranean.* Ecol.Ind. 10,840-847.
- Sournia A. (1986). *Atlas du Phytoplancton Marin.* Volume I: Introduction, Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées et Raphidophycées. Edition du CNRS.
- Thomas R.C. (1997). *Identifying Marine Phytoplankton.* Academic Press.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 20 April 2020.



**ARPAT**

Agenzia regionale per la protezione ambientale della Toscana  
via N. Porpora 22, 50144 Firenze – tel. 05532061  
[www.arpat.toscana.it](http://www.arpat.toscana.it)