



VALUTAZIONE AMBIENTALE

DELLE AREE MARINE DEL GOLFO DELLA SPEZIA e FOCE DEL MAGRA

Studi volti all'aumento del potenziale dei siti di acquacoltura

FEAMP 2014-2020 mis. 2.51 - DRGL n. 1015/2019

RELAZIONE FINALE

SEZIONE 1

OTTOBRE 2022

a cura di Luigi Martella e Stefano Lottici

FEAMP 2014-2020 mis. 2.51
Convenzione DRGL n. 1015 del 29/11/2019 e ss. mm. ii.
approvata e sottoscritta con DG ARPAL n. 6 del 10/01/2020
per studi volti all'aumento del potenziale dei siti di acquacoltura

SEZIONE 1
VALUTAZIONE AMBIENTALE
delle aree marine del Golfo della Spezia e Foce del Magra

azione F5

INDICE

□ PREMESSA

□ PARTE I °

- 1.0 INQUADRAMENTO GENERALE
 - 1.1 Area di studio
 - 1.2 Analisi delle pressioni
 - 1.3 Caratteri oceanografici

- 2.0 STRUTTURA DEL PROGETTO
 - 2.1 Struttura del monitoraggio
 - 2.1.1 Stazione A – Bocca di Magra Interna
 - 2.1.2 Stazione B – Bocca di Magra Esterna
 - 2.1.3 Stazione C – Diga Foranea Esterna

- 3.0 SINTESI DEGLI ASPETTI GESTIONALI E AMMINISTRATIVI

□ PARTE II °

- 4.0 SINTESI DEI RISULTATI delle attività di monitoraggio dell'ambiente marino costiero svolte da ARPAL ai sensi del D.lgs. 152/06 e del D.lgs. 190/2010.
 - 4.1 Materiali e Metodi
 - 4.1.1 Matrice acqua
 - 4.1.2 Matrice sedimento
 - 4.1.3 Matrice substrato duro
 - 4.1.4 Finalità delle attività di monitoraggio

 - 4.2 Risultati e discussioni
 - 4.2.1 Stato trofico delle acque: nutrienti e clorofilla
 - 4.2.2 L'indice Trofico – TRIX
 - 4.2.3 Comunità macrozoobenthos e indice di qualità ambientale M-AMBI
 - 4.2.4 Comunità fitoplanctonica
 - 4.2.5 Contaminazione delle acque
 - 4.2.6 Contaminazione dei sedimenti
 - 4.2.7 Parametri da campo
 - 4.2.8 Balneazione
 - 4.2.9 Monitoraggio focivo del fiume Magra

□ PARTE III °

- 5.0 Valutazione ambientale delle acque marine e dei molluschi bivalvi
 - 5.1 Metodologia e modalità di campionamento

- 6.0 Raccolta ed elaborazione dei risultati
 - 6.1 Stazione A – Bocca di Magra Interna
 - 6.1.1 Stato trofico delle acque: nutrienti e clorofilla
 - 6.1.2 Indice Trofico – TRIX
 - 6.1.3 Comunità fitoplanctonica
 - 6.1.4 Parametri da campo
 - 6.1.5 Risultati analitici su matrice organica

- 6.2 Stazione B – Bocca di Magra Esterna
 - 6.2.1 Stato trofico delle acqua: nutrienti e clorofilla
 - 6.2.2 Indice Trofico – TRIX
 - 6.2.3 Comunità fitoplanctonica
 - 6.2.4 Parametri da campo
 - 6.2.5 Risultati analitici su matrice organica

- 6.3 Stazione C – Diga Foranea esterna
 - 6.3.1 Stato trofico delle acqua: nutrienti e clorofilla
 - 6.3.2 Indice Trofico – TRIX
 - 6.3.3 Comunità fitoplanctonica
 - 6.3.4 Parametri da campo
 - 6.1.5 Risultati analitici su matrice organica

7.0 Valutazioni generali

- 7.1 Stato trofico delle acqua
 - 7.1.1 Clorofilla a
 - 7.1.2 Nutrienti
 - 7.1.3 Indice Trofico – TRIX

7.2 Comunità fitoplanctonica

7.3 Parametri da campo

- 7.4 Distribuzione dei metalli e dei composti organici nei molluschi
 - 7.4.1 Metalli
 - 7.4.2 Diossine e composti diossina simili
 - 7.4.3 IPA e Radionuclidi

PREMESSA

Tenuto conto del *timesheet* del progetto “FEAMP 2014-2020 mis. 2.51 - Convenzione DRGL n. 1015 del 29/11/2019 e ss. mm. ii. approvata e sottoscritta con DG ARPAL n. 6 del 10/01/2020 per studi volti all’aumento del potenziale dei siti di acquacoltura” e di quanto stabilito durante la riunione del Gruppo di Lavoro regionale del 03/02/2022 (prot. n. 4051 del 15/02/2022) e successiva nota della Regione Liguria (prot. n. 19610 del 05/07/2022), la presente **relazione finale** (azione F5), per quanto di competenza ARPAL, viene trasmessa nel rispetto del termine di consegna stabilito per il 31 ottobre 2022.

La struttura della relazione finale si compone di 3 Parti, con delle valutazioni conclusive.

Nella **prima parte** si riporta una sintesi dell’inquadramento generale dell’area di studio, rimandando alla relazione sul quadro conoscitivo inviata in data 25/05/2020 prot. n. 13209, per il dettaglio delle informazioni. Inoltre, si descrive la struttura del progetto ed una sintesi degli aspetti gestionali ed amministrativi.

Nella **seconda parte** si descrivono le attività e i risultati del “*monitoraggio istituzionale*” dell’ambiente marino costiero svolto da ARPAL ai sensi del D.lgs. 152/06 e del D.lgs. 190/2010, nelle aree oggetto di studio dal 2014 al 2020, con un focus sulla qualità delle acque di balneazione (D.Lgs 116/2008) e i risultati ottenuti dal monitoraggio sulla foce del fiume Magra dal 2017 al 2021.

Nella **terza parte** si riportano i risultati del progetto: valutazioni sulla trofia delle acque marine e sulla chimica dei molluschi.

Nelle **valutazioni finali**, a titolo esemplificativo, è riportato il raffronto tra i parametri ambientali, oceanografici e logistici osservati e i valori indicati nella Guida Tecnica dell’ISPRA “*Assegnazione di Zone marine per l’Acquacoltura – AZA*”, pubblicata successivamente alla stipula della Convenzione in oggetto.



PARTE I °

1.0 INQUADRAMENTO GENERALE

Nel presente capitolo si riporta la sintesi delle conoscenze acquisite e comunicate con precedente relazione del 25/05/2020 prot. n. 13209, alla quale si rimanda per una trattazione completa. Tra gli obiettivi previsti nelle fasi F1 e F2 della Convenzione in oggetto vi è il *Desk Study* dell'area di progetto. Tale attività è finalizzata all'individuazione delle aree marine di interesse per la molluschicoltura. In questa sede, tali informazioni sono riorganizzate in tre paragrafi:

- 1.1 area di studio;
- 1.2 analisi delle pressioni;
- 1.3 caratteri oceanografici.

1.1 AREA DI STUDIO

Prima di individuare l'area marina idonea all'insediamento dei mitili, ostriche e vongole, sono necessarie analisi sia sulla qualità delle acque, che non devono contenere inquinanti, sia sulla morfologia del sito individuato per l'impianto, con particolare riguardo alla protezione da eventuali eventi climatici estremi e alle caratteristiche delle correnti marine locali ed infine sui vincoli ambientali, paesaggistici e marittimi eventualmente esistenti.

ZONA DI BOCCA DI MAGRA

Di seguito si riporta una sintesi descrittiva dell'area di studio denominata "Zona Bocca di Magra" considerata sia rispetto al bacino idrografico sotteso, sia rispetto alla zona costiera (principali fonti: ASL 5 Spezzino 2018, Martella L., 2012; Regione Liguria PTAMC 18, DGR n.216 del 17/03/2020).

Sull'idrografia

Il bacino idrografico del fiume Magra presenta un'estensione di 1698.5 Km² (di cui il 42% in territorio ligure ed il 58% in territorio toscano), un perimetro di 238.2 Km, una lunghezza di circa 69.5 km, mentre il Fiume Vara misura di circa 65 km.

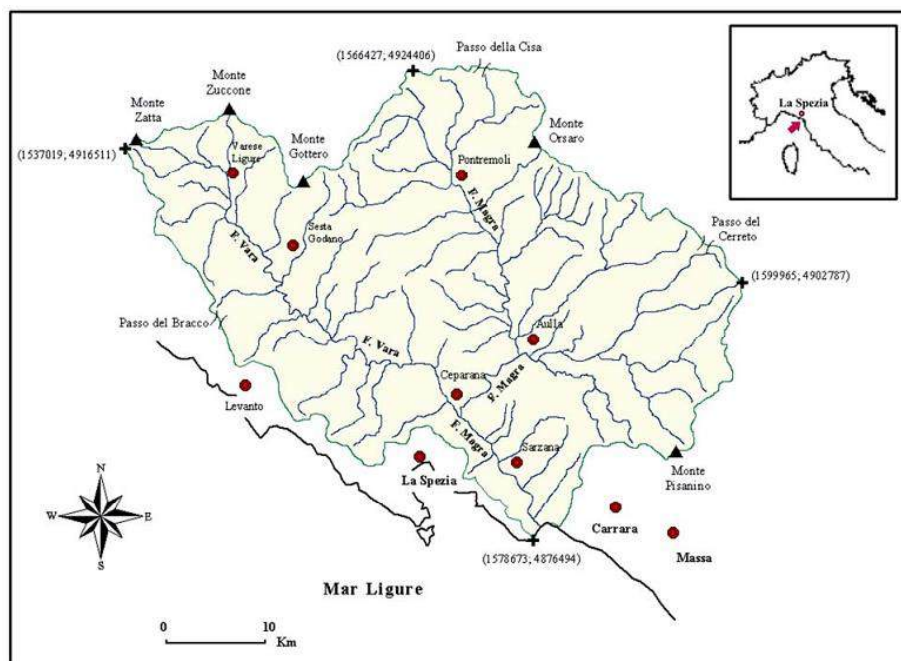


Figura I-1 – bacino idrografico del fiume Magra

All'interno del bacino del fiume Magra è possibile distinguere tre distinti ambiti geografici. Il primo è costituito dal sottobacino del fiume Magra (medio-alto Magra), fino a monte della confluenza con il fiume Vara; il secondo da gran parte del sottobacino del fiume Vara (medio-alto Vara), fino circa a Piana Battolla; il terzo invece è la bassa Val di Vara – Val di Magra, intesa come porzione di bacino comprendente il tratto finale vallivo del fiume Vara ed il tratto finale del fiume Magra, da poco a monte la confluenza del Vara alla foce (Autorità di Bacino del Fiume Magra, 2005).

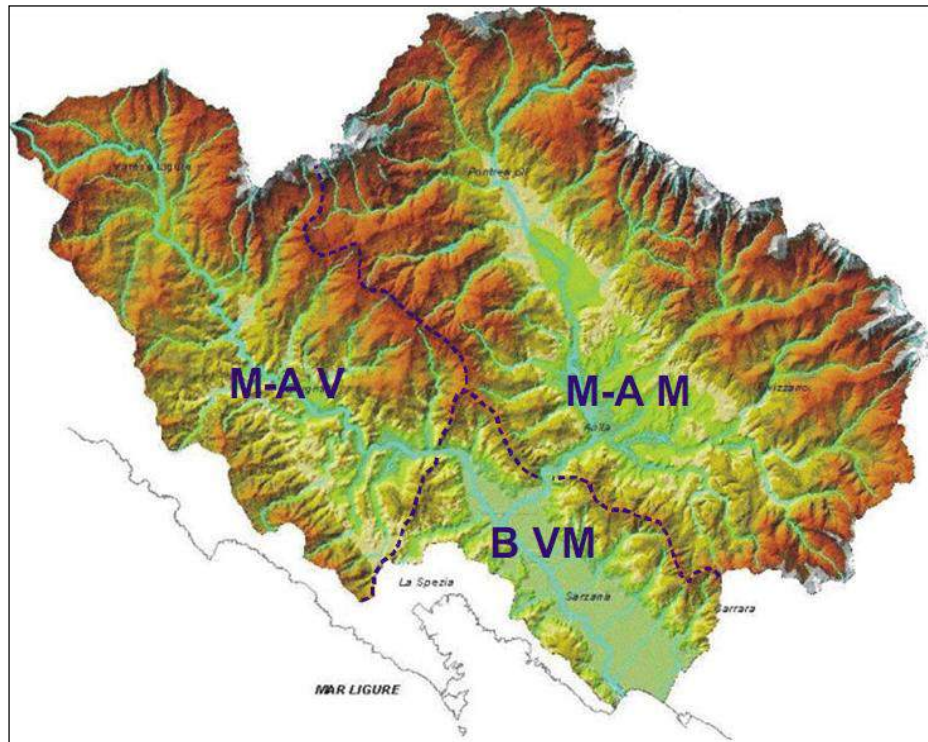


Figura I-2 – Suddivisione del bacino del F.Magra in tre ambiti geografici. M-A M: Medio-alto Magra; M-A V: medio-alto Vara; B VM: basso Vara e Magra (AdB fiume Magra, 2005).

Il basso corso del fiume Magra, dalla confluenza con il fiume Vara alla foce, è caratterizzato da un assetto di fondovalle molto più ampio e pianeggiante rispetto agli altri settori del bacino. In tale settore il fiume Magra, se si esclude il fiume Vara, riceve affluenti naturali di scarso rilievo, ad eccezione del torrente Calchandola (area drenata di 20 km² circa), per la maggior parte largamente artificializzati ed in parte connessi ad opere o interventi di bonifica delle aree paludose, che nel passato caratterizzavano gran parte della pianura costiera. Il basso corso del fiume Magra è certamente uno dei tratti storicamente più condizionati e modificati dalla presenza dell'uomo.

Sulla geomorfologia, litologia e idrogeologia

Il bacino del fiume Magra si caratterizza da una notevole complessità geologica a causa della presenza in affioramento di quasi tutte le unità tettoniche presenti nell'Appennino settentrionale, la cui strutturazione risulta dalla sovrapposizione, a seguito di complessi eventi tettonici, dei due importanti insiemi strutturali (domini) denominati Toscano-Umbro o esterno e Ligure-Emiliano o interno (Brozzo G. e Marini L., 2009).

I sedimenti, che formano le coltri alluvionali, caratterizzano gli attuali fondovalle. Essi vennero interessati dall'azione erosiva fluviale, sia a seguito di movimenti di sollevamenti delle terre rispetto al mare, sia a causa di cambiamenti climatici, che ha determinato la formazione di ampi terrazzamenti. Il tratto terminale del corso del Magra presenta una morfologia fortemente asimmetrica in senso

trasversale, con il versante sinistro che degrada abbastanza dolcemente verso l'asse del fiume attraverso terrazzamenti localmente erosi dai corpi idrici torrentizi, che confluiscono nel Magra, ed il versante destro decisamente più ripido e contraddistinto da rilievi collinari che si staccano bruscamente dalla pianura senza evidenti forme di raccordo. In un passato relativamente recente questo tratto terminale della valle fluviale, data la relativa vicinanza con la costa, è stato interessato da temporanee ingressioni marine, delle quali restano a testimonianza nel sottosuolo livelli sedimentari argillosi di ambiente lagunare salmastro che si alternano ai depositi alluvionali (Raggi G., 1985).

Nell'ambito dell'area del bacino del Magra, corrispondente al tratto terminale del fiume, affiorano sia rocce di natura essenzialmente calcarea, marnosa ed arenacea databili all'Eocene inferiore, che rappresentano il "substrato lapideo", sia un insieme di depositi continentali di natura fluvio-lacustre, di età compresa tra il Pliocene medio ed il Quaternario. Le rocce più antiche formano le principali dorsali e sono state deposte e piegate durante i movimenti tettonici che hanno determinato la formazione della catena Appenninica; i sedimenti fluvio-lacustri sono coevi o posteriori alle fasi orogenetiche tardive e colmano le depressioni tettoniche esistenti in quest'area.

Nel suo complesso l'ossatura geologica del bacino del Fiume Magra (Raggi G., 1985) è costituita dalle principali unità stratigrafiche che caratterizzano l'Appennino settentrionale, rappresentate da:

- Serie metamorfica Apuana (Paleozoico–Triassico),
- Falda Toscana (Trias. ÷ Oligocene)
- Unità Liguri e Sub-Liguri (Cretaceo ÷ Miocene)
- Depositi alluvionali quaternari

La costituzione litologico-strutturale del bacino deriva da una lunga e complessa storia geologica responsabile della formazione delle catene appenninica ed alpina.

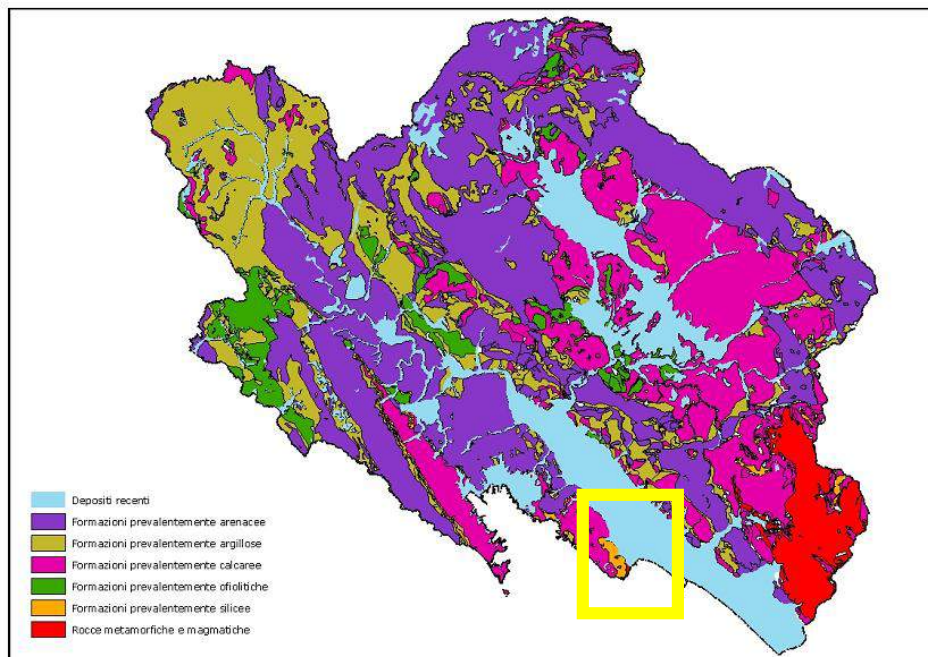


Figura I-3 - carta litologica (stralcio tratto da: AdB fiume Magra, 2004).

Dallo schema litologico nell'area di studio si riscontrano le seguenti caratteristiche salienti:

- Le rocce a prevalente composizione arenacea costituiscono l'ossatura principale delle dorsali del Bacino, compresi i crinali del tratto terminale del fiume Magra;
- Le rocce a prevalente composizione calcarea, dominanti nella porzione mediana del fiume Magra, le ritroviamo sulle colline di Montemarcello e Castelnuovo Magra;
- Sono presenti un porzioni limitate a prevalente composizione argillosa in sponda sinistra dell'ultimo tratto del fiume Magra;
- Sono praticamente assenti le rocce ofioliti che, metamorfiche e magmatiche.

Dal punto di vista idrogeologico, nell'ambito del bacino del Fiume Magra si possono individuare due domini principali, aventi caratteristiche differenti legate essenzialmente alla natura dei corpi geologici costituenti gli acquiferi.

Un primo dominio è rappresentato dalle aree in cui sono presenti in affioramento ovvero a debole profondità, materiali lapidei appartenenti alle unità geologiche della catena appenninica. Tali aree si identificano prevalentemente con i versanti dei rilievi che costituiscono le dorsali perimetrali dei bacini del Magra e del Vara ed in esse la circolazione idrica sotterranea avviene essenzialmente per fessurazione o carsismo.

Un secondo dominio è rappresentato dalle aree in cui, sul substrato roccioso, giacciono coltri sedimentarie (formate da depositi alluvionali e, subordinatamente da detriti di versante) nelle quali la potenza, la litologia e le caratteristiche di permeabilità permettono l'instaurarsi di falde freatiche e/o artesiane anche di entità considerevole. Tale dominio è particolarmente ben rappresentato dalle piane alluvionali del medio e basso corso del Magra, ove i depositi alluvionali sono sede di importanti riserve di acque sotterranee.

In sponda destra, si trova la Piana di Arcola che si sviluppa in corrispondenza del deposito alluvionale che costituisce la pianura su cui si sviluppa il tratto terminale del Fiume Magra, e nel quale è presente un'importante falda acquifera di subalveo dalla quale si alimentano gli acquedotti di tutti i comuni limitrofi. L'acquifero qui presente (costituito da materiali sedimentari di natura essenzialmente ghiaioso sabbiosa, giacenti su un substrato roccioso formato da arenarie e marne calcaree) prende consistenza all'altezza della confluenza del Vara nel Magra e si sviluppa senza soluzione di continuità fino alla costa, presentando una progressiva riduzione della granulometria e degli spessori man mano che ci si avvicina al mare.

Relativamente alle caratteristiche granulometriche, i materiali più grossolani (ghiaie sabbiose con ciottoli) si individuano nella parte alta della pianura, nella zona della confluenza del Vara nel Magra, da dove le dimensioni dei clasti decrescono gradualmente (passando a sabbie grossolane e medie con ghiaia) fino all'altezza della trasversale Romito – Sarzana in corrispondenza della quale le granulometrie divengono decisamente più fini (sabbie medie e fini) e sono frequenti le intercalazioni argilloso-limose.

La riduzione di permeabilità nei depositi alluvionali man mano che si procede verso valle crea un impedimento al deflusso delle acque sotterranee verso il mare, favorendo in tal modo una buona saturazione degli strati acquiferi a monte dello sbarramento naturale formato dai fiumi della bassa pianura.

La consistenza della falda era stata calcolata da Antonelli (1970), che aveva ipotizzato una risorsa idrica potenzialmente sfruttabile equivalente a circa 90.000.000 m³; riducendo tale volume del 20% circa, per la presenza di argilla o di materiali impermeabili, e dividendo per l'acqua ipoteticamente contenuta nell'acquifero locale (circa 300 l/m³) la risorsa utilizzabili era valutata in circa 21.500.000 m³.

La falda acquifera nel corso degli anni '60 ÷ '70 ha subito notevoli abbassamenti di livello dovuti soprattutto all'attività estrattiva di materiali inerti dall'alveo del fiume; oggi il livello della superficie piezometrica si trova ad una profondità dal piano di campagna di circa 4-6 m. Gli acquiferi contenuti

nei sedimenti alluvionali depositati dai fiumi Magra e Vara rappresentano attualmente la maggiore risorsa idrica dell'intera Provincia della Spezia e dell'intero bacino imbrifero.

I diversi campi pozzi, utilizzati per approvvigionamento potabile, localizzati lungo l'asta terminale del fiume Magra (comuni di Arcola, Vezzano Ligure e Santo Stefano di Magra), consentono di emungere portate pari a circa 900 L/s. I pozzi perforati non superano in genere la profondità di 30 m ed estraggono l'acqua da orizzonti acquiferi contenuti nei livelli ghiaiosi più permeabili (Brozzo G., Marini L., 2009).

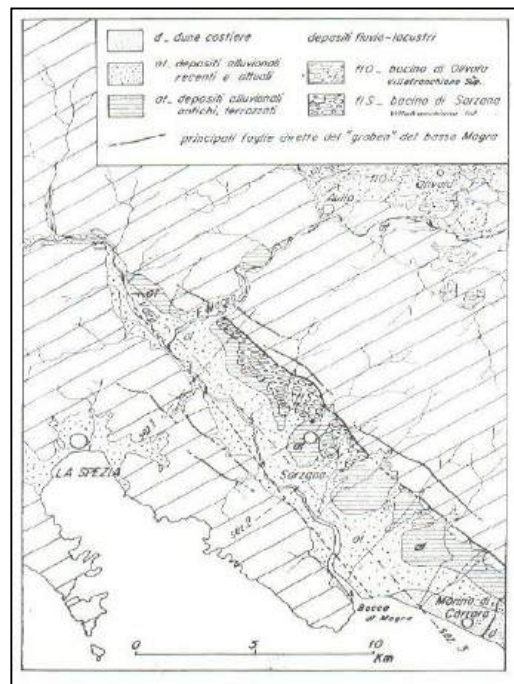


Figura I-4 - Carta Geolitologica dei depositi alluvionali della bassa Val Magra (da Raggi G., 1970)

Sulla biologia

Gli antichi sconvolgimenti tettonici hanno prodotto una grande varietà di rocce, di minerali, di substrati geologici e di profili litologici, modellando una mutevolezza geomorfologia e generando una notevole ricchezza di microambienti diversi fra loro non solo per la geologia, ma anche per i contrasti tra versanti montani e aree costiere ad una distanza di pochi chilometri, facilitando le vie di migrazione di molte forme viventi dal nord Europa verso il sud o viceversa. A partire da 1,7 milioni di anni fa, la Liguria è stata interessata da variazioni climatiche che hanno dato origine a fasi glaciali ed interglaciali, caratterizzate da variazioni termiche e del livello del mare. Ogni specie, ogni comunità biologica è il frutto di antichi eventi e può aiutare ad interpretare la storia di ciascun territorio, contribuendo alla comprensione della storia dell'uomo. Gli strumenti di conoscenza che ci consentono di acquisire il maggior numero di informazioni e organizzarle a livello territoriale, andando ad identificare una scala di valenza ambientale, al fine di contribuire al mantenimento della biodiversità sono: la carta forestale regionale, l'atlante delle fanerogame, la carta della vegetazione etc. La presenza di formazioni boscate in Provincia della Spezia, con il 65% circa della superficie territoriale, è tra le più significative d'Italia. L'88% della superficie boscata appartiene a privati e per motivi di ordine storico, risulta essere suddivisa tra un gran numero di soggetti. La forma di governo dei boschi più diffusa è rappresentata dal ceduo. Dal punto di vista fitoclimatico sono rappresentate le zone del *Lauretum*, del *Castagnetum* e del *Faggetum*. Il paesaggio ligure è stato fortemente trasformato dall'intervento millenario dell'uomo, che ha trasformato il territorio forestale originario (formazioni di leccio sulla costa e boschi misti termo-mesofili nell'entroterra) in un paesaggio agro-forestale. La civiltà contadina ligure ha fondato le sue basi sulla coltivazione dell'olivo, del castagno e successivamente della vite.

Dalla costruzione della “*Carta della copertura vegetale*” in scala 1:25.000 opportunamente confrontata con la carta “*Uso del suolo*” edizione 1985 su volo del 1978 redatta dalla Regione Toscana in scala al 25000 e la carta della Regione Liguria, anno 2000, basata su volo Italia sempre in scala al 25000, nonché della carta forestale sperimentale in scala 1:25000 sempre della Regione Liguria, sono state rilevate varie tipologie di copertura del suolo, successivamente raggruppate nelle seguenti quattro classi (AdB del F. Magra, 2004):

- Roccia nuda e urbanizzato. Comprende tutte le aree prive di qualsiasi copertura vegetale, quelle improduttive, quelle sterili e quelle occupate da insediamenti urbani;
- Pascoli ed assimilabili. Vi sono inclusi tutti i tipi di pascolo (cespugliati e arborati), le terre incolte, i seminativi abbandonati, gli arbusteti degradati e la vegetazione delle rupi;
- Terra coltivata, boscata. Raggruppa tutti i tipi di seminativo compresi i seminativi arborati, i coltivi misti e le colture specializzate (vigneti, oliveti, frutteti), i boschi radi con densità minore del 60 % e le aree a rimboschimento;
- Boschi d’alto fusto. Vi appartengono tutti i boschi costituiti da alberi di alto fusto con una sufficiente densità di vegetazione (maggiore del 60 %) come faggeti, querceti, castagneti, pinete e boschi misti.

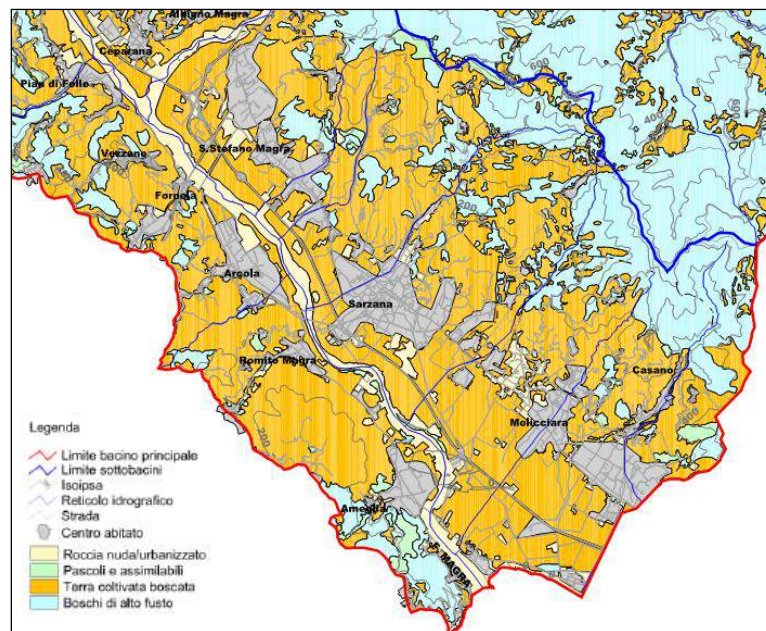


Figura I-5 - carta della copertura vegetale (stralcio tratto da: AdB Magra, 2004).

L’esame della carta della copertura vegetale (AdB fiume Magra, 2004) sopra riportata ci rappresenta come le classi più diffuse sono quelle relative a coltivi (circa 45% dell’area totale dell’intero bacino) in maggior parte nel settore nord-orientale e a bosco (circa 38% dell’area totale) in gran parte nel settore nord occidentale. Nella bassa Val di Magra la classe “*roccia nuda/urbanizzato*” diventa significativa.

Sul clima

I caratteri climatici del bacino del fiume Magra sono determinati dalla particolare posizione geografica, dalla vicinanza del mare e dall’andamento delle valli e delle dorsali rispetto alla linea di costa. Il bacino dal punto di vista idrologico-climatico può essere suddiviso in tre fasce che si differenziano tra loro per le termometrie e per la distribuzione delle precipitazioni (montuosa, collinare e costiera). L’area di studio è ricompresa nella fascia pianeggiante costiera ed è caratterizzata da un clima temperato, fortemente condizionato dal contatto o dalla vicinanza col mare. In essa si registrano temperature

medie annue attorno ai 13-16°C, medie estive attorno ai 20-22°C e medie invernali attorno a 6-8°C con escursioni annue contenute attorno ai 14°C (valori di escursione estrema pari a 20°C), indice di clima temperato decisamente marittimo.

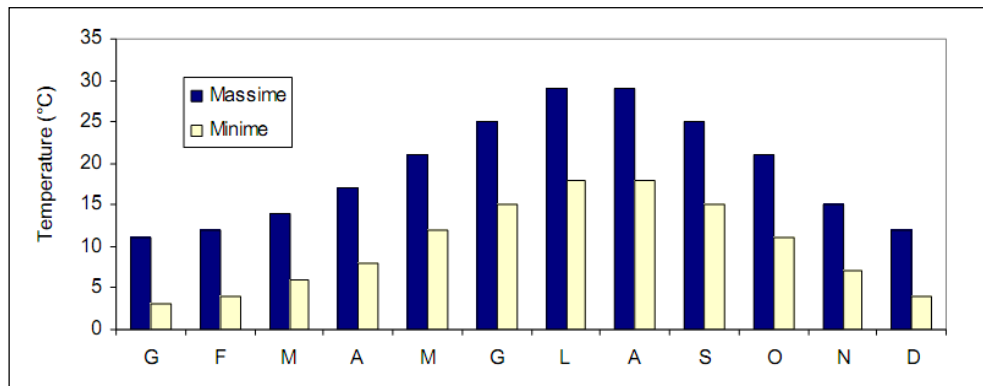


Figura I-6 - Valori medi mensili delle temperature massime e minime per alcune stazioni di misura rappresentative. Stazione di Sarzana (26 m s.l.m.).

L'insieme dei fattori geografici ed orografici, tra i quali assumono una notevole importanza l'esposizione delle valli e l'andamento della fascia litorale in rapporto alla direzione del movimento delle masse d'aria di provenienza atlantica, fanno sì che il bacino del fiume Magra sia interessato da precipitazioni molto elevate. Nel periodo 1920-1970 sono stati registrati fino a circa 3000 mm di pioggia annua nelle parti più elevate, nella Val di Magra e nel versante settentrionale delle Apuane, mentre i valori minimi (1000 – 1200 mm annui) corrispondono alla parte inferiore della pianura di Sarzana, presso la foce del fiume. L'andamento delle piogge è tipicamente appenninico, con minimi estivi e massimi nella stagione autunnale, mentre in primavera ed in inverno i valori delle precipitazioni non presentano oscillazioni rispetto alla media annua.

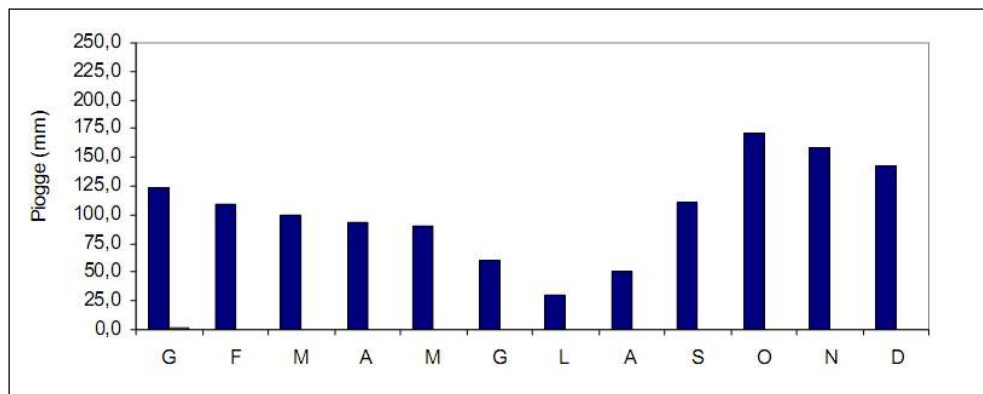


Figura I-7 - Valori medi mensili delle precipitazioni totali per alcune stazioni di misura rappresentative. Stazione di Sarzana (26 m s.l.m.).

Il regime delle portate del fiume Magra è influenzato direttamente dal regime delle piogge per quanto, in una certa misura, risenta anche dell'effetto delle precipitazioni nevose e dei fenomeni più complessi collegati con la ricarica delle falde acquifere. Si può affermare che le caratteristiche geomorfologiche del bacino ed il regime pluviometrico conferiscono ai corsi d'acqua un regime torrentizio, con forti magre estive alle quali seguono improvvise e forti piene in autunno e primavera. In questi periodi il coefficiente di deflusso raggiunge valori prossimi all'unità, mentre in estate scende fino a valori attorno a 0.3, cioè le piogge estive, particolarmente diffuse nelle parti alte del bacino, hanno una scarsa incidenza sulle portate. Nel grafico seguente si riportano i dati della portata media mensile registrata presso la stazione di misura di Calamazza lungo il fiume Magra. Si osserva un regime tipicamente appenninico, con un minimo estivo ed un massimo autunnale nel mese di novembre.

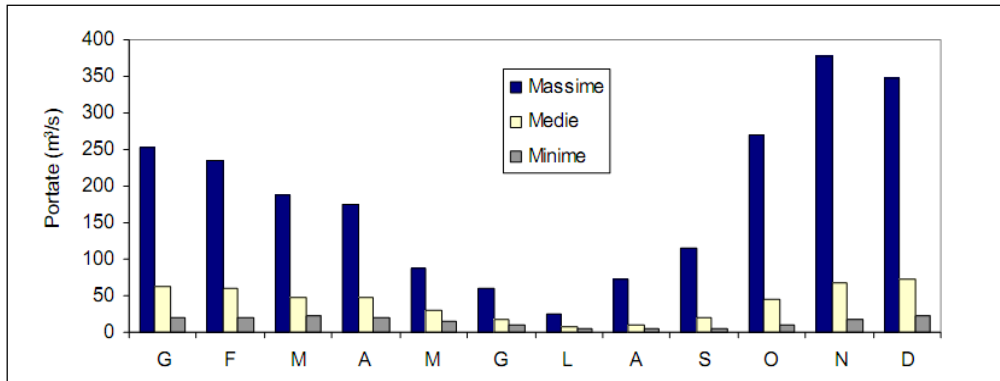


Figura I-8 – Valori medi mensili delle portate massime, medie e minime giornaliere per le principali stazioni idrometriche lungo il F. Magra a Calamazza (44.5 m s.l.m.; bacino sotteso: 932 km²)

Sui sistemi ambientali e territoriali

Di seguito si riporta una rappresentazione sintetica dei principali caratteri del sistema ambientale e territoriale del bacino idrografico della Bassa valle del Fiume Magra: morfologici, geologici e biologici (tratta dalla tesi di laurea in Architettura di Luigi Martella, 2012).

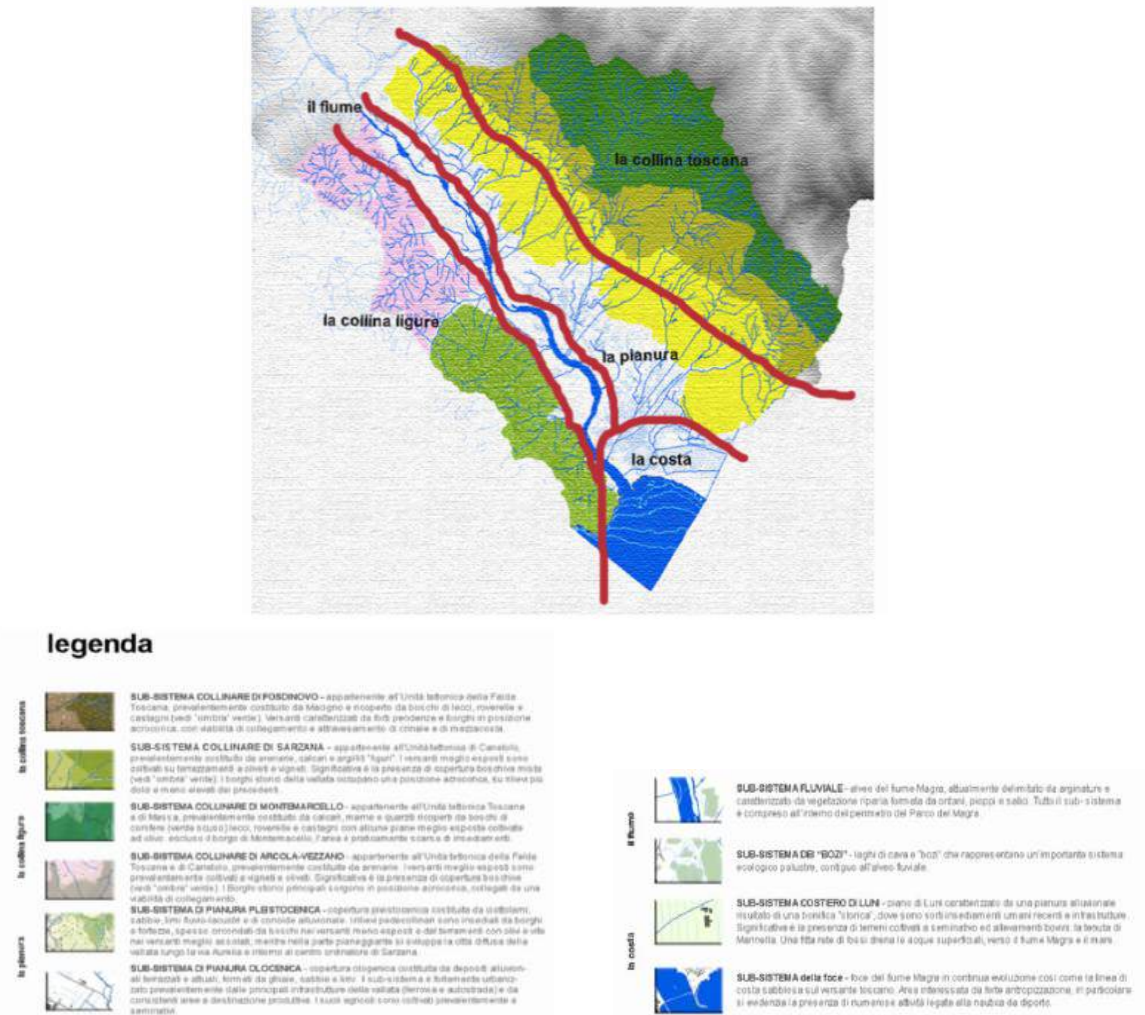


Figura I-9– schema rappresentativo dei sistemi ambientali della bassa Val di Magra e relativa legenda (Martella L., 2012)

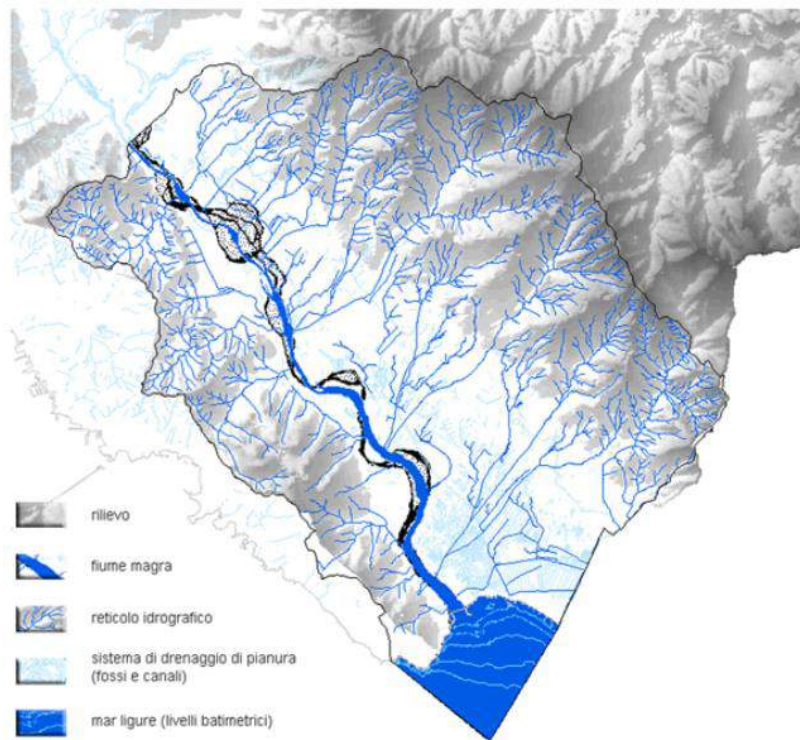


Figura I-10: stralcio cartografico della forma del terreno e del reticolo idrografico (da Martella L., 2012)

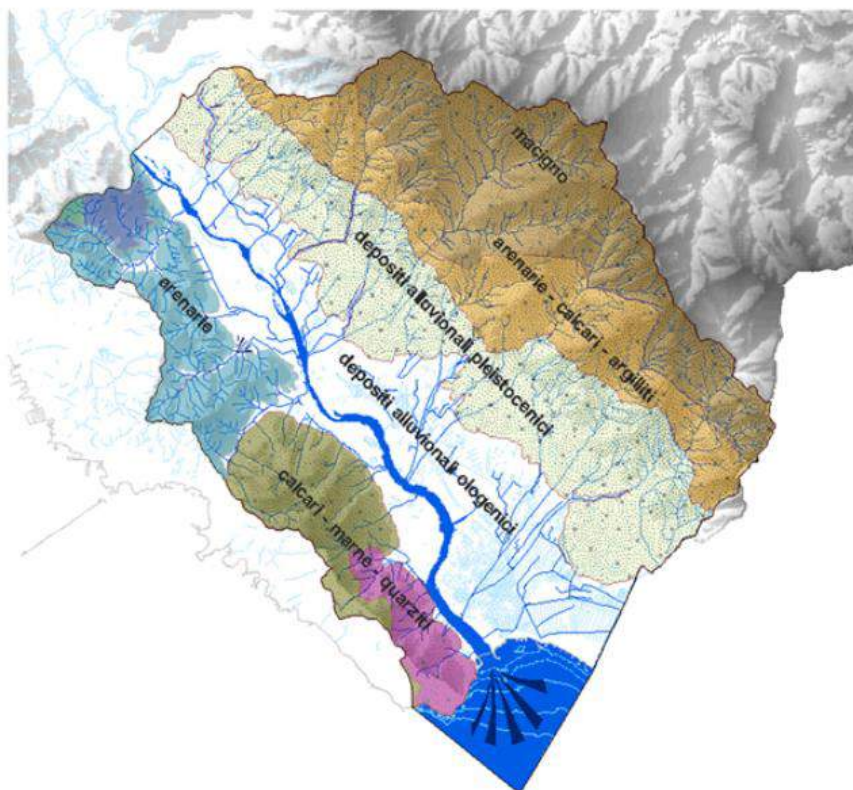


Figura I-11: stralcio cartografico dei principali caratteri geologici (da Martella L., 2012)

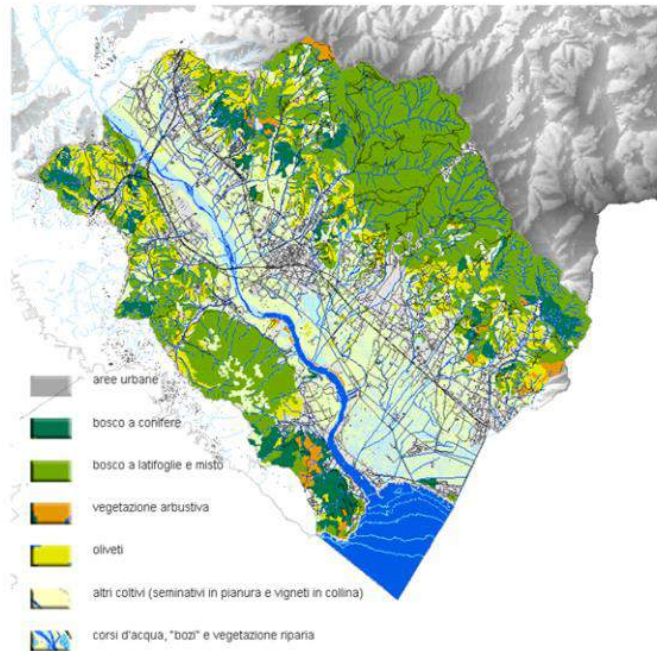


Figura I-12: stralcio cartografico dei principali “usi del suolo” (da Martella L., 2012)

Segue un confronto cartografico tra il sistema insediativo riconducibile a fine ‘800 e la situazione attuale, ed infine il confronto tra lo stato attuale del sistema infrastrutturale dell’area di studio e quello ottocentesco e le regole territoriali.

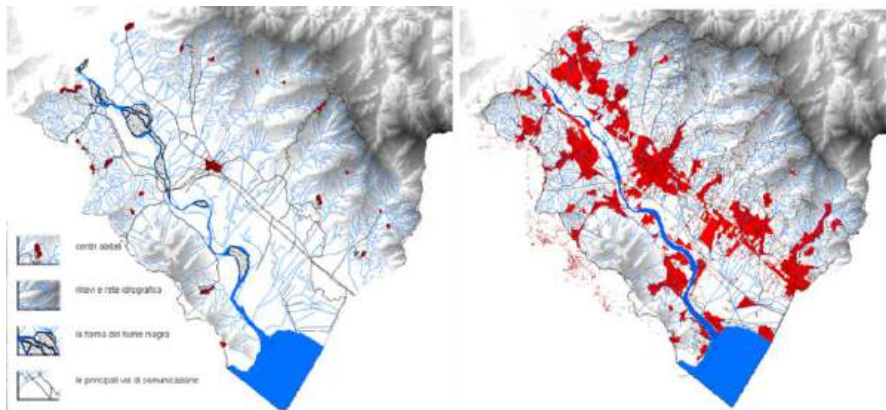


Figura I-13: confronto dei sistemi insediativi e della forma del fiume Magra tra fine ‘800 ed oggi (da Martella L., 2012)

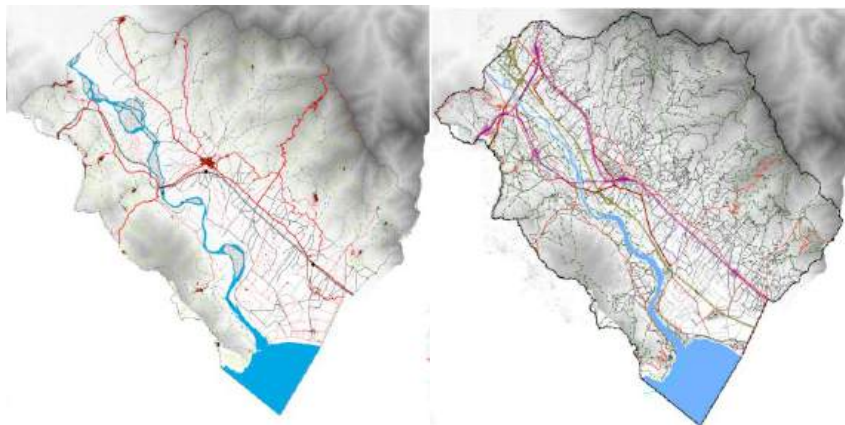


Figura I-14: confronto cartografico tra il sistema infrastrutturale a fine ‘800 ed oggi (da Martella L., 2012)

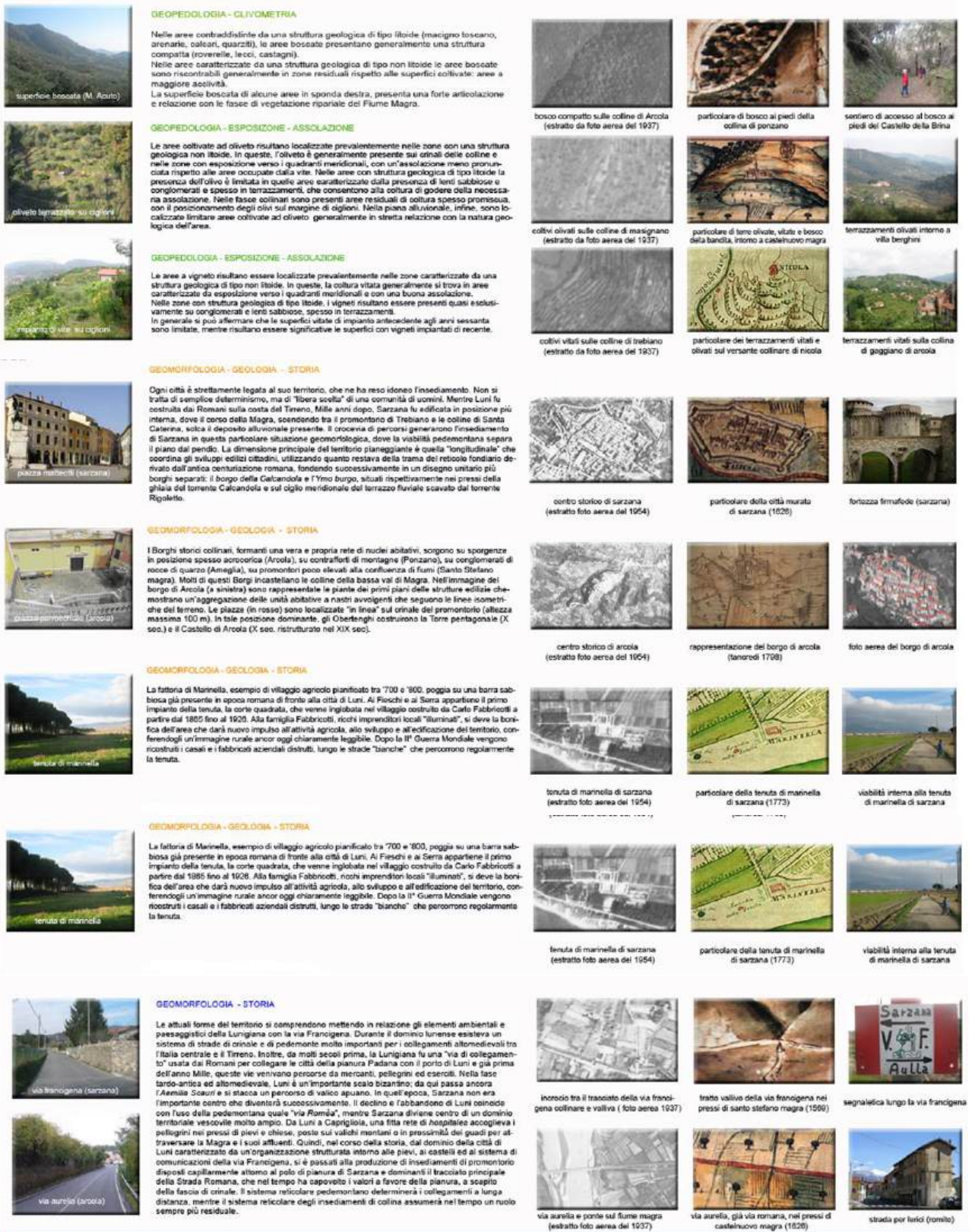


Figura I-15: regole territoriali, le risorse agro-forestali, gli insediamenti e la viabilità (da Martella L., 2012)

Sui paraggi costieri

Segue la descrizione del paraggio costiero di Marinella e di Montemarcello ricadenti nell'area di studio "Zona Bocca Magra", tratta da Regione Liguria PTAMC 18 - DGR n.216 del 17/03/2020.

Il **paraggio costiero di Marinella** si sviluppa per circa 5 km compresi tra Punta Bianca e il Torrente Parmignola, al confine con la regione Toscana. Il torrente Parmignola non è un limite fisico, ma amministrativo. Il confine naturale del paraggio sarebbe in realtà rappresentato dal porto di Carrara. Il tratto di costa del paraggio è caratterizzato dalla presenza della foce del Fiume Magra. La porzione di costa posta ad ovest della foce presenta una morfologia a costa alta, le uniche spiagge le ritroviamo a ridosso del porticciolo turistico di Bocca di Magra, oltre ad alcuni ridotti depositi sedimentari (spesso effimeri) alimentati dalla detritazione delle falesie. L'orientazione della costa risulta essere SSW-NNE. Attraversando la foce del Magra, si osserva uno scenario completamente diverso. Infatti, questo è un tratto di litorale sabbioso, lungo circa 2.5 km e ampio oltre 70 metri, che non mostra più i caratteri tipici della costa ligure orientale. La spiaggia, a causa della struttura posta in sponda sinistra della foce, mostra una morfologia a parabola ed è caratterizzata dalla presenza di numerose opere di protezione costiera. L'orientazione della costa risulta essere WNW-ESE, determinando così una marcata esposizione alle mareggiate provenienti da SW. La foce del Fiume Magra è navigabile e presenta in destra orografica un approdo turistico e in sinistra orografica un pennello di appoggio della spiaggia di Fiumaretta. Il paraggio è compreso nei Comuni di Ameglia e Sarzana.



Figura I-16: paraggio costiero di Marinella (Regione Liguria, 2020)

Il tratto di costa posto tra Punta Bianca e la sponda destra della foce del Fiume Magra è prevalentemente caratterizzato da costa alta ed è scarsamente interessato dalla pressione antropica, ad eccezione del tratto in prossimità dell'odierno porticciolo di Bocca di Magra. Il litorale posto tra la sponda sinistra della foce ed il confine regionale ha mostrato nel tempo i segni evidenti dell'influsso delle attività umane. Nel XIX secolo iniziarono a sorgere gli abitati di Fiumaretta di Ameglia e Marinella di Sarzana, dando così il via al processo di antropizzazione dell'area. Dalla fine del XIX secolo iniziò a manifestarsi il fenomeno erosivo lungo il litorale di Marinella. Le cause principali dell'erosione sono da ricercarsi principalmente nella riduzione dell'input sedimentario del fiume Magra, verificatosi principalmente a causa del prelievo di inerti dal suo letto. Inoltre, anche la realizzazione di un molo in sponda sinistra della foce portò ad una modifica delle dinamiche sedimentarie. Infatti, la presenza della struttura aggettante determinò un trasporto verso il largo dei sedimenti fluviali, impedendone la naturale distribuzione lungo il litorale. Per questo motivo, il fenomeno erosivo risultò più marcato nel

tratto di costa prospiciente l'abitato di Fiumaretta, il più vicino alla struttura. Il trend erosivo si protrasse nel tempo e dopo la seconda Guerra Mondiale l'abitato di Fiumaretta era ormai minacciato dal moto ondoso con tutta la spiaggia che mostrava chiari i segni dell'erosione. Negli anni successivi, il prolungamento del molo in sponda sinistra della foce, e la continua estrazione di inerti dal corso d'acqua, precedentemente sospesa durante il conflitto, determinarono un deciso aggravarsi della situazione, con un arretramento sempre più marcato della linea di riva.



Figura I-16: Il litorale di Marinella il loc. Fiumaretta negli anni 1950-1960 confrontato con immagine tratta da Google Earth

Per far fronte a tale situazione, nei primi anni 1970 furono costruite 4 piattaforme isola lungo il tratto di costa prospiciente l'abitato di Fiumaretta, che continuava ad essere il più colpito dal fenomeno erosivo. Furono inoltre versati circa 30000 m³ di materiale, che, unitamente alla riduzione delle attività estrattive in alveo e alla realizzazione di un varco nel molo in sponda sinistra, determinò un miglioramento della situazione.



Figura I-17: Il litorale di Marinella prospiciente all'abitato di Fiumaretta nel 1983

Nel 2002 la Regione Liguria, di concerto con l'Autorità di Bacino del fiume Magra, lanciò un progetto per la riqualificazione ed il recupero del litorale. Fu previsto l'abbassamento delle strutture parallele, la risistemazione dei pennelli (anche mediante la costruzione di setti sommersi) e un ripascimento da 400.000 m³. Il progetto fu realizzato in più riprese tra il 2003 e il 2010 anche se non completato. In totale furono versati circa 300.000 m³ di materiale proveniente in parte dall'alveo del Magra, in parte da cava fluviale. A seguito di questo intervento il trend erosivo si arrestò e la linea di riva progredì su tutto l'arco litorale. Altri 100.000 m³ provenienti dal dragaggio dell'asta terminale del fiume Magra furono versati nella spiaggia sommersa nella zona di Fiumaretta nel 2014 con ottimi risultati.

Attualmente la spiaggia versa in una condizione di relativa stabilità. La principale criticità resta la presenza del molo in sponda sinistra della foce, il quale impedisce la redistribuzione dei sedimenti fluviali lungo l'arco litorale.

Per quanto riguarda invece le spiagge di Bocca di Magra queste erano già presenti nella cartografia storica del Vinzoni (XVIII secolo). Già in passato erano utilizzate come zona di ricovero delle imbarcazioni dei pescatori amegliesi, che negli anni fu trasformato in un piccolo porto. Successivamente negli anni '60 venne realizzato il porticciolo posto nella parte terminale del corso d'acqua. La sua realizzazione determinò inevitabilmente una riduzione dell'input sedimentario alla spiaggia che inevitabilmente regredì. Negli anni 1960 – 70 venne realizzato un pennello nel settore centrale della spiaggia che non apportò alcun beneficio. Successivamente, nel decennio successivo fu realizzata una scogliera aderente nella parte occidentale del litorale a protezione dell'abitato che isolò la spiaggia.



Figura I-18: La spiaggia di Bocca di Magra prima della realizzazione del porticciolo.

Il **paraggio costiero di Montemarcello** si sviluppa per circa 6 km compresi tra Tellaro e Punta Bianca. Questo tratto di costa rocciosa ha un andamento rettilineo ed un'orientazione NE – SE. L'assenza di corsi d'acqua in grado di fornire apporti sedimentari sufficienti a costituire tratti di costa deposita, fa sì che le sole spiagge presenti devono la loro alimentazione alla detritazione dei versanti. Le uniche due spiagge strutturate presenti, entrambe nel comune di Ameglia sono quella di Zezzigiola che raggiunge una lunghezza di 200 metri ed una larghezza di poco inferiore a 20 metri e quella di Punta Corvo, estesa per circa 150 metri ed ampia oltre 25 metri. Altri lembi di costa deposita estese per poche decine di metri e profonde pochi metri, sono presenti alla base dei versanti della valle di Marosa nel comune di Lerici. Anch'esse sono costituite da materiale derivante dalla detritazione dei versanti. Sono presenti vari bacini idrografici scolanti a mare di dimensioni ridotte e poco significativi in termini di apporto sedimentario alle celle di spiaggia. Il paraggio è compreso nei Comuni di Lerici e Ameglia.

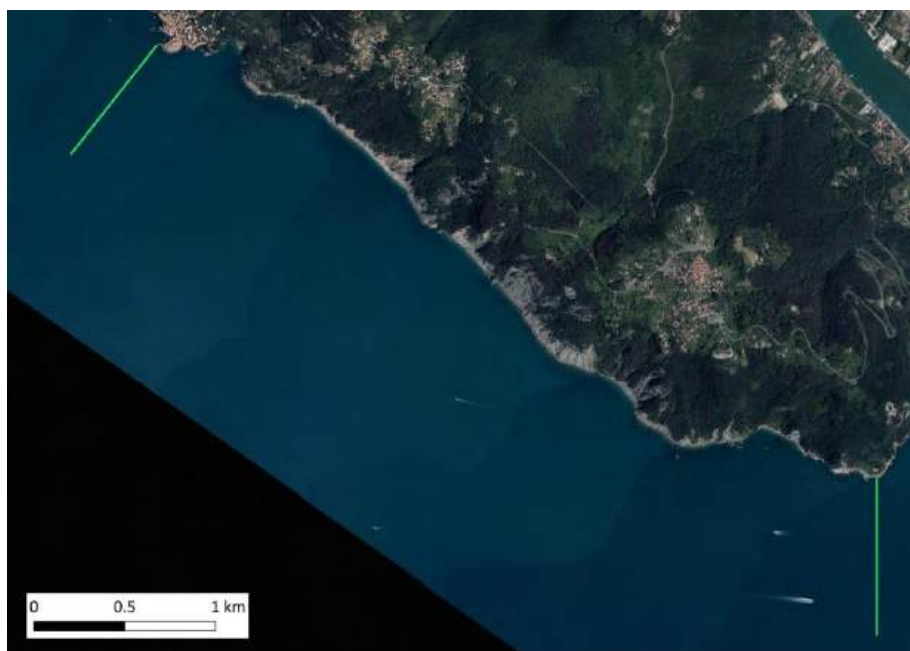


Figura I-19: Limiti del paraggio costiero di Montemarcello.

Le scarse informazioni storiche relative a questo paraggio non permettono una descrizione accurata della sua evoluzione. Le sole informazioni presenti sono riferibili alla tavola IGM scala 1:25000 realizzata agli inizi del 1900. In questa mappa è riportata la spiaggia di punta Corvo che sembra occupare una posizione decisamente più avanzata, almeno 30 metri. Anche la spiaggia di Zezzigiola è presente, ma le dimensioni della tavola non permettono di valutare le sue dimensioni.

Il **paraggio costiero della Spezia** si sviluppa per circa 17 km compresi tra Punta della Castagna e Punta Santa Teresa e comprende tutto il bacino portuale della Spezia, protetto dalla diga foranea situata all'imboccatura del Golfo. Il tratto di costa in esame ha il tipico aspetto del Golfo protetto dalla barriera artificiale in corrispondenza dell'imbocco ed è adibito a servizi portuali. Tutta l'area all'interno della diga foranea è di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Ligure Orientale e non rientra nell'area di competenza del PTAMC.

L'unico settore esterno al porto è il seno della Castagna, al limite occidentale del paraggio, tra punta della Castagna e punta Santa Maria. Tutta la baia è una servitù militare. A fondo baia, ridossata alla punta della Castagna, è presente un piccolo lembo di costa deposita che forma una minuscola spiaggia. Sono presenti canali e corsi d'acqua sfocianti all'interno del bacino portuale, il maggiore dei quali è il canale Lagora, con un bacino di circa 13 km². Il paraggio è compreso nel territorio del comune di Portovenere, La Spezia e Lerici.



Figura I-20: Limiti del paraggio costiero di La Spezia.

In sintesi, il golfo era originariamente costituito da una profonda baia orlata ai lati da un'alternanza di promontori calcarei e baie profonde. Lo sviluppo industriale e marittimo del golfo avviene quando il neonato Regno d'Italia decise di farne la principale base militare del paese. Furono costruiti, dapprima l'Arsenale militare, tra il 1862 e il 1869, successivamente la diga foranea (1873-1879) e infine il porto mercantile a partire dal 1891. A seguire si sviluppò la città della Spezia che passò nel giro di un secolo da poche migliaia a circa 100.000 abitanti.

Sulla flora e fauna del territorio limitrofo

I pregi naturalistici dell'area vasta presa in esame trovano la loro migliore espressione nelle aree individuate come Zone Speciali di Conservazione identificate ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e nella presenza di un esteso sistema di aree protette di interesse regionale, istituite ai sensi della LR12/1995.

La Rete Natura 2000, rete ecologica europea, istituita ai sensi della direttiva 92/43/CEE cosiddetta "Habitat", è rappresentata in Liguria da 126 Zone Speciali di Conservazione (ZSC), di cui 27 marine e 7

Zone di Protezione Speciale (ZPS) istituite con la finalità di proteggere l'avifauna selvatica. L'estensione complessiva della Rete copre circa il 25% del territorio terrestre regionale. La Liguria è tra le pochissime regioni europee a rappresentare 3 delle 9 regioni biogeografiche identificate dalla Direttiva, precisamente le regioni alpina, continentale e mediterranea. Le ZSC presenti nell'area in esame appartengono alla regione biogeografica mediterranea. Con il Decreto 7 aprile 2017 "*Designazione di 74 Zone speciali di conservazione della regione biogeografica mediterranea insistenti nel territorio della Regione Liguria, ai sensi dell'art. 3, comma 2, del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357*" è stato portato a compimento il processo di designazione dei siti della Rete Natura 2000 per l'intera regione Liguria.

Di seguito vengono elencate e descritte le Zone Speciali di Conservazione (codice e denominazione del Sito) ricadenti negli areali di interesse definiti dal progetto.

Area di mare denominata "Bocca di Magra Interna" e "Bocca di Magra Esterna"

- IT1343502 "*Parco della Magra - Vara*"
- IT1345101 "*Piana del Magra*"
- IT1345109 "*Montemarcello*"



Figura I-21 : Biodiversità – Habitat Rete Natura 2000 – ZCS "Parco della Magra – Vara", "Piana del Magra", "Montemarcello"

Nelle vicinanze dell'area di mare denominata "Diga Foranea Esterna"

- IT1345104 "*Isola Palmaria*"
- IT1345175 "*Fondali Isole Palmaria - Tino – Tinetto*"



Figura I-22: Biodiversità – Habitat Rete Natura 2000 – ZCS "Isola Palmaria"

Il sito IT1343502 “*Parco della Magra - Vara*” ha una estensione superficiale pari a 2710 ha. L'area è interessata dalle alluvioni quaternarie del Vara e della Magra, depositi fluviali sabbioso-ciottolosi e depositi palustri limoso-sabbiosi. Sono presenti anche arenarie compatte in banchi e strati. Nella parte alta sono presenti numerosi rii e torrenti. Si tratta dell'unico corso d'acqua di discreta portata e con tratto fluviale non torrentizio, che mantiene, a livello regionale, buone caratteristiche di naturalità. Alcune presenze floro-faunistiche risultano importanti per la localizzazione di margini d'areale di distribuzione e per la rarità a livello regionale. Gli habitat acquatici e l'intero territorio costituiscono un'importante area (la più rilevante per la Liguria) di sosta e di transito per i migratori. Il sito riveste anche un'importanza notevolissima per la conservazione di numerose specie di anfibi e ospita, oltre a specie ed habitat prioritari della direttiva 92/43/CEE, un altissimo numero di *taxa* protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali, numerosi endemismi di particolare rilevanza e varie specie di interesse nazionale/regionale. Nel sito si rileva la presenza di *Hydroscapha gyrinoides*, specie ad areale fortemente disgiunto, indicatrice di qualità ambientale. Il sito Natura 2000 si identifica per massima parte con il Parco Naturale Regionale di Montemarcello – Magra - Vara”. (Fonte SDF Manager – aggiornamento dicembre 2015)

Il sito IT1345101 “*Piana del Magra*” ha una estensione superficiale pari a 577 ha. Costituisce la parte terminale della pianura alluvionale del Fiume Magra, si tratta di un'area pianeggiante con piccoli invasi artificiali e zone umide di rilevanza geomorfologica. Sono presenti inoltre depositi fluviali e palustri limoso-sabbiosi. Questo sito comprende diversi piccoli stagni naturali e artificiali, lanche e canali, relitti di una più vasta zona umida oramai per gran parte bonificata, ma importantissima perché unica a livello regionale. Per diverse idrofite si tratta delle uniche stazioni in Liguria. Altrettanto unica al livello regionale è la pineta a *Pinus pinea* su substrati sabbiosi dunali. Essa risulta tuttavia di origine artificiale anche se ormai consolidata da tempo. Dal punto di vista faunistico gli stagni rappresentano un importante sito di sosta per l'avifauna. Il sito ospita specie ed habitat prioritari ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, vari *taxa* protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali ed endemiti di particolare rilevanza. Sono presenti le seguenti specie di interesse biogeografico, per la loro rarità o perché indicatrici di qualità ambientale: *Gyrinus suffriani*, *Hydroscapha gyrinoides* e *Ludwigia palustris*. Si segnala infine *Hyla intermedia*, specie presente in Liguria in stazioni isolate, e in via di rarefazione nel resto d'Italia. (Fonte SDF Manager – aggiornamento dicembre 2015)

Il Sito IT1345109 “*Montemarcello*” ha una estensione superficiale pari a 1401 ha. Si tratta di una zona ubicata ad ovest del Fiume Magra che comprende la fascia costiera fra Bocca di Magra e il seno di Tellaro. L'area è caratterizzata da un contrasto tra aspetti di elevata naturalità e aree agricole, coltivate a prevalenza di ulivo, importanti paesaggisticamente ed anche per il mantenimento della biodiversità. A sud ovest sono presenti coste rocciose basse alternate a spiagge. Riveste di notevole importanza il netto contrasto vegetazionale tra i versanti tipicamente mediterranei rivolti al mare e quelli più freschi rivolti alla Valle del Magra. Diverse specie vegetali si trovano presso il limite nord orientale della loro distribuzione o in stazioni insolitamente vicino al mare. La contiguità con il sito “*Parco della Magra - Vara*”, a carattere fluviale e la morfologia di promontorio proteso sul mare aumenta notevolmente la ricchezza dell'ornitofauna. Il sito ospita specie ed habitat prioritari, numerosi *taxa* protetti ai sensi di direttive/convenzioni internazionali e numerosi endemiti di rilievo. Sono presenti infine specie di interesse biogeografico, per la loro rarità o perché indicatrici di qualità ambientale quali: *Parabathyscia brigantii* e *Globularia incanescens*. (Fonte SDF Manager – aggiornamento dicembre 2015)

Il Sito IT1345104 “*Isola Palmaria*” ha una estensione superficiale pari a 164 ha. L'isola comprende habitat talora degradati da incendi, ma suscettibili di miglioramenti. In buon stato di conservazione sono invece gli habitat rupestri delle falesie che ospitano, fra le altre, *Centaurea veneris*, endemismo a distribuzione estremamente ridotta. Lungo la costa sono presenti alcune grotte marine, mentre sul lato nord dell'isola è presente una piccola prateria di *Posidonia oceanica*, habitat prioritario ai sensi della Direttiva 92/43/CEE, relitto di una formazione un tempo più estesa. Diverse entità vegetali si trovano al limite nord-orientale della loro distribuzione. Di notevole importanza è la ricca presenza di

specie ornitiche di interesse comunitario, talune delle quali rare a livello regionale o nazionale. L'isola è caratterizzata da una costa bassa e rocciosa, a sud est sono presenti spiagge sabbiose che si estendono a nord dell'isola mentre a occidente presenta cavità di importanza paesaggistica e speleologica (grotta fossilifera dei Colombi 80LI/SP, la grotta azzurra e altre grotte marine). Il sito, rientra nel Parco Naturale Regionale di Portovenere. (Fonte SDF Manager – aggiornamento dicembre 2015)

Il Sito marino IT1345175 “*Fondali Isole Palmaria - Tino – Tinetto*” ha una estensione superficiale pari a 14 ha. Il sito è caratterizzato principalmente da popolamenti sciafili di substrato duro, tra cui quelli del Coralligeno, che colonizzano le falesie sommerse. (Fonte: SDF Manager – aggiornamento 12/2015)



Figura I-23: Aree Naturali Marine Protette – area marina protetta Portovenere

Descrizione delle Aree naturali protette terrestri e marine presenti nell’area di progetto.

La Regione Liguria, nel rispetto delle finalità e dei principi fondamentali individuati della Legge quadro sulle aree protette (Legge n. 394 del 1991), con propria Legge regionale n. 12 del 1995 “*Riordino delle aree protette*” e ss.mm. ha istituito e disciplinato le aree naturali protette finalizzate alla conoscenza, alla conservazione e alla valorizzazione del patrimonio del patrimonio naturale regionale. Il sistema dei parchi e delle aree naturalistiche liguri offre una efficace rassegna della straordinaria varietà ambientale della Liguria, comprendendo quasi il 12% del territorio regionale, per una superficie complessiva di circa 60 mila ettari. In Liguria sono presenti aree protette (anche marine) di livello nazionale, regionale o provinciale.

Di seguito vengono elencate le Aree naturali protette ricadenti negli areali di interesse definiti dal progetto.

Area di mare denominata “Bocca di Magra interna” e “Bocca di Magra esterna”

- *Parco naturale regionale di Montemarcello – Magra – Vara*



Figura I-24: Aree protette e relativi piani – L.R. n. 3/2019 – Parco Naturale Regionale di Montemarcello Magra - Vara

Area di mare denominata “Diga Foranea Esterna”

- Parco naturale regionale di Portovenere



Figura I-25: Aree protette e relativi piani – L.R. n. 3/2019 – Parco Naturale Regionale di Portovenere

Il Parco naturale regionale di Montemarcello – Magra – Vara, istituito con LR n. 43 del novembre 1982 e successivamente riclassificato, ha una superficie pari a 4320 ha. L’area protetta rappresenta un ambiente unico nel panorama regionale sviluppandosi lungo il tratto ligure del fiume Magra e parte del Vara, suo affluente. Il Parco conserva esempi di habitat fluviali unici nel contesto territoriale, si distingue per gli ambienti prevalentemente scoscesi e boscosi nel tratto corrispondente al fiume Vara, mentre la porzione che si sviluppa dalla confluenza Vara-Magra fino alla foce è caratterizzata da una valle ampia e aperta collocata in un contesto agricolo e fortemente antropizzato dove il fiume assume andamento meandriforme e disegna isole ghiaiose, in cui si conservano esempi di cenosi perifluviali di interesse conservazionistico. L’area rappresenta un Corridoio di migrazione per l’avifauna acquatica di notevole rilevanza a livello regionale, tra le numerose specie di interesse naturalistico si citano la garzetta, l’edredone, le anatre migratrici accanto a specie come il gruccione ed il topino la cui presenza è legata all’alterazione delle sponde provocata dalle pregresse attività dei frantoi. Le numerose specie ittiche presenti lungo il corpo idrico, in alcuni casi, trovano distribuzione esclusiva nelle acque del fiume Vara (es. *trota fario* di ceppo autoctono) e del fiume Magra con emergenze uniche e peculiari rappresentate dalle tre specie di lamprede (*Petromyzon marinus*, *Lampetra fluviatilis* e *Lampetra planeri*). (I Parchi della Liguria – ed. Aprile 2012).

Il Parco naturale regionale di Portovenere, istituito con LR 30 del 3 settembre 2001, ricopre una superficie pari a 274 ha che ricade nel comune di Portovenere. L’area protetta comprende il centro storico di Portovenere, le isole Palmaria, Tino e Tinetto e la costa rocciosa che si estende dal borgo fino alla valle dell’Albana, oltre ad un’area di tutela marina (Area di tutela marina regionale “Isole di Portovenere”) che si sviluppa lungo la costa sud occidentale dell’isola Palmaria e nel tratto di mare che circonda le isole di Tino e Tinetto. Nello specifico l’Isola di Palmaria è la più estesa. La sua costa occidentale alta e rocciosa è ricca di grotte, le falesie della costa occidentale ospitano una delle maggiori colonie di gabbiani reali del Mar Ligure. Risulta essere di grande interesse l’aspetto vegetazionale, infatti l’isola è caratterizzata dalla predominanza della macchia mediterranea alla cui distribuzione si aggiunge in misura sporadica la presenza di pini d’Aleppo e lembi di lecceta. Le scogliere ospitano il finocchio marino (*Crithmum maritimum*) ed il fiordaliso di Portovenere (*Centaurea veneris*), specie endemica. (I Parchi della Liguria – ed. Aprile 2012)

A completare il quadro conoscitivo dal punto di vista delle presenze floro-faunistiche distribuite nel territorio analizzato, di seguito vengono descritte le segnalazioni puntuali presenti nell’Osservatorio

ligure della Biodiversità, denominato (Li.Bi.Oss.), gestito da ARPAL. Con questo termine si indica uno strumento informatico di libera consultazione, composto da una banca dati alfanumerica con annessa cartografia. Li.Bi.Oss. ha il compito di acquisire ed organizzare i dati inerenti le segnalazioni generiche e di monitoraggio dello stato di conservazione degli habitat e delle specie di interesse comunitario, nazionale e regionale raccolti dai vari soggetti che operano sul territorio ligure. Tali dati fanno parte del sistema informativo regionale (SIRAL). L'accesso alle informazioni è disponibile al seguente indirizzo: <http://www.banchedati.ambienteinliguria.it/index.php/natura/biodiversita>

Le informazioni che vengono gestite dall'Osservatorio relative alle specie possiedono una serie di caratteristiche (nome scientifico, nome volgare, "specie aliena", "specie invasiva", "specie endemica", ecc.) che ne rendono semplice ed efficace la ricerca e la consultazione da parte di qualsiasi Soggetto. Molte delle specie presenti sono accompagnate da una foto identificativa e da una serie di informazioni ecologiche che la descrivono e la inquadrano anche dal punto di vista sistematico. Ciò, unitamente alla presenza dei riferimenti bibliografici, che caratterizzano ogni segnalazione, conferisce allo strumento un importante rigore scientifico. Inoltre, ad ogni osservazione sono legati i dati di rilevamento di una stazione, compresa la georeferenziazione delle coordinate nel sistema UTM-WGS84, che ne consentono una localizzazione precisa sul territorio, con accesso diretto alla mappa.

I dati riportati di seguito sono riferiti prevalentemente relative alle specie floro-faunistiche terrestri. Solo a partire dal 2019, infatti Li.Bi.Oss. è stato implementato con informazioni relative alle specie marine di interesse ecologico-conservazionistico grazie al contributo del progetto europeo Marittimo - Girepam.

Area di mare denominata "Bocca di Magra interna" e "Bocca di Magra esterna" ci sono delle segnalazioni puntuali distribuite lungo la Piana del Magra relative a:

- *Larus melanocephalus* (punto rosso) – in corrispondenza della spiaggia
- *Lacerta bilineata* e *Lacerta bilineata* (punto rosso) – in corrispondenza della spiaggia
- *Ammobius rufus*, *Pimelia bipunctata*, *Stenosis intermedia* *Xanthomus pellucidus* (punto rosso) in corrispondenza della spiaggia
- *Pipistrellus kuhlii* (punto rosso) - in centro abitato



Figura I-26: Libioss – specie raggruppate per Regni – Area Bocca di Magra 1

Le segnalazioni puntuali distribuite lungo la Foce del Magra sono:

- *Vertigo angustior* (punto rosso)

Le segnalazioni puntuali distribuite nell'area di Montemarcello sono:

- *Hemidactylus turcicus* e *Tarentola mauritanica*
- *Hierophis viridiflavus*



Figura I-27: Libioss – specie raggruppate per Regni – Area Bocca di Magra 2

Nelle vicinanze dell'area di mare denominata "Diga Foranea Esterna" ci sono delle segnalazioni puntuali distribuite lungo la costa orientale dell'Isola Palmaria relative a :

- *Ampelodesmos mauritanicus* (quadrato verde)
- *Cladocora caespitosa* (punto rosso) (dato derivante dal progetto Marittimo Girepam)
- *Staelina dubia* (quadrato verde)



Figura I-28: Libioss – specie raggruppate per Regni – Area Isola della Palmaria

Per finire:

- *Lithophaga lithophaga* (dato del 1990 inserito grazie al progetto Girepam)

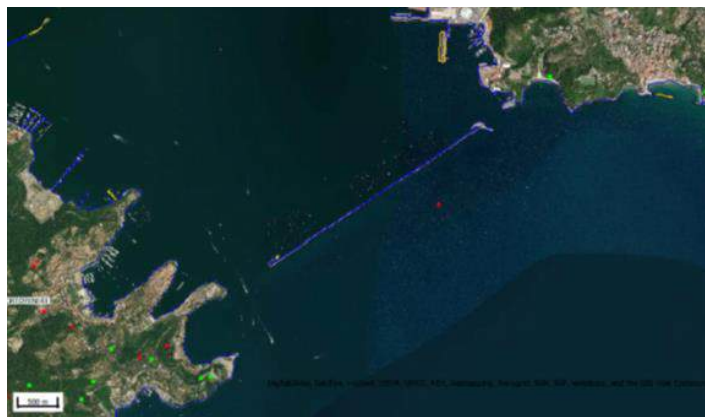


Figura I-29: Libioss – specie raggruppate per Regni – fuori diga

Corpo Idrico		Comune	Ragione sociale	Tipologia
Foce Magra		Sarzana	Intermarine SPA	industria cantieristica: costruzioni navali e riparazioni di navi e imbarcazioni
		Arcola	Arcola Petrolifera SPA	raffinerie di petrolio
Golfo La Spezia	Portovenere	GNL Italia SPA		commercio all'ingrosso di prodotti petroliferi e lubrificanti
		Marina Militare - Balipedio di Portovenere		balipedio
	La Spezia	Sepor Terrestre e Marittima S.r.l.		attività di eliminazione e recupero rifiuti liquidi pericolosi e non pericolosi
		ENEL Produzione SPA		produzione e distribuzione di energia elettrica
		TMP SPA Termomeccanica Pompe		produzione pompe
		Cantieri San Marco SRL		cantieri navali per costruzioni metalliche
		Cantiere Navale Michelin & C. SRL		cantiere navale
		Corte LOTTI Pietrasanta di Andrea Lotti & C. SAS		commercio all'ingrosso di altre macchine e attrezzature varie per l'industria, il commercio e la navigazione
		Cantieri Navali Baglietto SPA		industria cantieristica: costruzioni navali e riparazioni di navi e imbarcazioni
		Cantieri Navali di La Spezia SRL		costruzione e riparazione di imbarcazioni da diporto e sportive
		Fincantieri SPA		cantiere navale

1.2 ANALISI DELLE PRESSIONI

Tabella I-1 : principali attività/pressioni ambientali nel Golfo della Spezia (Regione Liguria, PTAMC 2020).

Nel Golfo di La Spezia le attività che determinano le maggiori pressioni potenziali sono individuabili in:

- Porto industriale e commerciale
- Porto militare
- Diportismo
- Scarichi urbani ed industriali
- Discariche
- Siti contaminati.

A Portovenere è da segnalare la presenza, presso Punta della Castagna, di un balipedio (poligono di tiro militare) che dispone di una sistemazione per il tiro a mare.

Inoltre, in seguito alla individuazione di una ampia area interessata da discariche abusive di rifiuti, una vasta area del Golfo, denominata sito di Pitelli, che a partire dal 2013 non è più classificato come sito di interesse nazionale ed è stato trasferito alla competenza della Regione Liguria.



Figura I-30: Localizzazione principali scarichi industriali attività produttive (fonte catasto regionale degli scarichi industriali)

Di seguito si descrive il sistema di trattamento e scarico delle acque reflue per l'agglomerato "La Spezia".

Le acque reflue dell'agglomerato "La Spezia" vengono convogliate presso l'impianto di trattamento denominato Depuratore Stagnoni (A.U.A. n. 323 del 18/04/2019) situato nel comune di La Spezia. Tale impianto effettua un trattamento impiantistico secondario rappresentato da grigliatura fine, dissabbiatura-disoleatura, comparto biologico a fanghi attivi con selettore anossico, predenitrificazione, nitrificazione, ossidazione, sedimentazione e disinfezione. Il carico servito complessivo è di 86.587 abitanti equivalenti. Le acque trattate vengono scaricate nel Canale Melara che confluisce nell'area marina portuale. Periodicamente il Canale Melara è interessato da emergenze legate alla presenza di liquami fognari che recapitano in mare, rappresentando una criticità ambientale significativa. Gli scarichi che afferiscono nel Golfo della Spezia interessano gran parte del centro urbano spezzino, sono compresi tra la foce del Canale Lagora e San Bartolomeo per un totale di n. 25 immissioni in mare (fonte, ASL n. 5 Spezzino, 2018).



Figura I-31: schema del sistema di trattamento e scarico delle acque reflue agglomerato di La Spezia (Fonte Reg. Liguria)

Condotte di scarico a mare							
Comune	Località	Lunghezza condotta (m)	Profondità finale (m)	Portata giornaliera (mc)	Abitanti residenti/fluttuanti	Data di realizzazione	Note
1-Portovenere	Molo Dondero	1000	28	1000	1550/5300	1970	Attiva
2-Lerici	S. Terenzo	500	9	4800	27000/27400	1989	Attiva in caso di emergenza
3-Lerici	Centro	550	13	4800	27000/27400	1972	Attiva in caso di emergenza
4-Lerici	Tellaro	900	17	250	-	1991	Attiva*
5-Lerici	Fiascherino	300	-	-	1000/1100	-	Attiva in caso di emergenza
6-Ameglia	Bocca di Magra (Punta Sanità)	500	8	-	-	-	Attiva in caso di emergenza
7-Ameglia	Bocca di Magra destra orografica foce Magra	1700	15	15552	27000/27400	2006	Attiva

Tabella I-2: condotte di scarico a mare di impianti di depurazione di acque reflue urbane al 2020; * = impianto modificato (fonte Regione Liguria, 2020).

Gli scarichi delle zone situate agli estremi della suddetta area, zona dell'Arsenale militare, Marola e Cadimare a ponente, zona Fincantieri e Muggiano a levante, sono recapitanti nei corsi d'acqua presenti (piccoli rii). Nei comuni costieri dell'area di studio sono utilizzati sistemi di condotte a mare di acque reflue urbane le cui caratteristiche sono riassunte nella tabella I-2 (fonte Regione Liguria, 2020).

Lo scarico in mare delle acque reflue urbane tramite condotte sottomarine provenienti da trattamenti depurativi a terra è spesso privilegiato a garanzia della tutela della fascia costiera, in quanto se posta a distanza dalla costa e a giusta profondità, tale modalità favorisce il mescolamento delle acque reflue

con l'acqua marina, abbattendone il carico batterico grazie alla diluizione e al decadimento biologico dovuto alla capacità autodepurativa propria del mare.

Nella seguente tabella I-3 (fonte ASL n. 5 Spezzino, 2018) sono indicati gli impianti di trattamento delle acque reflue urbane nelle zone di interesse suddivise in I e II fascia. Nella successiva figura I-31 viene rappresentata la rispettiva localizzazione.

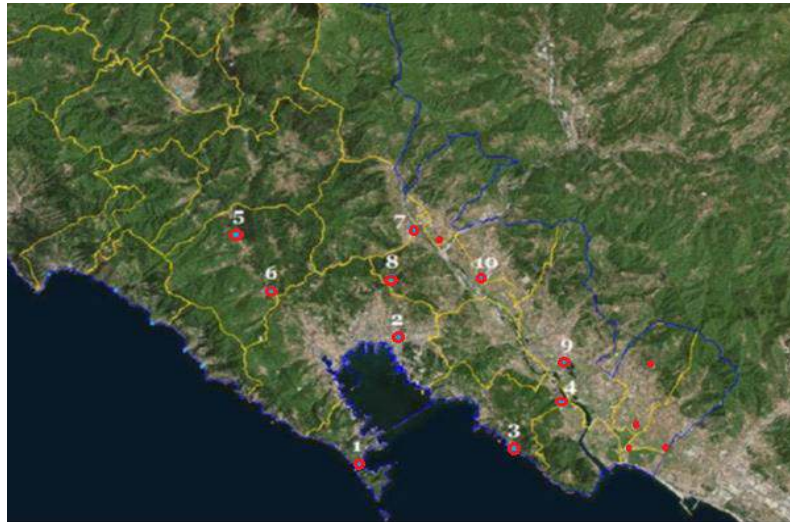


Figura I-31: localizzazione degli impianti di trattamento di reflui urbani (fonte ASL n. 5 Spezzino, 2018)

Fascia	Comune	Tipologia impianti	Metodo	AE*	Località	Note
I	Portovenere	Depuratore	Pretrattamento e scarico a mare	1.950	Molo Dondero ⁽¹⁾	Condotta a mare. Autorizzazione allo scarico con DD 1452 del 27/09/2017, DD 87 del 17/01/2018 e DD 542 del 05/04/2018
	La Spezia	Depuratore	Fanghi attivi	82.000	Stagnoni ⁽²⁾	Scarico nel Canale Melara. Autorizzazione allo scarico con DD 955 del 26/06/2017
		Percolatore		375	Brassa	
		Percolatore		120	San Veneno	
		Fossa Imhoff		460	Ruffino	
		Fossa Imhoff		100	Lizza (Acquasanta-Via delle Baccelle)	
		Fossa Imhoff		40	Coreglia	
	Lerici	Depuratore	Pretrattamento e scarico a mare	550	Tellaro ⁽³⁾	Autorizzazione allo scarico con DD 2008 del 21/12/2017
		Depuratore	Fanghi attivi	39.000	Camisano o Senato ⁽⁴⁾	Condotta a mare
	Ameglia	Fossa Imhoff		350	Valletta-Borea	
Depuratore		Fitodepurazione	150	Montemarcello sud-est		
Depuratore		Fanghi attivi	2.000	Ricco Capoluogo ⁽⁵⁾		
Riccò del Golfo	Depuratore	Fanghi attivi	1.200	Val Gravaglia ⁽⁶⁾		
	Fossa Imhoff		70	Pian di Barca		
	Fossa Imhoff		70	Loc. Camedone		
	Fossa Imhoff		70	Ponzo		
	Fossa Imhoff		30	Valle di Bovecchio		
	Depuratore	Fanghi attivi	5.800	Pian di Follo ⁽⁷⁾		
	Fossa Imhoff		450	Carnea Foce (Frantoto)		
Follo	Fossa Imhoff		140	Piè di Foce (Tivegna)		
	Fossa Imhoff		140	Loc. Crovighone		
	Fossa Imhoff		80	Loc. Cafaggio		
	Fossa Imhoff		60	Loc. Vichueda		
	Fossa Imhoff		30	Loc. Durasca		
	Fossa Imhoff		15	Loc. Sorbolo		
	Fossa Imhoff		15	Loc. Toracca		
	Depuratore	Fanghi attivi	400	Corea ⁽⁸⁾		
	Fossa Imhoff		500	Loc. Buonviaggio		
	Fossa Imhoff		200	Valeriano nord		
Vezzano Ligure	Fossa Imhoff		200	Valeriano sud asilo		
	Depuratore					
Sarzana	Fossa Imhoff		430	Via Valle		
	Depuratore	Fanghi attivi	17.500	Loc. Silea ⁽⁹⁾		
	Brodisco		370	Loc. Falcinello		
S. Stefano di Magra	Depuratore	Fanghi attivi	350	Ponzano Superiore(Campolo)		
	Depuratore	Fanghi attivi	4.100	Gharetolo ⁽¹⁰⁾		

Tabella I-3: impianti di trattamento delle acque reflue urbane (fonte ASL n. 5 Spezzino, 2018)

Per quanto riguarda gli **altri scarichi industriali**, si fa presente che, sia nel Golfo della Spezia, sia nel tratto terminale del fiume Magra, insistono diverse attività cantieristiche navali (così come molti rimessaggi), le cui lavorazioni hanno luogo anche in aree scoperte e quindi con potenziali scarichi di acque di dilavamento piazzali in mare o nel fiume Magra. Segnaliamo, in particolare, che nel mese di novembre 2018, a seguito di controllo ispettivo è stata comminata una sanzione ad un cantiere navale.

Segnaliamo infine alcuni episodi di **moria ittica** presso il Canale Melara, a Marina del Canaletto, avvenuti in data 12/09/2018 e 10/07/2022.

Gli scarichi industriali presenti nelle banche dati ARPAL e recapitanti nei recettori ricadenti nella zona del Golfo della Spezia (comuni di La Spezia, Lerici e Portovenere) sono riportati nella seguente figura I-32.

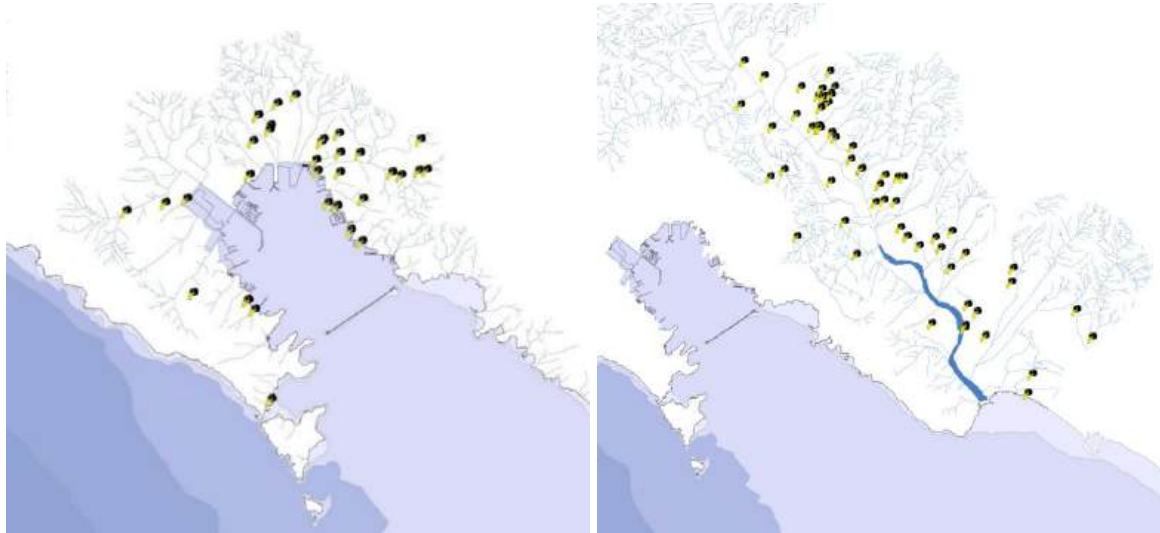


Figura I-32: localizzazione principali scarichi industriali (fonte database ARPAL).

Le acque reflue di natura domestica di dette attività cantieristiche scaricano a mare (direttamente o previo collettamento nei tratti terminali di corpi idrici superficiali), previo specifico trattamento, in quanto le aree demaniali risultano per lo più non servite da pubblica fognatura. Con riferimento alle fonti di rifiuti industriali in nostro possesso, si evidenzia che nelle aree portuali sono presenti impianti autorizzati al recupero di rifiuti sia pericolosi che non pericolosi. Con riferimento ai rifiuti pericolosi è in attività, da oltre un ventennio, su di un pontile dedicato, ubicato in testa al Molo Garibaldi, il già citato impianto SEPOR di trattamento di rifiuti liquidi (principalmente, ma non solo, acque di sentina). Tale impianto nel corso del 2017 ha trattato circa 35.000 tons di rifiuti liquidi, costituiti soprattutto da acque di sentina delle navi mercantili e militari (130403*), dal cui trattamento ne è seguita la produzione di fanghi (190813*), detenuti in deposito temporaneo presso l'impianto, entro cassoni a tenuta stagna, in attesa di essere avviati a smaltimento fuori regione. Si ritiene opportuno evidenziare che nel corso del 2016 è stato avviato presso i competenti uffici regionali il procedimento autorizzativo (ormai concluso) della nuova piattaforma polifunzionale SEPOR che andrà a sostituire il precedente impianto, e che sarà ubicata direttamente sul Molo Garibaldi oltre che realizzata in conformità alle BAT (Best available technologies). Di conseguenza, i possibili rischi di incidente/inquinamento saranno verosimilmente ridotti rispetto all'attuale situazione.

Oltre all'impianto SEPOR, presso il Molo Garibaldi, è presente un impianto di recupero (R13 messa in riserva) di rifiuti non pericolosi gestito da LSCT, che prevede principalmente (ma non solo) lo stoccaggio di materiali ferrosi anche in forma particolata (stoccaggio massimo istantaneo autorizzato: 8000 mc, potenzialità massima annuale: 80000 tons). Sempre sul Molo Garibaldi è presente un ulteriore impianto autorizzato al recupero (R13 messa in riserva) di rifiuti non pericolosi (ceneri leggere di carbone 100102 entro 4 sili della capacità di circa 1000 mc ciascuno; (stoccaggio massimo istantaneo autorizzato: 4000 mc, potenzialità massima annuale: 100000 tons). Si evidenzia che tale impianto, autorizzato nel 2016, non ha di fatto ancora iniziato l'attività. Inoltre anche l'attività dei citati cantieri navali determina la produzione di rifiuti industriali, per lo più solidi e non pericolosi (ad es. ferro e acciaio, legno, plastica etc.) e, in minor quantità, anche rifiuti pericolosi, il cui deposito temporaneo

avviene di norma in strutture dedicate e munite di presidi ambientali anti inquinamento riducendo così il fattore di rischio (Fonte ARPAL del 03/12/2018 prot. n. 35854).

In relazione al triennio 2015-2017, la Capitaneria di Porto della Spezia ha fornito i dati relativi al **traffico navale** nel porto della Spezia ed all'utilizzo della costa ai fini della nautica da diporto: La Spezia, Canaletto, Fossamastra, Muggiano, Cadimare, Fezzano, Le Grazie, Portovenere.

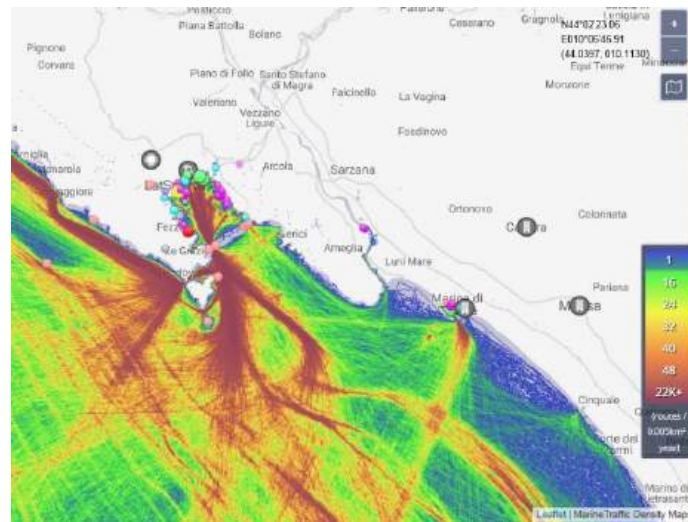


Figura I-33: traffico marittimo nel Golfo della Spezia (immagine tratta dal sito: www.marinetraffic.com)

Tipologia di Navi	Navi partite
Unità navali in arrivo nel porto della Spezia	5.061
Unità navali in partenza dal porto della Spezia	5.052
Posti barca a mare esistenti nel Golfo della Spezia*	4.270

Tabella I-4: Traffico navale e n. di posti barca nel Golfo della Spezia, triennio 2015-2017

Tali dati sono stati aggiornati con le navi in arrivo e partenza per gli anni 2018 e 2019 (fonte Capitaneria di Porto della Spezia, 2020).

	2018	2019
Navi in arrivo	1690	1600
Navi in partenza	1676	1612

Tabella I-5: Traffico navale 2018-2019

L'Autorità Portuale ha fornito il numero di navi, suddivise per diverse tipologie, che hanno transitato nello scalo spezzino nell'anno 2017.

Tipologia di Navi	Navi arrivate	Navi partite
Navi Rinfuse Liquide	129	8
Navi Porta Contenitori	1.115	1.126
Navi Merci Varie	68	42

Navi Passeggeri	212	212
Navi Vuote	50	196
Totale	1574	1584

Tabella I-6: Traffico navale nel porto della Spezia (Autorità Portuale, anno 2017)

Rispetto ai dati relativi al periodo 2003-2011 che sono stati estrapolati dal *“Piano di Raccolta e Gestione dei Rifiuti prodotti dalle navi e dei residui del carico nel porto della Spezia, D. Lgs. 182/2003, Luglio 2012”* redatto dall’Autorità Portuale della Spezia, si evince che il numero totale dei principali vettori nel porto spezzino ha subito una notevole diminuzione. Dai dati di dettaglio emerge che il trend negativo riscontrato nel periodo in esame dipende principalmente da una diminuzione del numero di vettori di *“Rinfuse Liquide”* e *“Merci Varie”*, mentre si assiste ad un notevole incremento delle navi *“Passeggeri”*, passando da 81 vettori nel 2011 a 212 vettori nel 2017 (fonte ASL n. 5 La Spezia).

La Capitaneria di Porto della Spezia ha inoltre fornito i dati relativi alla flotta di pescherecci spezzini.

Punto di sbarco	Flotta da pesca spezzina	
	Motobarche > 12m	Motobarche < 12m
Banchina Revel	14	0
Molo Italia	3	0
Cadimare	0	1
Lerici Calata Mazzini	2	7
Lerici San Terenzo	0	1
Levanto	0	3
Monterosso al mare	0	10
Portovenere	0	1
Riomaggiore Loc. Manarola	0	1
Vernazza	0	3
Fiumaretta Ameglia	0	3
Fiumaretta Bocca di Magra	0	3
Framura	0	4
Totale	19	37

Tabella I-7: Pescherecci della provincia della Spezia (Capitaneria di porto La Spezia, dati di luglio 2018)

Rispetto al periodo 2003-2011, si riscontra una riduzione delle imbarcazioni da pesca di entrambe le tipologie (lunghezza superiore/inferiore a 12 metri).

Nel corso del 2017 l'AdSP ha movimentato complessivamente 18,2 mln di tonnellate di merce, pari ad un incremento del 13,6% sul 2016 e di 1,526 mln di contenitori, con un incremento del 17% (fonte AdSP).

Nel 2017 si registra nel porto spezzino una sostenuta ripresa del traffico contenitori con una movimentazione complessiva di 1.473.571 TEU, pari ad un incremento del 15,8% sull'anno precedente. Un volume di traffico molto rilevante che conferma il ruolo di primo piano che lo scalo riveste ormai da molti anni nel panorama della portualità nazionale e mediterranea, confermando La Spezia al secondo posto in Italia tra gli scali di destinazione finale verso i mercati di produzione e consumo del nord Italia.

Gli interventi già in atto per il completamento del Piano regolatore portuale con nuove banchine e nuove infrastrutture, soprattutto ferroviarie, consentiranno il raggiungimento degli obiettivi di efficienza e di sostenibilità ambientale fissati dallo stesso Piano, con un nuovo assetto che produrrà, a regime, movimentazioni fino a 2,5 Mln di contenitori, di cui il 50% trasferiti mediante ferrovia.

Nel 2017 cresce anche l'attività di trasbordo che ha rappresentato l'11,7% del traffico portuale, con 173 mila movimenti complessivi a banchina.

Nei mercati esteri serviti dal porto spezzino troviamo in ordine di importanza l'interscambio con Asia, Americhe, Europa, Africa ed Oceania.

I principali mercati *inland* di riferimento sono rappresentati, in ordine di importanza, dalle regioni Emilia Romagna, Lombardia, Veneto, Toscana, Liguria e Piemonte. Va sottolineato che le prime tre coprono circa il 65% del mercato totale interno del porto spezzino. Sempre ragguardevoli i dati relativi al trasporto intermodale svolti nel porto della Spezia: nel 2017 sono stati movimentati complessivamente dal "sistema porto" circa 127mila carri (+6,7%) ed inoltrati 7.500 treni (+6,4%) che attestano al 33% la quota di trasporto ferroviario del La Spezia Container Terminal (al netto dei trasbordi), quota tra le più rilevanti percentuali in Italia ed in Europa e che conferma negli anni l'eccellenza spezzina in questa modalità di trasporto. Nel corso del 2017 crescono le merci varie con 13.809.286 tonnellate movimentate (+13,2%), di cui 13,7 mln containerizzate (+13,2%) e 95.993 non containerizzate (+16,7%), operate entrambe da LSCT. Nel 2017 il settore delle rinfuse solide si è attestato a 1.080.269 tonnellate complessive con una flessione del 13% sui valori dell'anno precedente dovuta principalmente alla riduzione del carbone sbarcato al terminal Enel che ammonta a 906.175 tonnellate (-17%).

Ripresa nel settore delle liquide con 1.090.786 tonnellate movimentate (+45,6%) dovuta all'incremento delle movimentazioni del gas liquido GNL che raggiungono le 444mila tonnellate (+201%). Stabili gli altri prodotti raffinati con 384 mila tonnellate. Il traffico generale svolto nel 2017 si attesta così a 15,98 milioni di tonnellate (+12,6%), di cui 6,73 milioni allo sbarco e 9,25 milioni all'imbarco che ne rappresenta il 57,8% del totale. Oltre l'85% la quota di trasporto containerizzato sul traffico totale del porto.

Il traffico crocieristico nel 2017 si è chiuso con una ulteriore flessione pari al 10% sul 2016, principalmente dovuta alla cancellazione di alcuni scali previsti a fine anno: sono transitati complessivamente nel golfo spezzino 455 mila crocieristi (-10,4%) di cui in *homeport*, imbarcati e sbarcati ai terminal crociere, sono stati 8.824 unità mentre le toccate nave alla Spezia sono state 143. Il 2017 si è chiuso per il porto di Marina di Carrara con un importante incremento delle movimentazioni a banchina per un totale di 2.279.725 tonnellate (+20,7%), di cui 889.890 in import e 1.389.835 in export. In particolare le rinfuse solide ammontano a 529.900 tonnellate (-3%) e le merci varie a 1.749.825 tonnellate (+30,3%).

Tra quest'ultime il consolidamento del traffico containers e ro-ro, inaugurato nel 2016 e che collega lo scalo apuano con la Sardegna, ha totalizzato rispettivamente 715.410 tonnellate di containerizzato (pari a 52.452 TEU + 60%) e 476.940 tonnellate di rotabili (per 516mila m/l equivalenti). Vivaci segnali anche dal traffico passeggeri a conferma delle interessanti potenzialità che può vantare il porto di Marina di Carrara in questo settore: nel 2017 si sono registrati infatti 17.810 crocieristi in transito, con un incremento del 13,7% sul 2016.

La **pesca** in Liguria può contare su circa 1.800-2.000 pescatori, per lo più organizzati in cooperative la maggior parte delle quali si preoccupa di vendere direttamente il prodotto. In Liguria la pesca professionale è in prevalenza la pesca costiera locale, o "piccola pesca". I tipi di pesca principalmente praticati sono la pesca con reti da circuizione, per la cattura di alici e sardine, lo strascico, per calamari seppie e sogliole, reti da posta, per naselli, fragolini, occhialoni, sciabiche da natante per alcuni tipi di pesca tradizionale.

Le caratteristiche di questo tipo di pesca in mare sono (Fonte: <http://www.agriligurianet.it>):

- utilizzo di motobarche, piccoli natanti a motore privi di alloggi per gli addetti
- utilizzo dei tradizionali attrezzi da pesca, soprattutto da posta
- equipaggio composto al massimo da due o tre persone
- uscite giornaliere e fortemente condizionate dalla situazione meteorologica
- cattura di specie di pregio economico
- area di pesca normalmente circoscritta tra le tre e le sei miglia
- vendita del pescato diretta, rivolta anche ai turisti, con possibilità di buoni profitti

La flotta ligure costituisce, con le sue 497 imbarcazioni totali, in termini di numero di imbarcazioni da pesca oltre il 4% della flotta nazionale; in termini di stazza, rappresenta il 2,5% circa del tonnellaggio nazionale. Nel periodo 2000-2006 la pesca ligure è stata caratterizzata da un consistente ridimensionamento della flotta a cui si è associato un generale ammodernamento del settore; nel settennio successivo (2007-2013) si è assistito ad un'ulteriore riduzione, meno marcata rispetto al periodo precedente, e ad una successiva stabilizzazione del settore. La flotta da pesca ligure è costituita da imbarcazioni dalle dimensioni medie modeste, in cui la pesca artigianale rappresenta il segmento più rappresentativo dell'intera flotta. Come da tabella sottostante, le imbarcazioni di dimensioni maggiori sono quelle da circuizione, con una media di circa 34,6 GT (stazza lorda) e 32 TSL (tonnellate di stazza lorda) per barca, seguite dalle imbarcazioni a strascico. Di dimensioni nettamente inferiori è il segmento della piccola pesca, costituito da barche di circa 2 GT e 3 TSL.

SISTEMA	Anno 2019				
	BATTELLI	TSL	GT	TSL medi	GT medi
CIRCUIZIONE	5	160,44	173	32,09	34,60
PICCOLA PESCA (inclusa Sciabica)	393	1.209,89	777,35	3,08	1,98
POLIVALENTI					
ATTREZZI DA POSTA, PALANGARI	19	216,41	242	11,39	12,74
STRASCICO	80	1.485,21	1.874	18,57	23,43
TOTALE	497	3.071,95	3.066,35		

Tabella I-8– Composizione della flotta da pesca ligure – Anno 2019 (Regione Liguria, PTAMC 2020).

In Liguria il 16% circa delle imbarcazioni esercita la pesca a strascico, l'1% la pesca al pesce azzurro con reti da circuizione, il restante la piccola pesca o pesca costiera.

Per quanto attiene invece i punti di sbarco del pescato, nella Provincia della Spezia sono stati individuati: La Spezia Banchina Revel, La Spezia Loc. Cadimare, Lerici Calata Mazzini, Portovenere Calata Doria, Levante Porticciolo La Pietra, Monterosso Porticciolo, Vernazza Porticciolo, Manarola Porticciolo, Framura Porticciolo, San Terenzo Molo, Bocca Di Magra Porticciolo, Fiumaretta Banchina Via Del Pilota.

Di seguito le catture per sistema di pesca dal 2011 al 2017:

Sistema	Catture Tonn.				
	2011	2014	2015	2016	2017
Circuizione	2.425	1.599	1.677	1.840	2.827
Attrezzi passivi - palangari	233	194	162	161	160
Strascico	869	746	783	799	791
Piccola Pesca	933	971	892	871	735
Totale Regione Liguria	4.460	3.510	3.514	3.671	4.513
Totale nazionale		176.778	188.751	188.019	
% su nazionale		1,99	1,86	1,95	

Tabella I-9 - Produzione ittica ligure – catture 2011-2017 (Fonte ISMEA)

Si osserva un sensibile decremento di catture e ricavi fino al 2014, seguito dal 2015 in poi da un lieve ma significativo aumento di catture e ricavi. Il sistema di pesca che registra il maggior valore di catture è rappresentato dalla circuizione, probabilmente causato dall'aumento della disponibilità di pesce azzurro (soprattutto acciughe). Nell'ambito dei 36 siti liguri, nello spezzino dal punto di vista delle caratteristiche di vero e proprio "porto peschereccio", inteso come porto dotato di strutture a terra ben organizzate, solo le condizioni riscontrate nei porti di Lerici e La Spezia (Banchina Revel) risultano discrete. Nella maggior parte dei casi, i siti di ormeggio della flotta peschereccia presentano imbarcazioni sistemate in modo non organizzato e razionalizzato, il più delle volte insieme a quelle da diporto e per altri usi.

(Fonte: Programma Regionale della Pesca e dell'Acquacoltura per il triennio 2019-2021, Regione Liguria - Assessorato all'Agricoltura, floricoltura, pesca e acquacoltura - Settore Politiche Agricole e della Pesca)

In Liguria la piscicoltura, presente con n. 2 impianti e con una produzione di circa 800 tonnellate/anno, rappresenta il 4% circa della produzione nazionale; le specie allevate sono soprattutto spigole, orate e in minor quantità, saraghi ed ombrine.

L'impianto di itticoltura della Spezia nasce alla fine degli anni '80 come impianto *in-shore* per l'allevamento di orate e branzini, in località Punta Pezzino nel golfo delle Grazie a Portovenere. Nel 2004 è stato realizzato il primo lotto di 8 gabbie galleggianti *off-shore* a due miglia al largo dell'isola Palmaria, che attualmente non è operativo. La produzione è di circa 400 tonnellate annue (orate, branzini e ombrine) che riforniscono esercizi della grande distribuzione oltre ad una capillare rete di vendita regionale. (Fonte: <http://www.agriligurianet.it>)

Nel Golfo è presente un impianto di itticoltura nella zona di Punta Pezzino, in località Le Grazie nel comune di Portovenere a circa 1 Km in linea d'aria dall'area Diga Foranea Ponente Interna. Si tratta dell'azienda "Piscicoltura Portovenere S.r.l.", costituita nel marzo 2014, che si colloca in una concessione marittima di 24.000 mq, dove sono localizzate le strutture di allevamento. Attualmente l'impianto si compone di 30 gabbie, delle quali 21 di diametro di 16 m e 9 di diametro di 22 m, tutte destinate all'allevamento *in-shore* di spigole e orate. La seguente tabella riporta i dati di produzione 2015-2017 dell'impianto di itticoltura in oggetto: Piscicoltura Portovenere S.r.l.



Anno	Orate/Branzini
2015	272 t
2016	290 t
2017	262 t

Tabella I-10 - Produzione ittica Piscicoltura Portovenere srl

Il pescaturismo costituisce un'attività integrativa alla pesca artigianale, in quanto consente agli imprenditori ittici attivi nella pesca professionale di imbarcare sulla propria imbarcazione persone diverse dall'equipaggio, per lo svolgimento di attività di pesca per scopi turistici e ricreativi. Esso rientra a pieno titolo, come previsto dalla normativa nazionale attualmente in vigore, nelle attività di pesca professionale, purché effettuato dall'imprenditore ittico.

Analogamente, anche l'ittiturismo rientra nelle attività di pesca professionale: in particolare, consiste in attività di ospitalità, ricreative, didattiche, culturali e di servizi finalizzate alla corretta fruizione degli ecosistemi acquatici e delle risorse della pesca e alla valorizzazione degli aspetti socio-culturali delle imprese ittiche, esercitate da imprenditori attivi nella pesca professionale e nell'acquacoltura, singoli o associati, attraverso l'utilizzo della propria abitazione o di strutture nella disponibilità dell'imprenditore stesso. Attualmente in provincia di La Spezia sono attivi n. 4 itturismi. Si tratta di un numero ancora abbastanza contenuto, tuttavia la crescente propensione verso questa attività ha prodotto un aumento significativo di itturismi in Liguria negli ultimi sei anni e lascia prevedere un costante ulteriore incremento nel breve e medio periodo.

(Fonte: Programma Regionale della Pesca e dell'Acquacoltura per il triennio 2019-2021, Regione Liguria - Assessorato all'Agricoltura, floricoltura, pesca e acquacoltura - Settore Politiche Agricole e della Pesca)

L'allevamento dei **mitili** nel Golfo della Spezia risale al 1887 e costituisce un importante elemento dell'economia locale. L'allevamento si effettua su aree marine in concessione demaniale su una superficie di circa 583.639 metri quadrati e con una produzione di circa 21.000 quintali di prodotto annuo. (Fonte: Piano di Sorveglianza e Monitoraggio MBV 2020 – ASL 5 La Spezia). Il Golfo della Spezia racchiude al suo interno numerose attività antropiche e industriali (cantieristica navale e attività industriali) che convivono con gli allevamenti di mitili. I molluschi bivalvi vivi sono organismi filtratori in grado di bioaccumulare molti elementi inquinanti, sia biologici sia chimici.

I dati di seguito rappresentati sono tratti dallo studio sulla qualità delle acque costiere per il Piano di Tutela dell'Ambiente Marino Costiero e da banche dati del Settore Qualità delle Acque Levante di ARPAL.

Di seguito si riportano i punti di prelievo di ciascuna stazione di monitoraggio:

ZONA	IDENTIFICAZIONE	COORDINATE GEOGRAFICHE
Baia di Portovenere	PORT 1	Lat 44.057892 N Long 9.843861
Baia Isola Palmaria	PALM 3	Lat 44.050794 N Long 9.850206 E
Diga Foranea Ponente Interna	DFPI 5	Lat 44.072528 N Long 9.858883 E
Diga Foranea Centro Interna	DFCI 6	Lat 44.075725 N Long 9.865947 E
Diga Foranea Levante Interna	DFLI 7	Lat 44.078431 N Long 9.871744 E
Diga Foranea Levante Esterna	DFLE 8	Lat 44.077233 N Long 9.880128 E
Diga Foranea Ponente Esterna	DFPE 9	Lat 44.070111 N Long 9.862522 E



Tabella I-11 e Figura I-34: stazioni previste dal piano di monitoraggio e sorveglianza dei molluschi (Ortofoto AGEA 2010)

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo, quanto emerge dall'analisi dei dati modellati da ARPAL relativamente all'incidenza del regime idrologico del Fiume Magra sullo specchio d'acqua marino costiero in esame.

Il fiume Magra drena un bacino classificato "interregionale" che interessa il territorio delle regioni Liguria (principalmente per quanto riguarda il bacino del Vara) e Toscana (sottobacino del Magra a monte della confluenza). La superficie del bacino chiuso alla foce è di circa 1700 km², dei quali circa 1000 km² in territorio toscano e 700 km² in territorio ligure. Il fiume ha una portata media annua (calcolata sul trentennio 1984/2013) di 56,7 m³/s, e portate di piena con tempo di ritorno TR = 30 e 200 anni rispettivamente di 3744 m³/s e 6180 m³/s (UoM Magra - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni – Rapporto Ambientale di VAS, 2015). Si riportano, in Figura I-35, i valori di portata del fiume Magra per l'intero anno 2015 ricavati dal modello idrologico afflussi-deflussi DRiFt basato sulle ricostruzioni della pioggia osservata.

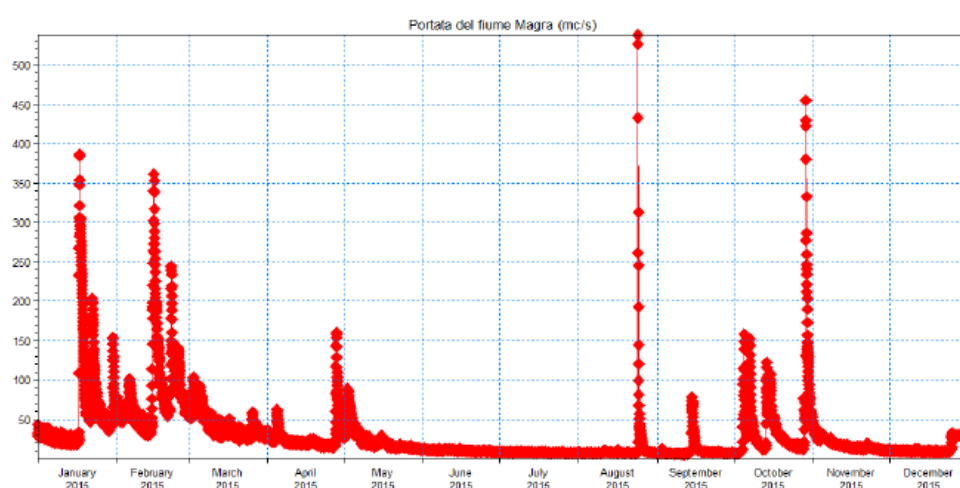


Figura I-35: Portata del fiume Magra (m³/s) ricostruita con modello DRiFt basato su piogge osservate per l'anno 2015

Nel 2015, anno preso in esame, possiamo osservare diversi eventi intensi, ma di caratteristiche non eccezionali (TR < 3 anni): quello di maggiore intensità nei giorni tra il 24 e il 27 agosto, con portata al colmo di piena di 538 m³/s, seguito per intensità da un evento tra il 28 e il 30 ottobre, con portata al colmo di piena di 455 m³/s. Altri eventi intensi si sono osservati tra il 15 e il 19 gennaio, tra il 21 e il 24

gennaio, tra il 14 e il 20 febbraio, tra il 20 e il 23 febbraio. Nella figura che segue si riporta la distribuzione della salinità superficiale simulata dal modello idrodinamico MIKE3 HD in conseguenza dell'evento di piena del fiume Magra di agosto; questo provoca una circolazione intensa diretta verso est all'interno dell'area costiera che si estende fino al limite del Promontorio di Punta Montemarcello.

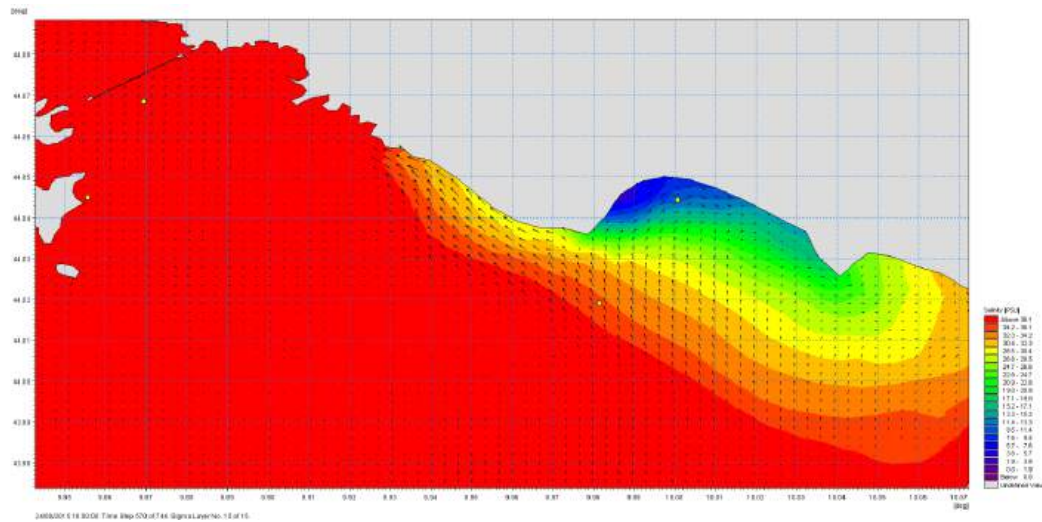


Figura I-36: Distribuzione superficiale della salinità simulata dal modello idrodinamico per il 24/08/2015 (evento di piena del fiume Magra).

L'apporto sedimentario del Fiume Magra rappresenta un fattore importante nel modellamento del sistema spiaggia. L'evoluzione morfologica storica e recente dell'alveo del fiume Magra e del suo affluente principale sono stati oggetto di numerosi studi. I processi prevalenti documentati tra la fine del XIX secolo e la fine del XX sono sostanzialmente riconducibili ad un progressivo restringimento e ad una incisione dell'alveo con conseguente variazione di configurazione morfologica da pluricursale a monocursale (Rinaldi et al., 2005; Rinaldi e Simoncini, 2006). Questi processi sono stati molto intensi. La riduzione di larghezza, ovviamente più marcata nei tratti non confinati, è stata dell'ordine delle centinaia di metri per entrambi i corsi d'acqua (Rinaldi et al., 2005; Rinaldi e Simoncini, 2006).

Per quanto concerne le variazioni altimetriche dell'alveo avvenute nel basso Magra tra il 1914 ed il 1999, sono stati registrati abbassamenti del fondo complessivi fino ad oltre 7 m, raggiungendo anche valori dell'ordine dei 10 m nel tratto prefociale. Nel basso Vara l'incisione è stata dell'ordine di qualche metro, fino localmente a circa 6 m nel periodo 1958-1989. Le porzioni più a monte di entrambi i corsi d'acqua hanno subito una incisione di minore entità (Rinaldi et al., 2009). Le cause di queste dinamiche sono state identificate essenzialmente in una notevole riduzione della disponibilità di sedimento associata a variazioni di uso del suolo (rimboschimenti) a scala di bacino, alla costruzione di dighe ed opere trasversali in genere, alla canalizzazione degli alvei ed all'estrazione di inerti (Rinaldi e Simoncini, 2006). Quest'ultimo fattore, in particolare, è stato indicato come particolarmente rilevante e la massima intensità delle escavazioni risulta essere stata negli anni '60, '70 e '80. Il depauperamento sedimentario è evidente a fronte di una stima dei volumi estratti tra il 1958 ed il 1973 pari a 24.400.000 m³ di sedimento, in riferimento ai soli tratti più a valle del Magra e del Vara, cioè circa 1.600.000 m³/anno (Cavazza e Pregliasco, 1981; Rinaldi et al., 2009). Nel periodo 1995-2010 circa, si è verificata un'inversione di tendenza rappresentata da un lieve aumento di larghezza e da una aggradazione localizzata e più accentuata lungo il medio-alto Vara e a valle della confluenza tra Magra e Vara (Rinaldi e Simoncini, 2006). Tali processi paiono imputabile ad un aumento della disponibilità sedimentaria (Rinaldi e Simoncini, 2006).

L'evento di piena del 2011, esasperando i processi morfologici in corso, ha causato repentini e considerevoli allargamenti dell'alveo che, tuttavia, considerata la variabilità storica della sua larghezza, rientrano in uno spettro di valori già documentati lungo il Magra ed il Vara negli anni '50 (Nardi e Rinaldi, 2015). Quell'evento ha mobilitato ingenti quantità di sedimento sia lungo le aste fluviali nelle

parti alte dei bacini, in particolare in val di Vara, che nel basso Magra e Vara. A tal proposito, le dinamiche di allargamento registrate sono generalmente associate ad una aggradazione dell'alveo (Nardi e Rinaldi, 2015).

Un recente studio sull'evoluzione del sistema deltizio del Magra mette in evidenza una prevalente tendenza erosiva, associandola all'impoverimento dell'apporto sedimentario fluviale causato dalle attività antropiche che hanno impattato sulla dinamica fluviale con grande intensità nel corso della seconda metà del XX secolo (Pratellesi et al., 2018).

La presenza di dighe e di opere trasversali in genere, unitamente all'effettuazione di escavazioni storiche, rimozioni di sedimenti recenti ed escavazioni illecite, rende molto complessa una significativa valutazione e stima del carico annuo di materiale litoide che giunge al litorale.

In base a studi pregressi (Cavazza, 1977; Cavazza e Pregliasco, 1981; Rinaldi e Simoncini, 2006; Tecnosviluppo et al., 1991, il carico di torbida medio annuo alla foce del Magra può essere ritenuto compreso tra i valori di 425.000 e 668.000 m³/anno. Nel periodo 1 marzo 1999 – 1 marzo 2000 sono state effettuate misure di trasporto solido presso Piccatello e Santa Giustina (77 e 159 km² di bacino sotteso), nel fiume Magra. Il volume di sedimento depositatosi presso i due siti di misura, non rappresentativo del trasporto al fondo medio annuo dei siti considerati ma indicativo del suo ordine di grandezza, è pari a 713 e 4319 m³, rispettivamente a Piccatello e Santa Giustina (Cooperativa Mediterranea Prospezioni, 2000; Rinaldi et al., 2009).

Per quanto concerne l'alto Vara, sono stati stimati valori medi di trasporto al fondo compresi tra 1500 e 1200 m³/anno (Maifredi, 2002). Una stima del carico di fondo pari a 80000 m³/anno alla foce è stata effettuata tramite l'utilizzo di varie formule empiriche da Cappucci et al. (2015).

In definitiva, considerati i dati esistenti, il carico di fondo medio annuo del Magra è compreso in un ampio intervallo tra i valori di 35800 e 338000 m³/anno (Rinaldi, 2005), ed è dunque dell'ordine di grandezza delle centinaia o decine di migliaia di m³/annui (Rinaldi et al., 2009).

Il paraggio Marinella sottende anche il bacino del torrente Parmignola (15 km²). Il tratto di pianura del torrente è completamente canalizzato e non sono disponibili dati di trasporto solido.

Come si evince dai paragrafi precedenti il sistema risulta, nel periodo indagato, in deficit sedimentario per un quantitativo superiore a 6000 metri cubi l'anno. La cessazione dell'estrazione d'inerti dall'alveo del corso d'acqua ha però permesso un progressivo ripristino dell'*input* sedimentario. Le stime attuali indicano un apporto compreso tra 35800 e 338000 m³/anno di sedimento, valori decisamente superiori al deficit sedimentario annuo. Infatti negli ultimi anni si assiste ad un lento ma costante incremento delle spiagge del paraggio, a conferma di una situazione che sta volgendo verso un'evoluzione positiva. Questo grazie anche ai numerosi interventi di ripascimento con materiale appunto prelevato nel fiume Magra, che con queste operazioni contribuiscono ad alimentare le spiagge.

Per quanto riguarda il "*paraggio di Montemarcello*", il trasporto di sedimenti da parte dei rii che percorrono il paraggio può essere considerato trascurabile. Discorso a parte meritano i diversi colatoi che convogliano detriti a mare, che rientrano nei fenomeni gravitativi. In un contesto come quello di Montemarcello, caratterizzato da spiagge alimentate esclusivamente da fenomeni di versante, ha poco senso parlare di bilancio sedimentario. Sicuramente gli *input* sono inferiori alla capacità erosiva del moto ondoso, come dimostra la storia dei piccoli lembi di spiaggia effimeri. Generalmente le spiagge sono costituite da elementi residuali molto grossolani ma in seguito agli eventi franosi principali possono avere anche periodi in cui sono costituite da materiale più fine.

Il confronto tra il rilievo batimetrico dell'Istituto Idrografico della Marina del 1879 ed il rilievo *multibeam* effettuato nel 2018 evidenzia un contesto di generale erosione oltre i 10 m di profondità, dove termina il piede dei depositi di frana. Entro questa profondità il confronto evidenzia accumulo generalizzato.

A livello normativo, con la legge regionale 13/99, i **ripascimenti** sono stati distinti in due categorie:

- *ripascimenti stagionali*: quelli volti esclusivamente alla manutenzione della spiaggia (ripristino annuale dei profili di spiaggia) e che prevedono l'apporto di sabbia in quantità inferiore ai 10 metri cubi per metro lineare di spiaggia; l'autorizzazione di tali interventi è stata delegata ai Comuni, previo parere vincolante di compatibilità ambientale rilasciato da Arpal.
- *ripascimenti strutturali*: interventi volti al potenziamento, alla ricostruzione o alla creazione ex novo di spiagge, con apporto di sabbia in quantità superiore ai 10 metri cubi per metro lineare di spiaggia; l'autorizzazione di tali interventi è compito della Regione.

Nella seguente tabella si riportano le attività/interventi di ripascimento effettuati nei Comuni di interesse.

volumi di ripascimento (metri cubi)	totale	totale da mare	%	totale da alveo	%	totale da cava	%	totale da scavo	%	totale da frana o alluvione	%	totale materiale autoctono	%	totale materiale alloctono	%
Portovenere	2403					2403	100,0							2403	100,0
Lerici	3445	1490	43,3	135	3,9	740	21,5			1080	31,3	2705	78,5	740	21,5
Ameglia	51500			50600	98,3	900	1,7					50600	98,3	900	1,7
Ameglia e Sarzana	300400			239200	79,6	61200						239200	79,6	61200	20,4
Sarzana	46000			46000	100,0							46000	100,0		
TOTALI	403748	1490		335935		65243		0		1080		338505		65243	

Tabella I-12: Sintesi attività di ripascimento sulle spiagge degli ambiti - periodo 2003-2018 (Regione Liguria, PTAMC 2020).

Gli abituali ripascimenti stagionali nel comune di Portovenere hanno come fonte di origine materiale di cava. Le spiagge comunali del comune di Lerici sono oggetto abitualmente di interventi manutentivi realizzati con materiale di diversa origine: da cava, da movimenti franosi sovrastanti le stesse spiagge, da materiale di esondazione di rii locali e da fondali prospicienti la stessa costa.

Negli ultimi 15 anni i comuni di Ameglia e Sarzana sono stati oggetto di considerevoli ripascimenti strutturali che hanno utilizzato il materiale proveniente da un importante dragaggio del Fiume Magra nell'area dal Ponte della Colombiera fino alla foce. Nella spiaggia in loc. Sanità di Bocca di Magra nel comune di Ameglia è svolta negli ultimi anni una manutenzione della spiaggia con ripascimenti di carattere stagionale.

L'avvio dell'attività di **dragaggio** era previsto per il 2003 e doveva durare 12 mesi con il dragaggio del Molo Ravano, Molo Fornelli e Bacino di Evoluzione ed in effetti in quello stesso anno furono eseguite campagne di bianco, sia sulla colonna d'acqua, a cura di ARPAL (n.3 campagne) che il prelievo di mitili a cura di ISPRA. A causa del contenzioso amministrativo le attività di dragaggio sono iniziate solo nel 2007, ad eccezione nel 2006 della MISE della testata del Molo Garibaldi, che non necessitava di autorizzazione. Dal 2007 con l'approvazione dei progetti di bonifica (con i relativi Piani di Monitoraggio Ambientale e Schemi Attuativi delle attività di monitoraggio da effettuare contestualmente alle operazioni di escavo) sono stati eseguiti i seguenti interventi. Nel corso di oltre 10 anni, Autorità Portuale ha avviato e concluso parte dei progetti secondo le tempistiche di seguito riportate:

- bonifica con interventi di Messa in Sicurezza di emergenza dei fondali antistanti il Molo Garibaldi, interessati da successivo banchinamento (periodo di attività da ottobre 2005 a luglio 2006 per un totale di circa 20.000 m³);
- bonifica dei fondali antistanti il Terminal Ravano (periodo di attività da luglio 2007 ad ottobre 2010, concentrato principalmente da giugno a ottobre 2009, per un totale di circa 115.000 m³ di sedimento asportati);
- bonifica dei fondali del Bacino di Evoluzione (periodo di attività da novembre 2013 a maggio 2014, per un totale di circa 215.000 m³ di sedimento asportati);
- bonifica dei fondali antistanti il banchinamento del Molo Garibaldi (periodo di attività da dicembre 2014 a giugno 2015 per un totale di circa 210.000 m³ di sedimento asportati preceduta da una prima fase di attività eseguita nei mesi di febbraio e marzo 2013 per un totale di circa 15.000 m³ di sedimento asportato);
- bonifica dei fondali antistanti il Molo Fornelli Est (periodo di attività da settembre 2015 a dicembre 2015 per un totale di circa 12000 m³, preceduta da una prima limitata fase di attività eseguita nel mese di novembre 2011). Le attività sono state sospese nel mese di gennaio 2016 a causa di un sequestro giudiziario dei fondali dell'area.

In aggiunta ai progetti approvati e realizzati, nel dicembre 2014 è stato eseguito il dragaggio di una porzione di fondale adiacente il Molo Fornelli Ovest, per un totale di circa 10.000 m³ di sedimento asportato. Nel corso degli anni inoltre sono stati eseguiti alcuni interventi di messa in sicurezza/bonifica dei fondali a cura di soggetti privati, tra cui il principale a cura di ITN, eseguito sui sedimenti dei fondali antistanti il Molo Mirabello (periodo di attività da agosto 2008 a maggio 2009 per un totale di circa 80.000 m³ di sedimento rimosso).

Dalla fine del 2015 Autorità Portuale non ha più effettuato attività di dragaggio. Rimangono pertanto da completare alcune aree in prossimità della testata del Molo Garibaldi, dei fondali del Molo Fornelli ed effettuare gli interventi previsti sui fondali antistanti il Molo Italia ed il Molo Enel.

Il recente PTAMC della Regione Liguria ha preso in considerazione le infrastrutture di tipo turistico e commerciale che situate lungo la costa possono dare origine a contaminazione microbiologica. Nella seguente figura sono rappresentati graficamente in rosso i **porticcioli** presenti nel Golfo della Spezia.



Figura I-37: Distribuzione dei porticcioli nell'area di studio (Regione Liguria, PTAMC 2020).

La costa del Golfo della Spezia è caratterizzata da costa alta e piccole spiagge ciottolose di difficile accesso se non con un'imbarcazione. Le poche aree adibite a spiagge custodite si trovano principalmente nel comune di Lerici, nella zona che si estende dalla bocca di levante della Diga Foranea (Baia Blu) al porticciolo di Lerici e nel comune di Portovenere nel tratto di costa denominato "Olivio".

Il tratto terminale del Fiume Magra è caratterizzato da un'ampiezza tale da permetterne la navigazione, ciò ha portato allo sviluppo di attività legate all'economia della nautica alla foce del Magra. L'Ente Parco di Montemarcello-Magra ha elaborato il Piano Guida per la Nautica (approvato con deliberazione del Consiglio dell'Ente n. 36 in data 31 luglio 2008) come strumento di attuazione del Piano del Parco nello specifico settore della **nautica da diporto** che ne condivide gli obiettivi generali, sia per quanto riguarda la localizzazione degli impianti nautici, sia per quanto attiene alle loro caratteristiche e al loro inserimento nel contesto ambientale. Come riportato nel Piano del Parco del 2008, è stata svolta un'indagine diretta lungo l'intero corso del fiume, identificando tutte le imbarcazioni presenti, sia in acqua sia a terra, mostrando come la presenza rilevata fosse di oltre 3100 unità classificate non soltanto per fascia dimensionale, ma anche per tipologia, che tradotte in Posti Equivalenti da 12 metri arrivava a più di 1700 PE12.

Ai fini di monitorarne nel tempo l'idoneità alla navigazione, sono state svolte diverse campagne di rilievi dei fondali del tratto focivo del fiume, tenendo presente le fluttuazioni nel corso degli eventi di piena. I risultati di queste indagini hanno comportato negli anni la necessità di effettuare dragaggi periodici per ragioni di sicurezza idraulica.

Gran parte del materiale dragato è stato utilizzato per il ripascimento dei litorali di Marinella (Sarzanà) e Fiumaretta (Ameglia). Dal 2007 al 2015, sono stati riversati su queste spiagge circa 335.000 metri cubi di sedimenti provenienti dall'alveo del F. Magra sia per ripascimenti strutturali più consistenti, sia per quelli stagionali.

Dall'anno 2016 il Settore Ecosistema Costiero e Acque della Regione Liguria, in accordo con l'Ufficio Territoriale Difesa del Suolo di La Spezia, ha cominciato ad autorizzare (ai sensi dell'art. 109 del D.Lgs. 152/2006) la movimentazione in loco dei sedimenti dragati per la manutenzione dell'accesso e degli accosti delle darsene. Per piccoli interventi stagionali di manutenzione degli accosti il materiale viene riposizionato, contestualmente al dragaggio, in aree limitrofe dell'asse centrale dell'alveo del F. Magra, secondo le disposizioni previste dagli enti competenti in materia di sicurezza idraulica e della navigazione.

Anno	Autorizzazione	Quantitativo
2016	Decreto del Dirigente n. 668 del 25.02.2016	2.000 mc
2016	Decreto del Dirigente n. 667 del 25.02.2016	4.000 mc
2016	Decreto del Dirigente n. 897 del 02.03.2016	25.000 mc/anno
2016	Decreto del Dirigente n. 1025 del 10.03.2016	4.500 mc
2016	Decreto del Dirigente n. 2684 del 16.06.2016	7.700 mc
2017	Decreto del Dirigente n. 2621 del 05.06.2017	1.000 mc
2018	Decreto del Dirigente n. 567 del 07.02.2018	380 mc
2018	Decreto del Dirigente n. 568 del 07.02.2018	4.500 mc
2018	Decreto del Dirigente n. 570 del 07.02.2018	1.610 mc
2018	Decreto del Dirigente n. 1439 del 26.03.2018	1.039 mc
2019	Decreto del Dirigente n. 2480 del 06.05.2019	1.375 mc

Tabella I-13: Autorizzazioni movimentazione in alveo sedimenti F. Magra (Regione Liguria, PTAMC 2020).

I periodici dragaggi effettuati nell'alveo del fiume F. Magra possono da un lato rappresentare una fonte di pressione ambientale sull'ecosistema fluviale, dall'altra l'opportunità di ripristinare artificialmente l'alimentazione sedimentaria delle spiagge di Fiumaretta e Marinella, ostacolata dalle opere di difesa presenti alla foce.

Nel **compartimento marittimo della Spezia** sono stati individuati i luoghi di rifugio per l'accoglienza delle navi che necessitano di assistenza (fonte Capitaneria di Porto della Spezia). Per l'individuazione dei luoghi di rifugio, sono stati considerati i seguenti fattori di analisi:

- presenza di siti di elevato pregio turistico, ambientale ed economico;
- caratteristiche meteo-marine e geografiche;
- ubicazione e tempi di impiego delle risorse.

Sulla base dei predetti fattori di analisi, l'area portuale (rada esterna, rada esterna e porto) è stata ritenuta la più idonea ad ospitare luoghi di rifugio, in considerazione:

- delle favorevoli condizioni meteomarine assicurate dalla morfologia della costa;
- del minore pregio ambientale;
- dell'assenza di strutture turistiche;
- della presenza di aree circoscritte, strutture portuali, mezzi di soccorso e risorse antinquinamento;
- dei più rapidi tempi di intervento dei mezzi soccorso.

Nel compartimento marittimo della Spezia, il Piano Operativo d'Intervento in vigore, individua i seguenti luoghi di rifugio, in corrispondenza: di alcuni punti di fonda della rada interna ed esterna del porto della Spezia (già definiti e disciplinati con ordinanza della Capitaneria di Porto n. 07/2013 del 11.01.2013 e indicati nella cartografia nautica ufficiale), di una delle boe da ormeggio presenti nella rada interna e di tutti gli accosti, terminal, cantieri e bacini portuali del porto della Spezia.

- Punto di fonda "India 8"
Posizione (rada interna): lat. 44°05.062' N; long. 009°51.221' E (ordinanza n.07/13).
- Boa da ormeggio "B1"
Posizione (rada interna): 1.257 mt per 030° 35' dal fanale verde su testata Ovest diga foranea. (Portolano P1).
- Punto di fonda "Echo 1"
Posizione (rada esterna): lat. 44°03.312' N; long. 009°51.151' E; raggio 300 mt. (ordinanza n.07/13 come modificata dall'ordinanza 245/2013 del 30.10.2013).
- Punto di fonda "Echo 9"
Posizione (rada esterna): lat. 44°03.041' N; long. 009°53.440' E; raggio 926 mt. (ordinanza n.07/13).

Tutti gli accosti, terminal, cantiere e bacini portuali sono ritenuti potenzialmente idonei ad ospitare navi che necessitano di assistenza.

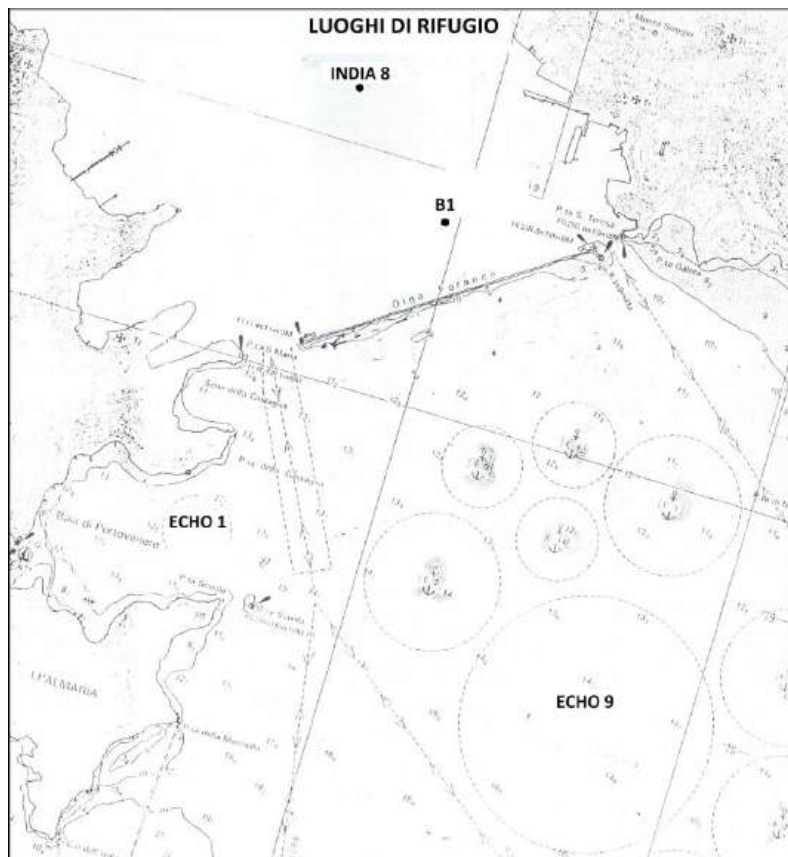


Figura I-38: luoghi rifugio della rada portuale interna ed esterna (capitaneria di Porto della Spezia)

Per l'assegnazione dei luoghi di rifugio della rada portuale (interna ed esterna) il Piano Operativo d'Intervento della Capitaneria di Porto della Spezia definisce la seguente indicazione "sito-specifica", che tiene conto del tipo di nave, del motivo della richiesta di accoglienza, della natura dell'emergenza in atto e della sua possibile evoluzione, in relazione alle caratteristiche del sito e alle possibili interazioni con l'ambiente circostante, con riferimento alla presenza di siti sensibili quali: zone ad elevato pregio turistico-ambientale, zone destinate alla piscicoltura, zone densamente antropizzate, presenza di aziende "a rischio di incidente rilevante" (GNL Italia Panigaglia, Centrale ENEL, Società Arcola Petrolifera).

- **Punto "India 8"** – Punto di fonda già destinato a navi cisterna, cariche o vuote e/o inertizzate, sup. a 500 TSL con sosta limitata alle 48 ore nonché a navi sottoposte ad isolamento per motivi sanitari (ordinanza n.07/13). La posizione ben "riparata", facilmente circoscrivibile, relativamente distante dai siti sensibili, ma rapidamente raggiungibile dai mezzi di soccorso, rende questo luogo di rifugio idoneo alla prima accoglienza di qualunque tipo di nave e per ogni necessità o evenienza, specie in presenza di rischio potenziale di inquinamento, valutando tuttavia attentamente il pericolo di esplosione.
- **Boa "B1"** - Boa da ormeggio in posizione 1.257 mt per 030° 35' dal fanale verde sulla testata Ovest della diga foranea (Portolano P1). La posizione ben "riparata", facilmente circoscrivibile, relativamente distante dai siti sensibili, ma rapidamente raggiungibile dai mezzi di soccorso, rende questo luogo di rifugio idoneo alla prima accoglienza di qualunque tipo di nave e per ogni necessità o evenienza, specie in presenza di rischio potenziale di inquinamento o in caso di necessità di evacuazione dell'equipaggio, valutando attentamente le possibili conseguenze per i vivai di mitili.
- **Punto "Echo 1"** - Punto di fonda già riservato, per avverse condimeteo, a navi di lunghezza non superiore a mt. 130, con sosta limitata alle 48 ore, salvo proroghe per il perdurare delle avverse condimeteo (ordinanza n.07/13). Considerate le caratteristiche geografiche e la presenza di siti sensibili (Baia e Area di Tutela Marina di Porto Venere, impianti di piscicoltura), questo luogo di

rifugio è idoneo ad ospitare navi di lunghezza non superiore a mt. 130 per la riparazione di piccole avarie che escludano la possibilità di incendio a bordo, perdita della nave, inquinamento.

- **Punto “Echo 9”** - Punto di fonda già riservato a navi che trasportano o abbiano trasportato alla rinfusa merci pericolose liquide o gassose (Ordinanza n.07/13). La posizione “riparata” ma relativamente distante dai siti sensibili rende questo luogo di rifugio idoneo alla prima accoglienza di qualunque tipo di nave e per ogni necessità o evenienza, specie qualora non sia possibile od opportuno l’ingresso della nave nella rada interna (galleggiabilità compromessa, incendio a bordo, rischio esplosione, ecc.) ma si renda nondimeno necessario garantire condizioni meteomarine che agevolino gli interventi di soccorso (es: tamponare una falla, estinguere un incendio, ecc.).

L’impiego delle strutture portuali, laddove reso possibile dalle condizioni della nave (galleggiabilità, stabilità, ecc.), è indicato quale luogo di ricovero della nave per interventi di riparazione particolarmente lunghi e complessi o che richiedano la necessità di contenere possibili sversamenti in mare ad essi conseguenti, e deve tenere conto delle possibili interazioni e conseguenze dell’evento sul reticolato urbano, le strutture e l’operatività commerciale del porto.

Attualmente, le Ordinanze in vigore della Capitaneria di Porto della Spezia nello spazio acqueo marino interessato dal progetto sono le seguenti (elenco in aggiornamento continuo):

- Ordinanza n. 15_1975: *Disciplina della navigazione alla foce del fiume Magra;*
- Ordinanza n.82_1985: *Ameglia località Punta Bianca;*
- Ordinanza n. 39_2008: *La Spezia - Divieto attività subacquee presso (100 mt) gli impianti di mitilicoltura - rada esterna;*
- Ordinanza n. 231_2011: *Presenza relitto Nave Margaret;*
- Ordinanza n. 07_2013: *Disciplina porto della Spezia con annesso regolamento;*
- Ordinanza n.82_2014: *Ordinanza di Sicurezza Balneare.*

1.3 CARATTERI OCEANOGRAFICI

La **batimetria** di dettaglio dell'area ubicata subito al di fuori della diga foranea della rada del Porto della Spezia è ricavata dal rilievo multibeam del 2019 eseguito dall'Istituto Idrografico della Marina Militare ed è rappresentata nella seguente Figura I-39.

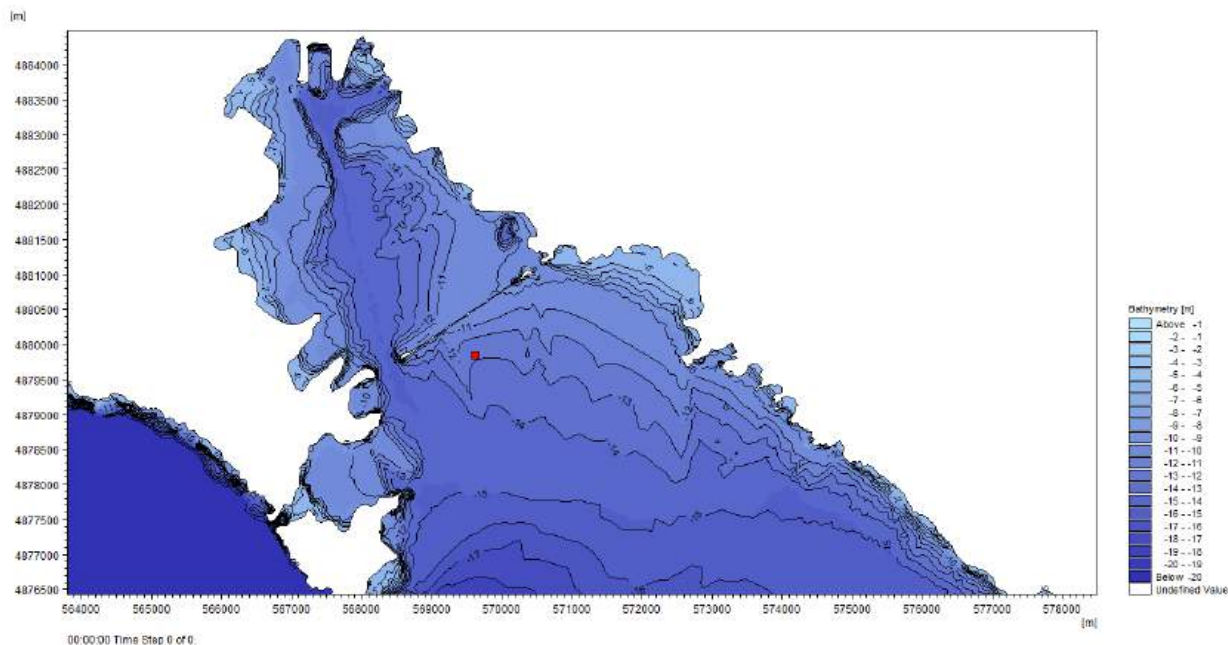


Figura I-39: batimetria dell'area di studio.

L'esterno diga foranea rimane protetto dalle mareggiate di libeccio dall'Isola Palmaria mentre risulta maggiormente esposto alle mareggiate di scirocco. Le altezze d'onda significative più elevate possono arrivare ai 3.8 metri considerando mareggiate di scirocco con periodo di ritorno centennale.

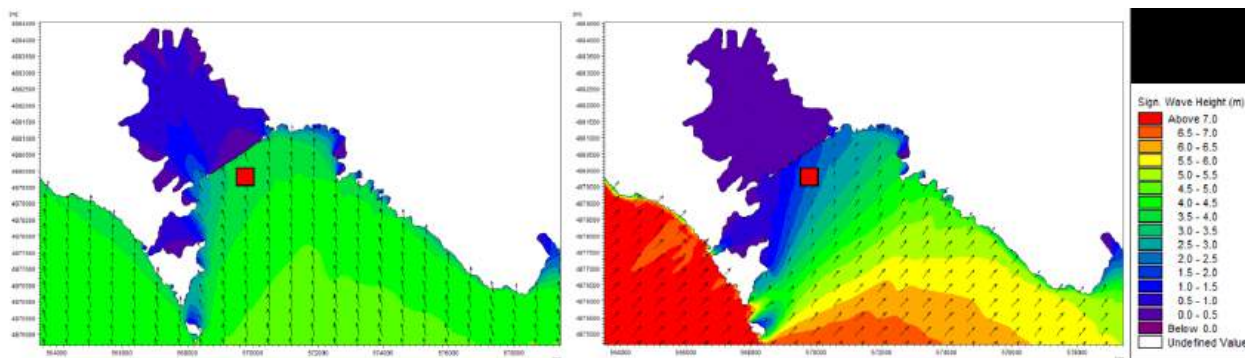


Figura I-40: Dettaglio dell'altezze d'onda significativa nell'area di interesse derivanti dalla propagazione del clima ondoso dal largo verso costa considerando tempo di ritorno TR=50 anni e direzione di provenienza di scirocco, a sinistra, e di libeccio a destra.

Nella seguente figura I-41 sono riportate le rose delle correnti calcolate sulla base delle simulazioni ed estratte nel punto selezionato in diga foranea esterna, alla profondità di -3m e di -10m, calcolate considerando l'intensità e la direzione della corrente annuale. Alla profondità di circa -3 metri si raggiungono velocità fino a 26 cm/s per correnti dirette a ovest, che risultano anche le più frequenti. Per profondità di circa -10 metri invece, le direzioni più frequenti sono verso il settore nord-est con intensità massime fino a 15 cm/s (vedi tabella successiva). Si assiste quindi ad una inversione della direzione della corrente con la

profondità così come succede all'interno della rada della Spezia in corrispondenza dell'apertura delle bocche della diga foranea.

Intensità della corrente	Profondità: -3m	Profondità -10m
media (cm/s)	3.50	2.63
massima (cm/s)	26.76	15.72

Tabella I-14: Valore massimo e medio della corrente annuale nel punto selezionato alla profondità di -3m e -10m.

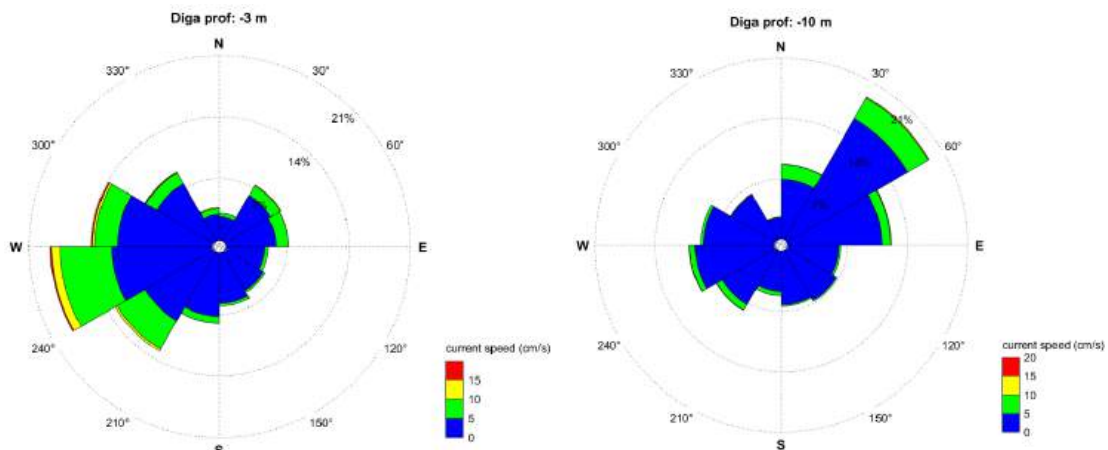


Figura I-41: Rose della corrente calcolate sulla base dei dati annuali a profondità di -3m e -10m nel punto selezionato.

Nella seguente figura I-42, a titolo di esempio, si riporta campo di corrente superficiale simulato dal modello MIKE 3 HD, che si instaura in una situazione di forte intensità: si evidenzia il flusso di corrente che scorre dal Promontorio di Montemarcello verso nord-ovest ed entra nel Golfo della Spezia attraverso l'apertura ovest della diga foranea.

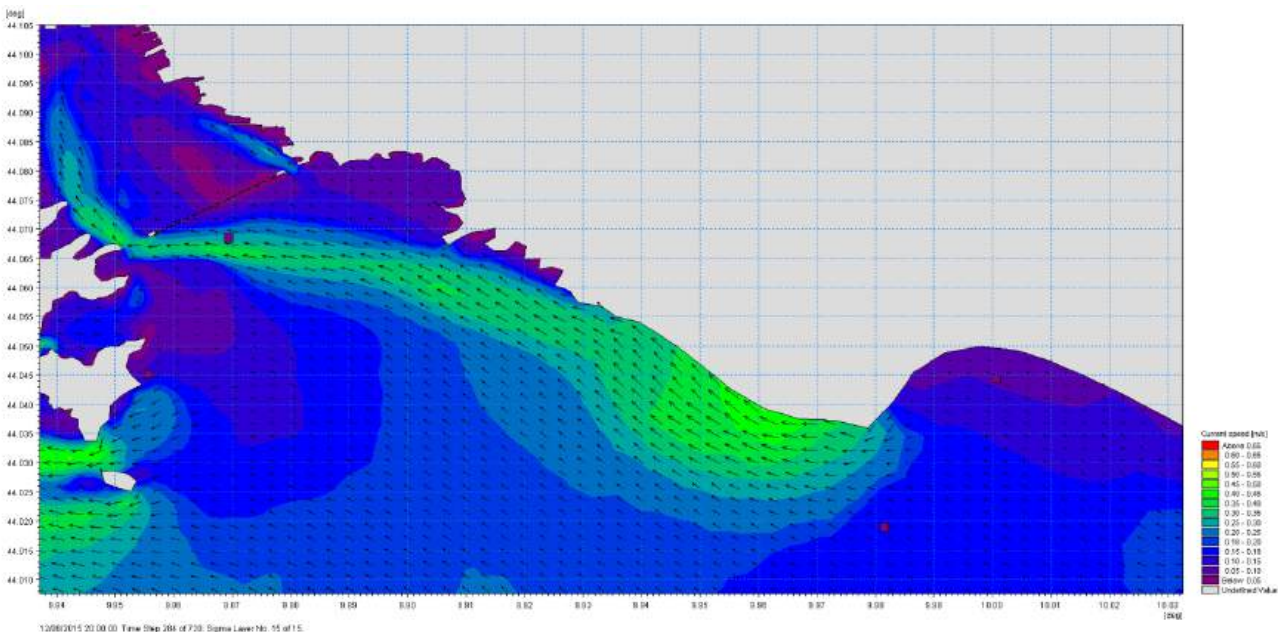


Figura I-42: campo di corrente superficiale (Modello MIKE 3 HD).

Nella seguente figura I-43 si riportano le rose della corrente calcolate per le diverse stagioni: non si è in presenza di una forte stagionalità infatti alla profondità di -3m la direzione prevalente rimane verso ovest per la quale si registrano le correnti più intense. In autunno e in inverno si osservano correnti meno frequenti dirette verso nord-est che si affievoliscono in estate. Alla profondità di -10 m in tutte le stagioni si registrano correnti dirette principalmente verso nord-est che risultano essere anche le più intense.

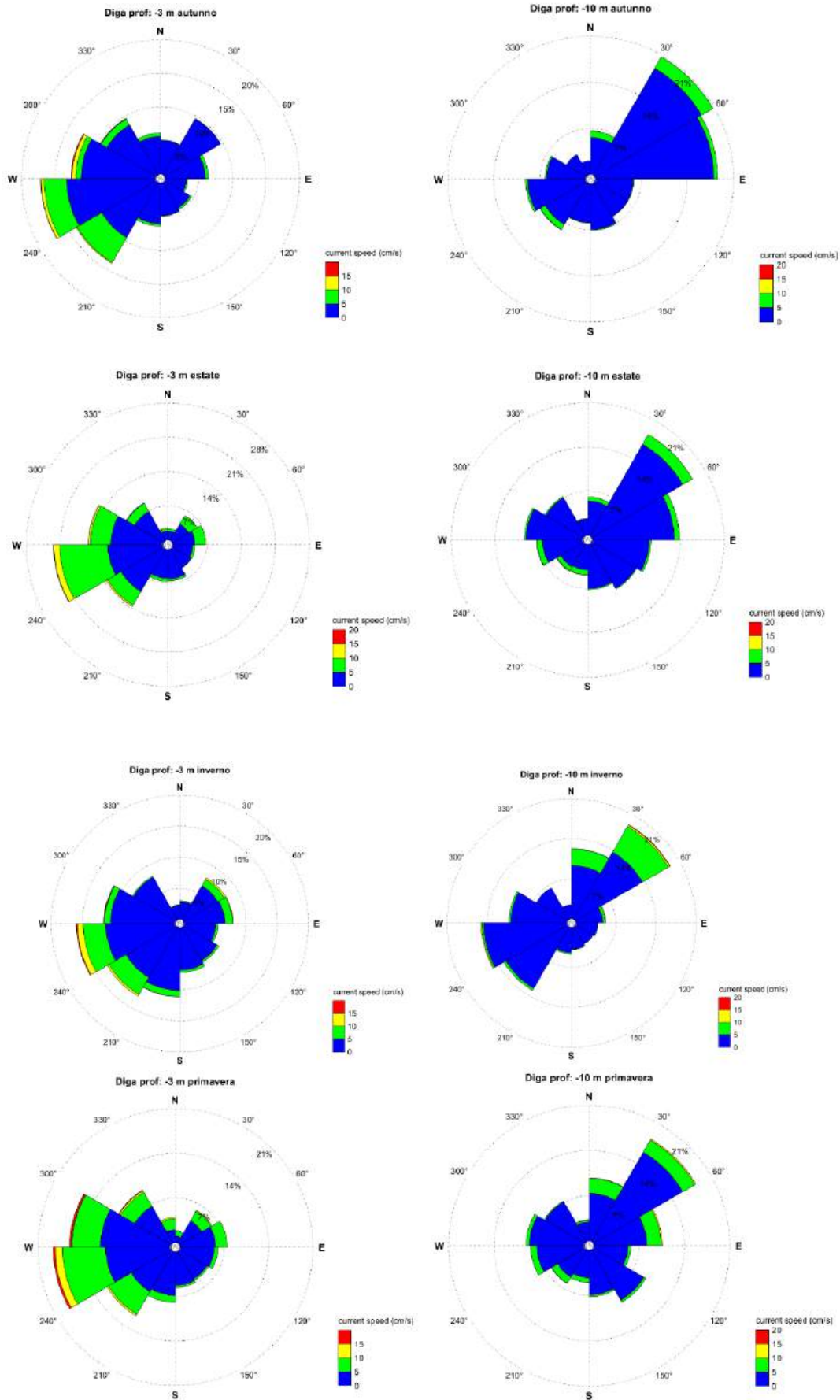


Figura I-43: Rose della corrente divise per stagioni nel punto considerato alla profondità di -3m, a sinistra, e di -10m, a destra.

2.0 STRUTTURA DEL MONITORAGGIO

In data 02/02/2021 prot. n. 3045, la soc. OLPA ha presentato il suo progetto di sperimentazione tenuto conto di quanto richiesto dal Capitolato tecnico della Gara d'Appalto formulata da ARPAL. Di seguito, si riporta sinteticamente la struttura dei tre impianti sperimentali:

- Stazione A – Bocca di Magra Interna (BMI)
- Stazione B – Bocca di Magra Esterna (BME)
- Stazione C – Diga Foranea Esterna (DFE)

2.1 STAZIONE A – BOCCA DI MAGRA INTERNA

Il vivaio sperimentale presso Bocca di Magra Interna consiste in un impianto di allevamento di molluschi (vongole e telline) posizionate in sacche (*poche*) figura I-44, poste direttamente sul fondale, con un masso di ancoraggio posizionato su fondale sabbioso ad una profondità -5 m, presso il punto A come riportato in Figura I-45, a 500 metri dalla linea di costa.



Figura I-44: sacche (*poche*) per vongole

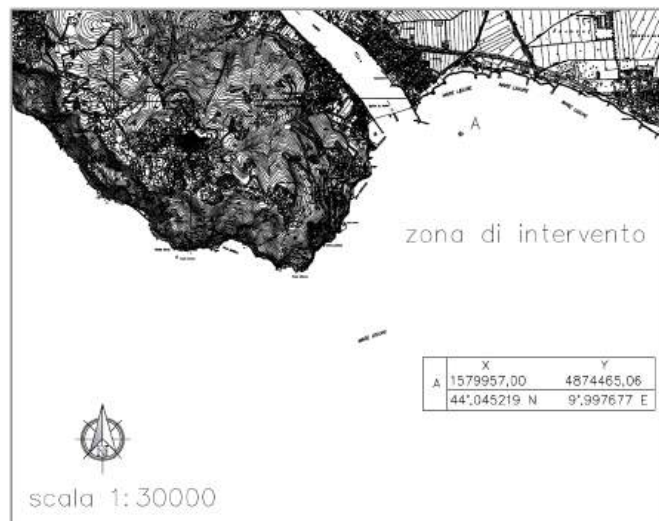


Figura I-45: posizione del vivaio sperimentale denominato Bocca di Magra Interna – Stazione A

L'impianto sperimentale presenta le seguenti caratteristiche e componenti:

- masso di ancoraggio di 2 q.li con anelli di acciaio;
- sacchi a rete (*poche* - Fig. I-44) contenenti le vongole veraci opportunamente fissate al corpo morto e nelle condizioni di potersi insabbiare;
- adeguati sistemi di protezione dai predatori;

Il vivaio sperimentale è costituito da 21 *poches* totali, specifiche per gli allevamenti di vongole in mare aperto, opportunamente fissate al masso di ancoraggio. Esso è così strutturato:

- n. 15 poche, ognuna del peso di kg 1, per il mantenimento del seme (8-10 mm) delle vongole veraci, per le valutazioni dell'accrescimento;
- n. 6 poche, per il mantenimento degli organismi adulti (>22 mm) per le analisi chimiche, radionuclidi, biotossicologiche e microbiologiche, così suddivise:
 - n. 2 poche, ognuna del peso di kg 3 per le analisi chimiche chimico e i radionuclidi;
 - n. 2 poche, ognuna del peso di kg 2, per gli esami biotossicologici da reintegrare mensilmente;
 - n. 2 poche, ognuna del peso di kg 2, per le analisi microbiologiche da reintegrare mensilmente

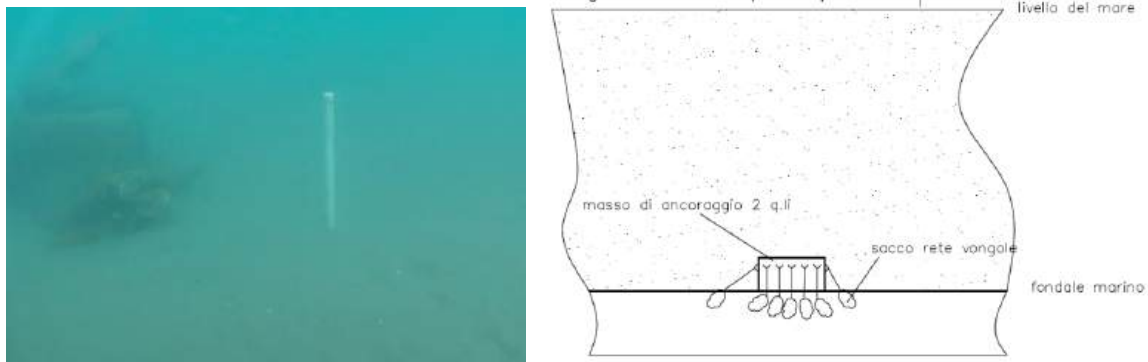


Figura I-46: immagine e schema dell'impianto sperimentale denominato Bocca di Magra Interna – Stazione A

2.2 STAZIONE B – BOCCA DI MAGRA ESTERNA

Il vivaio sperimentale presso Bocca di Magra Esterna consiste in un impianto di allevamento di molluschi (mitili e ostriche) in sospensione, i cui corpi morti sono stati posizionati su fondale sabbioso ad una profondità compresa tra -10 e -20 m, presso il punto B come riportato in Figura I-47.

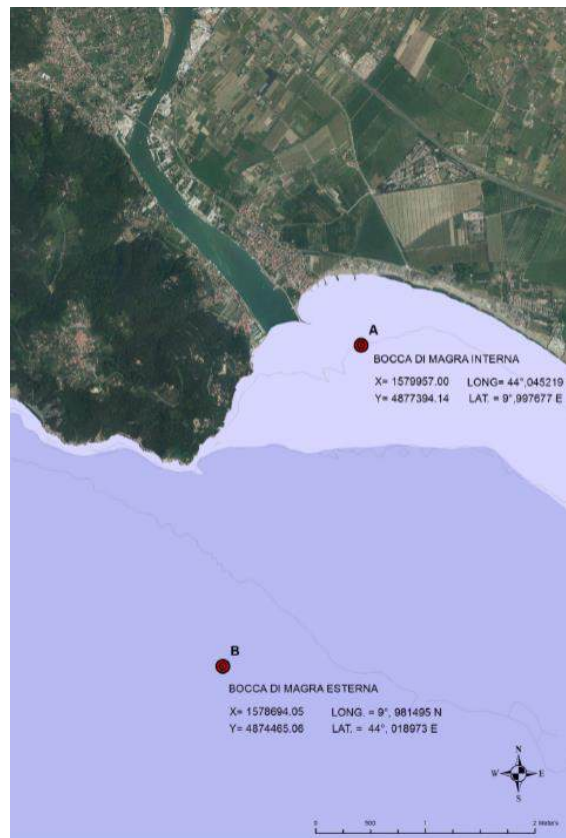


Figura I-47: posizione del vivaio sperimentale denominato Bocca di Magra Esterna – Stazione B

La soc. OLPA valutati i vivai in essere già utilizzati dagli operatori della molluschicoltura della Spezia e dopo analisi e controlli sulla tenuta svolti dai tecnici che operano con la Mitilicoltura Spezzina, per garantire stabilità e sostegno al peso del materiale biologico richiesto dal progetto, ha provveduto a realizzare un impianto con le seguenti caratteristiche e componenti:

- n.4 massi di ancoraggio ciascuno del peso di 2,5 tonn. (due per capotesta) con catenaria e cima di collegamento alla boa di segnalazione;
- boa radarabile con altezza della luce s.l.m.m di 3,5 m, colore della luce gialla, con caratteristica luminosa 0,5 sec/luce 2,5 sec. di ellisse e periodo 3 sec., con portata nominale di 3 NM, miraglio radarabile a forma "X" e con settore di visibilità di 360° (Fig. 28);
- cima *long line* con boe di segnalazione galleggianti intermedie – lunghezza massima m. 35 e agganciate ai due massi di ancoraggio;
- cime di aggancio alle boe spia (lungo la cima *long line*);
- 3 lanterne per le ostriche posizionate ad una profondità compresa tra 2 e 6 metri;
- reste per i mitili posizionate ad una profondità compresa tra 2 e 6 metri;
- adeguato sistema di protezione degli organismi dai predatori (principalmente orate).

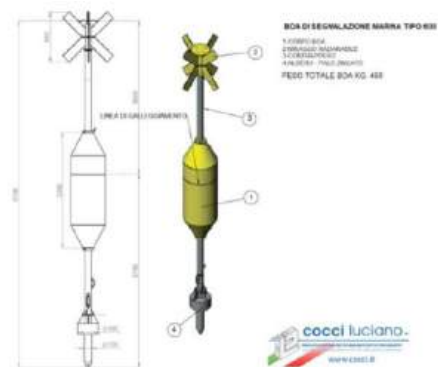


Figura I-48: immagine e schema della boa radarabile del vivaio sperimentale denominato Bocca di Magra Esterna – Stazione B

Il vivaio progettato è in grado di sostenere il peso relativo al seguente prodotto:

- 80 kg di mitili, alloggiati in apposite strutture (reste). Nel dettaglio sono state posizionate:
 - una resta con circa 15 kg di seme da impiantare all'avvio della sperimentazione, con lo scopo di valutare l'accrescimento degli organismi (incalzo del seme, immersione della resta, reincalzo e pulizia della resta);
 - una resta contenente circa 15 kg di mitili (organismi di dimensioni commerciali > 6 cm, per esami chimico e radionuclidi) da impiantare all'avvio della sperimentazione (incalzo del seme, immersione della resta, reincalzo e pulizia della resta);
 - 3 reste contenenti circa 7 kg di mitili ciascuna (organismi di dimensioni commerciali > 6 cm), pronte per essere campionate mensilmente, con relativa sostituzione del materiale asportato ed eventualmente perso.
- n. 600 ostriche concave, alloggiati in lanterne e suddivise nei seguenti tre gruppi:
 - uno spazio dedicato per le valutazioni dell'accrescimento degli organismi (500 organismi "giovani" taglia T20 (circa 15 mm);
 - uno spazio dedicato per gli esami chimici (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno);
 - uno spazio dedicato per i campionamenti mensili (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno, da reintegrare dopo ogni prelievo).
- n. 600 ostriche piatte, alloggiati in lanterne e suddivise nei seguenti tre gruppi:
 - uno spazio dedicato per le valutazioni dell'accrescimento degli organismi (500 organismi "giovani" taglia T20 (circa 15 mm);

- uno spazio dedicato per gli esami chimici (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno);
- uno spazio dedicato per i campionamenti mensili (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno, da reintegrare dopo ogni prelievo)

Di seguito si riporta in figura I-49 l'immagine e lo schema dell'impianto sopra descritto.

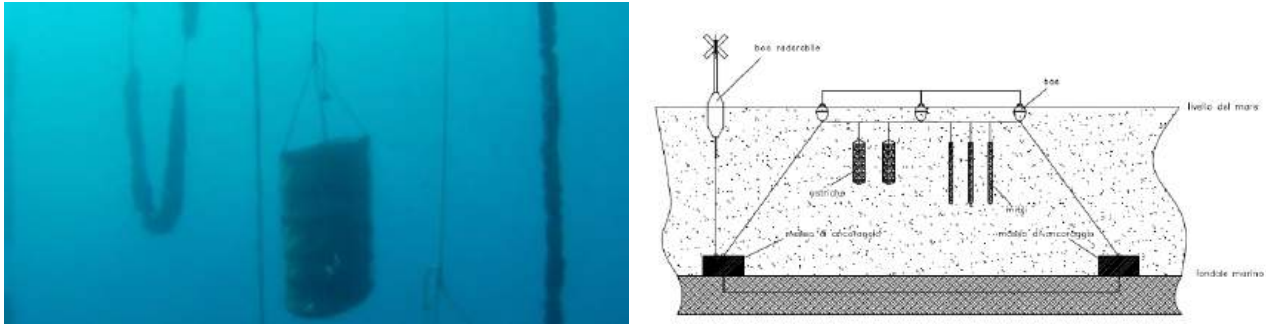


Figura I-49: immagine e schema del vivaio sperimentale denominato Bocca di Magra Esterna – Stazione B

2.1.3 STAZIONE C – DIGA FORANEA ESTERNA

Il vivaio sperimentale presso la Diga Foranea Esterna consiste in un impianto di allevamento di molluschi (mitili e ostriche) in sospensione, i cui corpi morti sono stati posizionati su fondale sabbioso ad una profondità compresa tra -10 e -20 m, presso il punto C come riportato in Fig. I-50.

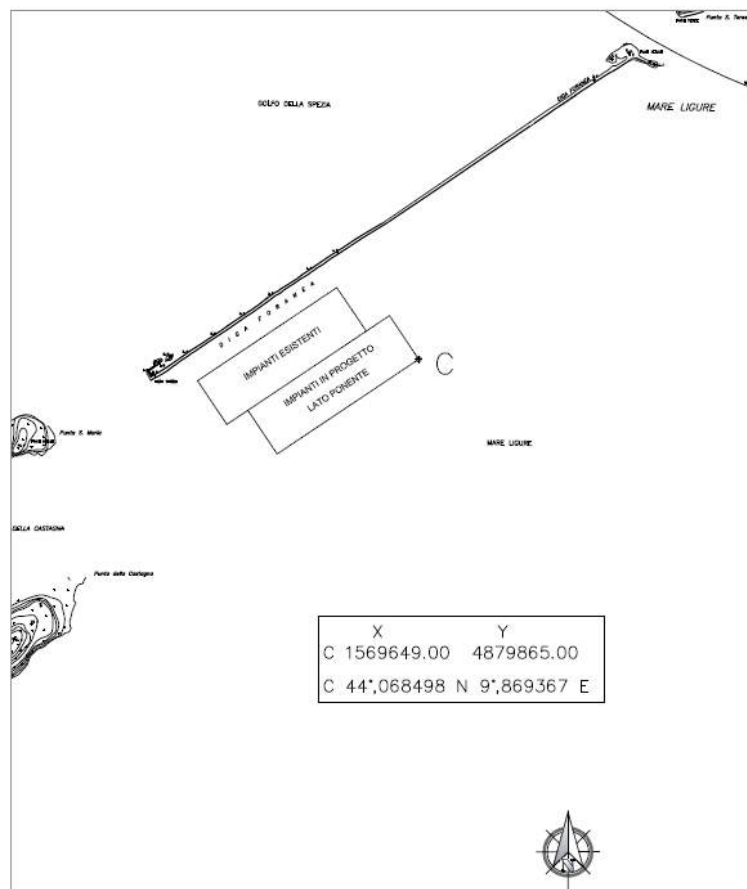


Figura I-50: posizione del vivaio sperimentale denominato Diga Foranea Esterna – Stazione C

Il vivaio presenta le seguenti caratteristiche e componenti:

- n.2 massi di ancoraggio del peso di 2,5 tonn. (uno per capotesta) con catenaria e cima di collegamento alla boa di segnalazione;
- boa di segnalazione adeguata sulla base delle indicazioni del Comando Zona dei Fari e dei Segnalamenti Marittimi e dalla Capitaneria di Porto (Figura 31);
- cima *long line* con boe di segnalazione galleggianti intermedie – lunghezza massima m. 35 e agganciate ai due massi di ancoraggio;
- cime di aggancio alle boe spia (lungo la cima *long line*);
- lanterne per le ostriche posizionate ad una profondità compresa tra 2 e 6 metri;
- reste per i mitili posizionate ad una profondità compresa tra 2 e 6 metri;
- adeguato sistema di protezione degli organismi dai predatori (es. orate).

Il vivaio in progetto è in grado di sostenere il peso relativo al seguente prodotto:

- 80 kg di mitili, alloggiati in apposite strutture (reste). Nel dettaglio sono state posizionate:
 - una resta con circa 15 kg di seme da impiantare all'avvio della sperimentazione, con lo scopo di valutare l'accrescimento degli organismi (incalzo del seme, immersione della resta, reincalzo e pulizia della resta);
 - una resta contenente circa 15 kg di mitili (organismi di dimensioni commerciali > 6 cm, per esami chimico e radionuclidi) da impiantare all'avvio della sperimentazione (incalzo del seme, immersione della resta, reincalzo e pulizia della resta);
 - 3 reste contenenti circa 7 kg di mitili ciascuna (organismi di dimensioni commerciali > 6 cm), pronte per essere campionate mensilmente, con relativa sostituzione del materiale asportato ed eventualmente perso.
- n. 600 ostriche concave, alloggiati in lanterne e suddivise nei seguenti tre gruppi:
 - uno spazio dedicato per le valutazioni dell'accrescimento degli organismi (500 organismi "giovani" taglia T20 (circa 15 mm);
 - uno spazio dedicato per gli esami chimici (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno);
 - uno spazio dedicato per i campionamenti mensili (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno, da reintegrare dopo ogni prelievo).
- n. 600 ostriche piatte, alloggiati in lanterne e suddivise nei seguenti tre gruppi:
 - uno spazio dedicato per le valutazioni dell'accrescimento degli organismi (500 organismi "giovani" taglia T20 (circa 15 mm);
 - uno spazio dedicato per gli esami chimici (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno);
 - uno spazio dedicato per i campionamenti mensili (50 organismi di dimensione commercializzabile, circa 60 gr di peso ciascuno, da reintegrare dopo ogni prelievo)

Lo schema dell'impianto sopra descritto è analogo a quello descritto per la stazione B - Bocca di Magra Esterna, con la differenza che nella stazione C – Diga Foranea Esterna non si è resa necessaria la presenza di una boa radarabile.

3.0 SINTESI DEGLI ASPETTI AMMINISTRATIVI E GESTIONALI

In riferimento a quanto previsto dalla “*Convenzione tra Regione Liguria e ARPAL, ASL 5 La Spezia, IZS, PLV per studi volti all’aumento del potenziale dei siti di acquacoltura FEAMP 2014-2020, mis. 2.51*” approvata con Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019, ARPAL con Decreto del Direttore Generale n. 6 del 10/01/2020 ha definito gli aspetti amministrativi e gestionali del progetto.

Inizialmente è stato individuato il personale interno da assegnare alla realizzazione delle attività previste a seguito della stipula della convenzione con Regione Liguria e gli altri enti:

- **Riunione Tecnica** Regione Liguria, ASL n. 5, IZS e ARPAL tenutasi in data 11/02/2020;
- **Comunicazione ARPAL di avvio progetto** del 26/03/2020 prot. n. 8377, ai sensi dell’art. 7 della suddetta convenzione.

Di seguito si descrivono le attività svolte, seguendo l’organizzazione delle fasi prevista all’allegato 6 della Convenzione - *Timesheet del progetto* - tenendo conto dei vincoli imposti dalla pandemia COVID – 19.

F1 – Desk Study delle aree marine

Fas e	Attività	febbraio 2020	febbraio 2020	marzo 2020	aprile 2020	maggio 2020	giugno 2020	luglio 2020	agosto 2020	settembre 2020	ottobre 2020	novembre 2020	dicembre 2020	Enti coinvolti
F1	Desk Study delle aree marine													
F1.1	Analisi delle caratteristiche geografiche ed ecologiche tramite lo studio delle peculiarità geomorfologiche ed idrografiche, della batimetria della rada, degli aspetti meteorologici, dei venti, delle correnti, del moto ondoso e delle maree													ARPAL
F1.2	Analisi delle fonti di inquinamento tramite lo studio della pressione antropica, delle reti fognarie, del trattamento dei reflui, del traffico navale, dell’utilizzo della costa, delle attività agro-zootecniche e della fauna selvatica presenti sul territorio limitrofo, della classificazione della acque di balneazione e dei dati relativi al “Mussel Watch 2016”													ASL5 ARPAL
F1.3	Individuazione dei punti di prelievo dei campioni sulla base della situazione idrodinamica e della valutazione delle fonti potenzialmente inquinanti, in considerazione dell’ampiezza delle Aree, del loro potenziale commerciale e dell’omogeneità della contaminazione													ASL5 ARPAL

Alla luce delle attività definite nel **Desk Study** delle aree marine coinvolte (F1) e visto che l’attività di supporto tecnico richiesta ad ARPAL è finalizzata all’individuazione delle aree marine di interesse per la molluschicoltura, alla valutazione della idoneità chimico-fisica, trofica ed igienico-sanitaria delle aree individuate, all’interpretazione dei dati raccolti e al giudizio complessivo delle stesse, alla redazione di report tecnici e alla redazione di una relazione finale.

Il gruppo di lavoro di ARPAL, istituito ai sensi dell’art. 7 della suddetta convenzione, ha prodotto quanto segue (nota ARPAL del 25/05/2020 prot. n. 13209) da intendersi a tutti gli effetti quale relazione intermedia prevista dalla fase F1.3:

- report del **quadro conoscitivo** relativi a:
 - ✓ Analisi delle pressioni e biodiversità
 - ✓ Qualità delle acque di balneazione
 - ✓ Aspetti meteorologici
 - ✓ Batimetria, correnti, maree e moto ondoso

- **Schema sinottico delle componenti analizzate e valutate.**

F2 – Posizionamento dei corpi morti e dei molluschi bivalvi

Fase	Attività	giugno 2020	luglio 2020	agosto 2020	settembre 2020	ottobre 2020	novembre 2020	dicembre 2020	gennaio 2021	febbraio 2021	marzo 2021	Enti coinvolti
F2	Posizionamento dei corpi morti e dei molluschi bivalvi											
F2.1	Richiesta preventivi di spesa e scelta del/i fornitore/i											ARPAL
F2.2	Installazione dei corpi morti e dei molluschi bivalvi											ARPAL

Di seguito si riportano le azioni intraprese per dare seguito a quanto previsto nella fase F2 della Convenzione:

- **Capitolato Tecnico** – redazione del documento tecnico a base della gara d'appalto.
- **Fasi della Gara d'Appalto**
 - ✓ in data 23 giugno 2020 è stato pubblicato sul profilo del committente di ARPAL un preliminare invito a manifestare interesse con scadenza al 13 luglio successivo al fine di indire la procedura di gara sul portale www.acquistinretepa.it (MEPA);
 - ✓ entro tale termine sono pervenute due candidature da parte delle Ditte UBICA Srl e OLPA Scarl, rispetto alle quali, con note prot. 18948 e 18953 del 16 luglio, sono stati richiesti chiarimenti in ordine alla rispettiva capacità tecnico-professionale;
 - ✓ il RUP, con verbale istruttorio in data 31 luglio successivo, agli atti d'ufficio, ha verificato il possesso dei requisiti tecnico - professionali per la partecipazione alla suddetta procedura;
 - ✓ con la richiesta di offerta (RDO) n° 2627225, avente il termine di presentazione al 18 settembre 2020, è stata pertanto indetta la procedura ristretta per l'aggiudicazione dell'appalto con base d'asta di 35.000,00 €, oltre Iva di legge;
 - ✓ detta procedura è andata deserta, come da report del sistema MEPA agli atti: con comunicazione pervenuta in data 15 settembre tramite il sistema medesimo una Ditta ha tuttavia rilevato che alcune clausole del capitolato tecnico, allegato all'RDO, non consentivano la partecipazione in quanto eccessivamente onerose ed aleatorie;
 - ✓ è stata pertanto avviata un'apposita istruttoria tecnico-amministrativa il cui esito è confluito nella riformulazione del predetto capitolato e conseguente indizione di una nuova RDO (2656803) con termine di presentazione delle offerte al 20 ottobre 2020;
 - ✓ entro tale termine una Ditta ha comunicato a sistema di essere impossibilitata a formulare la propria offerta avendo riscontrato problemi tecnici nell'inserire i documenti di gara sul portale: problemi derivanti dall'impostazione della classe merceologica sulla RDO, essendo le ditte invitate iscritte a classi diverse ma svolgendo sostanzialmente servizi analoghi;
 - ✓ tale RDO, considerato quanto sopra e la ristrettezza dei termini, è stata pertanto revocata per essere successivamente modificata al fine di consentire la partecipazione a tutte le ditte invitate;
 - ✓ in data 16 ottobre è stata pertanto pubblicata l'RDO n° 2668213 con scadenza al 26 successivo, impostandola a sistema con due diverse classi merceologiche: ciononostante, nell'imminenza della scadenza dei termini per presentare offerta, una Ditta ha nuovamente riscontrato i medesimi problemi;
 - ✓ detti problemi sono stati oggetto di approfondimento tecnico con il servizio di assistenza alle Pubbliche Amministrazioni di CONSIP S.p.A il quale ha confermato che il sistema, una volta

inserirle più classi merceologiche, non consente alle ditte di partecipare se non in Raggruppamento Temporaneo d'Imprese;

- ✓ in ragione di quanto sopra, considerato che la classe merceologica di iscrizione al MEPA costituisce fattore abilitante per la partecipazione alle procedure indette al suo interno e dato atto che tale abilitazione viene rilasciata da CONSIP S.p.a a seguito di specifica istruttoria, la citata RDO è stata sospesa il 20 ottobre 2020, nel rispetto del principio di parità di trattamento, ed al fine di consentire alle ditte di conseguire le rispettive abilitazioni;
 - ✓ l'ottenimento dell'abilitazione da parte della ditta è tuttavia intervenuto oltre il termine di scadenza delle offerte: in data 11 novembre si è proceduto quindi all'annullamento della sospensione ed a ripubblicare l'RDO n° 2688619, con i medesimi patti, condizioni e clausole delle precedenti, impostandola su una classe merceologica comune alle ditte partecipanti in modo da consentire a tutte loro la possibilità di presentare offerta entro il termine di scadenza al 17 novembre 2020, alle ore 12.00;
 - ✓ entro detti termini è pervenuta una sola offerta da parte della Ditta OLPA S.c.a.r.l. (Osservatorio Ligure Pesca e Ambiente), per un importo di € 34.950,00 oltre Iva di legge, comprensivi di € 700,00 per oneri di sicurezza.
- **Decreto del Dirigente Regione Liguria** Dipartimento Territorio Ambiente Infrastrutture Trasporti – Settore Ecosistema e Acqua n. 6085 del 12/10/2020 “Autorizzazione ai sensi dell’art. 109 del D.lgs 152/2006 per l’immersione di corpi morti ai fini del posizionamento di vivai ad uso molluschicoltura”;
 - **Determina ARPAL di aggiudicazione** n. 383 del 18/11/2020 “Servizi di progettazione, esecuzione e gestione degli interventi ed attività volte all’aumento del potenziale dei siti di acquacoltura - FEAMP 2014-2020 misura 2.51 - (CUP B 39D20000010009 - CIG Z7A2DFE9AD). Aggiudicazione definitiva.”
 - **Comunicazione OLPA di “avvio lavori”** pervenuta in data 09/12/2020 prot. n. 34298 e del successivo aggiornamento del 16/12/2020 prot. n. 35106, nei termini previsti dal Capitolato Tecnico all’art. 3;
 - **Comunicazione ARPAL** del 21/12/2020 prot. n. 35480, di **NULLA OSTA** a dare seguito alla liquidazione della 1° rata del corrispettivo contrattuale, il cui importo dovrà essere del 20% pari a 6.990,00 €.
 - In data 02/02/2021 prot. n. 3045, la società OLPA, aggiudicataria della gara d’appalto, ha trasmesso il **progetto degli impianti sperimentali**.
 - Ai sensi dell'art. 7 del capitolato tecnico si comunica che OLPA ha ottenuto le **autorizzazioni e nulla osta** da parte delle autorità competenti (Regione Liguria, Capitaneria di Porto, Comuni di Portovenere e Ameglia) per la messa a mare degli impianti sperimentali. Tenuto conto che l'ordinanza 26-2021 della Capitaneria di Porto della Spezia autorizza il posizionamento a partire dal 1/3/2021 il lavoro di messa a mare degli impianti è avvenuto nel mese di marzo, come da capitolato tecnico e tenendo conto delle condizioni meteo marine.
 - Con nota ARPAL del 10/03/2021 prot. 6640 è stato comunicato **l’avvio dei lavori di messa in opera** degli impianti sperimentali a seguito della riunione tecnica del GdL in video conferenza del 02/03/2021;
 - Con nota del 24 marzo 2021 la società OLPA ha comunicato la **fine lavori della messa in opera** 3 impianti sperimentali nel Golfo della Spezia e spazio marino costiero antistante Bocca di Magra (prot. n. 9430 del 07/04/2021).
 - In data 12/04/2021 ARPAL ha formalizzato la **presa d’atto della fine dei lavori** (prot. n. 13108 del 11/05/2021).
 - Alla luce di quanto sopra descritto, con nota ARPAL del 16/04/2021 prot. n. 10471 si è provveduto a comunicare, per quanto di competenza, il **NULLA OSTA** a dare seguito alla liquidazione della 2° rata del corrispettivo contrattuale, il cui importo dovrà essere del 40% pari a 13.980,00 €.
 - Con nota del 21/06/2021 prot. n. 17489, ARPAL ha trasmesso il verbale della **riunione del GdL del 10/06/2021** durante la quale si sono trattati i seguenti aspetti: 1) Stato attuale delle autorizzazioni; 2) Cronoprogramma progetto; 3) Criticità riscontrate nella stazione Bocca di Magra Interna – punto A: entro il luglio 2021, OLPA si impegna a presentare al GdL una proposta di scenari alternativi all’attuale metodologia di raccolta dei molluschi nella stazione Bocca di Magra Interna, che tenga

conto dei benefici e delle criticità che si verrebbero a generare. Allo stato attuale, il GdL ritiene che non abbia più senso procedere con la raccolta dei dati biometrici nella stazione BdMI, valutando tale situazione venutasi a creare quale “adattamento tecnico” e riservandosi di verificare nel prosieguo del progetto delle modalità alternative.

- Con relazione del 19/07/2021 prot. n. 20432 OLPA presenta la sua proposta di **modifica dell'impianto** della stazione A – BMI.
- **Riunione del GdL** in data 04/10/2021 coordinata da ASL n. 5 finalizzata a verificare lo stato d'avanzamento del progetto.
- Comunicazione in data 02/12/2021 del **RUP** ad OLPA circa la necessità urgente di ripristinare la fornitura di *O. edulis*.
- **Riunione del GdL** in data 03/02/2022: stato avanzamento del progetto, criticità gestionali, cronoprogramma. Trasmissione con nota ARPAL del 15/02/2021 prot. n. 4051.
- **Riunione del GdL** in data 06/04/2022: stato avanzamento del progetto, criticità gestionali, cronoprogramma. Trasmissione con nota ARPAL del 13/04/2021 prot. n. 10709.
- 28/04/2022 - **Verbale** di verifica del termine delle attività di campionamento sul campo (prot. int. N. 392 del 29/04/2022).
- **Comunicazione ARPAL** del 06/05/2022 prot. n. 13210, di **NULLA OSTA** a dare seguito alla liquidazione della 3° rata del corrispettivo contrattuale, il cui importo dovrà essere del 20% pari a 6.990,00 €.
- Richiesta ARPAL indirizzata ad OLPA per la **rimozione dei materiali**, attrezzature e corpi morti dai 3 impianti sperimentali (prot. n. 17454 del 15/06/2022).
- Nota della Regione Liguria del 05/07/2022 prot. n. 19610 con la quale si **proroga al 31/10/2022** la consegna della relazione finale.
- **Comunicazione OLPA** della rimozione dei materiali, attrezzature e corpi morti dai 3 impianti sperimentali avvenuta entro il 31/07/2022 (prot. n. 24033 del 22/08/2022).
- Verbale del **collaudo finale** (RUP-DE) del 23/08/2022 prot. int. N. 673.
- **Comunicazione ARPAL** del 24/08/2022 prot. n. 24100, di **NULLA OSTA** a dare seguito alla liquidazione della 4° rata del corrispettivo contrattuale, saldi finale, il cui importo dovrà essere del 20% pari a 6.990,00 €.

F3 – Piano di campionamenti sulle matrici “acqua di mare” e “molluschi bivalvi”

Fase	Attività	gennaio 2021	febbraio 2021	marzo 2021	aprile 2021	maggio 2021	giugno 2021	luglio 2021	agosto 2021	settembre 2021	ottobre 2021	novembre 2021	dicembre 2021	gennaio 2022	febbraio 2022	marzo 2022	Enti coinvolti
F3	Piano di campionamenti sulle matrici “acqua di mare” e “molluschi bivalvi”																
F3.1	Programmazione, preparazione ed esecuzione dei campionamenti con raccolta dei dati relativi alle caratteristiche chimico-fisiche delle aree marine																ASL5 ARPAL IZSPLVA
F3.2	Esecuzione delle analisi di laboratorio																IZSPLVA
F3.3	Archiviazione dei risultati delle analisi di laboratorio e delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine																ASL5 ARPAL
F3.4	Raccolta di dati relativi alle caratteristiche fisiologiche dei molluschi bivalvi per la valutazione dell'attitudine all'accrescimento																ASL5

Per ragioni legate allo svolgimento della gara d'appalto e alla pandemia COVID-19, le tempistiche previste dal *timesheet* del "progetto FEAMP" sono slittate di circa 3-4 mesi: l'avvio del campionamento previsto per gennaio 2021 è avvenuto nel mese di aprile 2021.

A partire da aprile 2021 fino a marzo 2022 si è dato seguito a quanto programmato relativamente a:

- esecuzione dei campionamenti di molluschi bivalvi, prelievo di campioni di acqua marina per analisi dei parametri chimico-fisici in laboratorio previsti dal progetto (F3.2), prelievo del fitoplancton e misurazione dei parametri da campo (F3.1);
- raccolta, archiviazione e gestione dei dati relativi alle caratteristiche chimico-fisiche delle acque marine, del fitoplancton e dei parametri chimici dei campioni di "controllo T_{zero}" analizzati sulle partite di molluschi bivalvi: mitili, ostriche piatte, ostriche concave, vongole (F3.3);
- supporto ad ASL per la raccolta dei molluschi bivalvi destinati ai laboratori IZS per analisi microbiologiche e per le valutazioni sulle caratteristiche fisiologiche e sull'accrescimento degli organismi (F3.4)

Di seguito si riportano alcune evidenze del lavoro svolto, inerenti le fasi progettuali previste dal *timesheet*.

- **Campagne di Campionamento e Misurazioni**

Le attività mensili di campionamento, con la redazione di apposito verbale, sono state effettuate con l'ausilio dei mezzi nautici e di personale della Capitaneria di Porto della Spezia e dell'ASL n. 5 Spezzino oltre al mezzo e personale coordinato da OLPA:

- Campagna 01/21 - 26/04/21
- Campagna 02/21 - 27/05/21 integrata il 14/06/21
- Campagna 03/21 - 21/06/21
- Campagna 04/21 - 29/07/21
- Campagna 05/21 - 25/08/21
- Campagna 06/21 - 28/09/21
- Campagna 07/21 - 25/10/21
- Campagna 08/21 - 18/11/21
- Campagna 09/21 - 16/12/21
- Campagna 10/22 - 19/01/22
- Campagna 11/22 - 02/03/22
- Campagna 12/22 - 28/03/22

- **Resoconti OLPA**

Per ciascuna campagna di campionamento la società OLPA ha provveduto a redigere ed inviare ad ARPAL e agli altri soggetti interessati dal progetto, un resoconto mensile dell'attività. Di seguito si riportano i riferimenti della documentazione pervenuta.

- Resoconto APR 01/21: 03/05/21 prot. 12175
- Resoconto MAG 02/21: 03/06/21 prot. n. 15703
- Resoconto GIU 03/21: 29/06/21 prot. n. 18348
- Resoconto LUG 04/21: 18/08/21 prot. 23816
- Resoconto AGO 05/21: 20/09/21 prot. 27401
- Resoconto SET 06/21: 25/10/21 prot. 31445
- Resoconto OTT 07/21: 09/11/21 prot. 33007
- Resoconto NOV 08/21: 03/12/21 prot. 12175
- Resoconto DIC 09/21: 22/12/2021 prot. n. 37292
- Resoconto GEN 10/22: 24/01/2022 prot. n. 1858
- Resoconto FEB 11/22: 07/03/2022 prot. n. 6417
- Resoconto MAR 12/22: 11/04/22 prot. n. 10247

• **Ispezioni ARPAL/ASL**

Contestualmente alla consegna del prodotto (molluschi bivalvi) dagli operatori OLPA al personale dell'ASL/ARPAL, che come da Capitolato Tecnico avviene sulla banchina dell'approdo dello stabilimento dei mitilicoltori di Santa Teresa, sono firmati dei verbali e viene redatto un verbale di ispezione "mensile":





- ISP/01 - APRILE 27/05/21 prot. n. 15101
- ISP/02 - MAGGIO 21/06/21 prot. n. 17662
- ISP/03 - GIUGNO 08/10/21 prot. n. 29427
- ISP/04 - LUGLIO 08/10/21 prot. n. 29428
- ISP/05 - AGOSTO 08/10/21 prot. n. 29429
- ISP/06 - SETTEMBRE 16/12/2021 prot. n. 36786
- ISP/07 - OTTOBRE 16/12/2021 prot. n. 36787
- ISP/08 - NOVEMBRE 10/01/2022 prot. n. 439
- ISP/09 - DICEMBRE 10/01/2022 prot. n. 440
- ISP/10 - GENNAIO 25/05/2022 prot. n. 15102
- ISP/11 - FEBBRAIO 21/03/2022 prot. n. 7872
- ISP/12 - MARZO 25/05/2022 prot. n. 15103

F4 – Desk study per la qualificazione ambientale e trofica delle aree marine

Fase	Attività	marzo 2022	aprile 2022	maggio 2022	giugno 2022	Enti coinvolti
F4	Desk study per la qualificazione ambientale e trofica delle aree marine					
F4.1	Raccolta, elaborazione e valutazione dei risultati analitici condotti sulle matrici "acqua di mare" e "sedimento"			Relazione intermedia: valutazione trofica delle aree marine		ARPAL

A partire da marzo 2021 si sono costruite delle banche dati funzionali alla raccolta dei dati finalizzata alla successiva elaborazione e valutazione dei risultati analitici condotti sulle matrici "acqua di mare", "fitoplancton", "molluschi chimico- controllo T_{zero}" e "parametri da campo".

- Esempio di tabelle excel:

-  PROGETTO FEAMP_ACQUE_PARAMETRI DA CAMPO
-  PROGETTO FEAMP_ACQUE_CHIMICO
-  PROGETTO FEAMP_FITOPLANCTON
-  PROGETTO FEAMP_MOLLUSCHI_CHIMICO_BIANCO

Tutta l'attività prevista dalla fase **F.4 "desk study per la qualificazione ambientale e trofica delle aree marine"** trova compimento con la redazione della *Relazione Intermedia sulla valutazione trofica delle aree marine* (F4.1 – 2022), realizzata in collaborazione con il personale del Centro del Mare di ARPAL e trasmessa con nota del 15/06/2022 prot. n. 17456 (vedi Parte III°).

F5 – Interpretazione dei dati per il giudizio complessivo delle Aree marine in oggetto

Fase	Attività	marzo 2022	aprile 2022	maggio 2022	giugno 2022	luglio 2022	agosto 2022	settembre	ottobre 2022	Enti coinvolti	
F5	Interpretazione dei dati per il giudizio complessivo delle Aree marine in oggetto										
F5.1	Interpretazione dei dati per il giudizio complessivo delle Aree marine in oggetto									Relazione finale relativa alla caratterizzazione delle aree marine	ASL5 ARPAL IZSPLVA

Vedi PARTE III° della presente relazione, per quanto di competenza di ARPAL.

PARTE II °

4.0 SINTESI DEI RISULTATI DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO COSTIERO SVOLTE DA ARPAL AI SENSI DEL D.LGS. 152/06, DEL D.LGS. 190/2010 E DEL D.LGS 116/2008.

Di seguito sono descritte le attività di monitoraggio dell'ambiente marino costiero svolte ai sensi del D.lgs. 152/06, nel periodo 2014-2020 e quelle svolte ai sensi del D.lgs. 190/2010 nel periodo luglio 2015-dicembre 2020, nelle aree oggetto di studio. Si precisa che il periodo 2014-2019 rappresenta un sessennio di monitoraggio. Il 2020 è il primo anno del sessennio successivo di monitoraggio (2020-2025). Pertanto il trattamento dei dati è stato eseguito in funzione di tale suddivisione cronologica.

Occorre inoltre precisare che nel 2020 è stato possibile effettuare solamente 4/5 campagne di monitoraggio delle acque ai sensi del D.lgs. 152/06 e 8 campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 190/10 a causa della pandemia Covid-19 che ha causato rallentamenti e periodi di sospensione delle attività di monitoraggio.

La Parte II si completa con la sintesi dei risultati ottenuti ai sensi del D.Lgs 116/2008 relativamente al monitoraggio della balneazione al 2019/2020 e un focus sui risultati ottenuti durante il monitoraggio delle acque di transizione alla foce del Fiume Magra dal 2017 al 2021.

4.1 MATERIALI E METODI

Il monitoraggio dell'ambiente marino costiero ai sensi del **D.lgs. 152/06** in Liguria è condotto in ventisei corpi idrici situati lungo tutto l'arco ligure. In ciascuno corpo idrico sono posizionate almeno due stazioni di campionamento per il controllo della matrice acque e almeno una stazione di campionamento per il controllo della matrice sedimento e macrozoobenthos. I campionamenti per il controllo della matrice acqua sono svolti sei volte in un anno, mentre quelli sulla matrice sedimento una volta l'anno, generalmente nel periodo primaverile. Il monitoraggio della matrice macrozoobenthos è effettuato ogni tre anni con frequenza semestrale, in primavera e in autunno.

Nelle aree oggetto della presente relazione sono posizionate tre stazioni per la matrice acqua e una stazione di monitoraggio sedimenti e macrozoobenthos (nell'area di Marinella le stazioni di monitoraggio macrozoobenthos sono due).

Le attività di monitoraggio ai sensi del **D.lgs. 190/2010 (Strategia Marina)**, oggetto della presente relazione, sono svolte sia nel Golfo di La Spezia, sia nello specchio acqueo dinanzi la foce del fiume Magra. Nel Golfo della Spezia sono collocate due stazioni di campionamento per la determinazione della composizione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche in aree potenzialmente a rischio di introduzione di specie non indigene. Inoltre in prossimità dei due punti sono effettuati anche campionamenti di substrato duro e molle per la determinazione della composizione quali-quantitativa delle comunità bentoniche, sempre al fine di valutare l'eventuale introduzione di specie non indigene. I campionamenti di fitoplancton e zooplancton sono condotti sei volte l'anno, mentre quelli per la determinazione delle comunità bentoniche due volte l'anno, in primavera e in autunno.

Nell'area antistante Marinella sono collocate a diversa distanza dalla foce del fiume Magra tre stazioni per il prelievo di acqua di mare al fine di valutare l'input dei nutrienti provenienti dalla foce. I campionamenti sono stati effettuati con frequenza mensile.

Nella tabella seguente si riportano le coordinate geografiche delle stazioni di campionamento situate nel Golfo della Spezia e quelle situate nell'area limitrofa di Marinella e i relativi parametri ricercati; nelle due figure successive sono riportate le rappresentazioni cartografiche delle rispettive aree di monitoraggio.

Corpo idrico	Descrizione	Rete di Monitoraggio	Sigla stazione	Prof. fondale (m)	LONG WGS84	LAT WGS84	Parametri ricercati
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 152/06	SPE3	-14	9,87592	44,05487	nutrienti, parametri sonda, trasparenza
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 152/06	SPE2	-11	9,88038	44,07238	parametri sonda, trasparenza
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 152/06	SPE1	-11	9,88232	44,07960	nutrienti, fitoplancton, inquinanti, parametri sonda, trasparenza
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 152/06	SPES	-15	9,87898	44,06681	Inquinanti nel sedimento, macrozoobenthos fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS1	-11	9,85687	44,07094	fitoplancton, zooplancton, parametri sonda, trasparenza, macrozoobenthos fondo duro
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2	-11	9,85907	44,06862	fitoplancton, zooplancton, parametri sonda, trasparenza
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2A	-11	9,8621	44,0670	parametri sonda, macrozoobenthos di fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2B	-11	9,8658	44,0674	macrozoobenthos di fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2C	-11	9,8692	44,0702	macrozoobenthos di fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2D	-11	9,8723	44,0721	macrozoobenthos di fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2E	-11	9,8756	44,0718	macrozoobenthos di fondo mobile
Golfo La Spezia	La Spezia (P.ta Santa Teresa)	Dlgs 190/10	SPNIS2F	-11	9,8782	44,0729	macrozoobenthos di fondo mobile
Foce Magra	Marinella Foce Magra	Dlgs 152/06	MAR3	-14	9,99150	44,02437	nutrienti, parametri sonda, trasparenza
Foce Magra	Marinella Foce Magra	Dlgs 152/06	MAR2	-6	9,99679	44,04179	nutrienti, parametri sonda, trasparenza
Foce Magra	Marinella Foce Magra	Dlgs 152/06	MAR1	-4	9,99811	44,04628	nutrienti, fitoplancton, inquinanti, parametri sonda, trasparenza
Foce Magra	Marinella Foce Magra	Dlgs 152/06	MARB	-8	9,99675	44,04175	macrozoobenthos di fondo mobile
Foce Magra	Marinella Foce Magra	Dlgs 152/06	MARS	-15	9,99148	44,02320	Inquinanti nel sedimento macrozoobenthos di fondo mobile
Foce Magra	Marinella Foce Magra Est	Dlgs 190/10	MAR6F1	-13	10,02216	44,02369	nutrienti, parametri sonda, trasparenza
Foce Magra	Marinella Foce Magra Centro	Dlgs 190/10	MAR6F2	-16.5	9,99266	44,00922	nutrienti, parametri sonda, trasparenza
Foce Magra	Marinella Foce Magra Ovest	Dlgs 190/10	MAR6F3	-16.5	9,96460	44,02334	nutrienti, parametri sonda, trasparenza

Tabella II-1: stazioni di campionamento ex dlgs 152/2006 e dlgs 190/2010 situate nell'area di studio

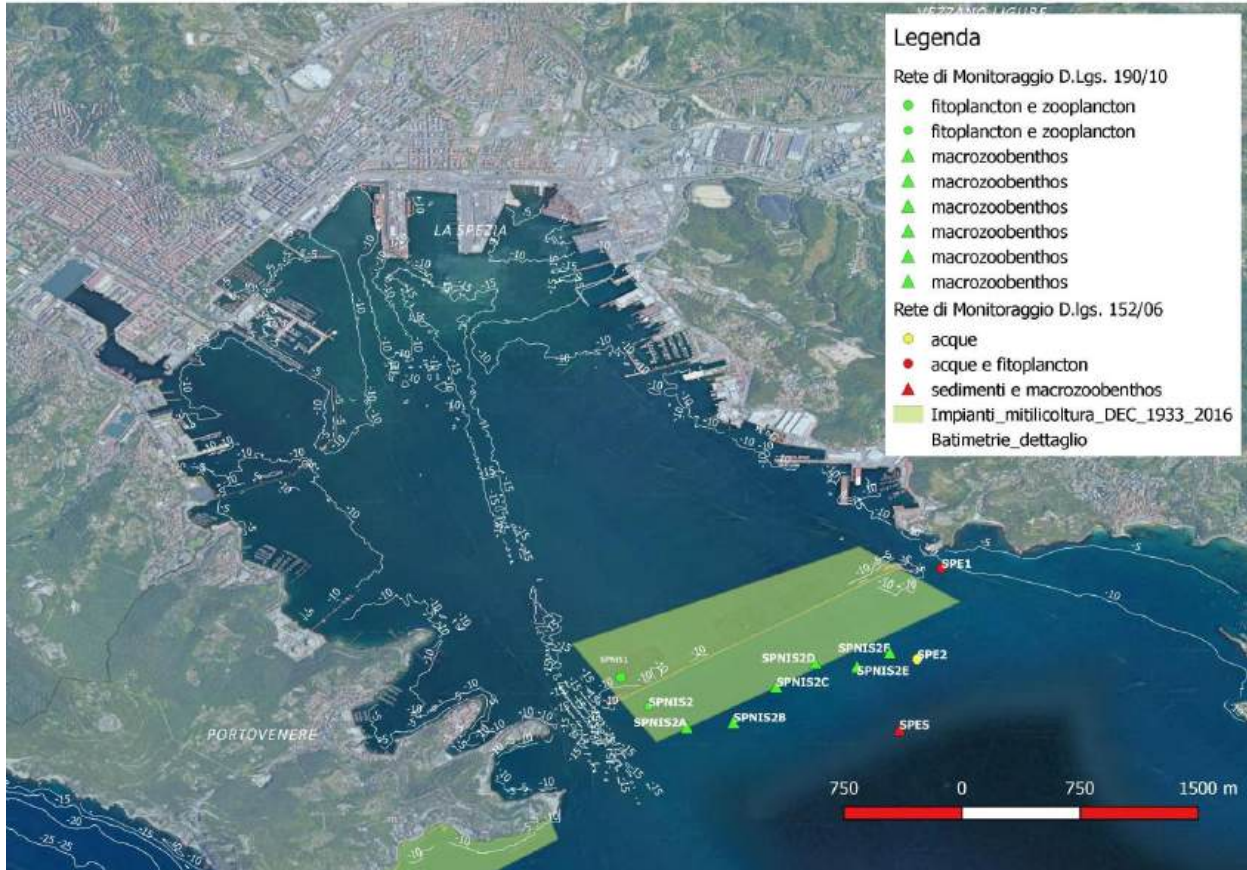


Figura II-1 - Area Golfo La Spezia

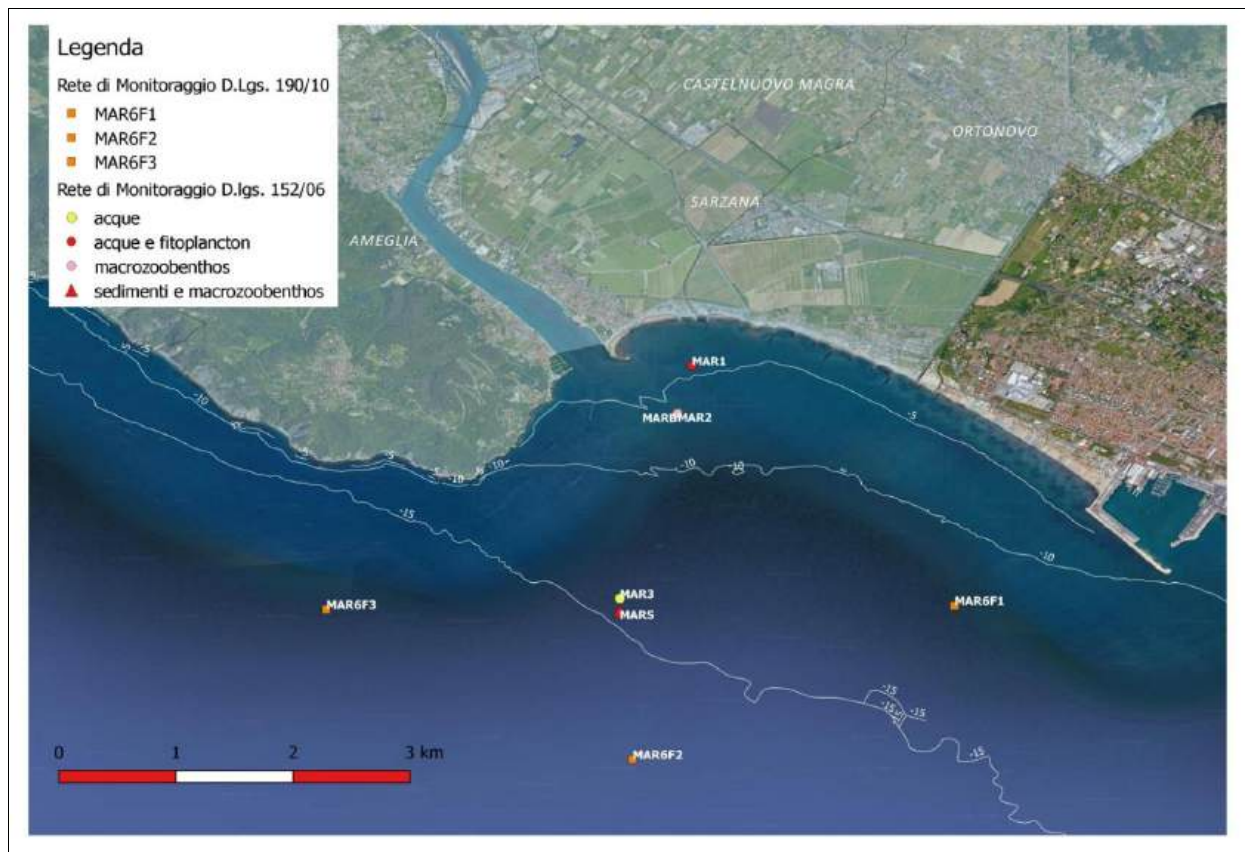


Figura II-2 - Area Marinella-Foce Magra

4.1.1 MATRICE ACQUA

L'utilizzo della sonda multiparametrica (modello IDRONAUT OCEAN 316 plus) permette l'acquisizione *in situ* lungo tutta la colonna d'acqua dei principali parametri fisici e fisico-chimici:

- Pressione (profondità)
- temperatura
- conducibilità (salinità)
- pH
- ossigeno disciolto
- clorofilla *a*

Oltre ai parametri sopra elencati, viene misurata la trasparenza dell'acqua, che si determina con il disco di Secchi ($\varnothing = 30$ cm; spessore = 0,5 cm), fissato da un lato ad una cima metrata e dall'altro ad una zavorra che permetta una discesa quanto più verticale possibile. Il disco viene calato dal lato in ombra del natante e l'operatore deve valutare la media fra le profondità di scomparsa e di ricomparsa del disco stesso. Per quanto riguarda il **monitoraggio dei nutrienti** sono prelevati campioni di acqua di mare, ad una profondità di 0,5 m, utilizzando tipologie di contenitore differenti a seconda del tipo di sostanza da analizzare (nutrienti, metalli, IPA, solventi, altri microinquinanti, pesticidi). I campioni, una volta raccolti, sono conservati in borse frigo e trasportati ai vari laboratori di analisi. Di seguito si riporta la tabella dei metodi analitici utilizzati per le analisi in laboratorio:

GRUPPO CHIMICO	PARAMETRO	LDQ ($\mu\text{g/l}$)	METODO ANALITICO
NUTRIENTI	Azoto nitrico	5/10	APAT CNR IRSA 4040A2 Man 29 2003
	azoto nitroso	5/10	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
	azoto ammoniacale	10	APAT CNR IRSA 4030A1 Man 29 2003
	azoto totale	40	APAT CNR IRSA 4060 + 4040A2 Man 29 2003
	ortofosfato	5/10	APAT CNR IRSA 4110A1 Man 29 2003
	fosforo totale	10/30	APAT CNR IRSA 4060 + 4110A1 Man 29 2003
	silicati	10/20	APAT CNR IRSA 4130 Man 29 2003
IPA	Antracene	0.0001	APAT CNR IRSA 5080 Man 29 2003
	naftalene	0.0001	
	benzo(a)pirene	0.00005	
	benzo(b)fluorantene	0.0001	
	fluorantene	0.0001	
	benzo(k)fluorantene	0.0001	
	benzo (g,h,i)perilene	0.0001	
	indeno(1,2,3-cd)pirene	0.0001	
	acenaftene	0.0001	
	acenaftilene	0.02	
	benzo(a)antracene	0.0001	
	crisene	0.0001	
	dibenzo (a,h)antracene	0.0001	
	fenantrene	0.0001	
	fluorene	0.0001	
pirene	0.0001		
SOLVENTI ALIFATICI-AROMATICI- CLOBENZENI	1,2-dicloroetano	0.008	EPA 5030C 2003 + EPA 8260D:2018/1
	diclorometano	0.02	
	esaclorobutadiene	0.008	
	tetracloroetilene	0.008	
	tricloroetilene	0.008	
	triclorometano	0.008	
	1,3,5 triclorobenzene	0.008	
	1,2,3 triclorobenzene	0.008	
	1,2,4 triclorobenzene	0.008	
	clorobenzene	0.008	
	1,2 diclorobenzene	0.008	
	1,3 diclorobenzene	0.008	
	1,4 diclorobenzene	0.008	
	1,1,1 tricloroetano	0.008	
	tetracloruro di carbonio	0.02	
	benzene	0.008	
	toluene	0.008	
	orto-xilene	0.008	
	meta-xilene + para-xilene	0.016	

GRUPPO CHIMICO	PARAMETRO	LDQ (µg/l)	METODO ANALITICO
METALLI	Mercurio	0.01	APAT CNR IRSA 3200A2 Man 29 2003
	cadmio e composti	0.2	UNI EN ISO 17294-2:2016
	piombo e composti	0.05	
	nichel e composti	1	
	arsenico	0.5	
	cromo totale	1	
	ferro	10	
COMPOSTI ORGANOSTANNICI	monobutilstagno	0.01	C050 - Composti organostannici
	dibutilstagno	0.005	
	tributilstagno	0.002	
	trifenilstagno	0.005	
ALTRI MICROINQUINANTI	pentaclorobenzene	0.01	EPA 3535A 2007+ EPA 8270D
	pentaclorofenolo	0.05	
	4-n-nonilfenolo	0.1	
	4-terz-ottilfenolo	0.02	
	difeniletere bromato	0.005	
	ftalato di bis (2-etilestire)	0.1	

Tabella II-2: metodi analitici utilizzati per le analisi dei nutrienti in laboratorio

Nell'ambito del monitoraggio ai sensi del D.lgs. 152/06 il campione di acqua destinato all'analisi della **comunità fitoplanctonica** viene prelevato sempre alla profondità di 0.5 m, fissato con soluzione di *Lugol* e conservato a bassa temperatura. L'analisi quali-quantitativa della comunità fitoplanctonica è effettuata utilizzando il *metodo di Utermöhl*.

Nel caso del monitoraggio ai sensi del D.lgs. 190/10 il campionamento di fitoplancton avviene sia in superficie, tramite prelievo di acqua a 0.5 m di profondità con bottiglia *Niskin*, sia lungo la colonna d'acqua con l'ausilio di un retino con vuoto di maglia pari a 20 µm. Anche in questo caso i campioni raccolti vengono fissati con soluzione di *Lugol* e conservati a bassa temperatura. L'analisi quali-quantitativa della comunità fitoplanctonica è effettuata anche in questo caso utilizzando il *metodo di Utermöhl*.

Il campionamento di **mesozooplankton** viene effettuato attraverso pescate verticali tramite un retino WP2 con vuoto di maglia pari a 200 µm, a partire da un metro sopra il fondale fino alla superficie. Il campione viene fissato con isopropanolo al 40% in attesa di essere analizzato.

4.1.2 MATRICE SEDIMENTO

I campioni di sedimento destinati alle analisi chimiche e all'analisi tassonomica del macrobenthos di fondo mobile sono prelevati con l'ausilio di una benna Van Veen di tipo standard, con superficie di presa pari a 0.1 m² e volume pari a 18 litri. Ai fini del D.lgs. 152/06 vengono effettuate in totale quattro bennate per ciascuna stazione di monitoraggio, tre destinate alla determinazione del macrozoobenthos, una per la determinazione degli inquinanti (ai fini del D.lgs. 190/2010, per valutazione di una eventuale introduzione di specie non indigene, si preleva un'unica bennata). Il sedimento destinato all'analisi quali-quantitativa del macrozoobenthos prima di essere messo in appositi contenitori, viene setacciato con un setaccio di maglia 1 mm al fine di separare gli organismi macrozoobentonici dal sedimento e poi fissato o con formalina o con isopropanolo al 40%.

4.1.3 MATRICE SUBSTRATO DURO

Il campionamento su substrato duro per la determinazione della composizione quali-quantitativa delle **comunità bentoniche di fondo duro** viene realizzato tramite l'impiego di due operatori subacquei, utilizzando la tecnica del *grattaggio*. Tale tecnica consiste nel rimuovere accuratamente, in ogni stazione, tutti gli organismi presenti, sia macrozoobentonici sia macroalgali, all'interno del quadrato di campionamento di

superficie pari a 0.1 m² per mezzo di una piccozza e/o di uno scalpello e un mazzuolo e/o di una spatola. Gli organismi rimossi da ciascun quadrato vanno raccolti in un sacchetto e costituiscono il campione da sottoporre ad analisi quali-quantitativa.

I parametri chimici determinati sulla matrice sedimento sono riportati nella tabella seguente insieme alle metodiche analitiche impiegate.

GRUPPO CHIMICO	PARAMETRO	METODO ANALITICO
METALLI	Alluminio	EPA 3050B + EPA 6010C
	Arsenico	EPA 3050B + EPA 6010C
	Ferro	EPA 3050B + EPA 6010C
	Cadmio	EPA 3050B + EPA 6010C
	Cromo	EPA 3050B + EPA 6010C
	Mercurio	IRSA - Quaderni 64 Met 10 + APAT CNR IRSA 3200A2 Man 29 2003
	Nichel	EPA 3050B + EPA 6010C
ORGANOMETALLI	Plombo	EPA 3050B + EPA 6010C
	tributilstagno	C050 - Composti organostannici
PCB	PCB 28, PCB 52, PCB 77, PCB 81, PCB 101, PCB 105, PCB 114, PCB 118, PCB 123, PCB 126, PCB 128, PCB 138, PCB 153, PCB 156, PCB 157, PCB 167, PCB 169, PCB 180, PCB 189	EPA 3545A + EPA 3620C + EPA 3665A + EPA 8082A
DIOSSINE	2,3,7,8 T4CDD, 1,2,3,7,8 P5CDD, 1,2,3,4,7,8 H6CDD, 1,2,3,6,7,8 H6CDD, 1,2,3,7,8,9 H6CDD, 1,2,3,4,6,7,8 H7CDD, OCDD, 2,3,7,8 T4CDF, 1,2,3,7,8 P5CDF, 2,3,4,7,8 P5CDF, 1,2,3,4,7,8 H6CDF, 1,2,3,6,7,8 H6CDF, 1,2,3,7,8,9 H6CDF, 2,3,4,6,7,8 H6CDF, 1,2,3,4,6,7,8 H7CDF, 1,2,3,4,7,8,9 H7CDF, OCDF	EPA 1613B 1994 + NATO CCMS Report n° 1761988/2
IPA	Acenaftene, Acenaftilene, Antracene, Benzo(a)antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Benzo(k)fluorantene, Crisene, Dibenzo(a,h)antracene, Fenantrene, Fluorantene, Fluorene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Naftalene, Pirene,	EPA 3540C + EPA 3630C + EPA 8310
PESTICIDI	4,4'-DDT, 2,4'-DDT, 4,4'-DDE, 2,4'-DDE, 4,4'-DDD, 2,4'-DDD, esaclorobenzene, alfa- esaclorocicloesano, beta-esaclorocicloesano, gamma-esaclorocicloesano, aldrin, dieldrin, DICOFOL, Di(2-etilseftalato),	UNI EN 15662:2018/1
MICROINQUINANTI	Difenil etero bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99, 100, 153 e 154), Esaclorobutadiene, Pentaclorobenzene	EPA 3535A 2007 + EPA 8270D 2014/1
ANALISI GRANULOMETRICA	Ghiaia (>2mm)	ICRAM - Ed.2001 (Sedimenti scheda 3)
	Sabbia (0.063mm÷2mm)	
	Limo e Argilla (<0.063mm)	

Tabella II-3: metodi analitici utilizzati per le analisi dei sedimenti in laboratorio

4.1.4 FINALITA' DELLE ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

L'attività di monitoraggio è finalizzata alla valutazione dello **Stato di Qualità Ambientale** delle acque marine; tale valutazione si basa sull'analisi di elementi che definiscono lo *Stato Chimico* e lo *Stato Ecologico*.

Gli elementi che contribuiscono alla definizione dello *Stato Chimico* sono gli inquinanti specifici appartenenti all'elenco di priorità ricercati nelle acque e/o nel biota (Tab. 1/A del D.lgs. 172/2015).

Rispetto alla tab. 1/A del DM 260/2010, il D.lgs. 172/2015 introduce nuovi standard di qualità ambientali (SQA) espressi come media annuale (SQA-MA) per IPA, nichel e piombo più bassi rispetto ai precedenti, mentre per il mercurio elimina l'SQA-MA mantenendo solamente l'SQA-CMA (standard di qualità ambientale-concentrazione massima ammissibile), alzandola a 0,07 µg/l.

Nella tabella seguente si riportano gli standard di qualità ambientali per le sostanze ricercate da ARPAL in acqua di mare secondo quanto riportato nelle tabelle 1/A e 1/B del D.lgs. 172/2015:

ELENCO SOSTANZE LISTA DI PRIORITÀ	SQA-MA acque µg/l	SQA-CMA acque µg/l
Antracene	0,1	0,1
Benzene	8	50
Benzo(a)pirene	1,7*10 ⁻⁴	0,027
Benzo(b)fluorantene	NE	0,017
Benzo(k)fluorantene		0,017
Benzo(g,h,i) perilene	NE	8,2*10 ⁻⁴
Indeno(1,2,3-cd)pyrene		
Cadmio e composti	0,2	
1,2-Dicloroetano	10	
Diclorometano	20	
Di(2-etilesilftalato)	1,3	
Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	NE	0,014
Esaclorobenzene	0,002	0,05
Esaclorobutadiene	0,02	0,6
Fluorantene	0,0063	0,12
Mercurio e composti	NE	0,07
Naftalene	2	130
Nichel e composti	8,6	34
4- Nonilfenolo	0,3	2
Ottilfenolo (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil-fenolo)	0,01	
Pentaclorobenzene	0,0007	
Pentaclorofenolo	0,4	1
Piombo e composti	1,3	14
Tetracloruro di carbonio	12	
Tetracloroetilene	10	
Tricloroetilene	10	
Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	0,0002	0,0015
Triclorobenzeni	0,4	
Triclorometano	2,5	
ELENCO SOSTANZE LISTA DI NON PRIORITÀ	SQA-MA acque µg/l	
Arsenico	5	
Cromo totale	4	
1,2 diclorobenzene	0,5	
1,3 diclorobenzene	0,5	
1,4 diclorobenzene	0,5	
1,1,1 tricloroetano	2	
Toluene	1	
Xileni	1	
Composti del trifenilstagno	0,0002	

Tabella II-4: standard di qualità ambientali per le sostanze ricercate da (tabelle 1/A e 1/B del D.lgs. 172/2015)

A riguardo dei sedimenti, con l'introduzione del D.lgs. 172/2015 (che modifica il D.lgs. 152/06), le Regioni non hanno più l'obbligo di classificare i corpi idrici sulla base dei risultati riscontrati in tale matrice, ma tale monitoraggio è utilizzato per la valutazione degli andamenti, vista la tipicità del sedimento di "memorizzare" gli inquinamenti nel tempo (valutazione del *trend*); ARPAL ha quindi continuato in questi anni ad effettuare tale monitoraggio una volta l'anno, per mantenere l'importante serie storica.

Nel successivo paragrafo risultati e discussione si riportano tuttavia i valori di riferimento previsti dal D.lgs. 152/06 per avere un riferimento utile a focalizzare eventuali criticità.

4.2 RISULTATI E DISCUSSIONI

4.2.1 STATO TROFICO DELLE ACQUE: NUTRIENTI E CLOROFILLA

Di seguito, si riportano i risultati relativi a nutrienti e clorofilla, parametri indicatori dello stato trofico dei corpi idrici marini controllati nell'ambito del monitoraggio regionale svolto ai sensi del D.lgs. 152/06.

I risultati dei **nutrienti** e della **clorofilla** sono raffigurati sotto forma di "box-plot", grafici costruiti come delle scatole che racchiudono i quartili dei dati: la riga in basso rappresenta il primo quartile, la riga al centro rappresenta la mediana e la riga in alto il terzo quartile. Sono inoltre rappresentati come due segmenti (detti baffi) il limite inferiore e quello superiore della distribuzione dei dati calcolati come una volta e mezza la distanza interquartile.

I singoli valori rappresentati come delle crocette rosse rappresentano gli *outlier* ovvero tutti quei valori compresi tra il valore minimo della distribuzione di dati e il limite inferiore e quelli compresi tra il limite superiore e il valore massimo della distribuzione.

L'ampiezza della scatola rappresenta quindi la variabilità interquartile del set di dati e questo tipo di rappresentazione risulta molto utile per confrontare più distribuzioni di dati.

Nei grafici successivi, per ogni nutriente e per la clorofilla, sono riportati i risultati del set pluriennale aggregati per stazione. Per le stazioni del monitoraggio "D.lgs. 152/06" sono disponibili i dati dell'intero sessennio 2014-2019, mentre per le stazioni "strategia Marina", MAR6F1, MAR6F2, MAR6F3 i dati sono disponibili dal 2015.

Oltre alle stazioni riportate nel paragrafo "materiali e metodi" posizionate nelle aree di interesse (Golfo di Spezia e antistante foce Magra) sono state inseriti anche i punti MES1 e MES2, posizionati sul transetto di campionamento antistante Punta Mesco (comune di Levanto) rispettivamente a 100 m e 550 m da costa, per avere un raffronto con stazioni fuori dall'area di indagine, in una zona caratterizzata da minori apporti terrigeni e antropici (zona Parco Cinque Terre).

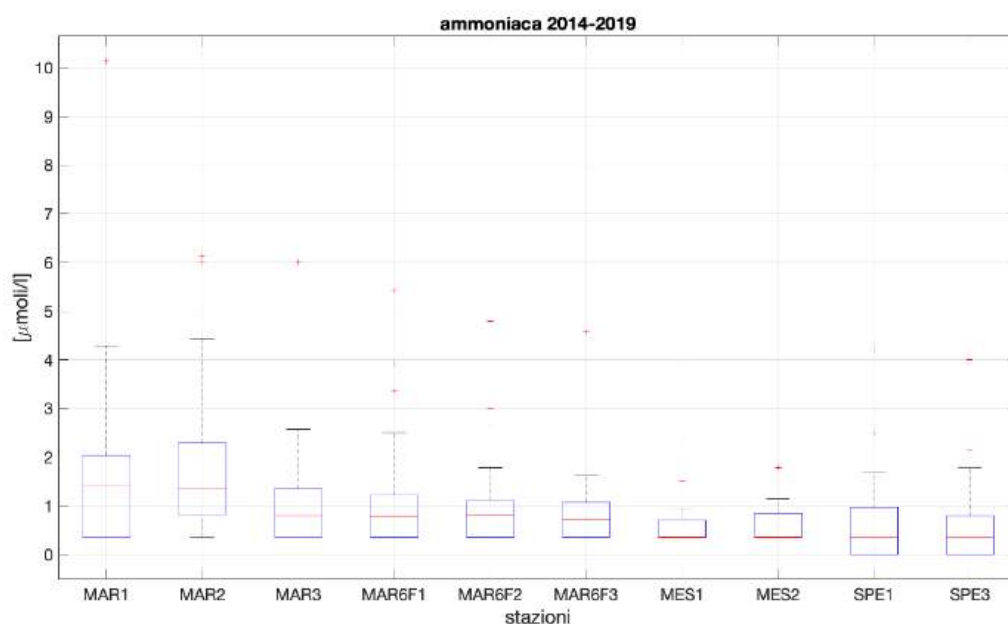


Figura II-3: distribuzione delle concentrazioni di ammoniaca nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

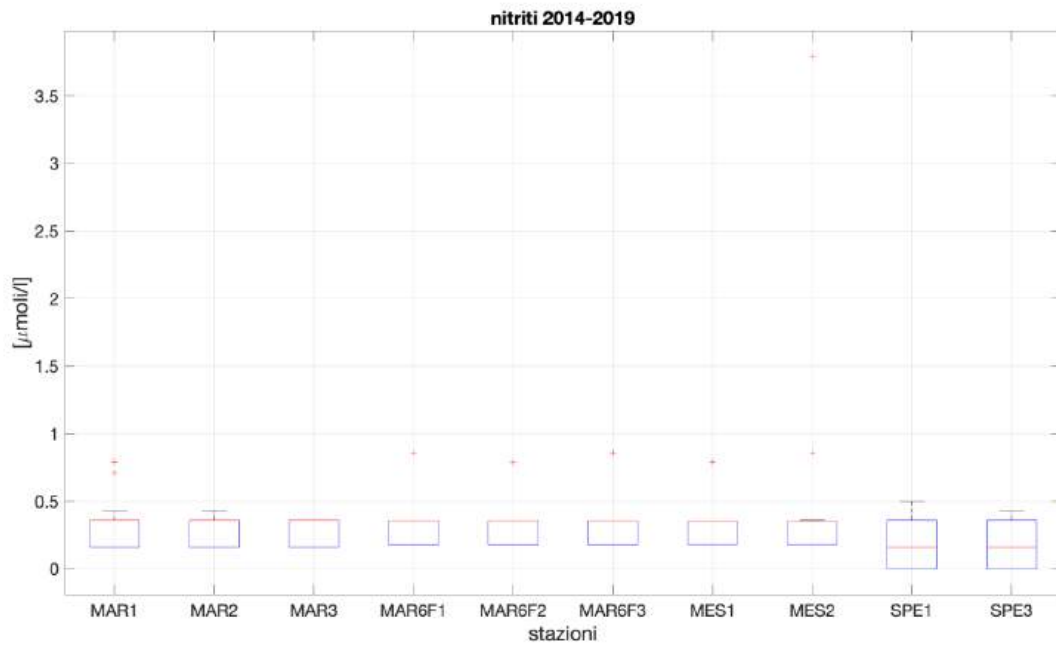


Figura II-4: distribuzione delle concentrazioni di nitriti nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

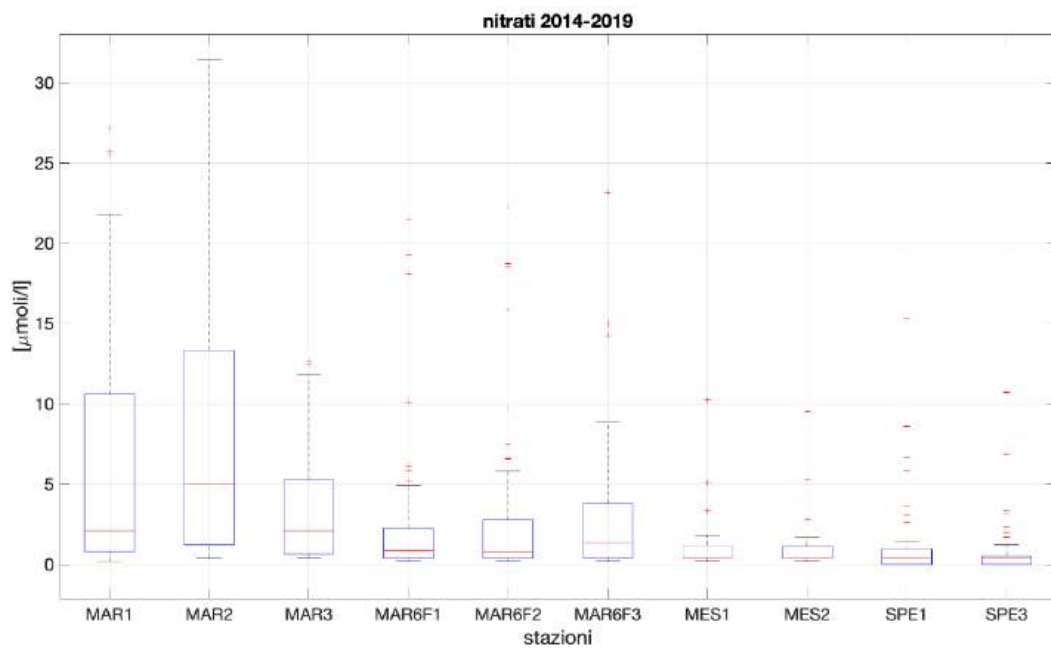


Figura II-5: distribuzione delle concentrazioni di nitrati nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

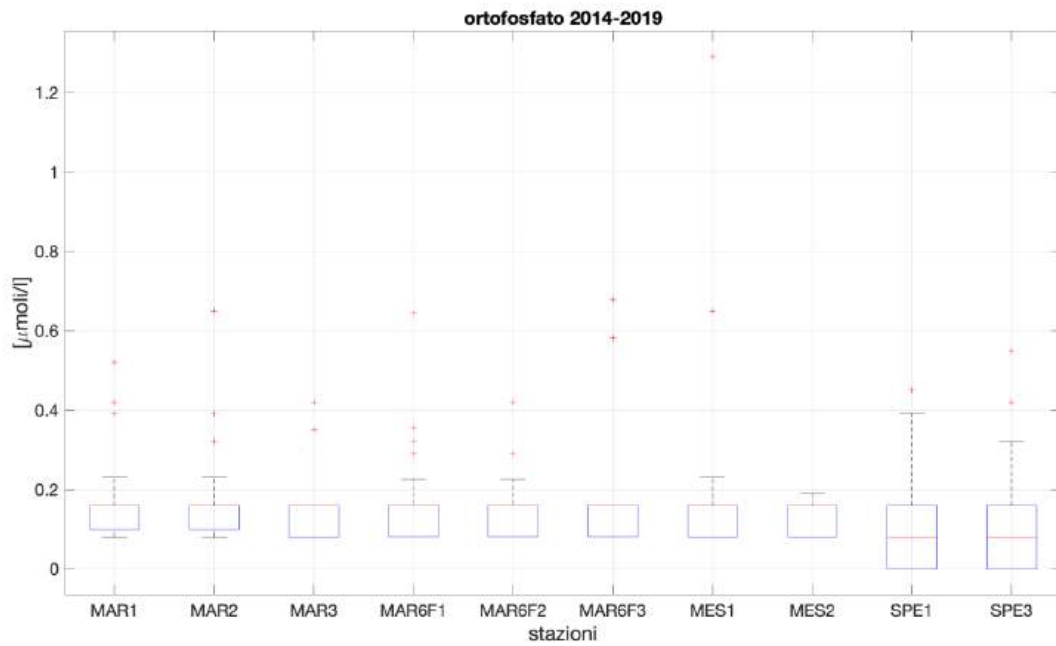


Figura II-6: distribuzione delle concentrazioni di ortofosfato nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

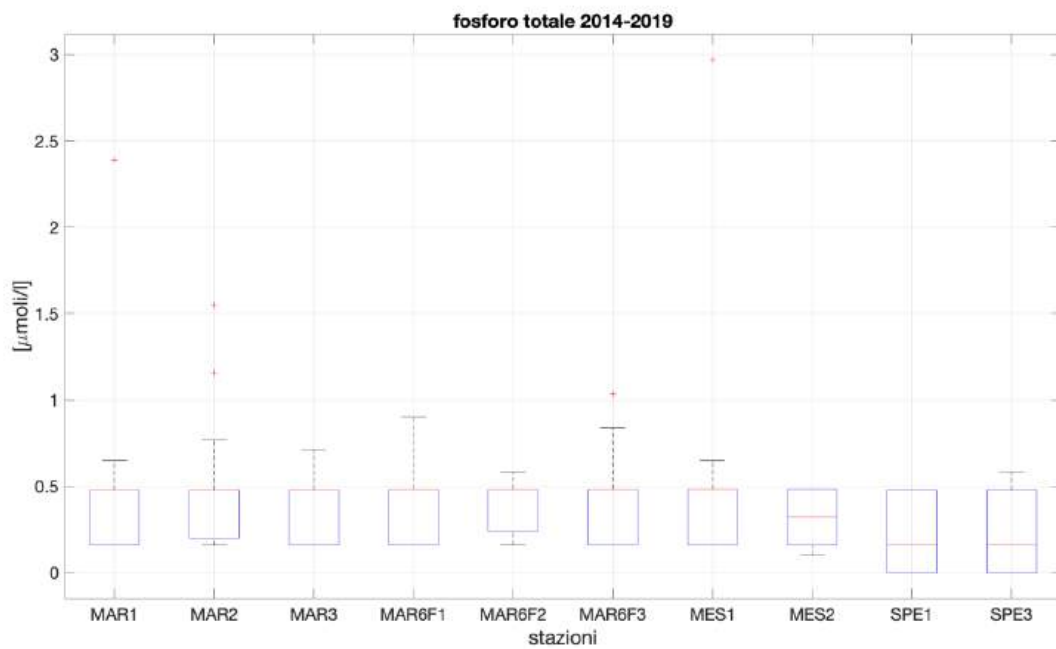


Figura II-7: distribuzione delle concentrazioni di fosforo totale nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

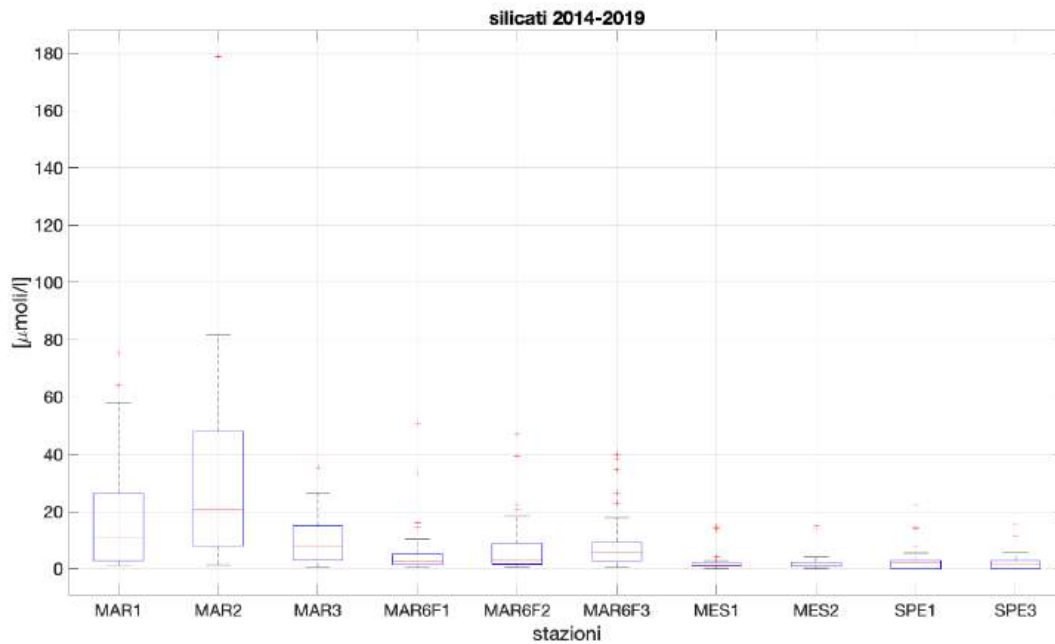


Figura II-8: distribuzione delle concentrazioni di silicati nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

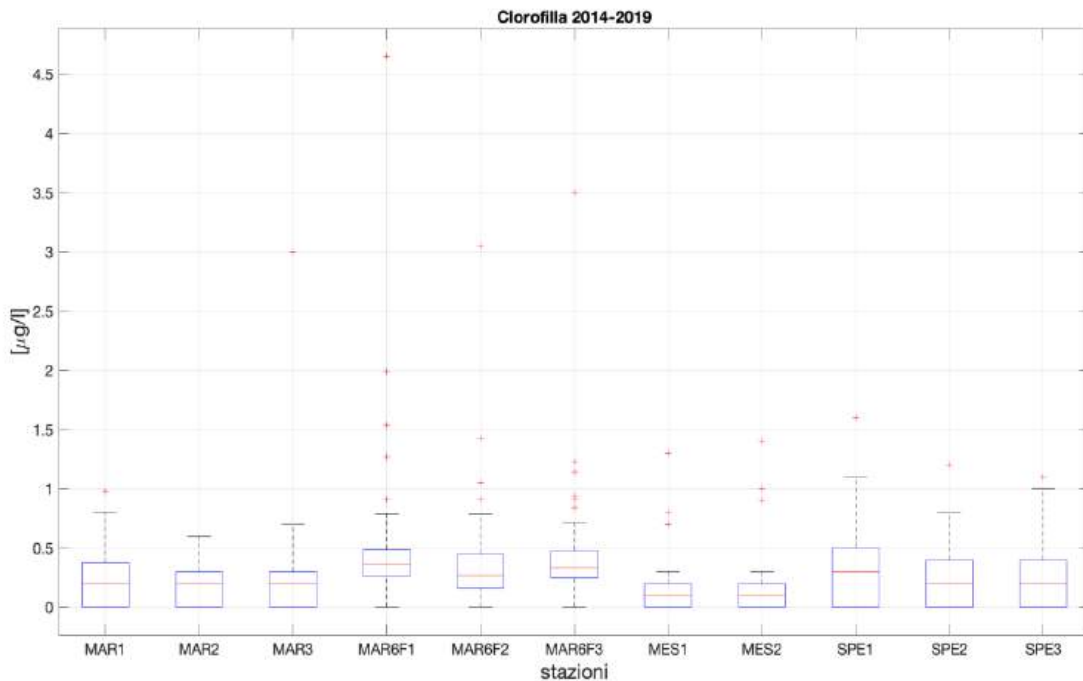


Figura II-9: distribuzione delle concentrazioni di *clorofilla a* nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 nel sessennio 2014-2019.

Dai grafici si evince che i **nitrati** e i **silicati** sono i nutrienti maggiormente correlati con l'apporto fluviale. Le stazioni di Marinella, situate in prossimità della foce del fiume Magra, mostrano infatti valori più elevati e una variabilità più ampia rispetto alle stazioni situate nel golfo di La Spezia e Punta Mesco, in particolare nella stazione MAR2, il quale posizionamento è proprio antistante alla foce del fiume Magra.

Nel complesso in tutti i siti le concentrazioni dei **nitriti** e dei **composti del fosforo** risultano pressoché vicine ai limiti di quantificazione.

Per quanto riguarda la **clorofilla a** essa descrive una stima indiretta della biomassa fitoplanctonica e rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema mettendo in evidenza eventuali fenomeni di eutrofizzazione delle acque costiere. Il relativo *box-plot* mostra una situazione piuttosto omogenea in tutte le stazioni di campionamento: i valori minimi si riscontrano nelle due stazioni di bianco (MES1 e MES2), mentre i valori mediani più alti sono stati registrati nelle stazioni MAR6F e SPE1.

Anche i dati raccolti nell'anno di monitoraggio 2020 (*Figura II-10*) mostrano andamenti simili a quelli rilevati negli anni passati. La stazione MAR2 riporta un valore medio di ammoniaca e di nitrati più alto di quello rinvenuto nelle restanti stazioni. I valori di nitriti sono pressoché vicine al limite di quantificazione. Le stazioni MES1 e MES2 si confermano stazioni di bianco registrando valori di nitriti, nitrati e ammoniaca vicine allo zero.

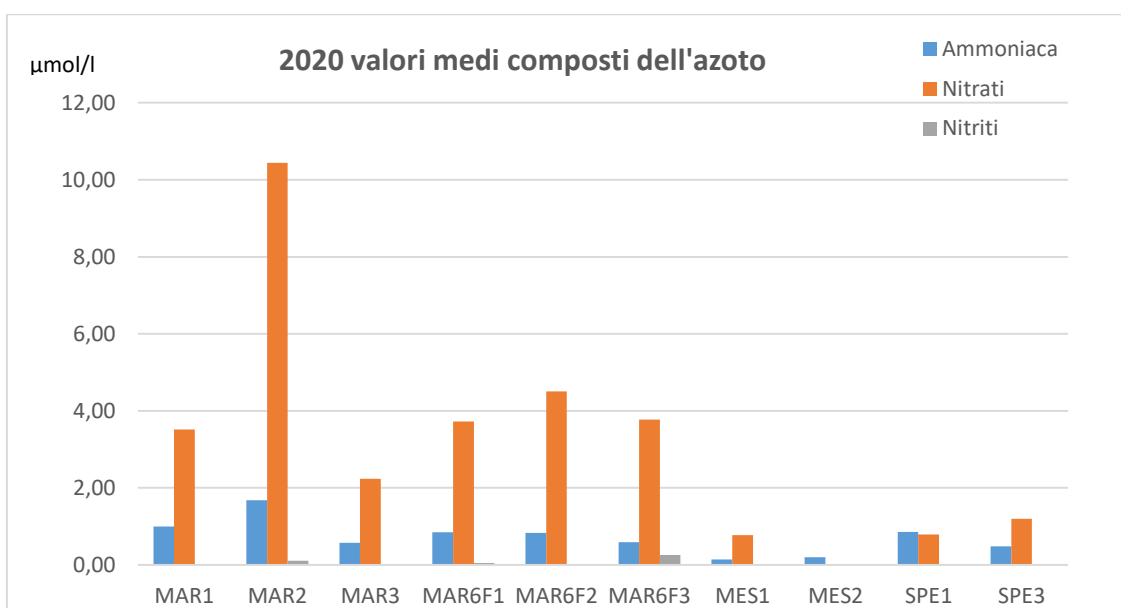


Figura II-10: valori medi delle concentrazioni dei composti dell'azoto rilevati nel 2020 nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010.

Di seguito sono graficati i valori medi dei composti del fosforo e dei silicati rinvenuti nel 2020.

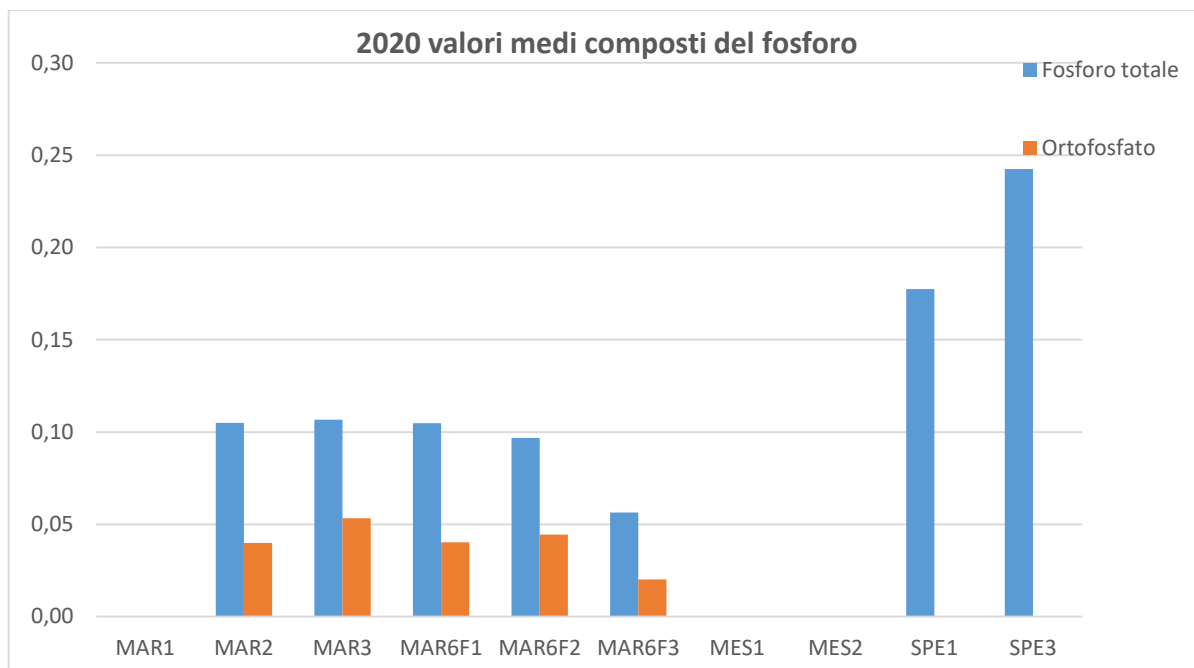


Figura II-11: valori medi delle concentrazioni dei composti del fosforo rilevati nel 2020 nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010.

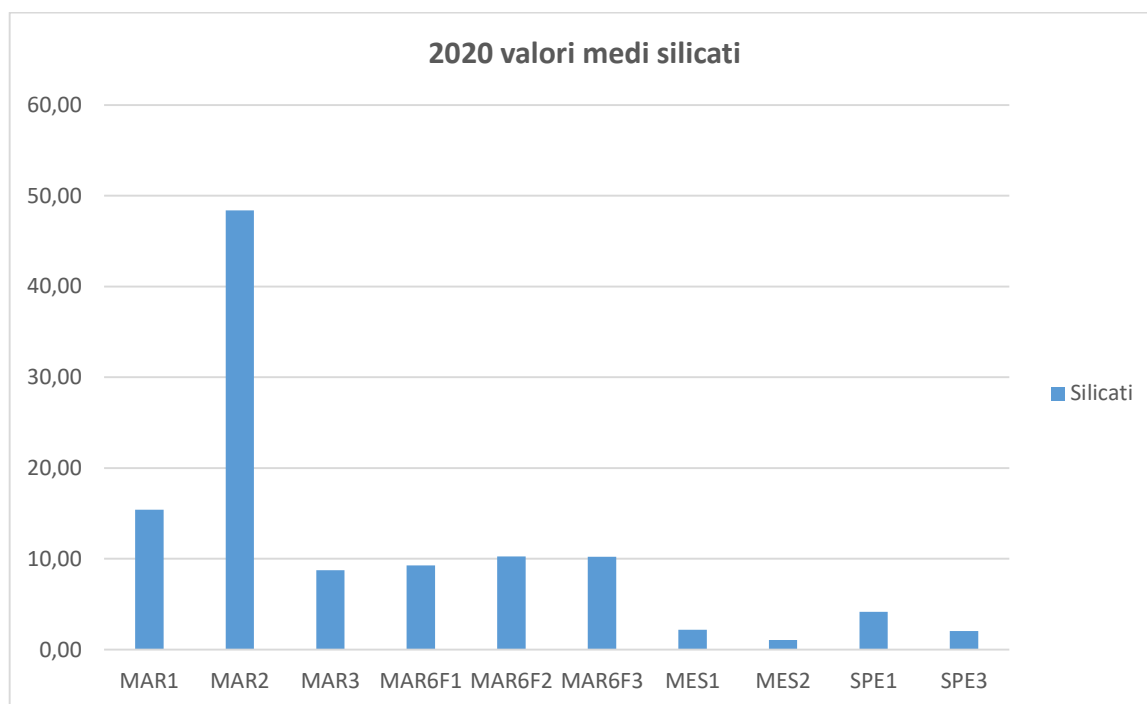


Figura II-12: valori medi delle concentrazioni dei silicati rilevati nel 2020 nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010.

Come si evince dal grafico l'**ortofosfato** è presente nelle stazioni poste dinanzi la foce del fiume Magra, mentre è completamente assente nelle stazioni di bianco e in quelle situate nel golfo di La Spezia. Il **fosforo totale** ripota i valori medi più alti nelle stazioni di SPE1 e SPE3.

Per quanto riguarda i **silicati** essi sono presenti in concentrazioni maggiori nella stazione di MAR2, confermando anche in questo caso che sono nutrienti fortemente correlati, insieme ai nitrati, con l'apporto fluviale.

Anche i valori di clorofilla *a* rinvenuti nel 2020 in tutte le stazioni non mostrano particolari evidenze e rispecchiano l'andamento riscontrato negli anni passati: valori minimi nelle due stazioni di bianco, valori più alti nelle stazioni MAR6F (Figura II-13).

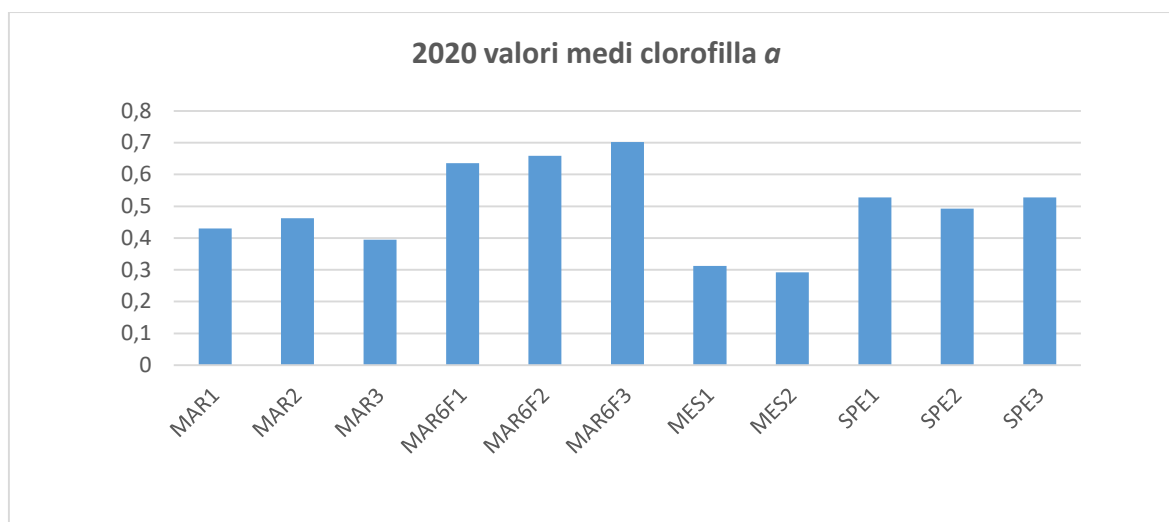


Figura II-13: valori medi delle concentrazioni colorofilla *a* rilevati nel 2020 nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010.

4.2.2 L'INDICE TROFICO – TRIX

L'**indice trofico TRIX** utilizza i dati del monitoraggio delle acque per quanto riguarda la presenza di ossigeno disciolto, fosforo, composti azotati e clorofilla. In ogni corpo idrico ligure ci sono 2 o 3 stazioni di campionamento e il TRIX si calcola tenendo conto dei risultati relativi a tutte le stazioni presenti in un corpo idrico e a tutte le campagne di monitoraggio eseguite in un anno.

Con il D.Lgs. 152/06 l'indice TRIX era stato soppresso dalla normativa in materia di tutela ambientale. È stato però successivamente reintrodotta con il D.M. 260/2010, che ne prevede l'utilizzo per segnalare eventuali andamenti anomali, soprattutto in aree normalmente considerate a basso livello trofico.

Nella procedura di classificazione dello stato ecologico delle acque marino-costiere, il giudizio espresso per ciascun *Elemento di Qualità Biologica* (Posidonia, Fitoplancton, Macroalghe, Macroinvertebrati bentonici) deve essere congruo con il limite di classe TRIX: in caso di stato ecologico "Buono", il corrispondente valore di TRIX deve essere minore della soglia riportata nella tabella 3, per ciascuno dei tre macrotipi di riferimento per i corpi idrici.

In Liguria 25 corpi idrici sono a *Bassa stabilità* e solo uno (quello più a levante, influenzato dalla foce del Fiume Magra) è di *Media stabilità*.

MACROTIPO	LIMITI DI CLASSE TRIX (Buono/Sufficiente)
Alta stabilità	5.0
Media stabilità	4.5
Bassa stabilità	4.0

Tabella II-5: valori di riferimento per l'attribuzione del buono stato ecologico in base all'indice TRIX

Tali valori soglia non sono particolarmente restrittivi, soprattutto per le acque liguri, caratterizzate da una buona circolazione e da elevate profondità. Per questo motivo, in Liguria tutti i corpi idrici si mantengono

ampiamente all'interno della **classe TRIX Buona**. La valutazione delle acque liguri tramite EQB non sarà quindi inficiata da questo aspetto.

La tabella II-6 riporta le classi di qualità attribuite ai corpi idrici marino-costieri liguri n. 25 "Golfo della Spezia" e n. 26 "Foce Magra", all'interno dei quali sono localizzati i n. 3 impianti sperimentali del Progetto FEAMP. I valori registrati confermano la buona qualità trofica del mare ligure. In generale, questo indicatore mostra nel periodo considerato una generalizzata tendenza al miglioramento (tabella II-7).

Corpo idrico	Ordine progressivo (da ponente a levante)	TRIX (classificazione 2009-2013)	TRIX (classificazione 2014-2019)
Golfo La Spezia	25	Buono	Buono
Foce Magra	26	Buono	Buono

Tabella II-6: classi di qualità attribuite ai corpi marino-costieri per l'indice TRIX (periodi 2009-2013 e 2014-2019)

N°	Corpo idrico	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
25	Golfo La Spezia	2.9	2.4	2.9	3.0	2.7	2.6	2.5	2.2	3.2	3.1	3.2
26	Foce Magra	3.5	3.1	3.2	3.3	3.2	2.7	2.7	2.9	3.5	3.5	3.8

Tabella II-7: valori e classi di qualità dell'indice TRIX per i corpi idrici marino-costieri n. 25 e n. 26 nel periodo 2009-2019.

4.2.3 COMUNITA' MACROZOOBENTHOS E INDICE DI QUALITA' AMBIENTALE M-AMBI

Le comunità macrobentoniche sono largamente usate come indicatori delle caratteristiche ambientali, in quanto rispondono in modo significativo alle variazioni ambientali sia di origine naturale che antropica, Essendo la loro struttura strettamente dipendente da una serie di fattori abiotici (idrodinamismo e granulometria del substrato) e dalla concentrazione di sostanza organica e di sostanze inquinanti, di fatto permette di rendere evidenti le modificazioni ambientali che avvengono in relazione alle variazioni di tali fattori.

Per i motivi sopra descritti, i macroinvertebrati bentonici di fondo mobile sono stati scelti, insieme ad altri descrittori, come elemento di qualità biologica (EQB) nell'ambito della Direttiva 2000/60/EC, in riferimento alla definizione dello stato ecologico degli ecosistemi marini costieri.

Nell'ambito del monitoraggio regionale ai sensi del D.lgs. 152/06, per la valutazione dello stato di qualità ecologica dell'EQB macroinvertebrati bentonici, è stato scelto di utilizzare l'indice M-AMBI, un indice multivariato che integra l'indice AMBI (per la valutazione della sensibilità e tolleranza delle specie macrozoobentoniche), l'Indice di diversità di Shannon-Weaver ed il numero di specie (S).

Il valore finale dell'M-AMBI e la successiva attribuzione della classe di qualità ecologica, viene calcolato attraverso l'elaborazione delle suddette 3 componenti con tecniche di analisi statistica multivariata.

La classificazione della qualità ecologica (valutata nelle aree oggetto della presente relazione sulla base di questo elemento biologico) frutto delle risultanze delle ultime due campagne di monitoraggio negli anni 2016 e 2019, viene mostrata nella tabella seguente:

STAZIONE	2016				2019							
	PRIMAVERA	AUTUNNO	MEDIA	Status	PRIMAVERA	AUTUNNO	MEDIA	Status				
MARB	0,74	Good	0,79	Good	0,77	Good	0,845	High	0,81	Good	0,83	High
MARS	0,72	Good	0,94	High	0,83	High	0,710	Good	0,71	Good	0,71	Good
SPES	0,95	High	0,94	High	0,95	High	0,87	High	0,85	High	0,86	High

Tabella II-8: classificazione della qualità ecologica dell'EQB macroinvertebrati bentonici (indice M-AMBI).

L'indice M-AMBI calcolato nel punto MARB, collocato in prossimità dalla foce del fiume Magra ad una profondità di 8 metri, risulta essere in classe buona nel 2016 ed elevata nel 2019, mentre nel punto MARS, sempre in prossimità della foce del fiume Magra, ma più distante e ad una profondità maggiore (15 metri), i valori dell'indice ricadono in classe elevata nel 2016 e buona nel 2019.

Le comunità macrozoobentoniche campionate negli stessi periodi nella stazione SPES hanno garantito livelli ecologici elevanti in entrambe le campagne di monitoraggio, confermando la presenza di una comunità bentonica poco soggetta a stress ambientali, quali input di carico organico o fenomeni anossici.

4.2.4 COMUNITA' FITOPLANCTONICA

Il fitoplancton, ovvero l'insieme degli organismi unicellulari prevalentemente autotrofi, rappresenta la base della rete trofica dell'ecosistema marino. La sua composizione sia a livello qualitativo (*taxa* presenti) che quantitativo (abbondanza per ogni *taxon* ritrovato), può variare in base a numerosi parametri ambientali che comprendono fattori abiotici (es, temperatura, salinità, regime idrodinamico, nutrienti, inquinanti) e biotici (presenza di altri organismi: batteri, zooplancton, molluschi, crostacei, pesci) andando a modificare la qualità di un habitat nel suo complesso.

Di seguito si riportano i grafici dei risultati delle analisi quali-quantitative (sintetizzata per comodità di lettura nelle tre categorie "diatomee", "dinoflagellate", "altro fitoplancton") effettuate sui campioni prelevati nelle stazioni MAR1 e SPE1 nell'arco temporale 2014-2020 ai sensi del **D.lgs 152/06**.

In *Figura II-14* è riportato l'andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 152/2006 dal 2014 al 2020, presso il sito MAR 1. Le barre indicano nel complesso il numero di cellule fitoplanctoniche per litro totali, mentre i colori ne rappresentano la suddivisione nelle classi principali nominate in legenda. In *Figura 6* si riporta l'andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs.152/2006 dal 2014 al 2020, presso il sito SPE 1. Le barre indicano nel complesso il numero di cellule fitoplanctoniche per litro totali, mentre i colori ne rappresentano la suddivisione nelle classi principali nominate in legenda.

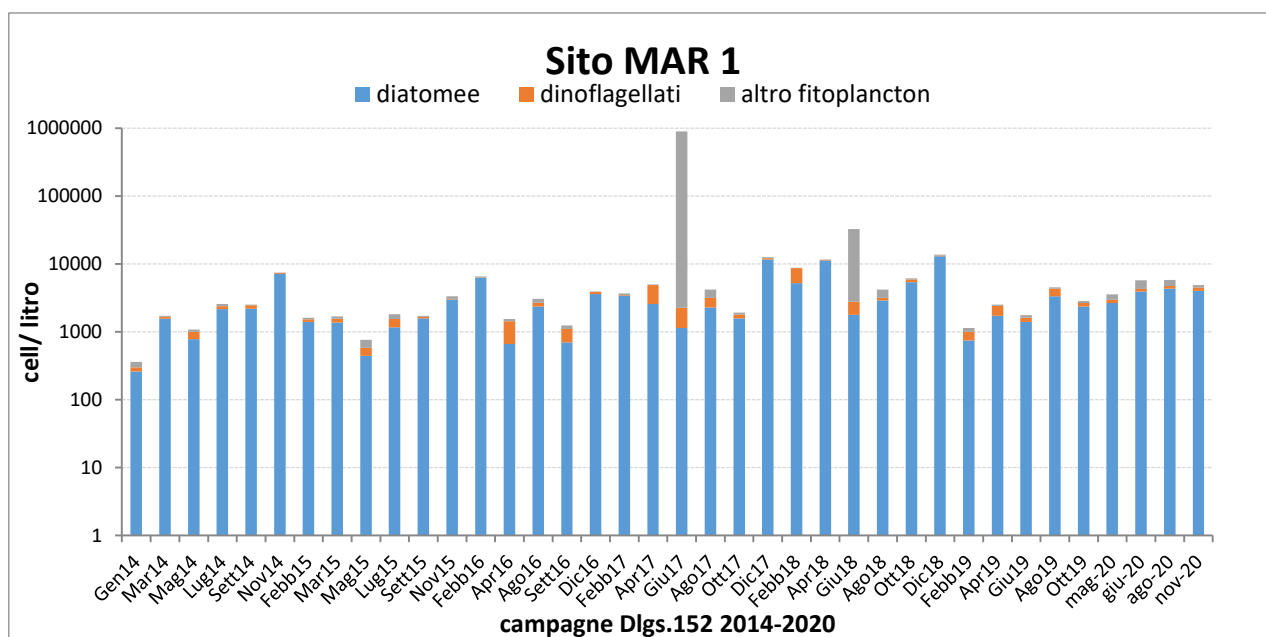


Figura II-14: andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 152/2006 dal 2014 al 2020, presso il sito MAR 1.

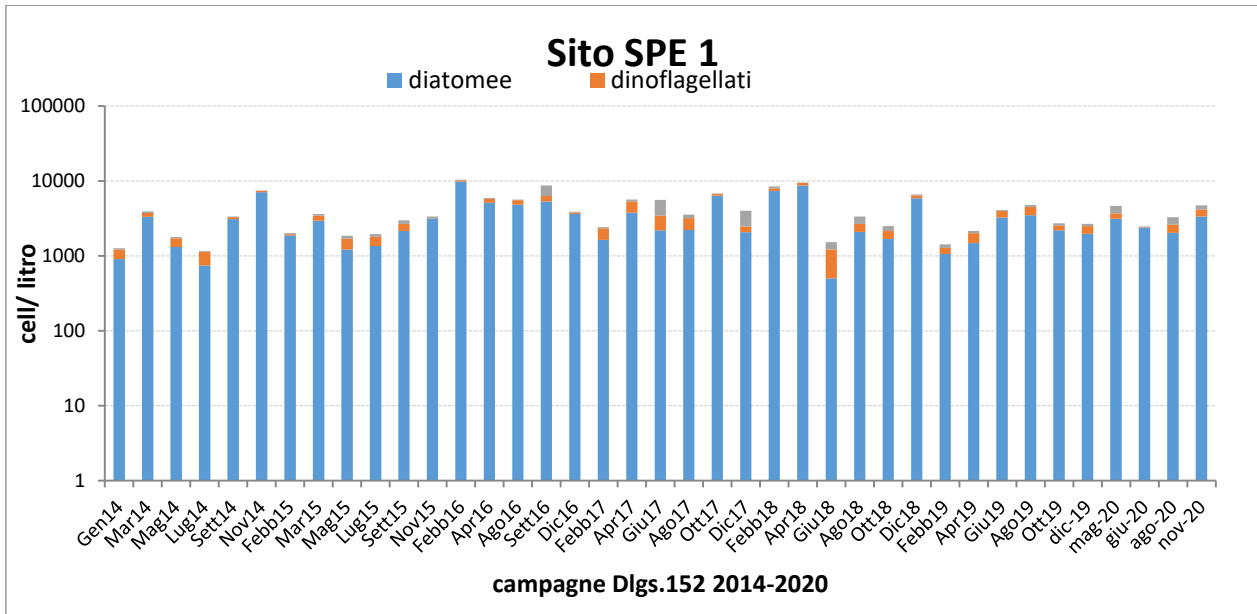


Figura II-15: andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 152/2006 dal 2014 al 2020, presso il sito SPE 1.

Analizzando la composizione della comunità fitoplanctonica si nota una generale dominanza delle **diatomee** rispetto alle altre componenti, con poche eccezioni in corrispondenza della stazione MAR1 dove nella terza campagna del 2017 è stata rilevata una fioritura di *Criptoficee* e nella terza del 2018 significative concentrazioni di *Cloroficee* unicellulari. Rispetto ad altre stazioni, data la vicinanza alla foce del fiume Magra, si osserva un aumento delle concentrazioni complessive, evidenti soprattutto in corrispondenza di MAR1 ed in misura più contenuta in SPE1, nei monitoraggi effettuati qualche settimana dopo intense precipitazioni, legato con ogni probabilità ai maggiori apporti terrigeni ed al conseguente arricchimento delle acque di nutrienti biodisponibili.

Nei grafici seguenti sono riportati i risultati delle analisi quali-quantitative (sintetizzata per comodità di lettura nelle tre categorie "diatomee", "dinoflagellati", "altro fitoplancton") effettuate ai sensi del **D.lgs.190/10** sui campioni prelevati nei siti SPNIS1-2 durante i monitoraggi, localizzati rispettivamente all'interno e all'esterno della diga foranea, e nelle vicinanze degli impianti di acquacoltura attualmente presenti nell'area del Golfo di La Spezia.

Figura II-16 si riporta l'andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 190/2010 dal 2015 al 2020, presso il sito SPNIS 1. Le barre indicano nel complesso il numero di cellule fitoplanctoniche per litro totali, mentre i colori ne rappresentano la suddivisione nelle classi principali nominate in legenda (Nov 17 e Mar 19: campioni non disponibili causa condizioni meteo marine avverse; Mar20: monitoraggio non eseguito a causa delle restrizioni covid-19).

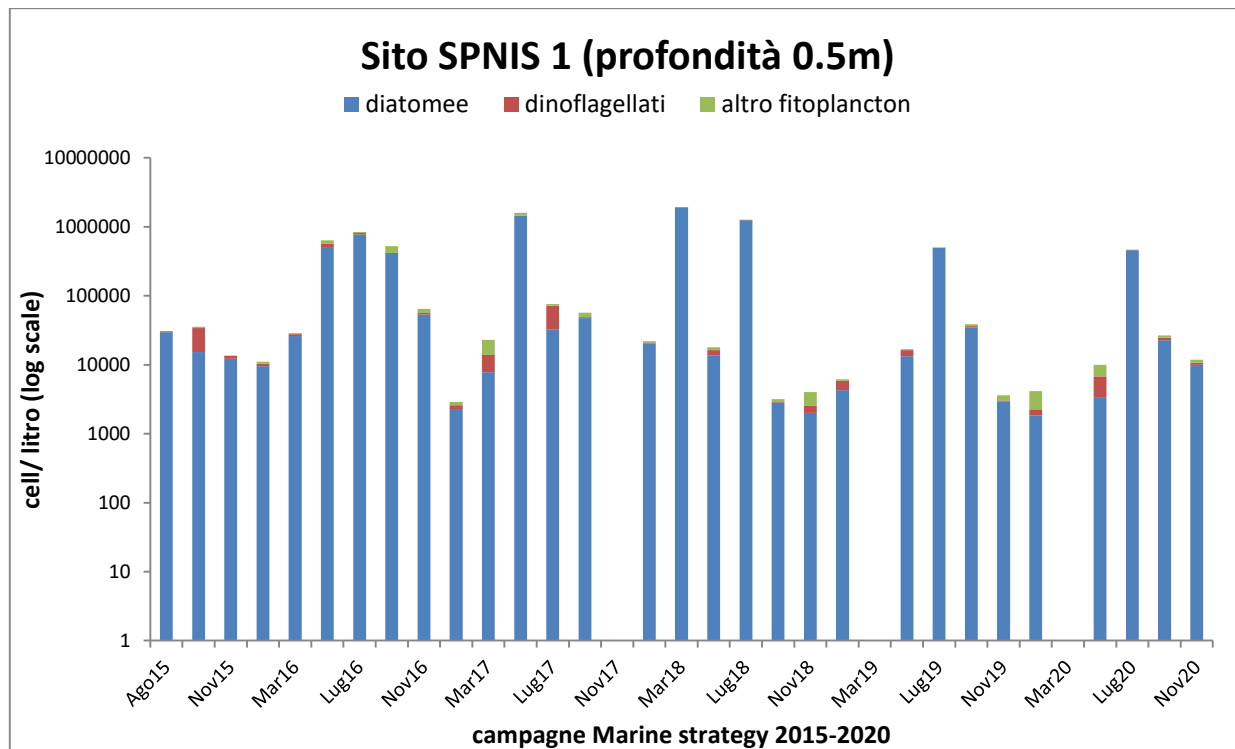


Figura II-16: andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 190/2010 dal 2015 al 2020, presso il sito SPNIS 1.

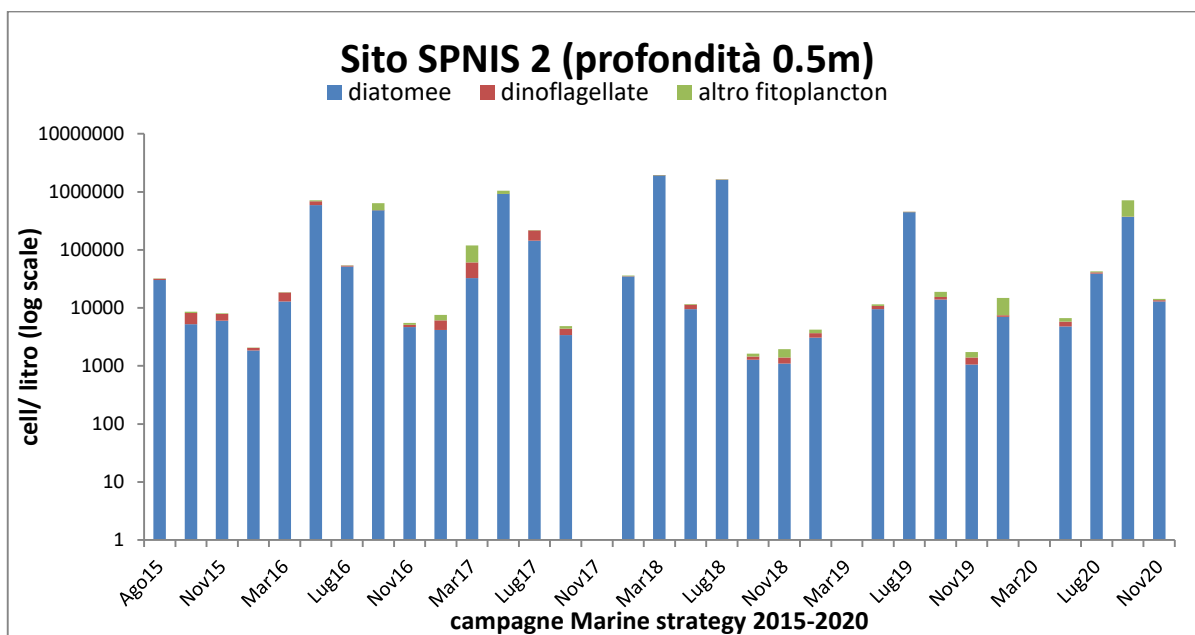


Figura II-17: andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio ai sensi del D.lgs. 190/2010 dal 2015 al 2020, presso il sito SPNIS 2.

In *Figura II-17* si riporta l'andamento dell'abbondanza di fitoplancton nel corso delle campagne di monitoraggio D.lgs 190/2010 dal 2015 al 2020 presso il sito SPNIS 2. Le barre indicano nel complesso il numero di cellule fitoplanctoniche per litro totali, mentre i colori ne rappresentano la suddivisione nelle classi principali nominate in legenda, (Nov 17 e Mar 19: campioni non disponibili causa condizioni meteo marine avverse; Mar20: monitoraggio non eseguito a causa delle restrizioni covid-19).

Per quanto riguarda la concentrazione totale di fitoplancton, i valori presso il sito SPNIS1 variano da un minimo di 2,900 cell/litro, registrato a gennaio 2017, ad un massimo di 1,923,242 cell/litro, registrato a marzo 2018; presso il sito SPNIS2 i valori variano da un minimo di 1,620 cell/litro, registrato a settembre 2018, ad un massimo di 19,164,558 cell/litro, registrato a marzo 2018.

Questi siti sono anche dedicati al monitoraggio delle specie fitoplanctoniche aliene che potenzialmente possono raggiungere questo ecosistema tramite vari vettori, tra cui le acque di zavorra delle imbarcazioni e le attività legate alla gestione di impianti di acquacoltura. Ad oggi non vi sono segnalazioni particolari.

Grazie all'analisi della composizione tassonomica è anche possibile estrarre informazioni relative alla presenza di specie potenzialmente tossiche che, qualora raggiungessero concentrazioni elevate, potrebbero determinare impatti sia sulle biocenosi marine che in ambito sanitario.

Rispetto alla lista di riferimento pubblicata dall'IOC-UNESCO (Moestrup Ø et al, <http://www.marinespecies.org/hab> on 2020-11-19, doi:10,14284/362), i risultati finora elaborati (periodo 2015-2020) fanno registrare la presenza nelle stazioni SPNIS, come in altre aree costiere della Liguria, dei seguenti generi: *Alexandrium* spp, *Dinophysis* spp, *Lingulodinium polyedrum*, *Pseudo-nitzschia* spp.

A queste specie, a cui non sono state riportate fioriture di particolare densità durante il periodo considerato, si aggiunge la presenza sporadica di *Ostreopsis* cf, *ovata* che invece determina frequenti proliferazioni in acque balneabili di aree limitrofe durante il periodo estivo.

In data 8 agosto 2017 presso il sito Marinella di Sarzana, è stata segnalata una fioritura abbondante (10^7 cell/litro) della specie *Fibrocapsa japonica*; si tratta di una microalga appartenente alla classe delle *Raphidophyceae* potenzialmente ittiotossica, che spesso prolifera lungo le coste italiane.

4.2.5 CONTAMINAZIONE DELLE ACQUE

Per quanto riguarda i contaminanti nelle acque si precisa che i dati relativi agli anni 2014, 2015 e 2016 sono stati elaborati ai sensi delle tabelle allora vigenti (DM 260/2010), mentre i dati 2017, 2018, 2019 e 2020 sono stati elaborati alla luce del D.lgs. 172/2015, tenendo quindi presente i nuovi standard di qualità ambientale. Tra tutti i parametri ricercati solamente il mercurio in una stazione (MAR1) ha riportato, nel campionamento effettuato a giugno 2018, una concentrazione superiore alla concentrazione massima ammissibile (0,07 µg/l) pari a 0,08 µg/l. Tutti i restanti parametri hanno registrato concentrazioni mai superiori ai limiti di legge, molto frequentemente inferiori agli stessi limiti di quantificazione, come si può osservare nel grafico sotto riportato.

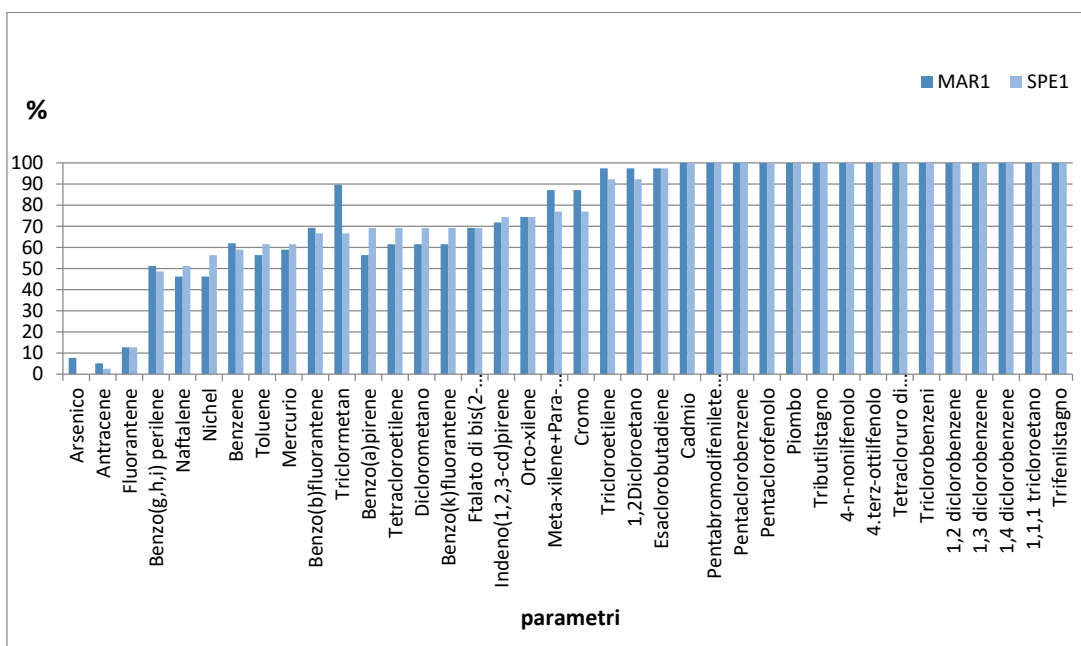


Figura II-18: distribuzione dei contaminanti, rispetto al LOQ, nelle acque marine (MAR 1 – SPE 1) (Fonte Centro del Mare ARPAL).

Come si evince dal grafico tutti i parametri raggruppati nella parte destra a partire dal cadmio sino al trifenilstagno risultano sempre inferiori al limite di quantificazione.

Di seguito si riporta lo Stato chimico dei due corpi idrici Golfo La Spezia e Foce Magra relativi al periodo 2014-2020, calcolato sulla base delle concentrazioni degli inquinanti nella matrice acqua.

CORPO IDRICO	STATO CHIMICO 2014- 2016	STATO CHIMICO 2017	STATO CHIMICO 2018	STATO CHIMICO 2019	STATO CHIMICO 2020
Golfo la Spezia	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO	BUONO
Foce Magra	BUONO	BUONO	NON BUONO (Hg>CMA)	BUONO	BUONO

Tabella II-9 : stato chimico dei corpi idrici del progetto.

Per quanto riguarda il triennio 2014-2016 viene riportata la classificazione così come pubblicata nel Piano di Tutela delle Acque di cui alla Delibera di Giunta regionale 446/2018. Entrambi i corpi idrici risultano in stato chimico buono.

Relativamente agli anni 2017, 2018, 2019 e 2020 si riporta lo stato chimico provvisorio così come caricato sul Sistema Informativo Regionale dell'Ambiente Ligure. Nel 2017 entrambi i corpi idrici sono in stato buono, nel 2018 Foce Magra è in stato non buono a causa del mercurio che ha superato la concentrazione massima ammissibile (CMA) in un campione prelevato nella campagna di giugno (valore pari a 0.08 µg/l). I dati rilevati nelle restanti campagne del 2018, così come quelli del 2019 e 2020 sono risultati tutti inferiori al limite di quantificazione.

4.2.6 INQUINANTI NEI SEDIMENTI

Tra i contaminanti ricercati nella matrice sedimento tutti i pesticidi, pentaclorobenzene, pentabromodifenil etero e tributistagno sono sempre risultati inferiori ai limiti di quantificazione in entrambe le stazioni in tutti gli anni considerati nel presente studio. IPA, PCB e diossine sono stati rinvenuti in concentrazioni superiori ai limiti di quantificazione ma mai superiori ai valori indicativi riportati nel D.lgs. 152/06 (così come modificato dal D.lgs. 172/15) se non per un valore di benzo(b)fluorantene come sotto riportato.

Nelle due tabelle successive si riportano i risultati dei metalli registrati durante i diversi anni di monitoraggio nelle due rispettive stazioni di campionamento, in grassetto sono evidenziati i valori superiori agli standard di qualità ambientali; occorre precisare che gli standard di qualità ambientale-media annuale (SQA-MA) riportati sono quelli previsti nella Tab. 2/A del D.lgs. 172/2015 corretti con i valori di fondo individuati da Regione Liguria per alcuni metalli di diverse aree liguri. Si precisa che tali valori, con le modifiche al D.lgs. 152/06 apportate dal D.lgs. 172/15, non sono da intendersi come valori il cui supero comporti uno scadimento dello stato chimico, bensì come valori di riferimento per meglio valutare i parametri prioritari sui quali approfondire la valutazione dei trend.

SPES																		
METALLI mg/kg s.s.																		
	Al		As		Cd		Cr tot		Cr VI		Fe		Hg		Ni		Pb	
SQA-MA			14,4		0,6		319		2,4				0,36		236		60	
		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ		LDQ
2014	27000	0,05	10	0,1	0,27	0,01	96	0,01	0	0	28000	0,05	0,2	0,0005	69	0,01	48	0,01
2015	19635	0,05	9	0,1	0,5	0,01	80	0,01	0	0	23390	0,05	0,1	0,001	62	0,01	62	0,01
2016	25500	0,05	8	0,01	0,51	0,01	93	0,01	0	0	31500	0,05	0,28	0,0005	72	0,01	44	0,01
2017	21500	0,05	10	0,1	0,6	0,01	87	0,01	0	0	27300	0,05	0,13	0,001	77	0,01	87	0,01
2018	21427	0,05	7,7	0,1	0,7	0,01	79	0,01	ND	ND	24772	0,05	0,12	0,001	64	0,01	45	0,01
2019	18970	0,2	9	0,1	0,47	0,02	88	0,1	0,1	0,1	23660	0,2	0,12	0,002	60	0,1	54	0,1
2020	32706	0,2	10	0,1	0,6	0,02	103	0,1	0,1	0,1	27628	0,2	0,12	0,002	76	0,1	34	0,1

Tabella II-10 : concentrazioni di metalli nei sedimenti della stazione SPES.

MARS																		
METALLI mg/kg s,s,																		
	Al		As		Cd		Cr tot		Cr VI		Fe		Hg		Ni		Pb	
SQA-MA			14,4		0,6		319		2,4				0,36		236		60	
	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	LDQ	
2014	142000	0,05	7,5	0,1	0,19	0,01	82	0,01	0	0,2	22000	0,05	0,04	0,0005	71	0,01	11,3	0,01
2015	16080	0,05	8	0,1	0,4	0,01	85	0,01	0	0,2	23300	0,05	0,04	0,001	100	0,01	14	0,01
2016	17170	0,05	7	0,01	0,35	0,01	91	0,01	0	0,2	24000	0,05	0,03	0,0005	75	0,01	11	0,01
2017	14700	0,05	6,5	0,1	0,5	0,01	76	0,01	0	0,2	21200	0,05	0,05	0,001	67	0,01	11	0,01
2018	15304	0,05	6,4	0,1	0,6	0,01	74	0,01	0	0,2	20043	0,05	0,03	0,001	65	0,01	12	0,01
2019	15095	0,2	8	0,1	0,36	0,02	78	0,1	0	0,1	20660	0,2	0,03	0,002	65	0,1	11	0,1
2020	19647	0,2	1,3	0,1	0,4	0,02	94	0,1	0	0,1	17217	0,2	0,02	0,002	75	0,1	15	0,1

Tabella II-11 : concentrazioni di metalli nei sedimenti della stazione SPES.

Nella tabella seguente sono riassunte le sostanze che hanno superato gli standard di qualità ambientale-media annuale (SQA-MA) nelle due rispettive stazioni di campionamento:

STAZIONI	SUPERI 2014	SUPERI 2015	SUPERI 2016	SUPERI 2017	SUPERI 2018	SUPERI 2019	SUPERI 2020
SPES	no	Piombo	no	Piombo	Cadmio	no	no
MARS	no	no	no	no	no	no	Benzo(b) fluorantene

Tabella II-12 : superamenti dei limiti di legge.

Come si evince dalla tabella il piombo ha superato lo standard di qualità ambientale nel Golfo di La Spezia sia nel 2015, sia nel 2017, mentre il Cadmio nel 2018.

Nella stazione MARS, Marinella, non è stato registrato alcun supero di alcuna sostanza dal 2014 al 2019, mentre nel 2020 il benzo(b)fluorantene è risultato maggiore dello standard di qualità riportato in tabella Tab. 2/A del D.lgs. 172/2015: il valore registrato, pari a 49 µg/Kg s.s., ha superato di poco il limite fissato di 40 µg/Kg s.s..

Osservando la composizione granulometrica mediata sui sette anni rappresentata in Figura II-19 , si nota come a SPES prevale decisamente la componente pelitica, componente che ha maggiore affinità con le sostanze inquinanti creando un "effetto spugna"; a MARS prevale invece la componente sabbiosa. In entrambe le stazioni la componente ghiaiosa è quasi nulla.

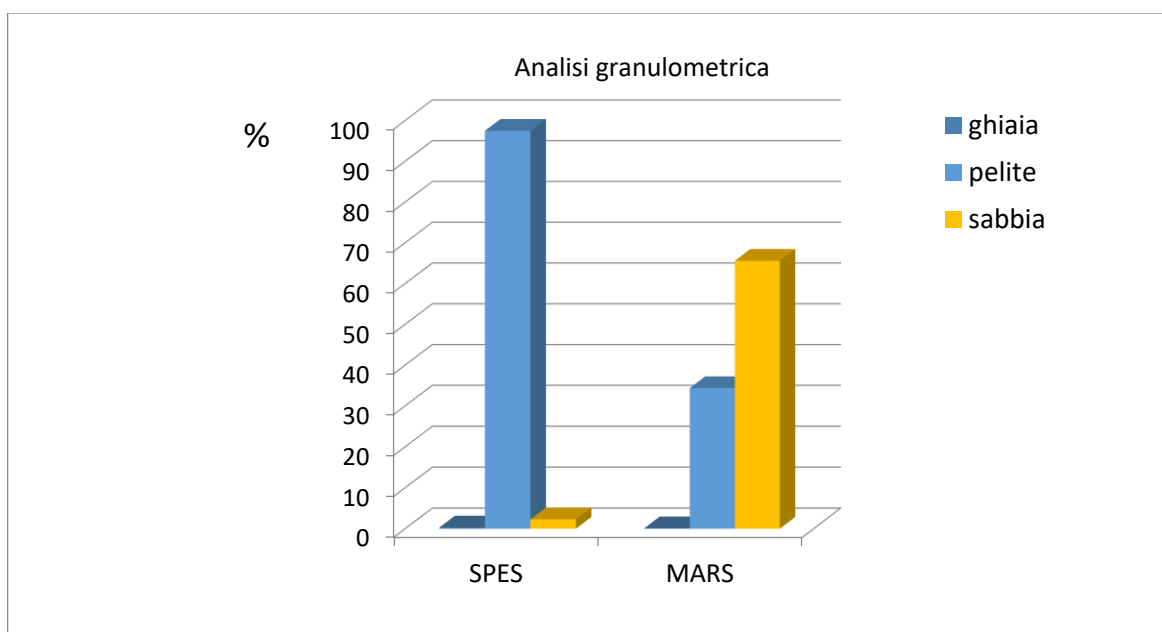


Figura II-19 : granulometrica dei sedimenti marini nelle stazioni SPES e MARS.

4.2.7 PARAMETRI DA CAMPO

Di seguito si riportano una sintesi dei risultati di alcuni parametri da campo estratti dal sito della Regione Liguria: <https://ambientepub.regione.liguria.it/SiraQualMare>

Le stazioni monitorate fanno parte della rete regionale di monitoraggio dell'ecosistema marino ai sensi del D.Lgs 152/2006. Le stazioni considerate sono: *MAR 1* (circa 500 m dalla linea costiera della spiaggia di Marinella di Sarzana, nelle cui vicinanze è localizzata la stazione del progetto FEAMP denominata *Bocca di Magra Interna – A*); *MAR 2* (circa 1000 m al largo della foce del fiume Magra); *MAR 3* (circa 3000 m al largo della foce del fiume Magra, nelle cui vicinanze è localizzata la stazione del progetto FEAMP denominata *Bocca di Magra Esterna - B*); *SPE 3* (circa 900 m al largo della Diga Foranea, nelle cui vicinanze è localizzata la stazione del progetto FEAMP denominata *Diga Foranea Esterna – C*)

La serie storica va dal 2013 al 2021 e considera l'ossigeno disciolto, la temperatura dell'acqua, la salinità, il pH e la torbidità misurati alla profondità di – 0.5 m.

OSSIGENO DISCIOLTO

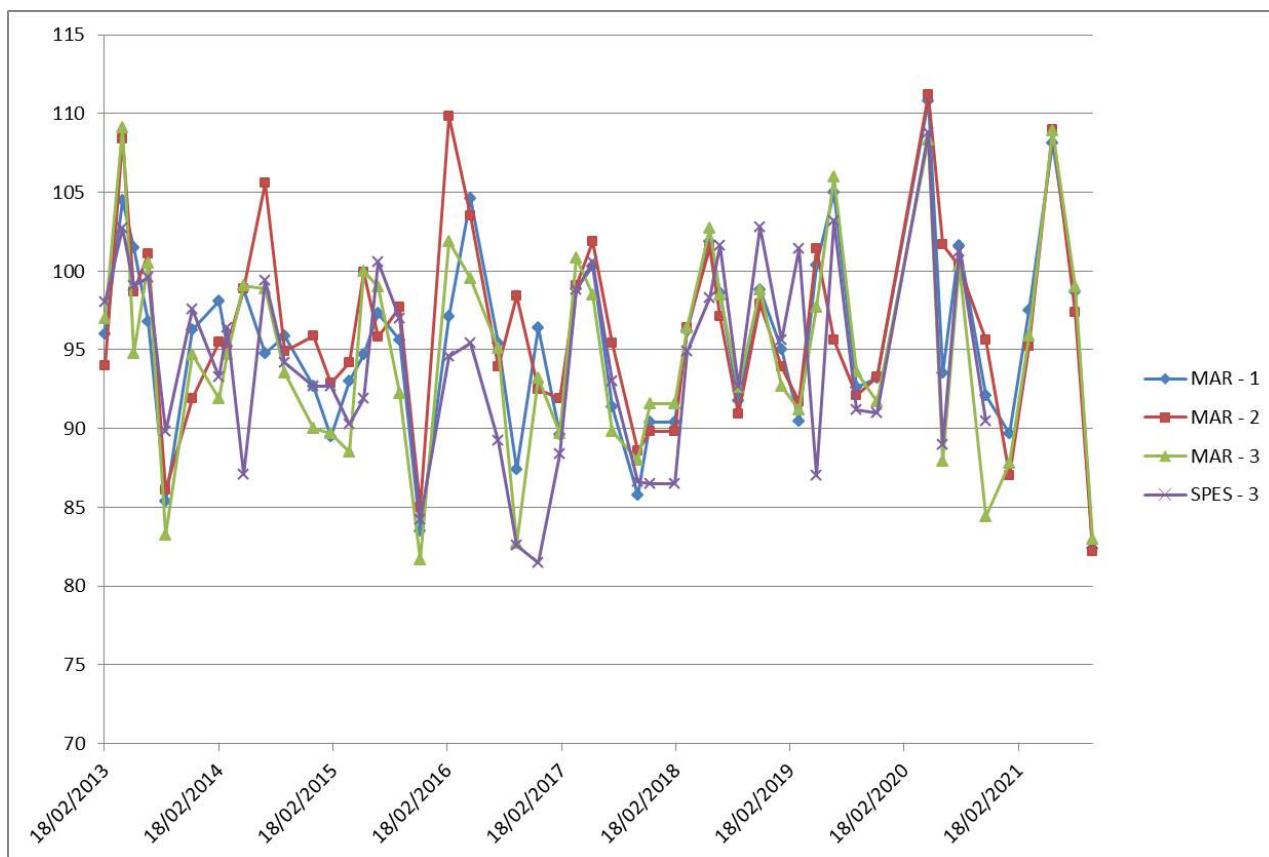
La concentrazione di Ossigeno indica la quantità di ossigeno disponibile per la respirazione animale e per i processi di ossidazione batterica. Per molti pesci rappresenta un fattore limitante per la vita. Il tenore di ossigeno disciolto per una massa d'acqua dipende dal carico organico presente nella stessa (stato saprobio), dalla produzione fotosintetica (stato trofico) e dall'aerazione degli strati superficiali per gli scambi gassosi aria-acqua. Il consumo di ossigeno disciolto è dovuto alla respirazione animale ed algale ed ai processi di ossidazione biologica e chimica che avvengono in acqua e nei sedimenti. Le sue fluttuazioni naturali possono essere drasticamente modificate dall'apporto di sostanze inquinanti a forte richiesta di ossigeno che, accelerandone il consumo, rendono in molti casi l'ambiente acquatico inidoneo alla vita. Bassi livelli di ossigeno possono essere tollerati dagli animali solo per brevi esposizioni e solo in assenza di altri inquinanti.

La misura della concentrazione dell'Ossigeno può essere espressa in mg/l o in percentuale di saturazione ed è di fondamentale importanza per il controllo e la gestione dei corpi idrici "a rischio". Basse concentrazioni possono generare condizioni di sofferenza agli organismi che vivono a stretto contatto del sedimento. Negli strati superficiali, generalmente, l'ossigeno assume valori variabili di sovrasaturazione nel periodo primaverile-estivo, come conseguenza dell'attività fotosintetica del fitoplancton e valori di sotto-saturazione nel periodo autunnale-invernale. Anche durante le ore della giornata la fluttuazione del parametro è significativa, con minimi nelle prime ore mattutine.

Nelle acque di fondo i valori di ossigeno tendenti alla sotto-saturazione (soprattutto durante la stratificazione della colonna d'acqua) sono, invece, dovuti per lo più alla richiesta di ossigeno legata ai processi di rigenerazione ossidativa e a quelli respiratori.

Valori costantemente bassi di Ossigeno sono indicatori di ipossia/anossia conseguenti a eccessiva presenza di sostanza organica derivante dalla degradazione delle fioriture algali.

Nella seguente figura II-20 si riportano i valori di ossigeno disciolto espressi in % rilevati nello strato superficiale delle acque marino costiere monitorate (-0.5 m) dal 2013 al 2021 nelle 4 stazioni previste dal monitoraggio ex D.Lgs 152/2006. Come si può osservare i valori sono costantemente superiori all'80%



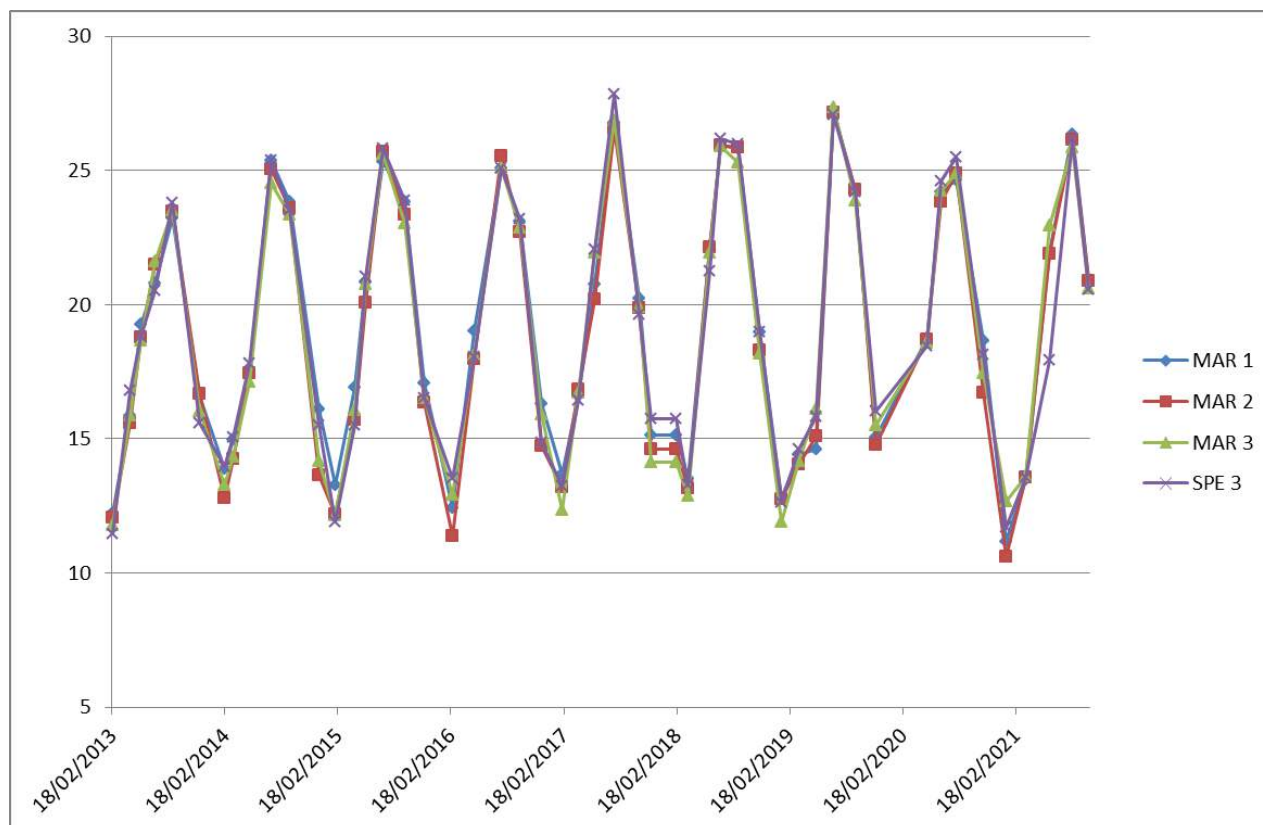
stazione	MAR 1	MAR 2	MAR 3	SPE 3
media	95.5	96.4	94.8	94.2
mediana	95.8	95.6	94.7	94.2
DS	5.9	6.2	6.6	6.2
range	82.4-110.8	82.2-111.2	81.7-109.1	81.5-108.8

Figura II-20: andamento dei valori di ossigeno disciolto (%) nelle stazioni di monitoraggio MAR 1 – MAR 2 – MAR 3 – SPE 3 ex D.Lgs 152/2006 dal 2013 al 2021 e tabella con i valori statistici ottenuti nel periodo considerato.

TEMPERATURA

La temperatura dell'acqua è un parametro molto importante perchè influenza la percentuale di ossigeno disciolto e la costante di solubilità dei sali. Tale parametro è molto utile per le zonazioni ittiche. La temperatura dell'acqua rappresenta un parametro di stato significativo, influenzando direttamente, in concomitanza anche con la variazione di altri parametri chimico-fisici, sulla struttura della comunità della fauna e della flora, provocando cambiamenti più o meno pronunciati. La temperatura inoltre, influenza la densità dell'acqua, la solubilità dell'O₂, la solubilità dei sali, la stratificazione dell'acqua e il processo di eutrofizzazione.

Nella seguente figura II-21 si riportano i valori della temperatura rilevati nello strato superficiale delle acque marine costiere monitorate (-0.5 m) dal 2013 al 2021 nelle 4 stazioni previste dal monitoraggio ex D.Lgs 152/2006. Come si può osservare i valori sono costantemente superiori ai 10°C e non superano i 28°C.



stazione	MAR 1	MAR 2	MAR 3	SPE 3
media	19.1	18.7	18.9	19.0
mediana	18.8	18.1	18.2	18.1
DS	4.7	4.9	4.8	4.8
range	11.2-27.2	10.6-27.1	11.8-27.4	11.4-27.8

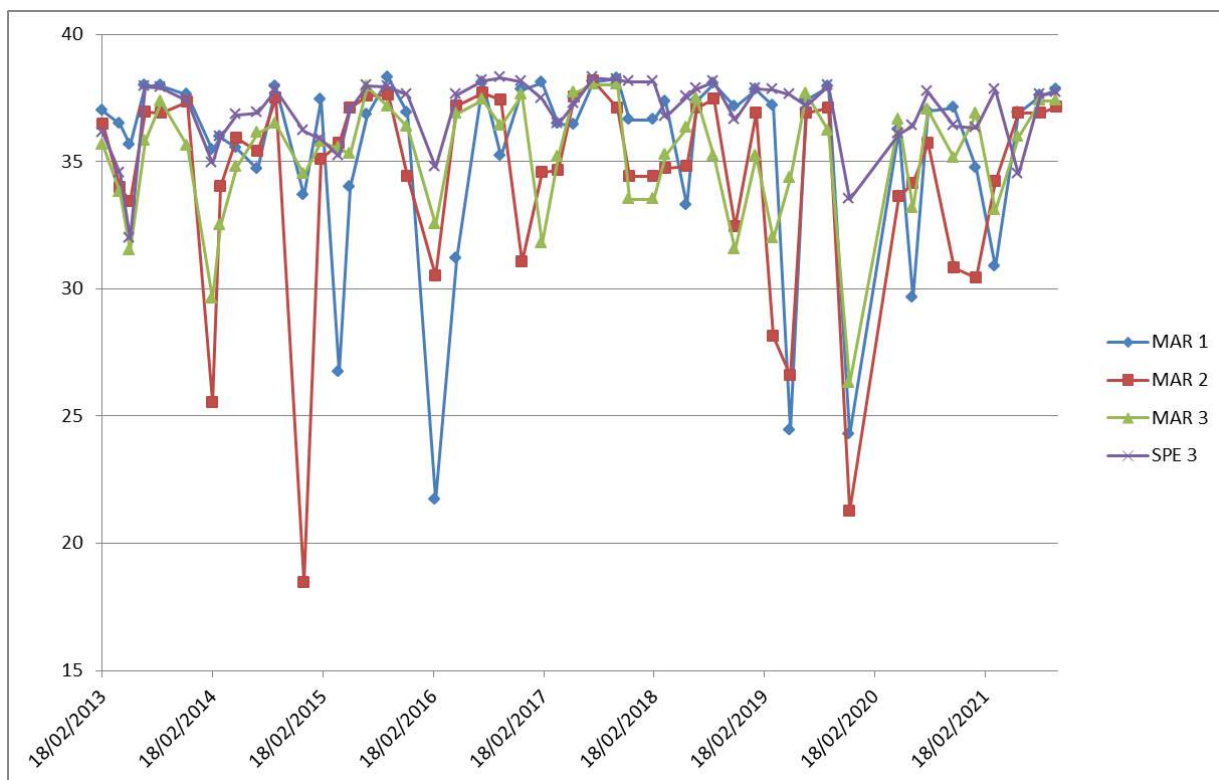
Figura II-21: andamento dei valori di temperatura dell'acqua nelle stazioni di monitoraggio MAR 1 – MAR 2 – MAR 3 – SPE 3 ex D.Lgs 152/2006 dal 2013 al 2021 e tabella con i valori statistici ottenuti nel periodo considerato.

SALINITA'

La salinità indica la quantità di sali disciolti nelle acque marine che provengono dal costante apporto di sostanze saline da parte dei fiumi che scorrono sulle terre emerse, dei vulcani sottomarini e dagli organismi marini in decomposizione. La salinità misura la quantità di sale presente in un chilogrammo di acqua marina e si misura in ‰ (PSU), in media per le acque oceaniche è attorno a 35‰, ma esistono mari ad elevata salinità, come il Mediterraneo (38-39 ‰) e il Mar Rosso (43 ‰), caratterizzati da scarsa comunicazione con gli oceani adiacenti oltre che da un elevato tasso di evaporazione.

La salinità varia da zona a zona in funzione di fattori quali l'evaporazione, l'apporto di acqua dolce proveniente dai continenti, le precipitazioni. Sotto costa la salinità diminuisce; le acque costiere vengono, infatti, maggiormente diluite dagli apporti fluviali e dalle precipitazioni rispetto alle acque del largo. La presenza di sali in soluzione, inoltre, abbassa il punto di congelamento dell'acqua: con una salinità del 35 ‰, la temperatura di congelamento scende da 0 °C a -1,9 °C. Tra i numerosi sali disciolti nelle acque di mare il più abbondante è il cloruro di sodio, il comune sale da cucina; seguono i sali di magnesio, di calcio e di potassio.

Nella seguente figura II-22 si riportano i valori della salinità (PSU) rilevati nello strato superficiale delle acque marino costiere monitorate (-0.5 m) dal 2013 al 2021 nelle 4 stazioni previste dal monitoraggio ex D.Lgs 152/2006. Come si può osservare i valori di salinità sono molto variabili alla foce del fiume Magra, da 18.45 a 38.28 PSU, mentre nella stazione al largo della diga foranea i valori sono costantemente superiori a 30 PSU. Le mediane sono comprese tra 35.6 e 37.5 PSU.



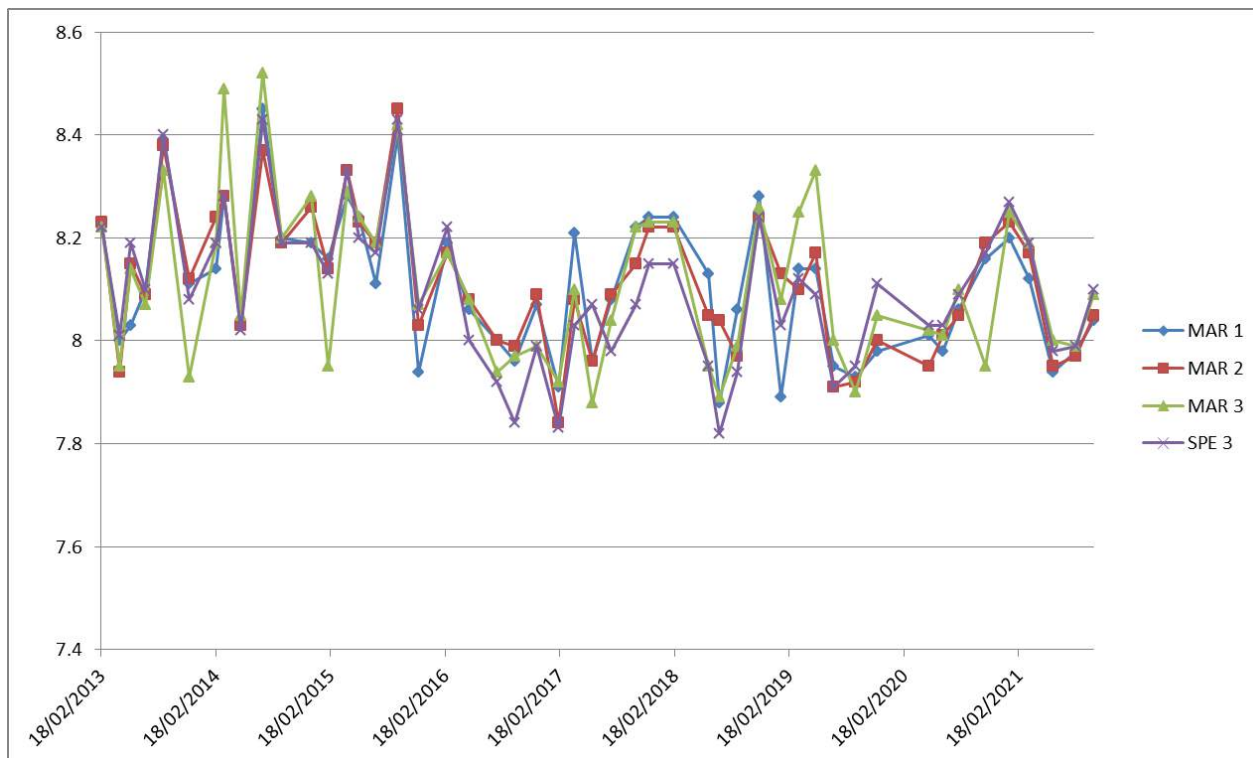
stazione	MAR 1	MAR 2	MAR 3	SPE 3
media	35.4	34.3	35.2	36.9
mediana	36.9	35.6	35.7	37.5
DS	3.9	4.2	2.4	1.4
range	21.71-38.28	18.45-38.18	26.29-38.03	31.98-38.27

Figura II-22: andamento dei valori di salinità dell'acqua (PSU) nelle stazioni di monitoraggio MAR 1 – MAR 2 – MAR 3 – SPE 3 ex D.Lgs 152/2006 dal 2013 al 2021 e tabella con i valori statistici ottenuti nel periodo considerato.

pH

Il pH in acqua di mare varia da circa 7.5 a circa 8.5. In genere, il valore negli oceani aperti è circa 8, nelle acque costiere, invece varia all'interno del *range* indicato. Esso dipende non solo dall'ossigeno totale disciolto e dalla temperatura, ma anche dalla salinità. L'acqua di mare ha un elevato potere tampone ed è perciò in grado di contenere le variazioni di pH. Tale peculiarità è costituita dal sistema dei carbonati e dell'anidride carbonica. Il pH subisce variazioni in relazione all'attività fotosintetica in quanto il fitoplancton richiede CO₂ fornita dagli ioni bicarbonato che si trasformano in ioni carbonato e successivamente liberano CO₂. Nella seguente figura si riporta in grafico la distribuzione del pH nelle 7 sotto regioni individuate nel mar Mediterraneo. Sull'asse delle ascisse sono riportati i valori osservati, mentre sulle ordinate i valori normalizzati secondo Johnson. Il valore medio del pH riscontrato nel Mar Ligure è di 8.3.

Nella seguente figura II-23 si riportano i valori di pH rilevati nello strato superficiale delle acque marino costiere monitorate (-0.5 m) dal 2013 al 2021 nelle 4 stazioni previste dal monitoraggio ex D.Lgs 152/2006. Come si può osservare i valori sono costantemente superiori 7.8 unità di pH, con un valore medio di 8.1.



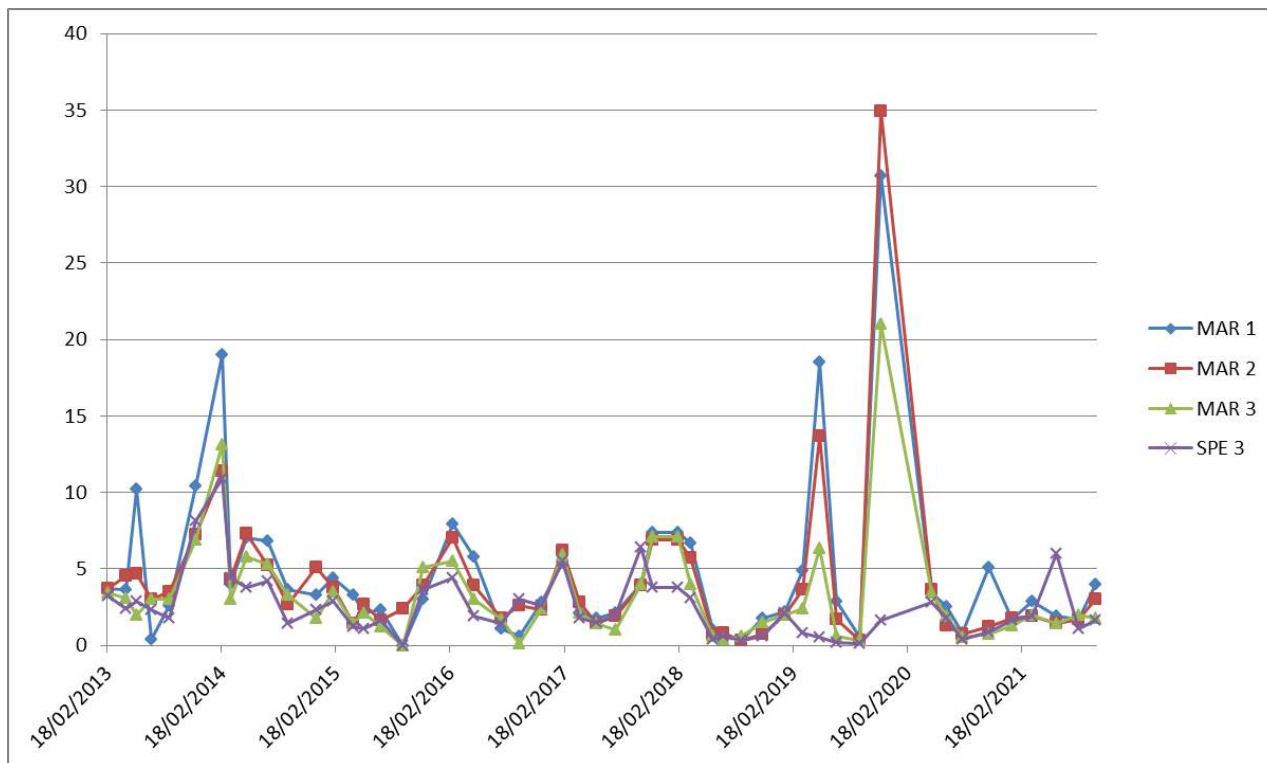
stazione	MAR 1	MAR 2	MAR 3	SPE 3
media	8.11	8.12	8.11	8.10
mediana	8.11	8.10	8.08	8.09
DS	0.14	0.13	0.16	0.14
range	7.88-8.45	7.84-8.45	7.88-8.52	7.82-8.43

Figura II-23: andamento dei valori di pH nelle stazioni di monitoraggio MAR 1 – MAR 2 – MAR 3 – SPE 3 ex D.Lgs 152/2006 dal 2013 al 2021 e tabella con i valori statistici ottenuti nel periodo considerato.

TORBIDITA'

La Torbidità indica la presenza di materiale organico e inorganico in sospensione e modifica le proprietà fisiche e chimiche dell'acqua soprattutto a livello di penetrazione della luce con conseguenze sulla produzione primaria. La torbidità può essere sia provocata da cause naturali sia da scarichi derivanti da attività umane. Essa viene espressa in NTU (Unità di Torbidità Nefelometriche).

Nella seguente figura II-24 si riportano i valori di Torbidità rilevati nello strato superficiale delle acque marino costiere monitorate (-0.5 m) dal 2013 al 2021 nelle 4 stazioni previste dal monitoraggio ex D.Lgs 152/2006. Come si può osservare i valori presentano dei picchi di torbidità alla foce del fiume Magra, in particolare il picco di 34.9 NTU nella stazione MAR 2 del 25/11/2019 al quale è associato il valore di salinità di 21.26 PSU.



stazione	MAR 1	MAR 2	MAR 3	SPE 3
media	4.65	4.14	3.26	2.49
mediana	3.15	2.90	2.10	1.90
DS	5.41	5.19	3.53	2.11
range	nr-30.7	0.3-34.9	nr-21	nr-10.9

Figura II-24: andamento dei valori di torbidità (NTU) nelle stazioni di monitoraggio MAR 1 – MAR 2 – MAR 3 – SPE 3 ex D.Lgs 152/2006 dal 2013 al 2021 e tabella con i valori statistici ottenuti nel periodo considerato.

4.2.8 BALNEAZIONE

Le acque di balneazione, individuate ai sensi del D.lgs. 116/08, costituiscono tratti di costa più o meno vasti, considerabili omogenei per caratteristiche geo-morfologiche, idrodinamiche e di pressioni antropiche. Ogni acqua di balneazione è rappresentata da un punto di controllo, in corrispondenza del punto di maggior pressione antropica e/o maggior affluenza di bagnanti. L'esito dei controlli sul punto determina la balneabilità in tutta l'acqua da esso rappresentata e quindi l'eventuale interdizione alla balneazione interessa tutta l'area.

Per individuare le criticità presenti nel contesto del presente studio, si sono valutate le acque di balneazione comprese e limitrofe all'area di indagine della convenzione di cui al D.D.G. 6/2020, evidenziata in figura, e in aggiunta anche delle eventuali altre aree di interesse: la diga del Porto di La Spezia e l'Isola Palmaria. Si tratta di zone pertinenti ai comuni di Portovenere, Lerici, Ameglia, Sarzana, 2 punti di La Spezia nell'insenatura delle Grazie e 4 punti lungo la diga foranea del Golfo di La Spezia (2 interni, 2 esterni).

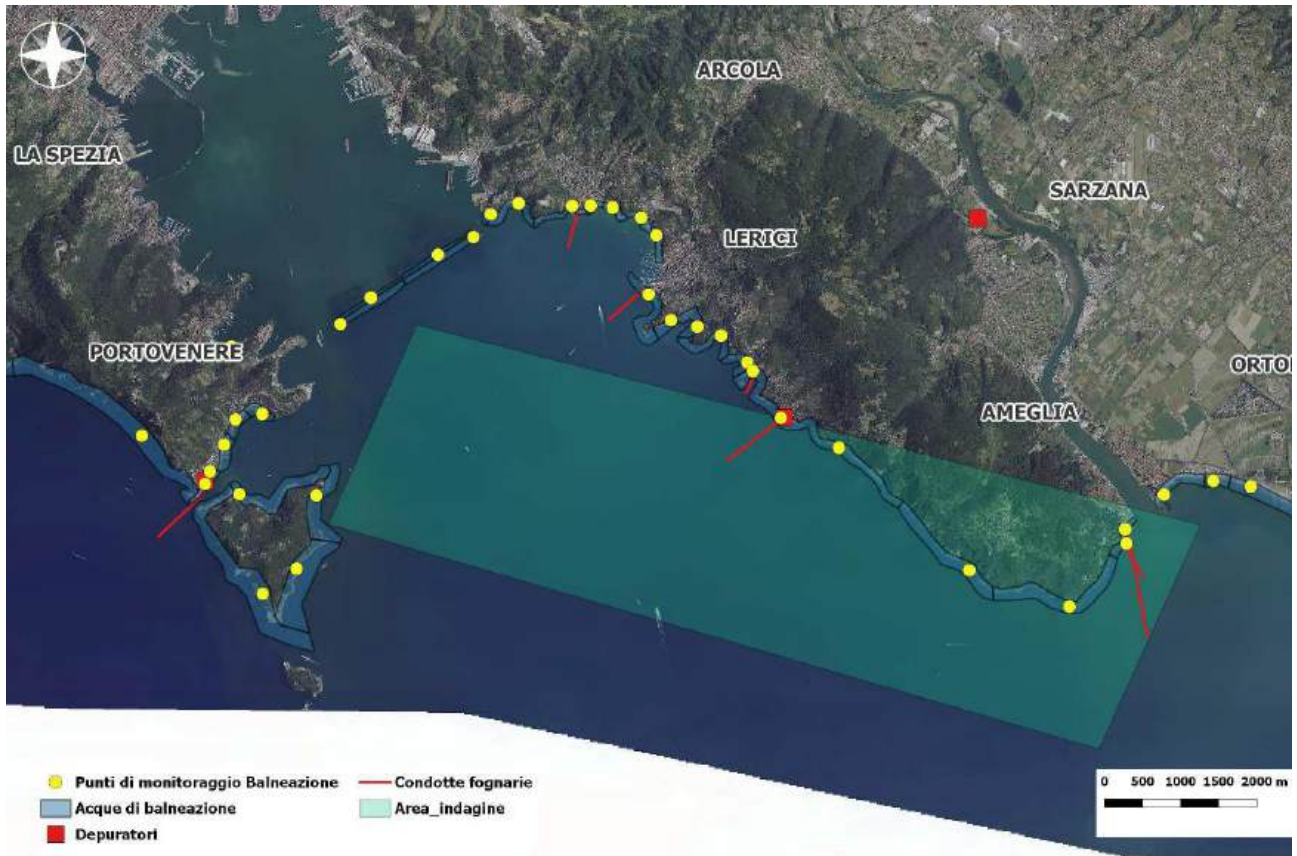


Figura II-25 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione.

Si evidenzia che le stazioni balneazione, rispetto ad altri monitoraggi, fanno parte di una rete particolarmente fitta e disposta immediatamente sotto costa, con un massimo di 1,20 m di profondità del fondale o in caso di scogliere a picco, immediatamente in prossimità di esse. Non sono presenti punti di controllo al largo. Le valutazioni successive devono quindi tener conto del fatto che i risultati di qualità possono dare un'indicazione circa eventuali criticità legate a pressioni da terra, ma non necessariamente il tipo di informazione può essere estendibile più al largo e quindi comprendere alcuni tratti dell'area oggetto di studio.

Tuttavia le considerazioni, pur limitate all'area strettamente litoranea, individuano situazioni più o meno favorevoli e quindi possono costituire un elemento per integrare altri dati di stazioni geograficamente più prossime. Per semplicità di rappresentazione, poiché le stazioni sono numerose e molto fitte e la costa è interrotta dall'area del porto di La Spezia, si riporta di seguito la loro distribuzione, procedendo da ponente a levante, partendo da Portovenere-Isola Palmaria (a ponente del Golfo di La Spezia), seguendo poi con la diga foranea antistante il Golfo di La Spezia e il Golfo delle Grazie e concludendo con Lerici-Ameglia-Sarzana, a levante del Golfo di La Spezia, che include la foce del fiume Magra.



Figura II-26 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione: Portovenere e Isola Palmaria.



Figura II-27 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione: Le Grazie e Diga Foranea.

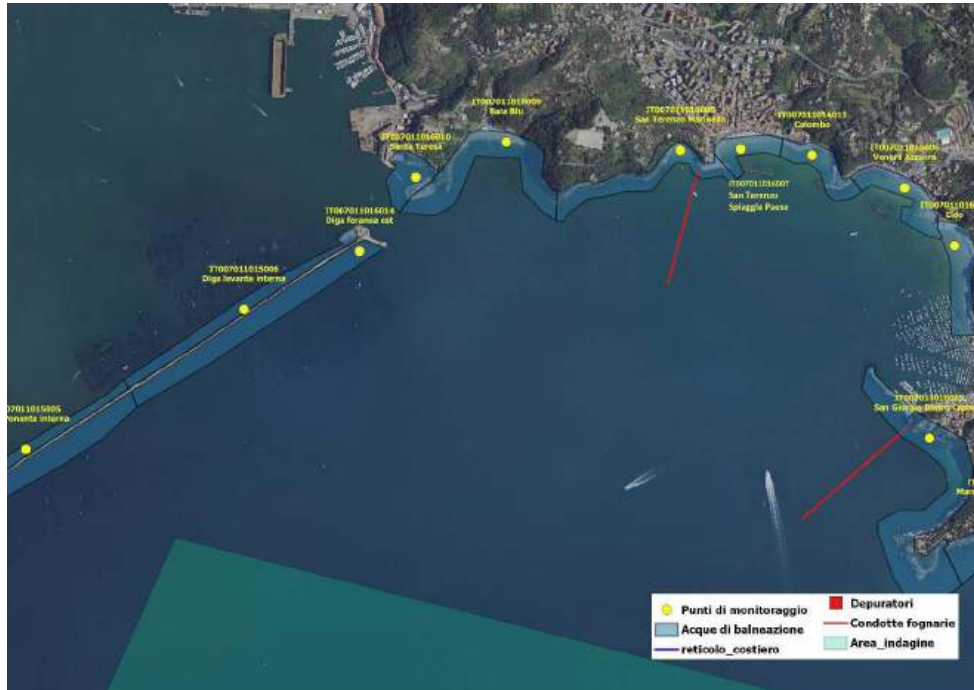


Figura II-28 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione: San Terenzo e Lerici.



Figura II-29 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione: Tellaro e Montemarcello.

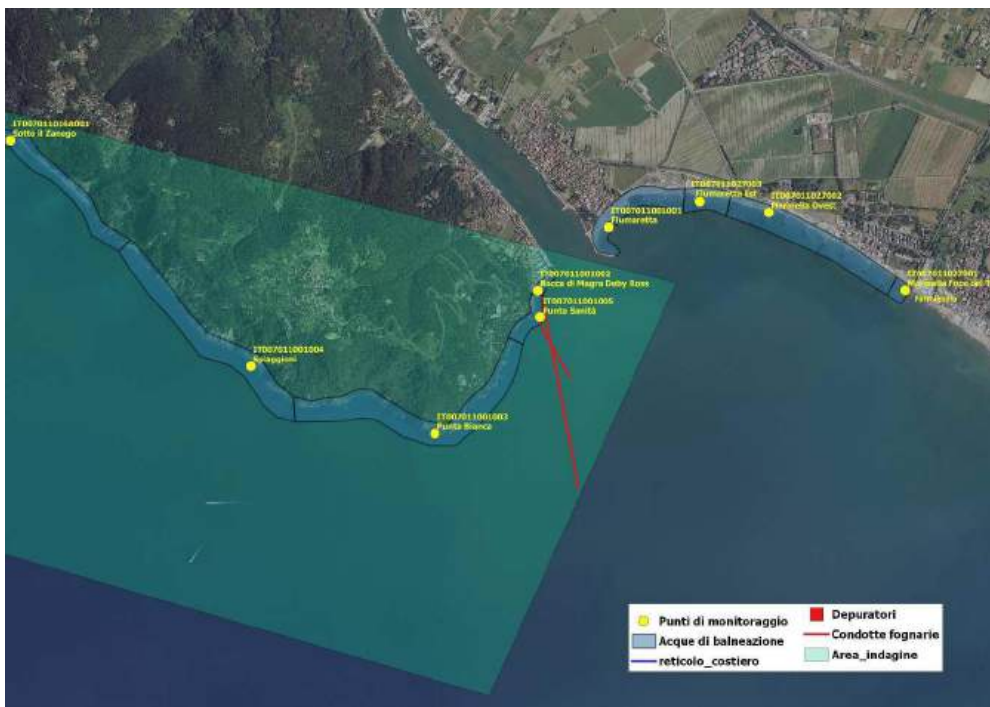


Figura II-30 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione: Bocca di Magra, Marinella.

I parametri valutati ai sensi della balneabilità delle acque sono parametri microbiologici, indicatori di contaminazione fognaria: *Escherichia coli* ed *Enterococchi intestinali*. La loro persistenza in acqua marina è breve (72 h al massimo) quindi permettono di individuare un inquinamento acuto e non persistente, a meno che la sorgente di contaminazione non sia continua (rottura sistemi di depurazione o problemi rete fognaria). Frequente è l'insorgenza di superi nelle analisi, in caso di piogge abbondanti, in corrispondenza di foci di fiumi o torrenti, che possono presentare a monte pressioni non controllate, o dovute al *bypass* dei sistemi di depurazione sottoposti a stress durante le piogge. L'analisi viene svolta almeno una volta al mese nel periodo Aprile-Settembre di ogni anno, per un totale di almeno 6 campioni stagionali per ogni acqua di balneazione. La conformità ai limiti di legge del singolo campione determina la balneabilità contingente di quel tratto costiero. Il campione risulta non conforme se anche solo uno dei due parametri microbiologici supera il limite di legge (Allegato A Decreto 20/03/2010) ossia: 500 per *Escherichia coli* e 200 *Enterococchi intestinali* (espressi in Unità Formanti Colonia o Most Probable Number/100 ml a seconda del metodo analitico utilizzato). La classe di qualità delle acque di balneazione è invece una specie di "pagella" attribuita ad ogni acqua. La normativa di riferimento ne prevede l'attribuzione attraverso una valutazione statistica su un set di dati tipicamente quadriennale. Tale valutazione studia l'andamento dei valori nel tempo nel suo complesso, indipendentemente dal fatto che si siano riscontrati campioni non conformi (infatti i limiti sono diversi rispetto a quelli relativi alla conformità dei campioni). Tale approccio permette di individuare statisticamente quali acque nel tempo abbiano raggiunto valori più o meno alti, e attribuirgli una classe di qualità condivisa a livello europeo.

La tabella seguente riporta il calcolo di attribuzione della classe, estratto dall'Allegato I al D.Lgs.116/08.

PARAMETRO	ECCELLENTE	BUONA	SUFFICIENTE	METODO DI RIFERIMENTO
UFC o MPN/100 ml				
Enterococchi intestinali	100*	200*	185**	UNI EN ISO 7899-2:2003
Escherichia coli	250*	500*	500**	ISO 9308-2:2012

*basato sul calcolo del 95° percentile

**basato sul calcolo del 90° percentile

Tabella II-13 : limiti concentrazioni acque di balneazione.

Va evidenziato che il set di dati utilizzato per la classificazione tiene conto solo dei campioni programmati a calendario (cosiddetti routinari) e non di eventuali altri campioni eseguiti per indagini di verifica fuori programma. E' possibile inoltre eliminare dal conteggio un campione sfavorevole, nel caso in cui esso sia identificabile come "Inquinamento di breve durata" (di seguito IBD). Un campione IBD viene scartato dalla valutazione se il Comune lo richiede, identificando le cause contingenti e l'avvenuta risoluzione (danni e/o lavori alla rete o impianti fognari), e a seguito di un campione di verifica favorevole svolto entro le 72 ore successive. Nel set di dati, il campione scartato viene sostituito da un campione eseguito 7 giorni dopo la conclusione dell'inquinamento. Per una completa valutazione dell'impatto di tipo fognario attribuibile alle acque di interesse, può essere quindi utile affiancare allo studio della classe di qualità, anche la verifica della conformità dei singoli campioni e gli eventuali Inquinamenti di Breve Durata.

A fine stagione balneare, annualmente viene aggiornata la classificazione delle acque marine liguri ai sensi del D.Lgs.116/08. Di seguito si riporta una sequenza di classificazioni quadriennali a partire dal 2009 al 2019 per le acque di balneazione di interesse. Considerando che questo tipo di inquinamento è legato allo stato di manutenzione e collettamento delle reti fognarie e scarichi in acque superficiali, una valutazione troppo indietro nel tempo non è significativa. Tuttavia in questa prima fase di screening può essere interessante per discriminare alcune situazioni. Le acque di balneazione oggetto di studio sono inserite in tabella in ordine da ponente verso levante. Per un più semplice confronto, sono state inserite tutte le acque del tratto costiero indagato, anche 6 zone del comune di Lerici, colorate di grigio, che non si ritiene possano influenzare le aree oggetto di indagine.

COMUNE	CODICE	DESCRIZIONE	CLASSE 2009-2012	CLASSE 2010-2013	CLASSE 2011-2014	CLASSE 2012-2015	CLASSE 2013-2016	CLASSE 2014-2017	CLASSE 2015-2018	CLASSE 2016-2019
PORTOVENERE	IT007011022010	Palmaria Cala dei Gabbiani	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022004	Isola Palmaria Pozzale	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022009	Isola Palmaria Cala dello Schenello	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022003	Isola Palmaria Terrizzo	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022A001	Le Nere	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022008	Bar Doria	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022002	Interno Porticciolo	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022007	Arenella	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022001	Olivio Pontile Ferrari	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022012	Il Traversa Olivo	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022014	Le Grazie Rotonda della chiesa	BUONO	BUONO	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022015	Le Grazie Arenile Piazza del Monumento	Nuova acqua in rete dal 2015						ECCELLENTE	ECCELLENTE
PORTOVENERE	IT007011022006	Diga Foranea ovest	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LA SPEZIA	IT007011015005	Diga Ponente interna	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LA SPEZIA	IT007011015006	Diga levante interna	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016014	Diga foranea est	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016010	Santa Teresa	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016009	Baia Blu	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016008	San Terenzo Marinella	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016007	San Terenzo Spiaggia Paese	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	BUONO
LERICI	IT007011016013	Colombo	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016006	Venere Azzurra	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	BUONO	SUFFICIENTE
LERICI	IT007011016012	Lido	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016005	San Giorgio Dietro Castello	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016004	Maralunga Campeggio	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016015	La Caletta	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE

COMUNE	CODICE	DESCRIZIONE	CLASSE 2009-2012	CLASSE 2010-2013	CLASSE 2011-2014	CLASSE 2012-2015	CLASSE 2013-2016	CLASSE 2014-2017	CLASSE 2015-2018	CLASSE 2016-2019
LERICI	IT007011016011	Eco del Mare	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016003	Fiascherino Camping	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016002	Fiascherino	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016001	Tellaro	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
LERICI	IT007011016A001	Sotto il Zanego	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
AMEGLIA	IT007011001004	Spiaggioni	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
AMEGLIA	IT007011001003	Punta Bianca (ex Cala Marola)	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
AMEGLIA	IT007011001005	Punta Sanità	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	BUONO
AMEGLIA	IT007011001002	Bocca di Magra Deby Ross	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	BUONO
AMEGLIA	Zona Interdetta	FOCE FIUME MAGRA								
AMEGLIA	IT007011001001	Fiumaretta	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
SARZANA	IT007011027003	Fiumaretta Est	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
SARZANA	IT007011027002	Marinella Ovest	ECCELLENTE	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE
SARZANA	IT007011027001	Marinella Foce del Torrente Parmignola	BUONO	SUFFICIENTE	BUONO	BUONO	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE	ECCELLENTE

Tabella II-14 : classificazione delle acque di balneazione nei tratti d'interesse fino al 2019.

Le informazioni della tabella II-14 (dati dal 2009 al 2019), permettono di evidenziare gli effettivi discostamenti dalla *classe Eccellente*, che di per se' non costituiscono per forza una criticità, ma comunque individuano valori statisticamente più alti dei parametri microbiologici nelle classi via via peggiori. Da un anno all'altro la classificazione varia perché il set di dati considerato, sempre quadriennale, si arricchisce con i nuovi risultati della stagione balneare più recente e perde quelli della stagione più vecchia; per questo motivo un salto di classe drastico è meno frequente. Si evidenzia un peggioramento graduale della *"Venere Azzurra"* di Lerici da *Eccellente* a *Sufficiente*, per poi ritornare in classe *Buona* nel quadriennio 2018-2021: si potrebbe quindi presupporre la presenza di una pressione di tipo fognario in quella zona. Essa si trova inoltre discretamente vicina, anche se non contigua, a *"San Terenzo Spiaggia Paese"*, che ricade in classe *Buona* e in passato ha evidenziato un andamento altalenante nella classificazione, discostandosi spesso dalla classe migliore e cadendo nella *Sufficiente* nel 2013 e ritornando in classe *Sufficiente* nel quadriennio 2018-2021. Per quanto riguarda la diga foranea del porto di La Spezia, tutti e 4 i punti di balneazione posti sulla diga hanno sempre riportato una qualità delle acque *Eccellente* negli anni considerati, come pure le acque direttamente frontali al margine della diga a levante (*"Santa Teresa"* e *"Baia Blu"* di Lerici) e a ponente (*"Il Traversa Olivo"* e *"Olivo Pontile Ferrari"* lungo la costa est di Portovenere). Per completezza si considerano anche i due punti posti all'interno dell'insenatura delle Grazie, di questi *"Le Grazie rotonda dalla Chiesa"* ha riportato una classe *Buona* fino al 2014, quindi eventuali criticità sembrerebbero rientrate. Le foci fluviali possono costituire una pressione sulle acque di balneazione. A questo proposito si segnala un declassamento a *Buono* dei due punti di controllo a ponente della foce del fiume Magra: *"Punta Sanità"* e *"Bocca di Magra Deby Ross"*. La foce del torrente Parmignola invece, al confine tra Liguria e Toscana, ha riportato problemi fino al 2015 circa ma successivamente si evidenzia un notevole miglioramento, con la classe *Eccellente* attribuita a *"Marinella foce del torrente Parmignola"*. Le acque ricadenti direttamente nell'area di indagine (in verde nella cartina) risultano tutte storicamente in classe *Eccellente*.

Di seguito si riporta l'elenco delle acque di balneazione, per cui si sono riscontrati campioni non conformi nel quadriennio 2016-2019. La valutazione è coerente con la classificazione quadriennale ma evidenzia maggiormente le criticità, perché non è detto che singoli campioni non conformi comportino un declassamento, mentre in questo studio possono dare informazioni circa la presenza comunque di anomalie, seppur statisticamente non significative. Inoltre, nella seguente valutazione, si tiene conto di tutti i campioni eseguiti, mentre la classificazione utilizza solo i routinari, ossia i campioni programmati a calendario e prevede eventualmente la sostituzione di un campione non conforme se dichiarato IBD. Nella tabella sono indicati i campioni non conformi verificatisi nei comuni di La Spezia, Portovenere, Lerici, Ameglia e Sarzana dal 2016 al 2019. Per coerenza è stata inserita anche *"La Caletta"* di Lerici che però non risulta tra le acque con influenza sull'area di interesse del presente studio e non sarà quindi considerata in seguito. La colonna Tipo indica se trattasi di campione R (Routinario) o S (Suppletivo). Il campione non conforme di *"San Terenzo Marinella"* dell'8/08/2016 è stato sostituito nella classificazione con un successivo campione prelevato due giorni dopo, poiché trattasi di un Inquinamento di Breve Durata: non è quindi stato conteggiato nel calcolo della classificazione 2016-2019. Nella stagione 2018 non si sono verificati fuori norma nei comuni di interesse.

CAMPIONI NON CONFORMI (Escherichia coli >500 e Enterococchi intestinali >200 Nel periodo 2016-2019)					
Anno	Comune	Codice Acqua	Denominazione Acqua	Data	Tipo
2016	Ameglia	IT007011001005	Punta Sanità	13/06/2016	R
2016	Ameglia	IT007011001005	Punta Sanità	16/06/2016	S
2016	Lerici	IT007011016008	San Terenzo Marinella	08/08/2016	R
2017	Lerici	IT007011016015	La Caletta	07/08/2017	R
2017	Lerici	IT007011016015	La Caletta	10/08/2017	S
2019	Ameglia	IT007011001001	Fiumaretta	08/07/2019	R
2019	Ameglia	IT007011001002	Bocca di Magra Deby Ross	08/07/2019	R
2019	Ameglia	IT007011001005	Punta Sanità	08/07/2019	R
2019	LERICI	IT007011016001	Tellaro	15/04/2019	R
2019	LERICI	IT007011016001	Tellaro	17/04/2019	S
2019	LERICI	IT007011016006	Venere Azzurra	08/07/2019	R
2019	LERICI	IT007011016007	San Terenzo Spiaggia Paese	08/07/2019	R

Tabella II-15 : distribuzione delle stazioni di prelievo di acqua per il monitoraggio della balneazione.

I grafici seguenti si riferiscono a “Punta Sanità” e “Bocca di Magra Deby Ross” entrambi in classe *Buona*. Quelli di “Bocca di Magra Deby Ross” evidenziano l’andamento dei valori nel tempo che appare piuttosto mosso e talvolta prossimo al limite, senza superarlo. La situazione di “Punta Sanità” al contrario presenta un andamento più piatto e settato su valori più bassi, con alcuni superi importanti.

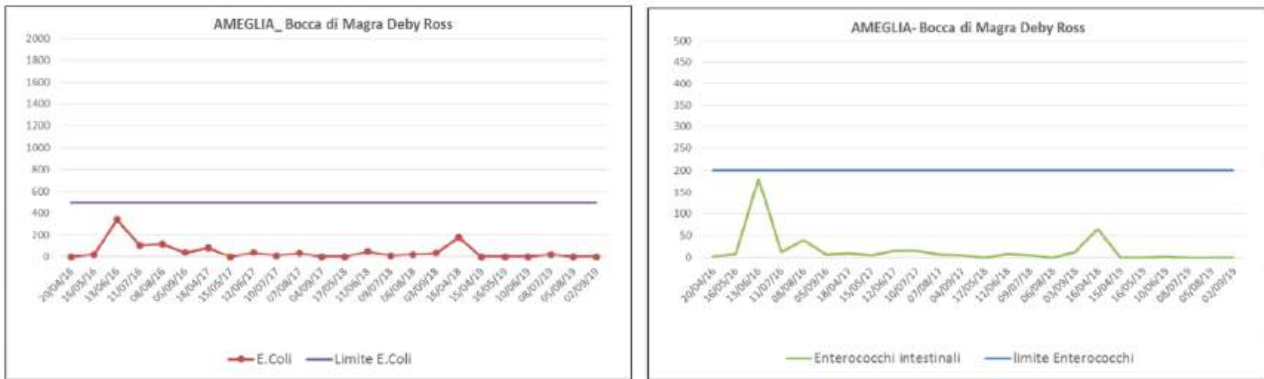


Figura II-31 : andamento dei valori dei parametri microbiologici nella stazione di Ameglia/Bocca di Magra Deby Ross.

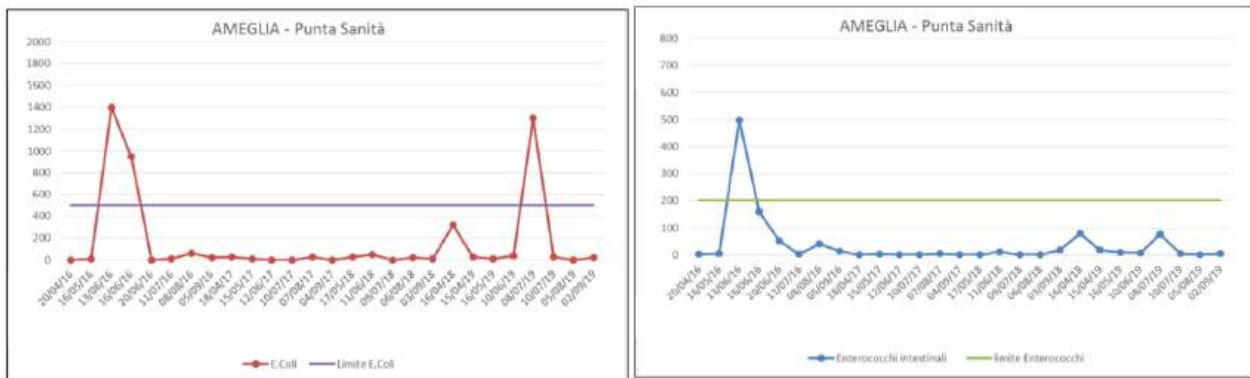


Figura II-32 : andamento dei valori dei parametri microbiologici nella stazione di Ameglia/Bocca di Magra Punta Sanità.

L’informazione incrociata della Classificazione quadriennale 2016-2019 con la valutazione dei superamenti dei singoli campioni negli stessi anni ha permesso di evidenziare eventuali criticità nelle acque di balneazione comprese nell’area oggetto di studio.

- *Portovenere-Isola Palmaria (a ponente del Golfo di La Spezia)* - Tutte le acque ricadono in classe *Eccellente* e non hanno evidenziato superamenti dei limiti per singoli campioni. Non emerge quindi nessun tipo di rischio di contaminazione di tipo fognario. In particolar modo l’acqua “Isola Palmaria Cala dello Schenello”, presenta valori sempre vicini allo zero.
- *Diga foranea ponente antistante il Golfo di La Spezia + Golfo delle Grazie* - Tutte le acque ricadono in classe *Eccellente* e non hanno evidenziato superamenti dei limiti per singoli campioni. Un solo punto “Le Grazie Rotonda dalla Chiesa” fino al 2014 ricadeva in classe *Buona* ma la situazione è ormai storicamente migliorata e stabilizzata. Non emerge quindi nessun tipo di rischio di contaminazione di tipo fognario.
- *Diga foranea levante -Lerici-Ameglia-Sarzana (a levante del Golfo di La Spezia)* - Le acque della diga a levante esterne e interne non hanno evidenziato campioni non conformi e ricadono in classe *Eccellente*. Le acque a levante della diga che presentavano dati degni di rilievo si riportano di seguito e si riferiscono al tratto di ponente del comune di Lerici:
 - “San Terenzo Spiaggia Paese” ricadente in classe *Buona* nel periodo 2016-2019 (vedi sopra) è passata in classe *Sufficiente* nel l’ultimo periodo disponibile 2018-2021 (vedi dopo).
 - “San Terenzo Marinella”, a parte una non conformità nel 2016, presenta in generale valori vicini allo zero e infatti ricade in classe *Eccellente*.

- “Venere Azzurra”, in classe *Sufficiente* nel periodo 2016-2019 è ritornata in classe *Buona* nel periodo 2018-2021.
- “Tellaro”, ricade in classe *Eccellente* e i due 2 campioni non conformi 2019 sembrano appartenere allo stesso evento; da notare che gli andamenti nel tempo dei valori sono molto bassi, quindi questo unico episodio si può considerare sporadico e non significativo, anche se da tenere sotto controllo in futuro.
- Per quanto riguarda le altre acque ricadenti direttamente nell’area di indagine: “Sotto il Zanego” di Lerici e “Spiaggioni” e “Punta Bianca” (ex Cala Marola) di Ameglia presentano tutte classe *Eccellente* e non hanno evidenziato non conformità. Gli andamenti dei valori nel tempo sono statisticamente trascurabili.

Per quanto riguarda le due acque direttamente a ponente della foce del Magra, Punta Sanità e Deby Ross, ricadono entrambe in classe *Buona*. Punta Sanità ha evidenziato anche superi dei singoli campioni a differenza di Deby Ross per cui si nota solo un andamento dei valori leggermente altalenante ma comunque sempre sotto al limite. A Fiumaretta, l’acqua direttamente a levante della foce, presenta valori leggermente mossi e ha riportato un supero nel 2019 ma, in generale, sia essa sia le limitrofe “Fiumaretta Est” e “Marinella Ovest” evidenziano una migliore qualità delle acque (tutte *Eccellenti*), a conferma che l’eventuale impatto del fiume si riscontra maggiormente a ovest della foce. Per quanto riguarda “Marinella Foce Torrente Parmignola” dal 2013 ha riportato un evidente miglioramento di classe, stabilizzatasi a *Eccellente* dal 2015 fino ad oggi, con valori sempre al di sotto dei limiti. Si ritiene quindi che il torrente Parmignola non costituisca attualmente una pressione significativa.

In sintesi, per quanto riguarda la balneazione, ai sensi del D.lgs 116/2008, la classificazione delle aree di balneazione presenti nei paraggi di interesse del progetto, riferita al quadriennio 2018-2021, risulta:

Paraggio di Terrizzo	Denominazione acqua di balneazione	Classificazione 2018-2021
Portovenere	Palmaria Cala dei Gabbiani	Eccellente
	Isola Palmaria - Terrizzo	Eccellente

Paraggio di La Spezia	Denominazione acqua di balneazione	Classificazione 2018-2021
Portovenere	Le Grazie arenile Piazza del Monumento	Eccellente
	Le Grazie rotonda della chiesa	Eccellente
	Diga Foranea Ovest	Eccellente
La Spezia	Diga Ponente Interna	Eccellente
	Diga Levante Interna	Eccellente
Lerici	Diga Foranea Est	Eccellente
	Santa Teresa	Eccellente

Paraggio di Portovenere	Denominazione acqua di balneazione	Classificazione 2018-2021
Portovenere	Bar Doria	Eccellente
	Interno porticciolo	Eccellente
	Arenella	Eccellente
	Olivo pontile Ferrari	Eccellente
	Il Traversa Olivo	Eccellente
Paraggio di Marinella Montemarcello Lerici	Denominazione acqua di balneazione	Classificazione 2018-2021
Sarzana	Marinella Foce del Parmignola	Eccellente
	Marinella Ovest	Eccellente
	Fiumaretta est	Eccellente
Ameglia	Bocca di Magra Deby Ross	Buona
	Cala Morola	Eccellente
	Spiaggioni	Eccellente
	Punta Sanità	Buona
Lerici	Baia Blu	Eccellente
	San Terenzo la Marinella	Eccellente
	San Terenzo spiaggia paese	Sufficiente
	Colombo	Eccellente
	Venere Azzurra	Buona
	Lido	Eccellente
	Dietro castello San Giorgio	Eccellente
	Maralunga campeggio	Eccellente
	Caletta	Eccellente
	Eco del Mare	Eccellente
	Fiascherino	Eccellente
	Fiascherino campeggio	Eccellente
	Tellaro	Eccellente
	Sotto Zanego	Eccellente
Spiaggioni	Eccellente	

Tabella II-16: Classificazione aree di balneazione quadriennio 2018-2021.

Come si evince dalle tabelle, la classificazione derivata dai dati del quadriennio 2018-2021 è *eccellente* per tutte le acque di balneazione che ricadono nei paraggi considerati, con la sola eccezione delle stazioni Venere azzurra, Bocca di Magra Deby Ross e Punta Sanità dove la classificazione è *buona*, e per la stazione San Terenzo Paese dove la classificazione è *sufficiente*.

4.2.9 MONITORAGGIO FOCIVO DEL FIUME MAGRA

Le acque di transizione sono considerate ecosistemi unici e molto produttivi, attorno ai quali spesso gravitano numerose attività antropiche e relative pressioni, che rendono tale ecosistema “fragile”.

L’area in esame è rappresentata dal tratto focivo del fiume Magra (vedi Parte I). La *zona di estuario* rappresenta l’ecosistema in cui le acque del fiume Magra si uniscono al Mar Ligure ed è influenzata dalle maree e dal moto ondoso con progressivo mescolamento e presenza di gradienti di salinità e densità (circolazione estuarina). Tenuto conto di quanto stabilito Direttiva 2000/60/CE, recepita con il D.lgs. 152/2006 “*Norme in materia ambientale*” e considerato quanto previsto dal D.M. 131 del 16 giugno 2008, le acque di transizione del fiume Magra sono ricomprese nel tratto a valle del vecchio ponte della ferrovia, in località Romito Magra, fino a Bocca di Magra. Inoltre, le acque di transizione regionali liguri comprendono siti di interesse comunitario (SIC - Parco del Magra).

Indagini dell'ARPAL, condotte nell'estate del 2008, hanno evidenziato che in condizioni di magra idrologica il cuneo salino risale fino a circa 8 Km dalla foce. La superficie dell'alveo compresa tra l'ultima sezione caratterizzata da acque salmastre e la foce è di circa 1.7 Km². Quindi, in base allo schema di cui al paragrafo A.4.3 del D.M. 131/08 per la tipizzazione delle acque di transizione, la foce del Fiume Magra ricade nella categoria “*Foci Fluviali*”, malgrado l’unica sottocategoria ad essa relativa - *il delta* - non sia applicabile al caso ligure, trattandosi di foce ad estuario.

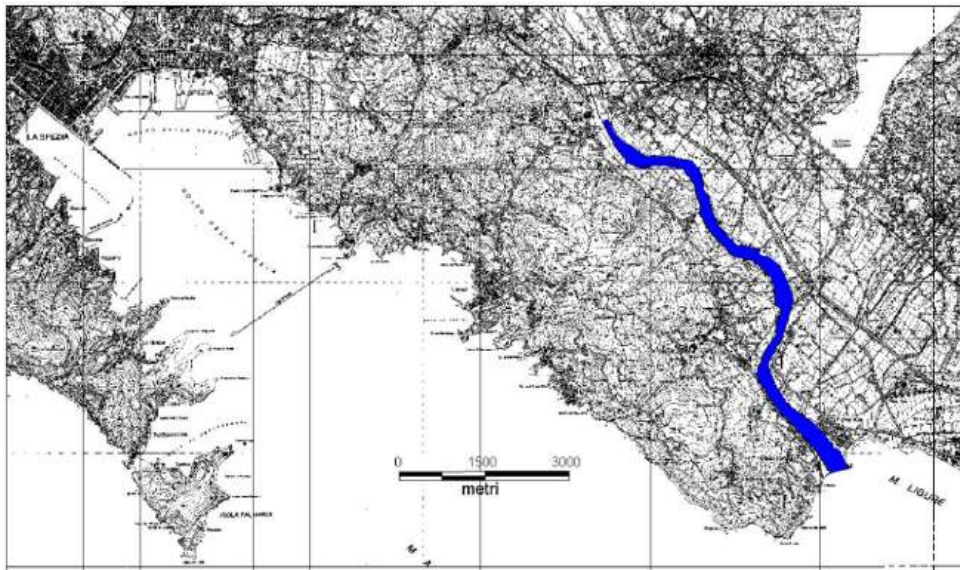


Figura II-33: stralcio cartografico con evidenziata la superficie della foce del fiume Magra tipizzata quale “acqua di transizione”.

Dopo i primi anni di monitoraggio, sulla scorta degli esiti analitici riscontrati e tenendo conto della peculiarità dell’area di monitoraggio (*rispetto al corpo idrico di transizione definito dalla norma che prende in considerazione le lagune costiere e le foci fluviali a delta*) in accordo con la Regione Liguria, il programma di monitoraggio è stato semplificato garantendo comunque un livello adeguato di controllo delle acque interessate.

Le stazioni di monitoraggio delle acque di transizione sono denominate: MAMA 08 e MAMA 09 (vedi figura II-34). Il monitoraggio è così strutturato:

- Campionamento bimestrale della matrice acque per gli inquinanti chimici, i nutrienti, parametri da campo; per i parametri microbiologici, un monitoraggio mensile da maggio a settembre;
- Campionamento annuale matrice sedimento (tra aprile e maggio).

A partire dal 2017, mensilmente da maggio a settembre, è attivo un monitoraggio delle acque della foce del fiume Magra nei punti di campionamento rappresentati nella seguente figura II-34 e descritti nella successiva tabella II-17, che ha come obiettivo principale la sorveglianza dell'andamento della contaminazione microbiologica del tratto focivo in esame.



Figura II-34: localizzazione delle stazioni di campionamento del tratto focivo del Fiume Magra

CODICE	NOME STAZIONE
FOCE MAGRA 01	Fiume Magra sponda sinistra confluenza Rio Manichetta
MAMA 08 (già FOCE MAGRA 02)	Fiume Magra, sponda destra, fronte impianto Depurazione Camisano soc. ACAM acque
MAMA 09 (già FOCE MAGRA 03)	Fiume Magra, sponda sinistra, Ponte della Colombiera
FOCE MAGRA 04	Foce Fiume Magra

Tabella II-17 : denominazione delle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

In questa sede si riportano i risultati relativi ai parametri microbiologici, ai nutrienti e ai parametri da campo ottenuti nelle 4 stazioni di campionamento nel corso delle campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021.

Parametri	U.M.	FOCE MAGRA 01 Stazione loc. Savio																								
		14/05/2017	12/07/2017	09/08/2017	26/09/2017	30/05/2018	26/06/2018	17/07/2018	21/08/2018	19/09/2018	12/06/2019	20/06/2019	17/07/2019	01/08/2019	21/08/2019	18/09/2019	25/05/2020	15/06/2020	16/07/2020	18/08/2020	14/09/2020	26/05/2021	22/06/2021	14/07/2021	11/08/2021	21/09/2021
pH	u pH	8,2	8,0	8,4	8,3	8,2	8,2	8,6	8,4	8,6	8,5	8,2	8,1	7,7	7,9	8,5	8,0	8,2	8,0	7,6	7,9	8,4	7,8	7,9	7,7	8,1
T° aria	°C	25,3	26,0	25,0	23,8	24,1	24,5	27	29,5	23,8	26,0	28,8	27,5	26,9	26,9	22,0	25,2	21,0	23,0	28,1	26,3	18,5	22,9	23	26,8	19,7
T° acqua	°C	23,1	24,6	28,8	18,2	19,4	20,7	25	29	26,7	20,0	21,5	28,0	26,0	29,2	22,0	17,9	16,7	21,8	24,6	27,0	18,4	21,4	21,8	25	19,3
Salinità	PSU	7,8	5,3	29,7	5,3	2,4	3,6	13,7	32,1	32,1	2,4	4,7	38,7	35,0	34,2	10,9	2,6	0,2	3,1	15,9	32,0	0,2	2,6	1,7	19,5	0,74
O2 disc. Sat.	%	73	86	31	88	94,2	Nd	87	64,7	66,2	93,8	92,3	114,0	50,5	63,0	79,5	99,4	98,5	79,0	50,1	30,0	97,5	90,7	88,5	44,4	92,2
O2 disc. Conc.	mg/l	6,0	7,1	2,1	8,2	8,5	Nd	5,9	4,2	4,4	8,4	7,7	7,2	3,2	3,98	6,6	9,4	9,7	6,6	3,7	2,9	9,2	7,88	7,7	3,6	8,5
Acido ammoniacale	mg/l N-NH4	0,1	0,05	0,38	0,19	0,2	1,03	0,54	0,33	0,98	0,03	0,36	0,20	0,15	0,08	0,04	0,03	0,03	0,23	0,05	0,15	0,13	0,21	0,20	0,16	0,16
Acido nitroso	mg/l N-NO2	0,01	<0,01	0,03	<0,01	0,005	0,034	0,022	0,027	0,097	0,005	0,015	0,017	0,015	0,016	0,005	0,008	0,01	0,012	<0,005	0,028	0,008	0,024	0,022	0,051	0,017
Acido nitrico	mg/l N-NO3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,2	0,1	1,3	0,4	0,6	0,5	0,5	0,6
Ossigeno	mg/l P-PO4	<0,01	<0,01	0,04	0,02	0,006	0,016	0,016	0,025	0,057	<0,005	0,013	0,007	0,005	0,007	<0,005	0,005	<0,005	0,061	<0,005	0,042	0,013	0,014	0,011	0,048	0,020
Escherichia c.	UFC/100 ml	18000	100	9800	3800	15000	260000	150000	6000	9200	1400	150000	55000	8700	730	5400	3600	43000	360	2800	16000	5400	2200	32000	10000	
Enterococchi	UFC/100 ml	4400	36	2000	1100	9000	28000	19000	2000	2700	390	12000	7700	7500	1200	240	380	1400	10000	62	760	4900	1900	900	5800	3500

Tabella II-18 : risultati delle campagne di monitoraggio 2017-2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Nelle seguenti tabelle si riporta l'analisi statistica dei risultati ottenuti dal 2017 al 2021 (maggio-settembre) nelle 4 stazioni di monitoraggio per i seguenti parametri: temperatura dell'acqua (°C), salinità (PSU), ossigeno in saturazione (%), azoto ammoniacale (mg/l N-NH4), *Escherichia coli* (UFC/100ml), *Enterococchi* (UFC/100ml).

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	24,3	25,0	21,8	26,3	19,4-29,0
FOCE MAGRA 02	23,3	24,2	21,6	25,0	19,8-26,1
FOCE MAGRA 03	24,2	25,6	22,1	26,0	20,8-26,5
FOCE MAGRA 04	24,4	25,8	22,2	26,2	21,4-26,3

Tabella II-19 : analisi statistica dei valori di **Temperatura dell'acqua** (°C) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	14,6	7,4	5,3	29,7	2,4-32,1
FOCE MAGRA 02	16,7	16,3	12,3	19,7	1,9-34,0
FOCE MAGRA 03	23,1	22,0	18,0	29,8	9,4-35,4
FOCE MAGRA 04	31,0	34,3	30,3	35,3	16,7-36,5

Tabella II-20 : analisi statistica dei valori della **Salinità dell'acqua** (PSU) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	71,3	70,0	65,8	86,5	31-94
FOCE MAGRA 02	87,6	88,7	83,3	91,3	74-102
FOCE MAGRA 03	93,6	96,0	94,0	98,6	79-101
FOCE MAGRA 04	99,0	100,4	99,7	105,6	81-107

Tabella II-21 : analisi statistica dei valori della **Ossigeno in saturazione** (%) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	0,37	0,27	0,08	0,49	0,03-1,03
FOCE MAGRA 02	0,05	0,05	0,03	0,07	0,01-0,10
FOCE MAGRA 03	0,05	0,05	0,03	0,07	0,03-0,09
FOCE MAGRA 04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02-0,14

Tabella II-22 : analisi statistica dei valori dell' **Azoto ammoniacale** (mg/l N-NH₄) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	23336	8700	3600	18000	100-150000
FOCE MAGRA 02	333	190	96	470	30-1200
FOCE MAGRA 03	515	300	67	665	14-2700
FOCE MAGRA 04	1145	97	27	323	1-21000

Tabella II-23 : analisi statistica dei valori di **Escherichia coli** (UFC/100ml) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

Stazione	Media	Mediana	25° Percentile	75° Percentile	Range
FOCE MAGRA 01	14351	2000	900	7500	36-260000
FOCE MAGRA 02	90	38	29	92	14-600
FOCE MAGRA 03	95	60	30	94	1-450
FOCE MAGRA 04	215	43	10	90	43300

Tabella II-24 : analisi statistica dei valori di **Enterococchi** (UFC/100ml) rilevati durante le campagne di monitoraggio dal 2017 al 2021 nelle stazioni di campionamento delle acque del tratto focivo del fiume Magra

I dati sopra rappresentati evidenziano quanto già detto in premessa a questo paragrafo: la presenza di pressioni antropiche a monte del tratto, tendono ad attenuarsi alla confluenza del fiume Magra. In alcuni casi, si registrano pressioni dirette alla foce stessa (es. campagna del 19/08/2020 con 21.000 UFC/100 ml di *Escherichia coli* e 3300 UFC/100ml di *Enterococchi*).

PARTE III °

5.0 VALUTAZIONE AMBIENTALE DELLE ACQUE MARINE E DEI MOLLUSCHI BIVALVI

Di seguito si riportano i risultati ottenuti durante lo studio preliminare del Progetto FEAMP, condotto da aprile 2021 a marzo 2022. In questa sede sono considerati i parametri da campo e i parametri analitici funzionali all'inquadramento trofico e chimico delle acque marino costiere in oggetto e dei molluschi bivalvi.

5.1 METODOLOGIA E MODALITA' DI CAMPIONAMENTO

L'utilizzo della sonda multiparametrica (modello Sonda HL7 della HYDROLAB) permette l'acquisizione mensile *in situ* a cinque profondità differenti della colonna d'acqua dei principali parametri fisici e fisico-chimici:

- profondità
- temperatura
- pH
- ossigeno disciolto
- ossigeno in saturazione
- salinità
- conducibilità
- torbidità
- potenziale redox

Oltre ai parametri sopra elencati, viene misurata la trasparenza dell'acqua, che si determina con il disco di Secchi ($\varnothing = 30$ cm; spessore = 0,5 cm), fissato da un lato ad una cima metrata e dall'altro ad una zavorra che permetta una discesa quanto più verticale possibile. Il disco viene calato dal lato in ombra del natante e l'operatore deve valutare la media fra le profondità di scomparsa e di ricomparsa del disco stesso. Tale dato viene corroborato mediante l'utilizzo della sonda multiparametrica.

Per quanto riguarda il *monitoraggio dei nutrienti*, mensilmente sono prelevati campioni di acqua di mare, ad una profondità di 3 m, utilizzando tipologia di contenitore dedicata. Sempre alla profondità di 3 m vengono prelevati dei campioni di acqua marina per la determinazione della clorofilla *a*. Infine, ogni tre mesi vengono prelevati dei campioni di acqua marina alla profondità di 0.5 m per la determinazione dei Solidi Sospesi Totali (SST) e del Colore. I campioni, una volta raccolti, sono conservati in borse frigo e trasportati nei laboratori ARPAL di analisi.

Di seguito si riporta la tabella dei metodi analitici utilizzati per le analisi in laboratorio:

GRUPPO CHIMICO	PARAMETRO	LDQ ($\mu\text{g/l}$)	METODO ANALITICO
NUTRIENTI	azoto nitrico	5/10	APAT CNR IRSA 4040A2 Man 29 2003
	azoto nitroso	5/10	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003
	azoto ammoniacale	10	APAT CNR IRSA 4030A1 Man 29 2003
	azoto totale	40	APAT CNR IRSA 4060 + 4040A2 Man 29 2003
	ortofosfato	5/10	APAT CNR IRSA 4110A1 Man 29 2003
	fosforo totale	10/30	APAT CNR IRSA 4060 + 4110A1 Man 29 2003
	silicati	10/20	APAT CNR IRSA 4130 Man 29 2003
	clorofilla <i>a</i>	0.2	APAT CNR IRSA 9020 Man 29 2003
	solidi sospesi totali	2 (mg/l)	APAT CNR IRSA 2090B Man 29 2003
	colore	<5 (Hazen)	APAT CNR IRSA 2020A Man 29 2003

Tabella III-1: metodi analitici utilizzati per le analisi dei nutrienti in laboratorio

Il prelievo dell'acqua per il controllo quali - quantitativo delle *popolazioni fitoplanctoniche*, con particolare riguardo all'identificazione delle specie tossiche o potenzialmente tossiche, viene effettuato con apposito retino *Tipo Apstein* a maglie del diametro di 20 μm , mediante una pescata verticale dal fondo alla superficie.

La quantità di acqua filtrata viene calcolata tenendo conto del diametro dell'imboccatura del retino e dell'altezza della colonna d'acqua. In ciascun punto ad integrazione del prelievo mediante retino Tipo Apstein, vengono effettuati tre ulteriori prelievi con bottiglia di Niskin a tre profondità (superficie, mezz'acqua e fondo) allo scopo di consentire una valutazione più esatta delle reali concentrazioni di ciascun ceppo algale eventualmente presente. Il campione viene fissato con soluzione di Lugol in laboratorio e conservato a bassa temperatura. L'analisi quali-quantitativa della comunità fitoplanctonica è effettuata utilizzando il metodo di Utermöhl.



Figura III-1: operazioni di campionamento a bordo del mezzo della Capitaneria di Porto

Nella seguente tabella III-2 si riporta il prospetto degli interventi di campionamento in mare.

MATRICE	ZONA DI MARE	LABORATORIO DI RIFERIMENTO	PROFILO	QUANTITÀ DA CAMPIONARE	FREQUENZA
ACQUA DI MARE	BOCCA DI MAGRA INTERNA	ARPAL	PARAMETRI DA CAMPO	-	Mensile
	BOCCA DI MAGRA ESTERNA		FITOPLANCTON	4 contenitori da 250 ml in plastica	Mensile
	DIGA FORANEA ESTERNA		NUTRIENTI	1 contenitore da 500 ml in plastica	Mensile
			CLOROFILLA a	2 bottiglie da 1 l di vetro scuro	Mensile
VONGOLE VERACI	BOCCA DI MAGRA INTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	BIOTOSSINE, ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus, Norovirus, Epatite A)	5 kg	Mensile
		ARPAL	ES. CHIMICO (metalli pesanti, IPA, PCB, diossine, radionuclidi)	5 kg	Annuale

MATRICE	ZONA DI MARE	LABORATORIO DI RIFERIMENTO	PROFILO	QUANTITÀ DA CAMPIONARE	FREQUENZA
VONGOLE	BOCCA DI MAGRA INTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus)	2 kg	Mensile
		ARPAL	ESAME CHIMICO (metalli pesanti)	1 kg	Annuale
TELLINE	BOCCA DI MAGRA INTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus)	2 kg	Mensile
		ARPAL	ESAME CHIMICO (metalli pesanti)	1 kg	Annuale
MITILI	BOCCA DI MAGRA ESTERNA DIGA FORANEA ESTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	BIOTOSSINE, ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus, Norovirus, Epatite A)	5 kg	Mensile
		ARPAL	ESAME CHIMICO (metalli pesanti, IPA, PCB, diossine, radionuclidi)	5 kg	Annuale
OSTRICHE (C. gigas)	BOCCA DI MAGRA ESTERNA DIGA FORANEA ESTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus, Norovirus, Epatite A)	20 soggetti	Mensile
		ARPAL	ESAME CHIMICO (metalli pesanti)	15 soggetti	Annuale
OSTRICHE (O. edulis)	BOCCA DI MAGRA ESTERNA DIGA FORANEA ESTERNA	ASL	CONTROLLI BIOMETRICI	1 kg	Mensile
		IZS	ESAME MICROBIOLOGICO E VIROLOGICO (E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemolyticus, V. vulnificus)	25 soggetti	Mensile
		ARPAL	ESAME CHIMICO (metalli pesanti)	15 soggetti	Annuale

Tabella III-2: prospetto degli interventi di campionamento in mare.

6.0 RACCOLTA ED ELABORAZIONE DEI RISULTATI



Figura III-2: stralcio cartografico con le tre stazioni sperimentali

I risultati ottenuti dal Progetto FEAMP sono stati raccolti, elaborati e rappresentati per ciascuna delle 3 stazioni sperimentali (Figura III-1) e successivamente valutati e interpretati. Per quanto riguarda i parametri da campo, in questa sede si riportano i risultati dell'Ossigeno in saturazione (%), Ossigeno disciolto (mg/l), Temperatura dell'acqua (°C), Salinità (PSU), pH (unità di pH) e Torbidità (NTU). Per i restanti parametri da campo (Conducibilità, Redox, Temperatura dell'aria) si rimanda alle banche dati del progetto.

I molluschi bivalvi prima di essere posizionati nei 3 impianti sperimentali sono stati campionati per le analisi chimiche del cosiddetto "controllo T_{zero}". La provenienza di mitili e dell'ostrica concava (*Crassostrea gigas*) è locale (Miticoltori Spezzini), mentre le ostriche piatte (*Ostrea edulis*) sono state raccolte e spedite in data 08/03/2021. Come si evince dai documenti di acquisto, lo stato sanitario della zona di produzione è "A", con ubicazione della zona di produzione "Baie du Mont Saint Michel Large-Francia".

Nella seguente tabella III-3 si riporta la sintesi dei campionamenti di molluschi effettuati nell'anno di studio. Da essa si evincono gli effetti delle criticità gestionali (perdita del prodotto, difficoltà di approvvigionamento etc), che hanno condizionato il prelievo dei molluschi e di conseguenza i relativi risultati analitici:

- Stazione A – Bocca di Magra Interna (BMI): assenza totale di campioni validi;
- Stazione B – Bocca di Magra Esterna (BME): assenza parziale di campioni di *Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*;
- Stazione C – Diga Foranea Esterna (DFE): assenza parziale di campioni di *Ostrea edulis* e *Crassostrea gigas*.

STAZIONE	SPECIE	QUANTITA'	apr-21	mag-21	giu-21	lug-21	ago-21	set-21	ott-21	nov-21	dic-21	gen-22	feb-22	mar-22	
BMI	Vongole veraci	1 kg	x												
		5 kg	x												
	Vongole Telline	3 kg													
		3 kg													
BME	Mitili	1 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		5 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	O. edulis	1 kg	x	x	x		x								
		25 soggetti	x	x	x								x	x	x
	C. gigas	1 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		20 soggetti		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
DFE	Mitili	1 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
		5 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	O. edulis	1 kg	x	x	x										
		25 soggetti	x	x	x								x	x	
	C. gigas	1 kg	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
		20 soggetti		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

nessun campione
 x campione parziale
 x campione regolare

Tabella III-3: distribuzione dei campionamenti validi delle specie di molluschi impiantati nelle 3 stazioni sperimentali

6.1 STAZIONE A – BOCCA DI MAGRA INTERNA



Figura III-3: boa galleggiante della Stazione A “Bocca di Magra Interna”. Sullo sfondo Marinella di Sarzana e le Alpi Apuane.

6.1.1 STATO TROFICO DELLE ACQUE: NUTRIENTI E CLOROFILLA

Nella seguente tabella III-4 si riportano i valori ottenuti dalle analisi chimiche delle acque marine condotte nella Stazione A – Bocca di Magra Interna , prelevate mensilmente a partire dall’aprile 2021 fino al marzo 2022.

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA

(Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura")

Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDG n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE A - BOCCA DI MAGRA INTERNA

		DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
		26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	27/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
	N. Registro	8434	11445	13650	17474	19896	22808	25065	27126	29369	985	3712	5590
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE
Clorofilla a	µg/l	0.56	0.6	0.25	0.46	0.53	0.31	0.32	0.49	0.36	0.47	0.75	0.49
Azoto ammoniacale	µg/l N	12	<10	10	20	43	<10	16	19	25	<10	17	<10
Azoto nitroso	µg/l N	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Azoto nitrico	µg/l N	6	7	<5	<5	14	5	7	11	21	21	9	<5
Azoto totale	µg/l N	136	164	138	244	288	124	210	170	376	160	142	104
Ortofosfato	µg/l P	<5	14	<5	20	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fosforo totale	µg/l P	<3	17	<10	26	14	<10	10	<10	<10	<10	<10	<10
Silicati	µg/l SiO2	106	41	125	66	360	103	86	170	166	130	97	41
Colore	Hazen			5			<5			<5			<5
Solidi Sospesi Totali	mg/l			<2			3			5			9
LIMITI													
COLORE		non percettibile dopo diluizione 1:20 come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III											
SST		80 mg/l come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III											

Tabella III-4: risultati analisi chimiche sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione A “Bocca di Magra Interna”.

6.1.2 L'INDICE TROFICO – TRIX

Indice Trofico TRIX = (Log[Cha x |OD%| x NT x PT] - [-1.5])/1.2

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

Nella seguente Figura III-4 si riportano i valori dell'indice trofico "TRIX" calcolato mensilmente nelle acque marine della *Stazione A – Bocca di Magra Interna*, dall'aprile 2021 fino al marzo 2022. La stazione A ricade nel macrotipo "media stabilità" che presenta un valore soglia "buono/sufficiente" pari a 4.5. I valori medi mensili del TRIX sono superiori a tale soglia solo nelle campagne di luglio e agosto 2021, mentre il valore medio annuale del TRIX, pari a 4.03, è inferiore a tale soglia. Ne deriva il giudizio di qualità trofica "buono" a conferma dei dati della Regione Liguria, precedentemente esposti.

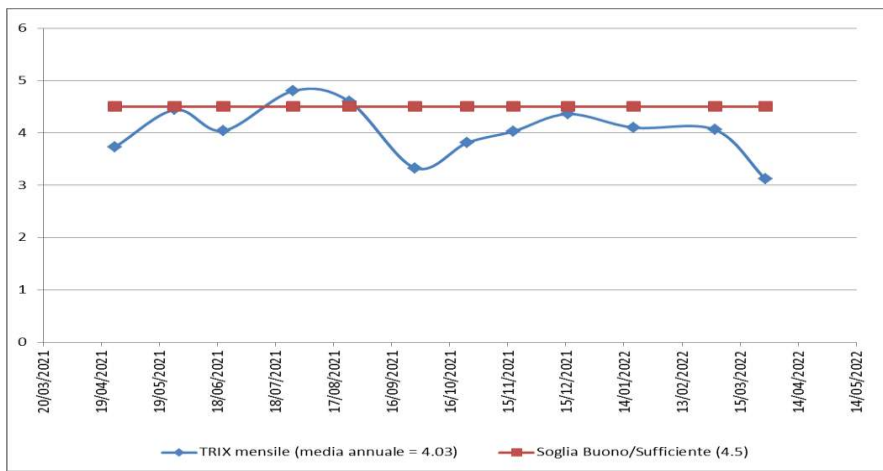


Figura III-4: andamento mensile del TRIX nella stazione A "Bocca di Magra Esterna".

6.1.3 COMUNITA' FITOPLANCTONICA

Nella seguente tabella III-5 si riportano i valori di fitoplancton ottenuti nella Stazione A – Bocca di Magra Interna mensilmente a partire dall'aprile 2021 fino al marzo 2022.

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA
 (Misure 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura")
 Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDG n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE A - BOCCA DI MAGRA INTERNA

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	PROFONDITA'	N. Registro												
			26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022	
Azadinium spp.	Cett./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-4	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Protocecerium reticulatum	Cett./l	Retino Apstein	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-4	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Gonyaulax spinifera	Cett./l	Retino Apstein	0.3	0.6	<0.1	<0.1	0.2	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	40	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-4	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Alexandrium spp.	Cett./l	Retino Apstein	0.2	<0.1	0.4	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	2.8	<0.1	2.7	
		-0.5	<20	<20	140	60	<20	<20	60	<20	<20	<20	<20	<20	
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-4	40	<20	<20	<20	<20	<20	80	<20	<20	<20	<20	80	
Dinophysis spp.	Cett./l	Retino Apstein	3	0.4	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	0.4	1.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
		-0.5	60	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-2.0	120	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20	<20	<20	
		-4	180	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Lingulodinium polyedra	Cett./l	Retino Apstein	0.6	1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
		-0.5	160	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-2.0	80	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	60	<20	
		-4	120	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	60	<20	<20	<20	
Ostreopsis spp.	Cett./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-4	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
Pseudo-nitzschia spp.	Cett./l	Retino Apstein	10	1864	1240	12980	12	1920	186	21	10	78	436	3404	
		-0.5	80	108920	8320	13620	180	2200	10600	1800	80	1200	38400	24980	
		-2.0	<20	12480	880	10880	120	1840	8200	1600	40	1800	16640	12500	
		-4	<20	8320	12480	2700	60	1400	4400	1200	60	800	18760	18740	
Prorocentrum lima	Cett./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-2.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	
		-4	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	

Tabella III-5: risultati analisi fitoplancton sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione A "Bocca di Magra Interna".

6.1.4 PARAMETRI DA CAMPO

Nella seguente tabella III-6 e figura III-5 si riportano i valori di **ossigeno disciolto (%)** e nella successiva tabella III-7 e figura III-6 i valori di **ossigeno in mg/l**, misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione A “Bocca di Magra Interna” a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	109.70	104.20	111.80	107.60	104.80	102.40	102.20	95.10	92.30	95.10	95.80	100.90
	1	108.40	103.80	112.60	108.10	104.60	102.20	101.80	94.30	92.30	94.50	95.70	100.60
	2	107.90	103.70	113.50	108.10	104.20	102.20	102.00	94.60	91.90	91.80	95.60	101.00
	3	108.10	104.90	113.60	105.90	104.80	100.70	101.20	94.80	92.00	91.70	95.50	100.60
	4	107.60	103.50	113.30	101.40	105.80	100.70	101.70	94.80	92.10	91.90	95.40	100.30
	MEDIA	108.34	104.02	112.96	106.22	104.84	101.64	101.78	94.72	92.12	93.00	95.60	100.68

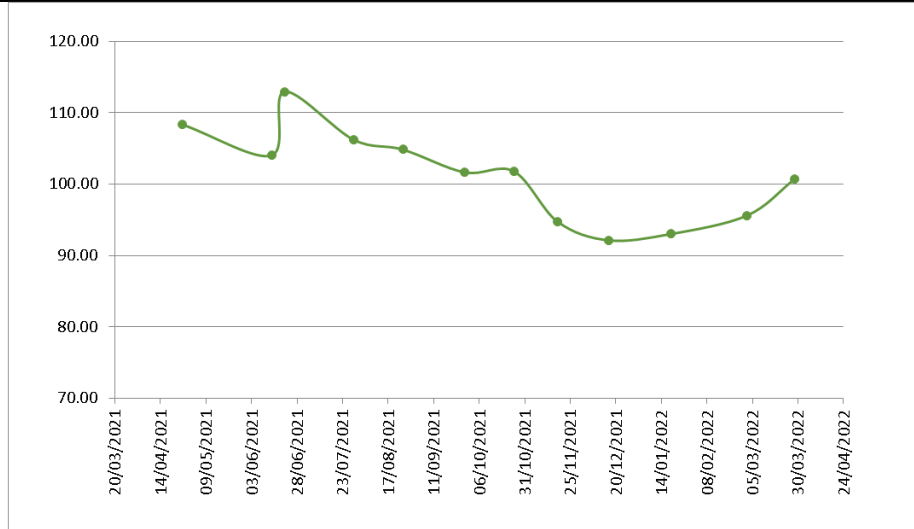


Tabella III-6 e Figura III-5: concentrazione dei valori di ossigeno disciolto (%) rilevati nella stazione A “Bocca di Magra Interna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	8.69	7.41	7.41	6.95	6.96	7.02	7.35	7.42	7.67	8.2	7.96	8.36
	1	8.52	7.40	7.42	6.96	6.93	7.00	7.27	7.26	7.67	8.07	7.96	8.37
	2	8.53	7.47	7.49	6.98	6.91	7.01	7.24	7.32	7.65	7.61	7.95	8.39
	3	8.56	7.56	7.48	6.89	6.96	6.89	7.26	7.34	7.66	7.57	7.93	8.38
	4	8.53	7.48	7.48	6.66	7.03	6.89	7.3	7.33	7.66	7.55	7.96	8.36
	MEDIA	8.57	7.46	7.46	6.89	6.96	6.96	7.28	7.33	7.66	7.80	7.95	8.37

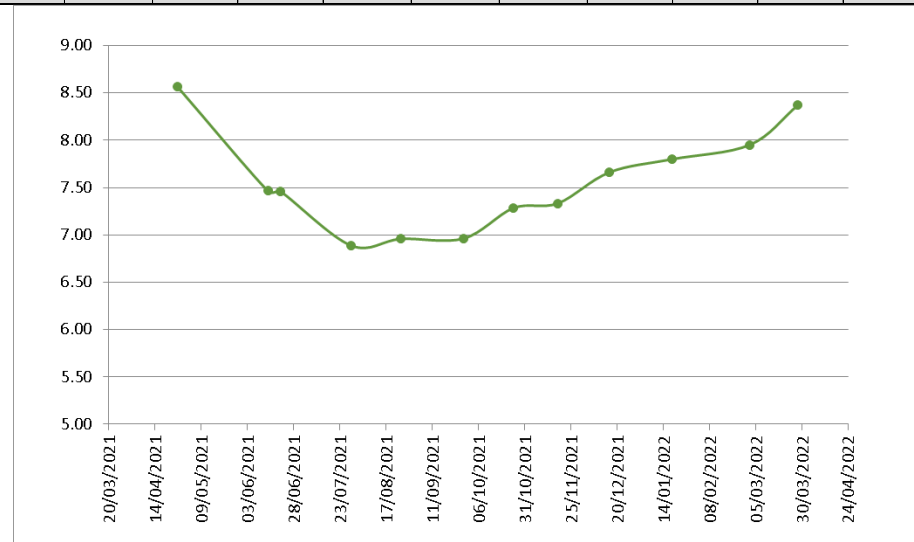


Tabella III-7 e Figura III-6: concentrazione dei valori di ossigeno in mg/l rilevati nella stazione A “Bocca di Magra Interna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-8 e figura III-7 si riportano i valori della **Temperatura dell'acqua (°C)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione A "Bocca di Magra Interna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	16.07	21.60	26.01	27.07	25.62	23.73	20.12	17.36	13.96	12.33	13.65	13.79
	1	15.65	21.30	25.75	27.04	25.58	23.71	20.21	17.55	13.88	12.85	13.65	13.59
	2	15.49	21.20	25.59	27.03	25.45	23.67	20.20	17.44	13.92	14.10	13.60	13.54
	3	15.39	20.48	25.57	26.39	25.22	23.71	19.86	17.39	13.91	14.33	13.58	13.50
	4	15.38	20.40	25.50	25.95	25.12	23.74	19.77	17.40	13.91	14.57	13.57	13.44
	MEDIA	15.60	21.00	25.68	26.70	25.40	23.71	20.03	17.43	13.92	13.64	13.61	13.57

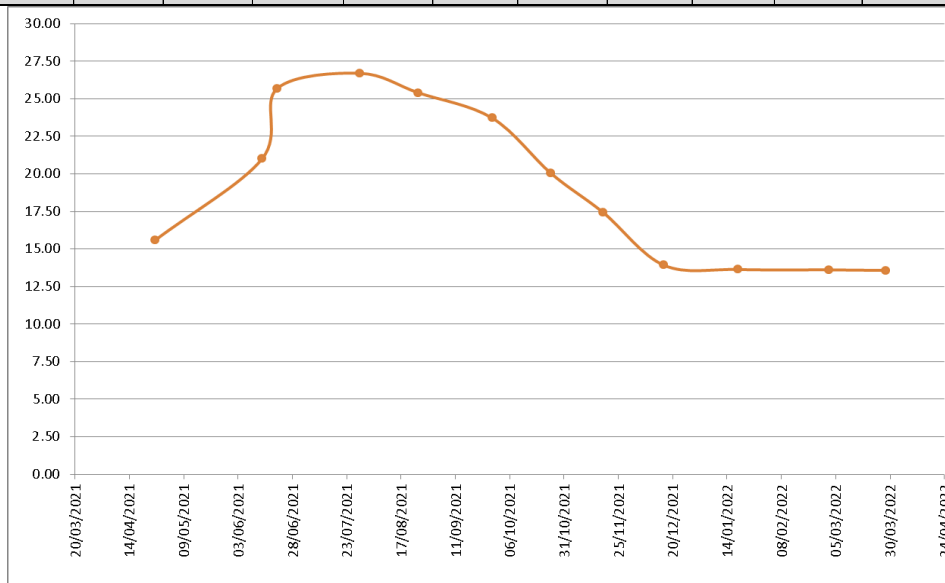


Tabella III-8 e Figura III-7: concentrazione dei valori della Temperatura dell'acqua (°C) rilevati nella stazione A "Bocca di Magra Interna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-9 e figura III-8 si riportano i valori di **Salinità (PSU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione A "Bocca di Magra Interna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	36.68	38.2	34.78	37.74	37.04	37.89	38.49	36.15	37.51	36.69	37.87	38.05
	1	38.00	38.2	36.89	37.74	37.29	37.91	39.18	37.57	37.96	36.98	37.83	38.01
	2	38.06	38.3	37.37	37.9	37.89	37.97	39.31	37.48	37.54	37.77	37.82	38.05
	3	38.06	38.5	37.42	37.98	38.03	38.04	39.19	37.49	37.59	37.75	37.89	38.02
	4	38.08	38.5	37.5	38.02	38.06	37.99	39.16	37.48	37.52	37.86	37.86	38.05
	MEDIA	37.78	38.34	36.79	37.88	37.66	37.96	39.07	37.23	37.62	37.41	37.85	38.04

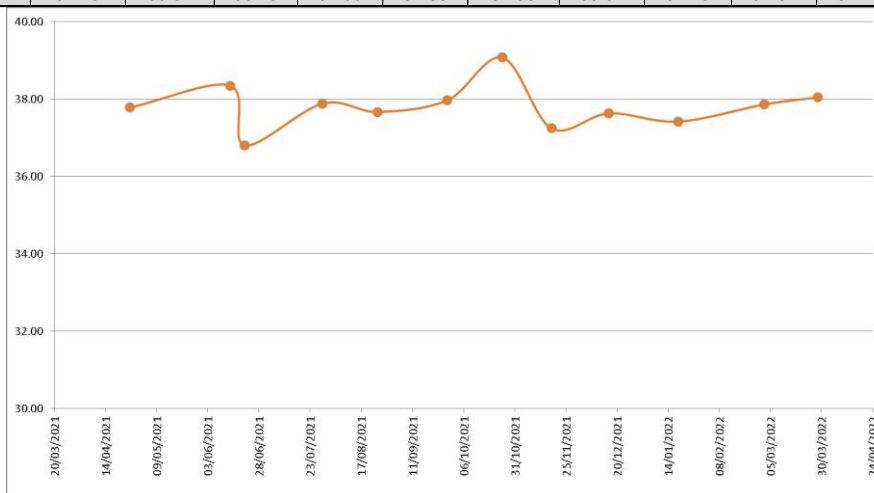


Tabella III-9 e Figura III-8: concentrazione dei valori di Salinità (PSU) rilevati nella stazione A "Bocca di Magra Interna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-10 e figura III-9 si riportano i valori di **pH** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione A "Bocca di Magra Interna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	8.45	8.00	8.08	8.15	8.08	8.08	8.36	8.05	8.00	7.95	8.02	8.14
	1	8.45	8.00	8.07	8.16	8.08	8.09	8.36	8.05	8.00	7.95	8.02	8.14
	2	8.45	8.00	8.07	8.17	8.08	8.10	8.35	8.06	8.00	7.95	8.02	8.13
	3	8.45	8.00	8.07	8.16	8.08	8.11	8.34	8.07	8.00	7.95	8.03	8.12
	4	8.46	8.00	8.07	8.15	8.08	8.11	8.34	8.08	8.00	7.97	8.03	8.11
	MEDIA	8.45	8.00	8.07	8.16	8.08	8.10	8.35	8.06	8.00	7.95	8.02	8.13

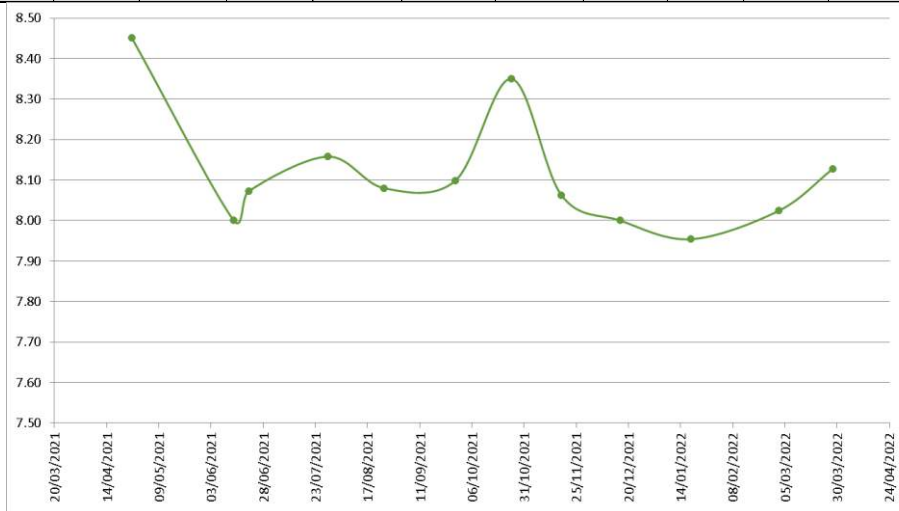


Tabella III-10 e Figura III-9: concentrazione dei valori di pH rilevati nella stazione A "Bocca di Magra Interna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-11 si riportano i valori di **Torbidità (NTU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione A "Bocca di Magra Interna" a diverse profondità.

Stazione	Profondità (m)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
A Bocca di Magra Interna	0.5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2
	1	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	2,3	<2	<2	<2	<2
	2	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	2,1	<2	<2	<2	<2
	3	<4	<2	<2	<2	<2	3,5	<4	<2	<2	2,1	<2	<2
	4	<4	<2	<2	<2	<2	11,0	<4	<2	<2	2,1	2,2	<2

Tabella III-11: concentrazione dei valori di Torbidità (NTU) rilevati nella stazione A "Bocca di Magra Interna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

6.1.5 RISULTATI ANALITICI SU MATRICE ORGANICA

Il metodo sperimentale dell'allevamento presso Bocca di Magra Interna per le vongole veraci e per le vongole e telline autoctone, fin dai primi mesi ha mostrato problematiche soprattutto di carattere operativo per la movimentazione del fondale da parte delle correnti marine, che in poco tempo hanno ammassato le "poche" con il prodotto biologico. Successivamente si è provveduto alla semina del prodotto, ma anche in questo caso le operazioni di prelievo attraverso sorbona e OTS sono risultate complicate per le condizioni meteomarine locali.

Di conseguenza non è stato possibile effettuare nessuna analisi chimica sulle matrici organiche.

6.2 STAZIONE B – BOCCA DI MAGRA ESTERNA



Figura III-10: boa radarabile della Stazione B “Bocca di Magra Esterna”. Sullo sfondo Portovenere, Isola Palmaria.

6.2.1 STATO TROFICO DELLE ACQUE: NUTRIENTI E CLOROFILLA

Nella seguente tabella III-12 si riportano i valori ottenuti dalle analisi chimiche delle acque marine condotte nella *Stazione B – Bocca di Magra Esterna*, prelevate mensilmente a partire dall’aprile 2021 fino al marzo 2022.

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA

(Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 “Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura”)

Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDG n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE B - BOCCA DI MAGRA ESTERNA

		DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
	N. registro	26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	27/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
		8435	11446	13651	17475	19897	22808	25066	27127	29370	986	3713	5591
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE
Clorofilla a	µg/l	0.4	1.14	0.23	0.32	0.28	0.61	0.39	0.44	0.8	0.73	0.41	0.39
Azoto ammoniacale	µg/l N	<10	<10	<10	17	25	13	13	14	17	<10	<10	15
Azoto nitroso	µg/l N	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Azoto nitrico	µg/l N	12	<5	7	6	<5	101	15	10	46	48	11	10
Azoto totale	µg/l N	112	222	160	146	240	282	146	198	244	222	168	182
Ortofosfato	µg/l P	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fosforo totale	µg/l P	<3	<10	<10	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10	<10	<10
Silicati	µg/l SiO2	220	64	158	71	195	692	247	219	402	329	139	111
Colore	Hazen				<5		<5			<5			<5
Solidi Sospesi Totali	mg/l				<2		10			3			9
LIMITE													
COLORE	non percettibile dopo diluizione 1:20 come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III												
SST	80 mg/l come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III												

Tabella III-12: risultati analisi chimiche sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione B “Bocca di Magra Esterna”.

6.2.2 L'INDICE TROFICO – TRIX

Nella seguente Figura III-11 si riportano i valori dell'indice trofico "TRIX" calcolato mensilmente nelle acque marine della Stazione B – Bocca di Magra Esterna, dall'aprile 2021 fino al marzo 2022. La stazione B ricade nel macrotipo "media stabilità" che presenta un valore soglia "buono/sufficiente" pari a 4.5. I valori medi mensili del TRIX sono sempre inferiori a tale soglia, così come il valore medio annuale del TRIX pari a 3.87. Ne deriva il giudizio di qualità trofica "buono" a conferma dei dati della Regione Liguria, precedentemente esposti.

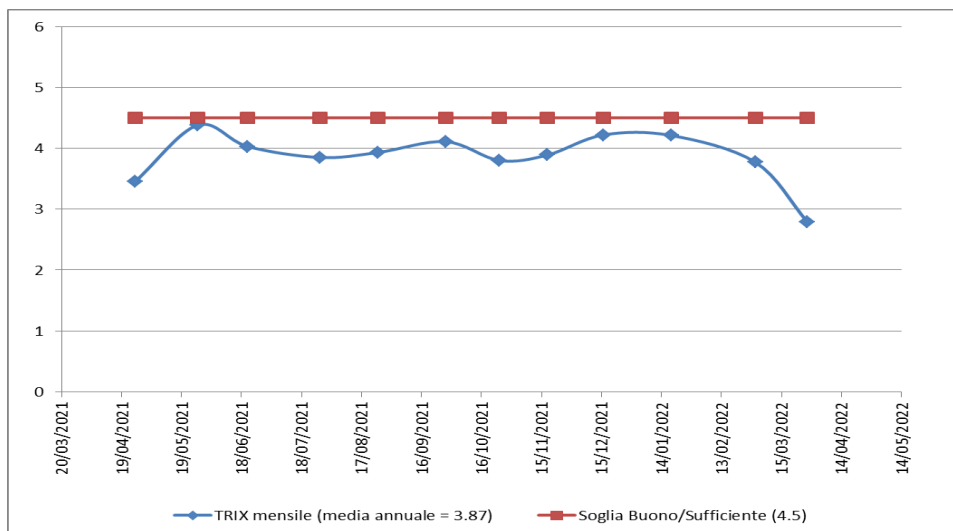


Figura III-11: andamento mensile del TRIX nella stazione B "Bocca di Magra Esterna".

6.2.3 COMUNITA' FITOPLANCTONICA

Nella seguente tabella III-13 si riportano i valori di fitoplancton ottenuti nella Stazione B – Bocca di Magra Esterna mensilmente a partire dall'aprile 2021 fino al marzo 2022.

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA
 (Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura")
 Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDO n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE B - BOCCA DI MAGRA ESTERNA

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	PROFONDITA'	DATA											
			26/04/2021	27/05/2021	23/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
N. Registro			8642-8445	11480-11483	13708-13761	17481-17484	19919-19922	22815-22818	25070-25078	27133-27136	29380-29388	973-976	3756-3759	5614-5617
Azadinium spp.	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Protoceratium reticulatum	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
Gonyaulax spinifera	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	0.8	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	<20
Alexandrium spp.	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	<0.1	0.2	<0.1	0.3	0.3	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	40	<20	<20	40	<20	<20	<20	60	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
Dinophysis spp.	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	1.4	0.6	<0.1	0.6	0.4	<0.1	0.6	0.8	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
		-6.0	600	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	20	<20	<20
Lingulodinium polyedra	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	0.4	0.4	1.2	0.8	<0.1	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	1.2	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	80	<20	<20
		-6.0	80	<20	<20	40	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	<20
Ostreopsis spp.	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Pseudo-nitzschia spp.	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	18	2020	860	12980	24	24000	248	18	168	64	680	1638
		-0.5	160	12720	8320	40840	180	180	1800	1600	1200	800	36440	15620
		-6.0	240	27060	180	8600	140	1200	1600	1300	860	600	82320	8320
Prorocentrum lima	Cell./l da retinatio verticale	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Tabella III-13: risultati analisi fitoplancton sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione B "Bocca di Magra Esterna".

6.2.4 PARAMETRI DA CAMPO

Nella seguente tabella III-14 e figura III-12 si riportano i valori di **ossigeno disciolto (%)** e nella successiva tabella III-15 e figura III-13 i valori di **ossigeno in mg/l**, misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	107.50	104.60	115.00	106.70	104.80	102.60	101.80	96.30	96.40	96.20	96.30	99.90
	1.5	106.90	103.60	115.00	106.60	105.00	104.30	101.30	96.60	97.20	96.20	97.20	100.10
	3	107.10	104.10	114.80	105.90	104.90	103.10	101.70	96.90	97.20	96.20	97.40	100.30
	5	106.80	105.90	109.20	105.50	104.90	103.40	101.70	96.50	96.40	95.80	97.10	100.20
	8	105.10	104.20	105.70	103.70	104.60	102.20	101.90	96.70	93.90	93.60	96.60	100.50
	MEDIA	106.68	104.48	111.94	105.68	104.84	103.12	101.68	96.60	96.22	95.60	96.92	100.20

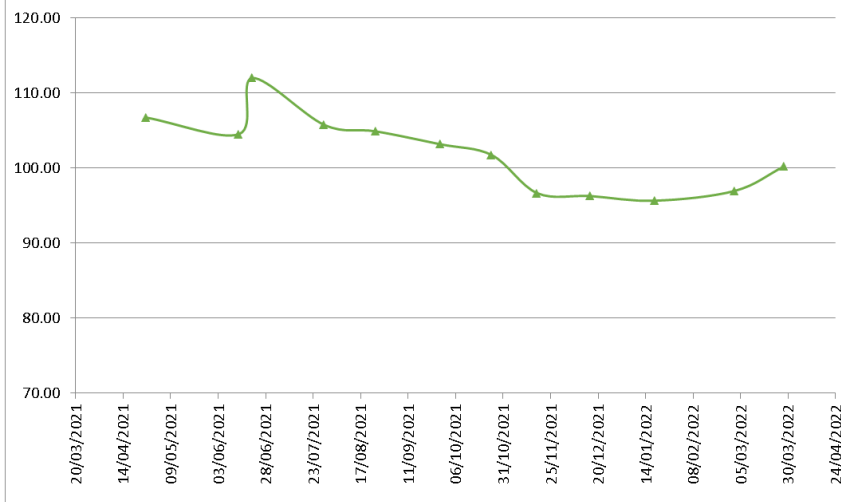


Tabella III-14 e Figura III-12: concentrazione dei valori di ossigeno disciolto (%) rilevati nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	8.57	7.40	7.57	6.97	6.91	7.26	7.45	7.70	8.51	8.42	8.24	8.38
	1.5	8.54	7.27	7.6	6.95	5.92	7.32	7.36	7.52	8.46	7.42	8.25	8.36
	3	8.56	7.3	7.6	6.97	6.43	7.18	7.35	7.53	8.36	7.42	8.23	8.39
	5	8.49	7.77	7.29	6.96	6.94	7.14	7.33	7.49	8.14	8.35	8.13	8.37
	8	8.43	7.7	7.02	6.85	6.88	7.08	7.33	7.47	7.89	7.77	8.09	8.36
	MEDIA	8.52	7.49	7.42	6.94	6.62	7.20	7.36	7.54	8.27	7.88	8.19	8.37

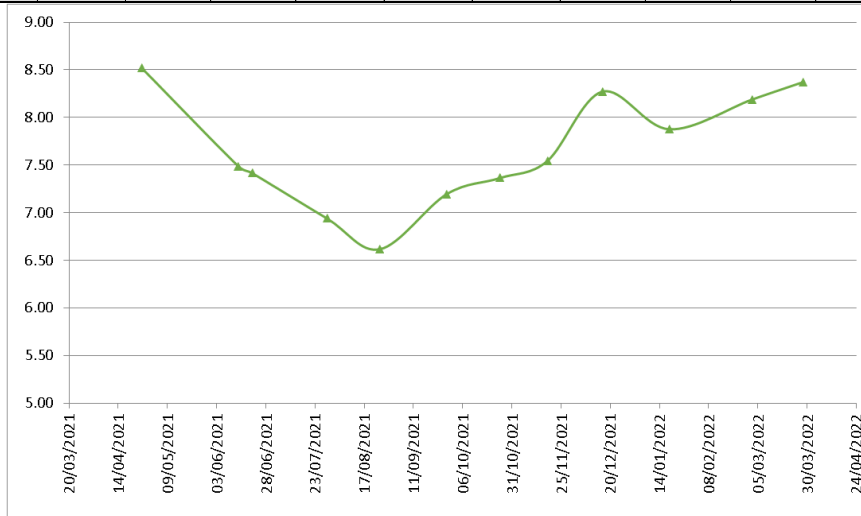


Tabella III-15 e Figura III-13: concentrazione dei valori di ossigeno in mg/l rilevati nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-16 e figura III-14 si riportano i valori della **Temperatura dell'acqua (°C)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	15.38	22.30	25.82	26.54	25.68	22.86	19.32	16.66	11.68	11.93	12.71	13.42
	1.5	15.31	22.30	25.67	26.43	25.68	22.81	19.52	17.18	12.21	11.94	12.75	13.44
	3	15.29	22.00	25.53	25.76	25.64	22.88	19.65	17.23	12.59	11.56	12.83	13.47
	5	15.33	20.30	24.89	25.58	25.45	23.32	19.70	17.28	13.38	12.37	13.00	13.69
	8	14.75	19.10	24.86	25.55	25.49	23.50	19.73	17.43	13.49	14.02	13.27	13.57
	MEDIA	15.21	21.20	25.35	25.97	25.59	23.07	19.58	17.16	12.67	12.36	12.91	13.52

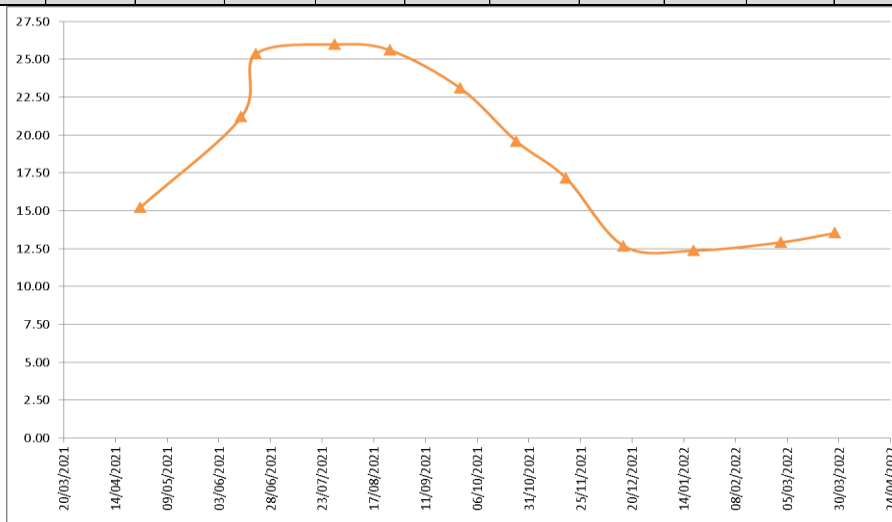


Tabella III-16 e Figura III-14: concentrazione dei valori della Temperatura dell'acqua (°C) rilevati nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-17 e figura III-15 si riportano i valori di **Salinità (PSU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	36.92	36.45	37.12	37.05	37.71	34.67	37.15	34.38	34.91	36.34	36.67	37.19
	1.5	37.04	37.60	37.22	37.74	37.67	36.21	38.30	37.08	35.88	36.35	37.47	37.47
	3	37.10	37.7	37.27	38.06	37.74	37.25	38.87	37.23	36.25	36.3	37.66	37.55
	5	37.87	38.4	37.82	38.08	37.81	37.82	39.1	37.37	36.35	36.53	37.82	37.88
	8	38.08	38.44	38.23	38.07	38.13	38.03	39.07	37.53	37.44	37.93	38.11	38.08
	MEDIA	37.40	37.72	37.53	37.80	37.81	36.80	38.50	36.72	36.17	36.69	37.55	37.63

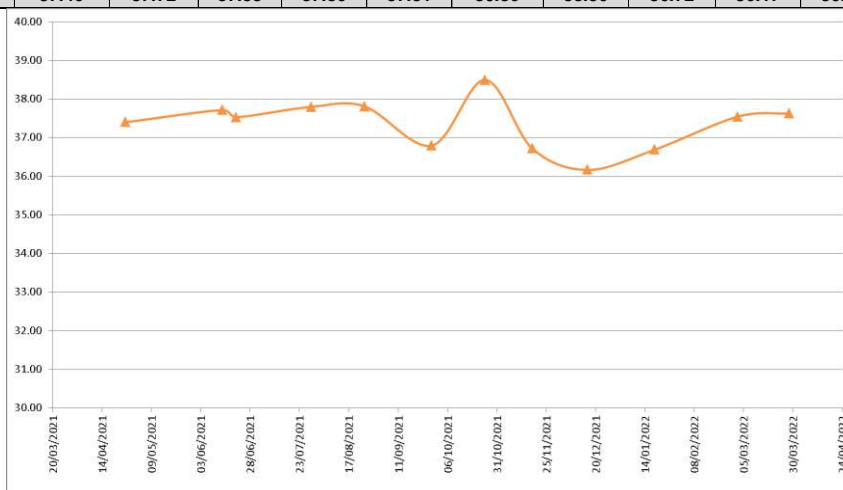


Tabella III-17 e Figura III-15: concentrazione dei valori di Salinità (PSU) rilevati nella stazione B "Bocca di Magra Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-18 e figura III-16 si riportano i valori di **pH** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione B “Bocca di Magra Esterna” a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	8.42	7.91	8.08	8.16	8.11	8.11	8.37	8.05	8.00	7.95	8.00	8.02
	1.5	8.42	7.99	8.09	8.16	8.11	8.13	8.37	8.06	8.01	7.95	8.02	8.02
	3	8.44	8.00	8.09	8.16	8.11	8.13	8.36	8.06	8.01	7.96	8.03	8.02
	5	8.44	8.00	8.08	8.16	8.11	8.13	8.36	8.07	8.02	7.97	8.04	8.02
	8	8.44	8.00	8.06	8.16	8.11	8.14	8.35	8.08	8.04	7.97	8.05	8.03
	MEDIA	8.43	7.98	8.08	8.16	8.11	8.13	8.36	8.06	8.02	7.96	8.03	8.02

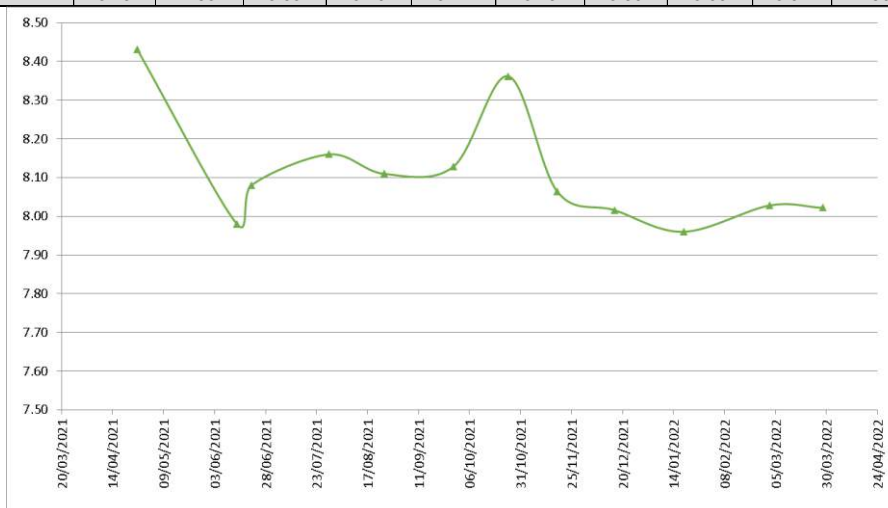


Tabella III-18 e Figura III-16: concentrazione dei valori di pH rilevati nella stazione B “Bocca di Magra Esterna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-19 si riportano i valori di **Torbidità (NTU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione B “Bocca di Magra Esterna” a diverse profondità.

Stazione	Profondità (m)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
B Bocca di Magra Esterna	0.5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2
	1.5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2
	3	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2
	5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2
	8	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	<2	<2	<2	<2

Tabella III-19: concentrazione dei valori di Torbidità (NTU) rilevati nella stazione B “Bocca di Magra Esterna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

6.2.5 RISULTATI ANALITICI SU MATRICE ORGANICA

L’impianto di “Bocca di Magra Esterna”, così come quello di “Diga Foranea Esterna”, nel corso della sperimentazione ha subito in due occasioni delle manomissioni e la perdita di strutture con il prodotto biologico. Tenuto conto dell’effetto attrattivo delle strutture sulla fauna ittica (alcune riprese video hanno evidenziato la presenza di banchi di suri, *Trachurus sp.* mentre nei pressi dei pergolari e delle lanterne si nascondevano le ricciole di fondale, *Centrolophus niger*, oltre che la cattura accidentale all’interno di una lanterna di un sarago sparaglione, *Diplodus annularis*), e vista la presenza di barche della piccola pesca locale che calavano in prossimità degli impianti, non si esclude che ci possano essere stati incocci di attrezzi da pesca con le strutture degli impianti. Inoltre, per quanto riguarda l’ostrica piatta (*O. edulis*) si è osservato che essa è poco tollerante alle condizioni ambientali, con morie marcate alle quali si è associata la difficoltà di reperimento del materiale biologico soprattutto nei mesi estivi.

METALLI

Per quanto riguarda i limiti relativi alle sostanze chimiche, gli unici valori imperativi riportati nella tabella 1/C All. 2 alla Parte III – Sezione C del D.Lgs. 152/06 si riferiscono al **mercurio** e al **piombo**. Tali limiti sono fissati rispettivamente a 0.5 e 2 mg/Kg nella polpa del mollusco (in peso umido).

Per tutte le altre sostanze chimiche riportate in tabella 1/C All. 2 alla Parte III – Sezione C del D.Lgs. 152/06 non ci sono limiti di riferimento. Il limite fissato dal Regolamento (CE) n. 488/2014 della Commissione del 12 maggio 2014 che modifica il regolamento (CE) n.1881/2006 per quanto concerne i tenori massimi di **cadmio** nei prodotti alimentari è 1 mg/Kg peso umido. Infine, nelle seguenti tabelle sono riportate le concentrazioni, espresse in mg/kg peso umido dei parametri Cadmio, Mercurio e Piombo e i rispettivi valori limite, mentre gli altri metalli richiesti dalla normativa non hanno limiti di riferimento. Si precisa che l'*Ostrea edulis*, a causa della perdita del prodotto nei mesi estivi e la successiva difficoltà di reperimento del prodotto sul mercato, è stata reimpiantata nel mese di gennaio 2022.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO Tzero	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Cd <i>Cadmio</i>	mg/kg	1 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.045	0.087	↑
O. edulis				0.200	0.322	↑
C. gigas				0.347	0.180	↓

Tabella III-20: concentrazione di Cadmio (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO Tzero	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Hg <i>Mercurio</i>	mg/kg	0.5 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.022	0.026	↑
O. edulis				0.020	0.019	↓
C. gigas				0.036	0.020	↓

Tabella III-21: concentrazione di Mercurio (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO Tzero	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Pb <i>Piombo</i>	mg/kg	1.5 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.580	0.420	↓
O. edulis				0.100	0.100	↔
C. gigas				0.780	0.170	↓

Tabella III-22: concentrazione di Piombo (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Ag <i>Argento</i>	mg/kg	-	<0.05	<0.1	↔
O. edulis				1.94	3.0	↑
C. gigas				1.35	2.1	↑
MITILI	As <i>Arsenico</i>	mg/kg	-	1.49	34.3	↑
O. edulis				1.14	4.7	↑
C. gigas				1.9	19.1	↑
MITILI	Cr totale <i>Cromo</i>	mg/kg	-	0.36	1.3	↑
O. edulis				0.09	0.28	↑
C. gigas				0.09	0.34	↑
MITILI	Ni <i>Nichel</i>	mg/kg	-	0.34	0.89	↑
O. edulis				0.08	0.15	↑
C. gigas				0.12	0.21	↑
MITILI	Cu <i>Rame</i>	mg/kg	-	1.01	1.1	↑
O. edulis				12.8	16.8	↑
C. gigas				134	157	↑
MITILI	Zn <i>Zinco</i>	mg/kg	-	33	17.5	↓
O. edulis				280	216	↓
C. gigas				1104	675	↓
MITILI	Umidità	mg/kg	-	86.5	87.19	-
O. edulis				-	85.16	-
C. gigas				-	86.98	-

Tabella III-23: concentrazione di Argento, Arsenico, Cromo totale, Nichel, Rame, Zinco (mg/kg di peso fresco) e Umidità nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

DIOSSINE E COMPOSTI DI OSSINA SIMILI

Il D.Lgs 172/2015, secondo quanto riportato alla nota 12 alla tabella 1/A, indica di far riferimento al Regolamento (UE) n. 1259/2011, che modifica il regolamento (CE) n. 1881/2006 per quanto riguarda i tenori massimi di questi composti. Tale decreto riporta come standard di qualità ambientale per il biota il valore di 6,5 pg/g per la somma PCDF+PCDD+PBC-DL. Nei sopraccitati regolamenti della commissione europea, la nota 32 indica di utilizzare per le somme di questi composti il valore *upper bound*.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo	
				T _{zero}			
				18/03/2021	28/03/2022		
MITILI	2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0139	0,0074	↓	
MITILI	1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0144	0,00433	↓	
MITILI	1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0588	0,00496	↓	
MITILI	1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	<0.00581	0,00438	↔	
MITILI	1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	<0.00532	0,00399	↔	
MITILI	1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,171	0,23	↑	
MITILI	Octaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,822	1,72	↑	
MITILI	2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	pg/kg	-	1,52	0,319	↓	
MITILI	1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0859	0,0446	↓	
MITILI	2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,23	0,0043	↓	
MITILI	1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0393	0,00657	↓	
MITILI	1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0365	0,00735	↓	
MITILI	2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.00999	0,00959	↔	
MITILI	1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.0101	0,0124	↑	
MITILI	1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0521	0,145	↑	
MITILI	1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.00215	0,00169	↔	
MITILI	Octaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,056	0,934	↑	
MITILI	OMS-PCDD/F - TEQ	pg/kg	3.5 (Reg UE 1259/11) 1.5 (Racc. Commi. del 11/09/2014 (2014/663/UE)	0,271	0,0558	↓	

Tabella III-24: concentrazione di PCDD/F (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO Tzero	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	PCB 77	pg/kg	-	38,2	10	↓
MITILI	PCB 81	pg/kg	-	1,73	0,427	↓
MITILI	PCB 105	pg/kg	-	478	107	↓
MITILI	PCB 114	pg/kg	-	18,2	6,22	↓
MITILI	PCB 118	pg/kg	-	1894	324	↓
MITILI	PCB 123	pg/kg	-	34,4	6,41	↓
MITILI	PCB 126	pg/kg	-	8,52	3,11	↓
MITILI	PCB 156	pg/kg	-	174	50,3	↓
MITILI	PCB 157	pg/kg	-	49,3	14,4	↓
MITILI	PCB 167	pg/kg	-	171	447	↑
MITILI	PCB 169	pg/kg	-	0,656	0,4	↓
MITILI	PCB 189	pg/kg	-	21,3	6,16	↓
MITILI	OMS-PCB-TEQ	pg/kg	2.5 Racc. Commissione del 11/09/2014 (2014/663/UE)	0,966	0,341	↓
MITILI	Sommatoria (OMS- PCDD/F-TEQ+OMS-PCB- TEQ)	pg/kg	6.5 (Reg UE 1259/11)	1,24	0,397	↓
MITILI	PCB 28 *	pg/kg	-	0,0746	0,0344	↓
MITILI	PCB 52 *	pg/kg	-	0,6	0,146	↓
MITILI	PCB 101 *	pg/kg	-	2,25	0,45	↓
MITILI	PCB 138 *	pg/kg	-	3,03	0,749	↓
MITILI	PCB 153 *	pg/kg	-	6,93	1,34	↓
MITILI	PCB 180 *	pg/kg	-	0,46	0,129	↓
MITILI	Sommatoria PCB Marker (28+52+101+138+153+180) *	pg/kg	75 (Reg UE 1259/11)	13,3	2,84	↓

Tabella III-25: concentrazione di PCB (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

IPA

In analogia con quanto viene fatto ai sensi del D.Lgs 172/2015 sono indagati il Benzo[a]pirene e la sommatoria IPA oltre ai parametri stabiliti dal Reg. UE 835/2011.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO Tzero	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Benzo(a)antracene	µg/kg	-	<0.2	<0.2	↔
MITILI	Crisene	µg/kg	-	1,2	0,9	↓
MITILI	Benzo(b)fluorantene	µg/kg	-	0,5	0,3	↓
MITILI	Benzo(a)pirene	µg/kg	5 (Reg.UE 835/11)	<0.2	0,2	↔
MITILI	Sommatoria IPA	µg/kg	30 (Reg.UE 835/11)	2	1,4	↓

Tabella III-26: concentrazione di IPA (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Esterna.

RADIONUCLIDI

Gli organismi marini filtratori possono rimuovere molti tipi di particolato dall'acqua marina, anche materiali radioattivi. I filtratori marini possono filtrare particelle organiche alimentari, in cui i radionuclidi possono essere incorporati, ma possono anche rimuovere particelle inorganiche con cui i radionuclidi sono associati. In generale il grado di contaminazione delle piante acquatiche, incluso il fitoplancton, è direttamente proporzionale alle concentrazioni stagionali dei radionuclidi nell'acqua, mentre quello degli animali è correlato alla temperatura dell'acqua, la concentrazione aumenta con l'aumento del livello metabolico che si innalza con la temperatura. Gli organismi viventi acquatici divengono radioattivi tramite la via alimentare o mediante assorbimento sulle superfici (ad esempio la pelle e le membrane delle branchie dei pesci, delle radici e delle superfici fogliari delle piante, ecc.).

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Radioisotopo Ba-133	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Co-60	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Cs-134	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Cs-137	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo I-131	Bq/kg	-	NR	<2.7	↔
MITILI	Radioisotopo K-40	Bq/kg	-	26	38	↑
MITILI	Radioisotopo Mn-54	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔

Tabella III-27: concentrazione di Radionuclidi (Bq/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione B – Bocca di Magra Est.

6.3 STAZIONE C – DIGA FORANEA ESTERNA



Figura III-17: Boe galleggianti della Stazione C “Diga Foranea Esterna”. Sullo Pitelli, Lerici e il Golfo dei Poeti.

6.3.1 STATO TROFICO DELLE ACQUE: NUTRIENTI E CLOROFILLA

Nella seguente tabella III-28 si riportano i valori ottenuti dalle analisi chimiche delle acque marine condotte nella Stazione C – Diga Foranea Esterna, prelevate mensilmente a partire dall’aprile 2021 fino al marzo 2022.

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA

(Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura")

Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDG n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE C - DIGA FORANEA ESTERNA

		DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA
		26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	27/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
	N. Registro	8436	11447	13652	17476	19898	22810	25067	27128	29371	987	3714	5592
PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE	VALORE
Clorofilla a	µg/l	0.22	0.46	0.41	0.23	0.46	1.32	0.35	0.75	1.42	0.2	0.47	0.74
Azoto ammoniacale	µg/l N	<10	<10	11	10	20	<10	30	14	12	<10	12	11
Azoto nitroso	µg/l N	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Azoto nitrico	µg/l N	<5	<5	<5	<5	<5	13	6	13	34	13	13	<5
Azoto totale	µg/l N	126	198	158	208	180	174	302	174	232	156	120	114
Ortofosfato	µg/l P	<5	<5	<5	17	<5	<5	50	<5	<5	<5	<5	<5
Fosforo totale	µg/l P	<3	<10	<10	28	<10	<10	66	<10	<10	<10	<3	<3
Silicati	µg/l SiO2	90	21	165	111	147	179	116	180	220	121	86	29
Colore	Hazen			<5			<5			<5			<5
Solidi Sospesi Totali	mg/l			<2			12			3			9
LIMITE													
COLORE	non percettibile dopo diluizione 1:20 come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III												
SST	80 mg/l come da D.Lgs 152/2006 tab. 3, all. 5, Parte III												

Tabella III-28: risultati analisi chimiche sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione C “Diga Foranea Esterna”.

6.3.2 L'INDICE TROFICO – TRIx

Nella seguente Figura III-18 si riportano i valori dell'indice trofico "TRIX" calcolato mensilmente nelle acque marine della Stazione C – Diga Foranea Esterna, dall'aprile 2021 fino al marzo 2022. La stazione C ricade nel macrotipo "bassa stabilità" che presenta un valore soglia "buono/sufficiente" pari a 4.0. I valori medi mensili del TRIX, in 7 campagne su 12 sono superiori a tale soglia, mentre il valore medio annuale del TRIX pari a 3.94 è inferiore. Ne deriva il giudizio di qualità trofica al limite della classe "buona" a conferma dei dati della Regione Liguria, precedentemente esposti.

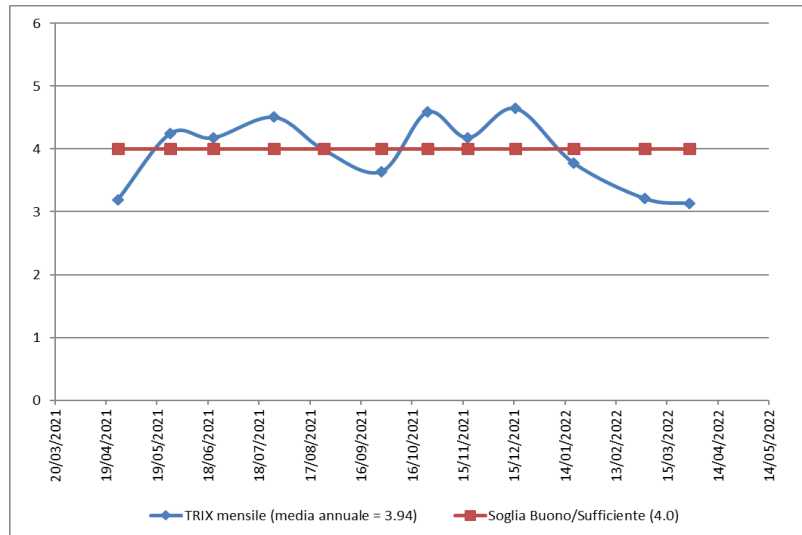


Figura III-18: andamento mensile del TRIX nella stazione C "Diga Foranea Esterna".

6.3.3 COMUNITA' FITOPLANCTONICA

Nella seguente tabella III-29 si riportano i valori di fitoplancton ottenuti nella Stazione C – Diga Foranea Esterna mensilmente a partire dall'aprile 2021 fino al marzo 2022.

FEAMP PO 2014-2020 Fondo europeo per gli affari marittimi e la pesca

ARPAL

Asi5 Regione Liguria

PIANO PER L'INDIVIDUAZIONE DI NUOVE AREE DI MARE DA ADIBIRE ALLA MOLLUSCHICOLTURA NELLA PROVINCIA DI LA SPEZIA
 (Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura")
 Deliberazione della Giunta Regionale n.1015 del 29/11/2019 e sottoscritta da ARPAL con DDG n. 6 del 10/01/2020

STAZIONE C - DIGA FORANEA ESTERNA

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	PROFONDIITA'	DATA											
			26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
N. Registro			846-849	11484-11487	13762-13765	17485-17488	19923-19926	22819-22822	25079-25082	27137-27140	29389-29392	977-980	3760-3763	5618-5621
Azadinium spp.	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Protoceratium reticulatum	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	60	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Gonyaulax spinifera	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	<20
Alexandrium spp.	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	0.4	0.6	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	0.6
		Cell./l	-0.5	<20	20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	40	80	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	40
		Cell./l	-11	<20	<20	60	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	60
Dinophysis spp.	Cell./l	Retino Apstein	0.9	0.2	0.6	0.8	0.2	<0.1	0.8	0.3	<0.1	0.4	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	40	40	<20	<20	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	20	40	<20	40	<20	<20
Lingulodinium polyedra	Cell./l	Retino Apstein	0.2	0.3	<0.1	2.6	<0.1	9.4	<0.1	0.5	0.4	<0.1	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	40	<20	<20	60	<20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	60	<20	<20	80	<20	<20	<20
Ostreopsis spp.	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
Pseudo-nitzschia spp.	Cell./l	Retino Apstein	817	15249	1080	681	12	2200	364	22	21	48	152	5174
		Cell./l	-0.5	620	708000	32200	16800	120	1840	2840	2100	180	1200	5720
		Cell./l	-6.0	260	599080	163200	32280	80	860	2200	1860	140	600	60380
		Cell./l	-11	280	136160	21780	1280	40	1240	1640	1200	80	800	95780
Prorocentrum lima	Cell./l	Retino Apstein	<0.1	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
		Cell./l	-0.5	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-6.0	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20
		Cell./l	-11	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20	<20

Tabella III-29: risultati analisi fitoplancton sui campioni di acque marine prelevati nella Stazione C "Diga Foranea Esterna".

6.3.4 PARAMETRI DA CAMPO

Nella seguente tabella III-30 e figura III-19 si riportano i valori di **ossigeno disciolto (%)** e nella successiva tabella III-31 e figura III-20 i valori di **ossigeno in mg/l**, misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione C "Diga Foranea Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)	O ₂ (%)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0.5	103.00	107.70	108.10	107.10	104.80	101.20	102.10	95.00	94.90	93.30	97.50	100.60
	1.5	104.80	106.90	109.50	107.00	104.70	101.40	101.40	95.00	94.90	93.10	97.40	101.40
	3	105.90	109.60	111.70	106.60	104.90	101.60	101.50	95.00	92.70	93.20	97.50	101.40
	5	106.00	110.80	112.00	106.30	104.80	100.10	101.40	95.00	92.30	93.00	97.20	102.00
	8	106.00	108.90	110.00	103.50	104.40	98.90	101.00	94.70	89.20	92.70	97.00	101.70
	MEDIA	105.14	108.78	110.26	106.10	104.72	100.64	101.48	94.94	92.80	93.06	97.32	101.42

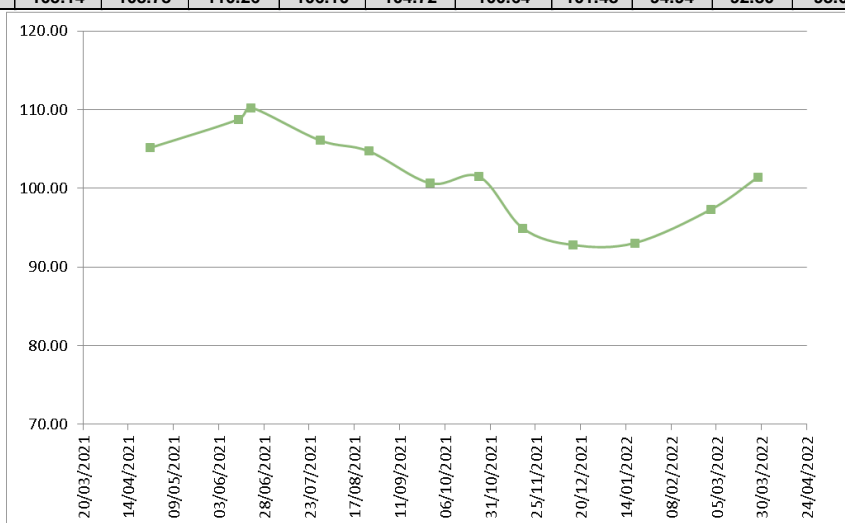


Tabella III-30 e Figura III-19: concentrazione dei valori di ossigeno disciolto (%) rilevati nella stazione C "Diga Foranea Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (mg/l)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0.5	8.14	7.50	7.14	6.86	6.91	6.92	7.36	7.41	8.04	7.78	8.23	8.36
	1.5	8.3	7.54	7.32	6.89	6.91	6.95	7.32	7.4	8.05	7.77	8.23	8.46
	3	8.4	7.89	7.49	6.89	6.92	6.99	7.33	7.41	7.78	7.77	8.22	8.5
	5	8.47	8.04	7.5	6.87	6.92	6.88	7.33	7.41	7.68	7.76	8.21	8.51
	8	8.51	7.96	7.47	6.69	6.98	6.78	7.3	7.38	7.34	7.72	8.21	8.46
	MEDIA	8.36	7.79	7.38	6.84	6.93	6.90	7.33	7.40	7.78	7.76	8.22	8.46

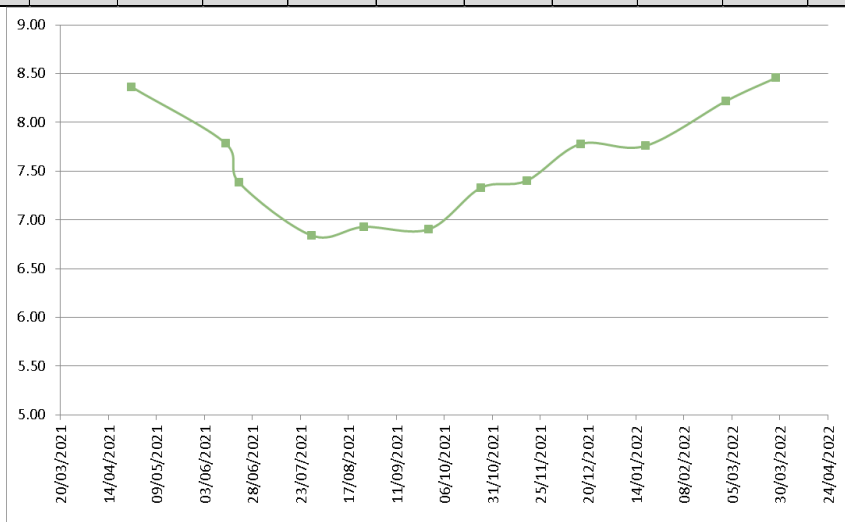


Tabella III-31 e Figura III-20: concentrazione dei valori di ossigeno in mg/l rilevati nella stazione C "Diga Foranea Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-32 e figura III-21 si riportano i valori della **Temperatura dell'acqua (°C)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione C "Diga Foranea Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C	Temp. °C
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0.5	15.54	22.98	25.41	27.46	25.55	23.92	19.53	16.94	13.08	13.78	12.88	13.60
	1.5	15.60	21.76	25.00	27.13	25.53	23.71	19.50	16.95	13.09	13.80	12.90	13.47
	3	15.53	20.94	24.63	26.96	25.43	23.57	19.48	16.96	13.73	13.82	12.87	13.37
	5	15.03	20.30	24.57	26.90	25.31	23.49	19.47	16.95	13.92	13.86	12.84	13.35
	8	14.81	19.84	23.90	26.84	24.83	23.41	19.46	16.96	14.34	13.88	12.73	13.51
	MEDIA	15.30	21.16	24.70	27.06	25.33	23.62	19.49	16.95	13.63	13.83	12.84	13.46



Tabella III-32 e Figura III-21: concentrazione dei valori della Temperatura dell'acqua (°C) rilevati nella stazione C "Diga Foranea Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-33 e figura III-22 si riportano i valori di **Salinità (PSU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione C "Diga Foranea Esterna" a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)	Salinità (PSU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0.5	37.69	37.27	37.14	37.83	38.11	37.83	39.1	37.54	37.02	37.88	37.89	38
	1.5	37.62	38.17	37.38	37.79	38.08	37.8	39.15	37.55	37	37.83	37.82	37.9
	3	37.86	38.22	37.56	37.81	38.08	37.82	39.12	37.51	37.24	37.77	37.80	38.04
	5	37.97	38.38	37.66	37.83	38.11	37.96	39.12	37.48	37.44	37.74	37.84	38.10
	8	38.00	38.48	37.91	37.8	38.11	38.19	39.13	37.49	37.59	37.83	37.86	38.14
	MEDIA	37.83	38.10	37.53	37.81	38.10	37.92	39.12	37.51	37.26	37.81	37.84	38.04

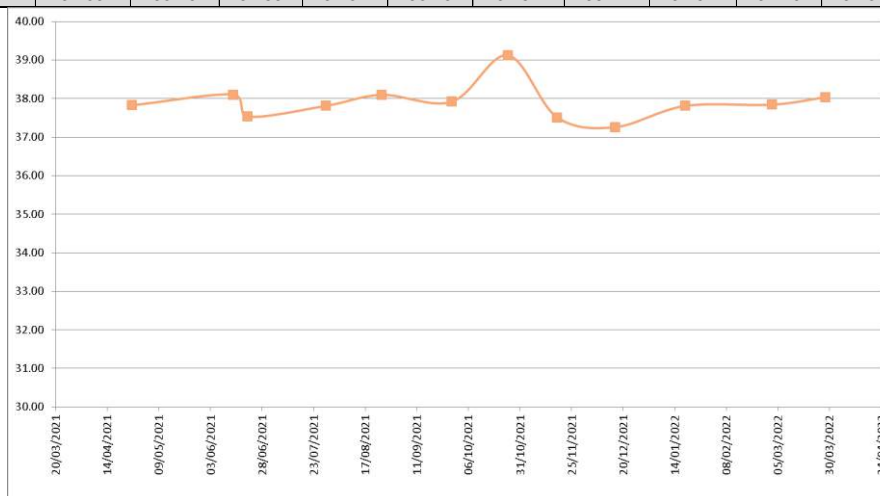


Tabella III-33 e Figura III-22: concentrazione dei valori di Salinità (PSU) rilevati nella stazione C "Diga Foranea Esterna" e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-34 e figura III-23 si riportano i valori di **pH** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione C “Diga Foranea Esterna” a diverse profondità, nonché il trend temporale dei valori medi di ciascuna campagna.

Stazione	Profondità (m)	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0,5	8.47	8.08	8.10	8.09	8.07	8.08	8.36	8.04	8.01	7.95	8.00	8.12
	1,5	8.47	8.05	8.10	8.10	8.08	8.09	8.35	8.05	8.01	7.96	8.00	8.11
	3	8.47	8.03	8.09	8.10	8.08	8.11	8.35	8.05	8.02	7.99	8.02	8.11
	5	8.47	8.02	8.09	8.11	8.08	8.12	8.35	8.06	8.03	8.01	8.03	8.11
	8	8.47	8.00	8.08	8.11	8.08	8.12	8.34	8.06	8.04	8.01	8.05	8.11
	MEDIA	8.47	8.04	8.09	8.10	8.08	8.10	8.35	8.05	8.02	7.98	8.02	8.11

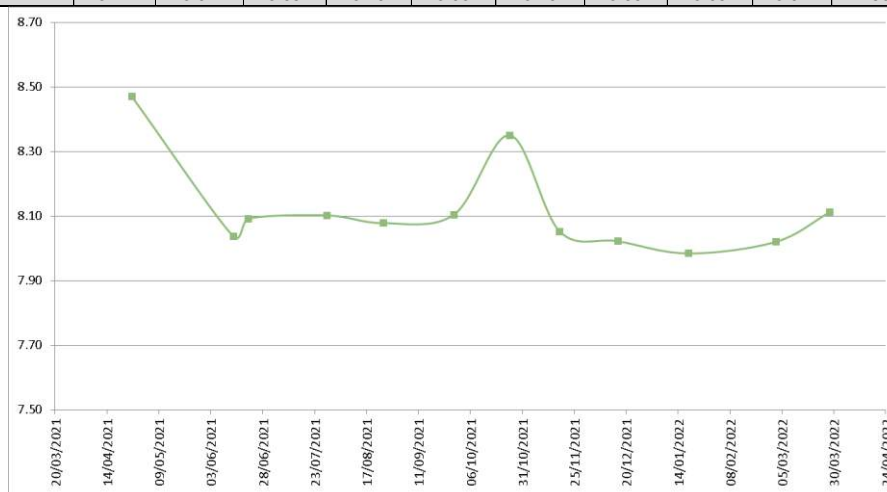


Tabella III-34 e Figura III-23: concentrazione dei valori di pH rilevati nella stazione C “Diga Foranea Esterna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

Nella seguente tabella III-35 si riportano i valori di **Torbidità (NTU)** misurati durante le 12 campagne di monitoraggio condotte nella stazione C “Diga Foranea Esterna” a diverse profondità.

Stazione	Profondità (m)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)	Torbidità (NTU)
		26/04/2021	14/06/2021	21/06/2021	29/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022
C Diga Foranea Esterna	0,5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	7,8	<2	2,4	<2
	1,5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	4,0	<2	2,2	<2
	3	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	5,5	<2	2,3	<2
	5	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	4,1	<2	2,2	<2
	8	<4	<2	<2	<2	<2	<2	<4	<2	3,1	<2	2,8	2,1

Tabella III-35: concentrazione dei valori di Torbidità (NTU) rilevati nella stazione C “Diga Foranea Esterna” e trend temporale dei valori medi rilevati per ciascuna campagna.

6.3.5 RISULTATI ANALITICI SU MATRICE ORGANICA

Per l'impianto di "Diga Foranea Esterna" valgono le considerazioni gestionali fatte per la stazione di "Bocca di Magra Esterna".

METALLI

Per quanto riguarda i limiti relativi alle sostanze chimiche vedi quanto riportato al paragrafo 6.2.5 (stazione Bocca di Magra Esterna).

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Cd <i>Cadmio</i>	mg/kg	1 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.045	0.071	↑
O. edulis				0.200	-	-
C. gigas				0.347	0.149	↓

Tabella III-36: concentrazione di Cadmio (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Hg <i>Mercurio</i>	mg/kg	0.5 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.022	0.028	↑
O. edulis				0.020	-	-
C. gigas				0.036	0.027	↓

Tabella III-37: concentrazione di Mercurio (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Pb <i>Piombo</i>	mg/kg	1.5 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.580	0.490	↓
O. edulis				0.100	-	-
C. gigas				0.780	0.310	↓

Tabella III-38: concentrazione di Piombo (mg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Ag <i>Argento</i>	mg/kg	-	<0.05	<0.10	↔
O. edulis				1.94	-	-
C. gigas				1.35	2.47	↑
MITILI	As <i>Arsenico</i>	mg/kg	-	1.49	31.7	↑
O. edulis				1.14	-	-
C. gigas				1.90	11.9	↑
MITILI	Cr totale <i>Cromo</i>	mg/kg	-	0.36	0.99	↑
O. edulis				0.09	-	-
C. gigas				0.09	0.54	↑
MITILI	Ni <i>Nichel</i>	mg/kg	-	0.34	0.71	↑
O. edulis				0.08	-	-
C. gigas				0.12	0.34	↑
MITILI	Cu <i>Rame</i>	mg/kg	-	1.01	1.1	↑
O. edulis				12.8	-	-
C. gigas				134	133	↓
MITILI	Zn <i>Zinco</i>	mg/kg	-	33	17	↓
O. edulis				280	-	-
C. gigas				1104	586	↓
MITILI	Umidità	mg/kg	-	86.5	85.69	-
O. edulis				-	-	-
C. gigas				-	85.91	-

Tabella III-39: concentrazione di Argento, Arsenico, Cromo totale, Nichel, Rame, Zinco (mg/kg di peso fresco) e Umidità nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

DIOSSINE E COMPOSTI DI OSSINA SIMILI

Per quanto riguarda i limiti relativi alle sostanze chimiche vedi quanto riportato al paragrafo 6.2.5 (stazione Bocca di Magra Esterna).

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	2,3,7,8-Tetraclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0139	0,00721	↓
MITILI	1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0144	0,00558	↓
MITILI	1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,0588	0,00461	↓
MITILI	1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	<0.00581	0,00461	↔
MITILI	1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	<0.00532	0,0042	↔
MITILI	1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,171	0,266	↑
MITILI	Octaclorodibenzodiossina	pg/kg	-	0,822	1,12	↑
MITILI	2,3,7,8-Tetraclorodibenzofurano	pg/kg	-	1,52	0,349	↓
MITILI	1,2,3,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0859	0,00461	↓
MITILI	2,3,4,7,8-Pentaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,23	0,00522	↓
MITILI	1,2,3,4,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0393	0,0107	↓
MITILI	1,2,3,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0365	0,0109	↓
MITILI	2,3,4,6,7,8-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.00999	0,0169	↑
MITILI	1,2,3,7,8,9-Esaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.0101	0,0195	↑
MITILI	1,2,3,4,6,7,8-Eptaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,0521	0,000759	↓
MITILI	1,2,3,4,7,8,9-Eptaclorodibenzofurano	pg/kg	-	<0.00215	0,00103	↔
MITILI	Octaclorodibenzofurano	pg/kg	-	0,056	0,000884	↓
MITILI	OMS-PCDD/F - TEQ	pg/kg	3.5 (Reg UE 1259/11) 1.5 (Racc. Commi. del 11/09/2014 (2014/663/UE)	0,271	0,0595	↓

Tabella III-40: concentrazione di PCDD/F (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				Tzero		
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	PCB 77	pg/kg	-	38,2	13,5	↓
MITILI	PCB 81	pg/kg	-	1,73	0,577	↓
MITILI	PCB 105	pg/kg	-	478	148	↓
MITILI	PCB 114	pg/kg	-	18,2	5,93	↓
MITILI	PCB 118	pg/kg	-	1894	502	↓
MITILI	PCB 123	pg/kg	-	34,4	9,66	↓
MITILI	PCB 126	pg/kg	-	8,52	3,99	↓
MITILI	PCB 156	pg/kg	-	174	66,4	↓
MITILI	PCB 157	pg/kg	-	49,3	19,1	↓
MITILI	PCB 167	pg/kg	-	171	59,4	↓
MITILI	PCB 169	pg/kg	-	0,656	0,441	↓
MITILI	PCB 189	pg/kg	-	21,3	8,09	↓
MITILI	OMS-PCB-TEQ	pg/kg	2.5 <i>Racc. Commissione del 11/09/2014 (2014/663/UE)</i>	0,966	0,439	↓
MITILI	Sommatoria (OMS-PCDD/F-TEQ+OMS-PCB-TEQ)	pg/kg	6.5 <i>(Reg UE 1259/11)</i>	1,24	0,498	↓
MITILI	PCB 28 *	pg/kg	-	0,0746	0,0302	↓
MITILI	PCB 52 *	pg/kg	-	0,6	0,172	↓
MITILI	PCB 101 *	pg/kg	-	2,25	0,596	↓
MITILI	PCB 138 *	pg/kg	-	3,03	0,674	↓
MITILI	PCB 153 *	pg/kg	-	6,93	1,37	↓
MITILI	PCB 180 *	pg/kg	-	0,46	0,157	↓
MITILI	Sommatoria PCB Marker (28+52+101+138+153+180) *	pg/kg	75 <i>(Reg UE 1259/11)</i>	13,3	2,99	↓

Tabella III-41: concentrazione di PCB (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

IPA

Per quanto riguarda i limiti relativi alle sostanze chimiche vedi quanto riportato al paragrafo 6.2.5 (stazione Bocca di Magra Esterna).

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO <i>T_{zero}</i>	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Benzo(a)antracene	$\mu\text{g}/\text{kg}$	-	<0.2	<0.2	↔
MITILI	Crisene	$\mu\text{g}/\text{kg}$	-	1,2	0,9	↓
MITILI	Benzo(b)fluorantene	$\mu\text{g}/\text{kg}$	-	0,5	0,2	↓
MITILI	Benzo(a)pirene	$\mu\text{g}/\text{kg}$	5 (Reg.UE 835/11)	<0.2	<0.2	↔
MITILI	Sommatoria IPA	$\mu\text{g}/\text{kg}$	30 (Reg.UE 835/11)	2	1,1	↓

Tabella III-42: concentrazione di IPA (pg/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Esterna.

RADIONUCLIDI

Per quanto riguarda i limiti relativi alle sostanze chimiche vedi quanto riportato al paragrafo 6.2.5 (stazione Bocca di Magra Esterna).

Matrice	Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO <i>T_{zero}</i>	Campione FINALE	Tendenza bioaccumulo
				18/03/2021	28/03/2022	
MITILI	Radioisotopo Ba-133	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Co-60	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Cs-134	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo Cs-137	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔
MITILI	Radioisotopo I-131	Bq/kg	-	NR	<2.9	↔
MITILI	Radioisotopo K-40	Bq/kg	-	26	34,1	↑
MITILI	Radioisotopo Mn-54	Bq/kg	-	<0.13	<0.13	↔

Tabella III-43: concentrazione di Radionuclidi (Bq/kg di peso fresco) nei molluschi prelevati nella stazione C – Diga Foranea Est.

7.0 VALUTAZIONI GENERALI

7.1 STATO TROFICO DELLE ACQUE

7.1.1 CLOROFILLA *a*

La concentrazione di **clorofilla "a"** fornisce la misura del principale pigmento fotosintetico delle microalghe presenti nelle acque. Essa viene utilizzata per stimare indirettamente la biomassa fitoplanctonica e rappresenta un efficace indicatore della produttività del sistema, determinando il livello di eutrofizzazione delle acque. La clorofilla "a" è un componente fondamentale degli indici trofici (valutazione della produzione primaria) come ad esempio il TRIX applicato nella valutazione delle caratteristiche trofiche del corpo idrico. Nella seguente Figura III-24 si riporta l'andamento temporale della clorofilla "a" nelle 3 stazioni di campionamento. Osservando il grafico nella *stazione C "Diga Foranea Esterna"* si notano due picchi nei campionamenti del 28/09/2021 e 16/12/2021. Questo parametro trova anche una correlazione con le portate fluviali, in quanto gli apporti di acque dolci, trasportando a mare sostanze nutritive (sali di N e P), possono innescare e sostenere le fioriture microalgali, come si può osservare nel picco del 27/05/2021 riscontrato nella *stazione B "Bocca di Magra Interna"*, preceduto da una precipitazione cumulata giornaliera di 35.2 mm del 24/05/2021 e una cumulata dei 26 giorni precedenti di 144 mm. I valori riscontrati nel progetto FEAMP sono confrontabili con le concentrazioni di clorofilla "a" rilevati nelle stazioni di monitoraggio ex Dlgs 152/2006 e Dlgs 190/2010 dal 2014 al 2020 (vedi Parte II).

In conformità con quanto previsto nel D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., la classificazione (stato di qualità ambientale) per rappresentare l'indicatore è effettuata in funzione della tipologia del corpo idrico. In particolare, per il *macrotipo 1*, corrispondente ai siti costieri fortemente influenzati da apporti di acqua dolce continentale, il valore di clorofilla "a" è calcolato mediante la media geometrica. Per i tipi ricompresi nei *macrotipi 2 e 3*, corrispondenti a siti costieri moderatamente influenzati o non influenzati da apporti di acqua dolce continentale, per il calcolo del valore di clorofilla "a" si è considerato il 90° percentile con una valutazione "*distribution free*".

Tenuto conto del documento inviato dal Ministero della Transizione Ecologica avente ad oggetto "*Aggiornamento metodi di classificazione acque superficiali - DM 8 novembre 2010, n. 260*" prot. Mite n. 90265 del 19/07/2022, si evidenzia come per le acque marino-costiere i valori riportati nel DM 260/10 non erano stati ancora sottoposti al processo di intercalibrazione Europea. Nel corso della seconda e della terza fase della Common Implementation Strategy promossa dalla Commissione Europea per garantire l'armonizzazione dei limiti di classe e delle condizioni di riferimento tra gli Stati Membri per gli elementi di qualità biologica, per l'EQB Fitoplancton nell'ambito del gruppo Mediterraneo, per l'Italia è stato possibile intercalibrare solo i tipi IA e IIA Adriatico. Il risultato dell'intercalibrazione è stato pubblicato nella III COM DEC (DECISIONE (UE) 2018/229 DELLA COMMISSIONE del 12 febbraio 2018). Per i tipi IIA Tirrenico e IIIW (Tipo3) non è stato possibile effettuare una intercalibrazione, ma i limiti di classe e le condizioni di riferimento sono state ricalcolate sulla base delle indicazioni della Commissione per l'analisi delle pressioni e i nuovi valori sono riportati nell'allegato metodologico ISPRA "*Criteri tecnici per la classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici delle acque marino costiere elemento di qualità biologica: fitoplancton aprile 2018*".

Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei limiti di classe e dei valori di riferimento per tutti i tipi per l'EQB Fitoplancton (Tabb. III-44 e III-45):

Limiti di classe	Tipo 1 (alta stabilità) (IA)		Tipo 2 (media stabilità: solo per acque costiere adriatiche) (IIA Adriatico)		Tipo 2 (media stabilità) (IIA Tirrenico)	
	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE	Chl a 90° percentile (µg/L)	RQE
valori di riferimento	3,93		0,87		0,77	
Elevato/Buono	5,6	0,85	1,70	0,82	1,17	0,84
Buono/Sufficiente	14,1	0,62	4,00	0,61	2,90	0,62
Sufficiente/Scarso	35,2	0,38	9,30	0,40	7,10	0,40
Scarso/Cattivo	70,1	0,20	21,7	0,19	17,6	0,18

Tabella III-44: limiti di classe fra gli stati e valori di riferimento per fitoplancton.

Tipo 3 (bassa stabilità) (IIIW)	Chl a 90° percentile (µg/L)
-	1,17
solo per acque costiere adriatiche	1,70

Tabella III-45: Tipo 3, soglie di attenzione delle concentrazioni di Clorofilla *a*

Nelle seguenti tabelle III-46e III-47, a titolo di esempio, si riporta l'analisi statistica dei dati osservati e i valori dell'indicatore clorofilla *a* calcolati nelle 3 stazioni del progetto, in riferimento ad un solo anno di monitoraggio e non cinque come previsto dalla norma.

STATISTICA	STAZIONE A	STAZIONE B	STAZIONE C
Dimensione campione	12	12	12
Media	0.47	0.51	0.59
Mediana	0.48	0.41	0.46
Range	0.25-0.75	0.23-1.14	0.20-1.42
90° percentile misurato	0.60	0.79	1.26

Tabella III-46: statistica dei valori osservati di clorofilla *a* nelle 3 stazioni del progetto (1 anno di monitoraggio) .

STAZIONE	MACROTIPO	STABILITA'	ELEVATO/BUONO	BUONO/SUFFICIENTE	VALORE
A	2	MEDIA	<1.17	<2.9	0.60
B	2	MEDIA	<1.17	<2.9	0.79
C	3	BASSA	<1.17 (valore soglia)		1.26

Tabella III-47: classificazione dello stato di qualità dell'indicatore clorofilla *a* nelle 3 stazioni del progetto (1 anno di monitoraggio) .

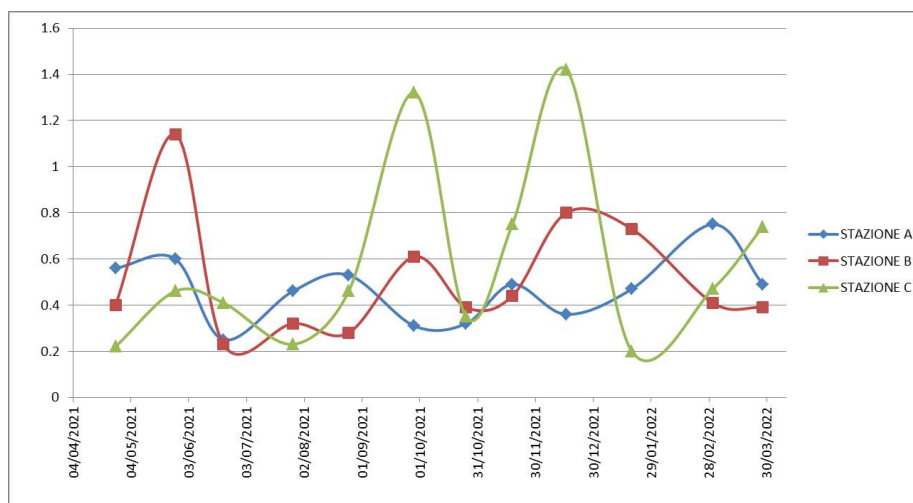


Figura III-24: andamento temporale delle concentrazioni di clorofilla *a* (µg/l) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

7.1.2 NUTRIENTI

L'azoto nitrico ($N-NO_3$) è una componente solubile dell'azoto e il suo andamento annuale è strettamente correlato alle portate dei fiumi che immettono acqua dolce in mare, a loro volta influenzate dalle precipitazioni atmosferiche.

Analizzando l'andamento temporale delle concentrazioni di $N-NO_3$ durante l'anno si confermano fluttuazioni più marcate del parametro nella stazione B - "Bocca di Magra Esterna" a conferma della maggior influenza degli apporti diretti e più cospicui di acque dolci dal bacino del fiume Magra (Figura III-25).

Come si può osservare, il picco di concentrazione di azoto nitrico del 28/09/2021 riscontrato nella stazione B "Bocca di Magra Interna", è stato preceduto da una precipitazione cumulata giornaliera di 92.2 mm del 26/09/2021 e una cumulata dei 27 giorni precedenti di 218 mm.

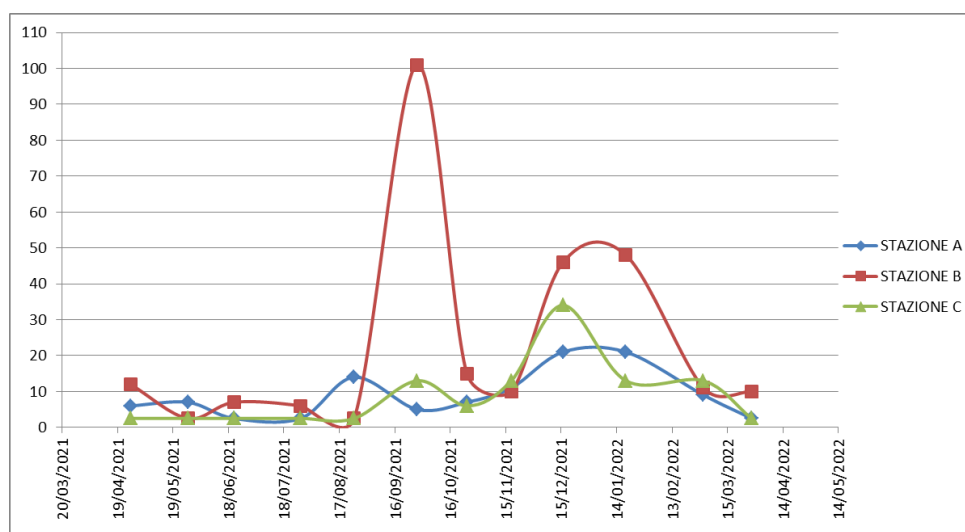


Figura III-25: andamento temporale delle concentrazioni di azoto nitrico ($\mu\text{g/l}$) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

Nella seguente Tabella III-48 si riporta l'analisi statistica della distribuzione dei valori di azoto nitrico monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in $\mu\text{gMoli/litro}$.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	9.0 (0.64)	7.0 (0.50)	2.5-21 (0.18-1.50)	4.4 (0.31)	11.8 (0.84)
B	22.6 (1.61)	10.5 (0.75)	2.5-101 (0.18-7.21)	6.8 (0.49)	22.8 (1.63)
C	8.9 (0.64)	4.3 (0.31)	2.5-34 (0.18-2.43)	2.5 (0.18)	13.0 (0.93)

Tabella III-48: analisi statistica delle concentrazioni di azoto nitrico espresse in $\mu\text{g/l-N}$ e in $\mu\text{gMoli/litro}$ (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

I valori medi di azoto nitrico riscontrati nelle stazioni A – B – C sono generalmente inferiori a quelli monitorati da ARPAL negli anni precedenti (vedi Parte I).

Per quanto riguarda l'azoto nitroso ($N-NO_2$) le concentrazioni riscontrate in tutte le 3 stazioni di monitoraggio, nei 12 mesi di progetto, sono sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale di $<5 \mu\text{g/l}$. Situazione analoga si è riscontrata nei precedenti monitoraggi ARPAL. L'apporto di acqua dolce del Fiume Magra e delle precipitazioni non sembrano causare nelle stazioni in esame un incremento di concentrazione di tale parametro, non evidenziandosi una correlazione con l'azoto nitrico.

Relativamente all'**azoto ammoniacale (N-NH₃)**, tale parametro presenta un andamento temporale analogo a quello dell'azoto nitrico per la *stazione B – Bocca di Magra Esterna*, mentre il picco massimo si è riscontrato nella *stazione A – Bocca di Magra Interna* in data 25/08/2021 con una concentrazione di 43 µg/l (Figura III-26).

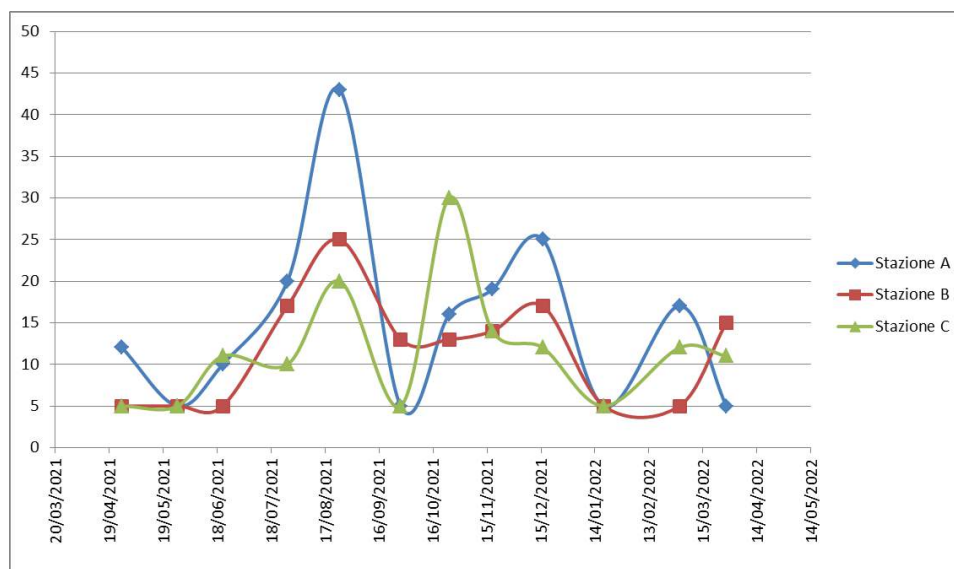


Figura III-26: andamento temporale delle concentrazioni di azoto ammoniacale (µg/l) nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna – Bocca di Magra Esterna” – C “Diga Foranea Esterna”.

Nella seguente Tabella III-49 si riporta l’analisi statistica della distribuzione dei valori di azoto ammoniacale monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in µgMoli/litro.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	15.2 <i>(1.09)</i>	14.0 <i>(1.00)</i>	5-43 <i>(0.36-3.07)</i>	5 <i>(0.36)</i>	19.3 <i>(1.38)</i>
B	11.6 <i>(0.83)</i>	13.0 <i>(0.93)</i>	5-25 <i>(0.36-1.79)</i>	5 <i>(0.36)</i>	15.5 <i>(1.11)</i>
C	11.7 <i>(0.84)</i>	11.0 <i>(0.79)</i>	5-30 <i>(0.36-2.14)</i>	5 <i>(0.36)</i>	12.5 <i>(0.89)</i>

Tabella III-49: analisi statistica delle concentrazioni di azoto ammoniacale espresse in µg/l –N e in µgMoli/litro (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna – Bocca di Magra Esterna” – C “Diga Foranea Esterna”.

I valori medi di azoto ammoniacale riscontrati nelle *stazioni A, B e C* sono confrontabili con quelli monitorati da ARPAL negli anni precedenti (vedi Parte I).

Relativamente ai risultati di progetto, anche per l'**azoto totale (N – tot)** si rileva una variabilità temporale per ciascuna stazione di monitoraggio, mentre i loro valori medi sono paragonabili (figura III-27).

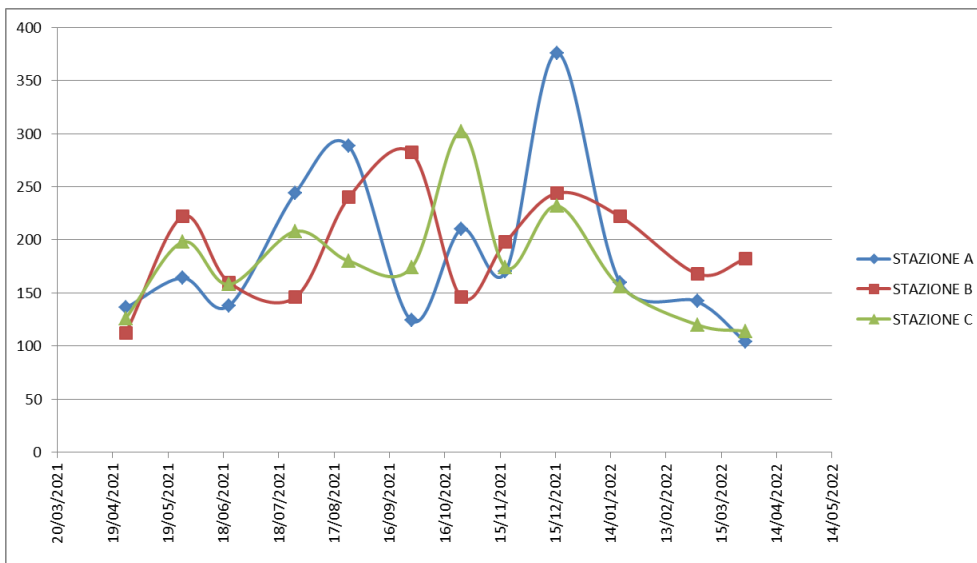


Figura III-27: andamento temporale delle concentrazioni di azoto totale ($\mu\text{g/l}$) nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna” – B “Bocca di Magra Esterna” – C “Diga Foranea Esterna”.

Nella seguente Tabella III-50 si riporta l’analisi statistica della distribuzione dei valori di azoto totale monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in $\mu\text{gMoli/litro}$.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	188 <i>(13.43)</i>	162 <i>(11.57)</i>	104-376 <i>(7.43-26.86)</i>	138 <i>(7.43)</i>	219 <i>(26.86)</i>
B	194 <i>(13.86)</i>	190 <i>(13.57)</i>	112-282 <i>(8.00-20.14)</i>	157 <i>(8.00)</i>	227 <i>(20.14)</i>
C	179 <i>(12.79)</i>	174 <i>(12.43)</i>	114-302 <i>(8.14-21.57)</i>	149 <i>(8.14)</i>	201 <i>(21.57)</i>

Tabella III-50: analisi statistica delle concentrazioni di azoto totale espresse in $\mu\text{g/l}$ –N e in $\mu\text{gMoli/litro}$ (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna” – B “Bocca di Magra Esterna” – C “Diga Foranea Esterna”.

Relativamente all’**ortofosfato (P-PO₄)** nella *stazione B – Bocca di Magra Esterna* si rilevano valori sempre inferiori al limite di rilevabilità strumentale di $<5 \mu\text{g/l}$; mentre nella *stazione C – Diga Foranea Esterna* si riscontra il valore in assoluto più elevato pari a $50 \mu\text{g/l}$ nella campagna del 25/10/2021. Complessivamente nelle 3 stazioni su 36 rilevamenti, solo su 5 campioni si sono riscontrate concentrazioni $> 5 \mu\text{g/l}$ (figura III-28).

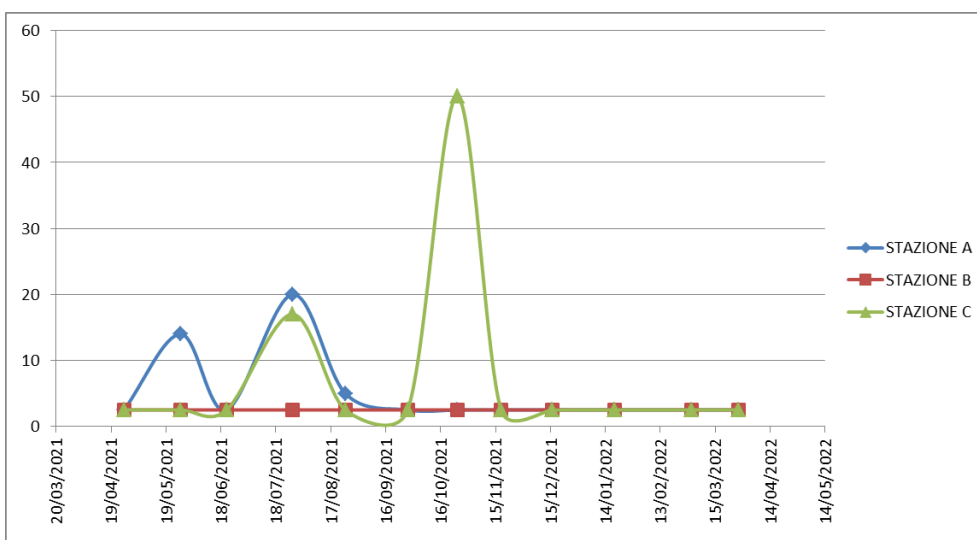


Figura III-28: andamento temporale delle concentrazioni di ortofosfato espresse in $\mu\text{g/l}$ –N e in $\mu\text{gMoli/litro}$ (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna” – B “Bocca di Magra Esterna” – C “Diga Foranea Esterna”.

Nella seguente Tabella III-51 si riporta l'analisi statistica della distribuzione dei valori dell'ortofosfato monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in $\mu\text{gMoli/litro}$.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	5.1 (0.16)	2.5 (0.08)	2.5-20 (0.08-0.65)	2.5 (0.08)	3.1 (0.65)
B	2.5 (0.08)	2.5 (0.08)	2.5-2.5 (0.08-0.08)	2.5 (0.08)	2.5 (0.08)
C	7.7 (0.25)	2.5 (0.08)	2.5-50 (0.08-1.61)	2.5 (0.08)	2.5 (0.08)

Tabella III-51: analisi statistica delle concentrazioni di ortofosfato espresse in $\mu\text{g/l -P}$ e in $\mu\text{gMoli/litro}$ (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

Tenuto conto che oltre l'85% dei campioni presenta valori inferiori al limite di rilevabilità di $<5 \mu\text{g/l}$, e quindi non considerando in questo caso i valori medi bensì la mediana, si può affermare che i valori di ortofosfati riscontrati nelle stazioni A, B e C sono confrontabili con quelli monitorati da ARPAL negli anni precedenti (vedi Parte I).

Il trend temporale del **fosforo totale** è analogo a quello riscontrato per l'ortofosfato, con un picco di $66 \mu\text{g/l}$ rilevati nel campione prelevato in data 25/10/2021 nella stazione C – Diga Foranea Esterna. Complessivamente nelle 3 stazioni su 36 rilevamenti, solo su 7 campioni si sono riscontrate concentrazioni $> 5 \mu\text{g/l}$ (Figura III-29).

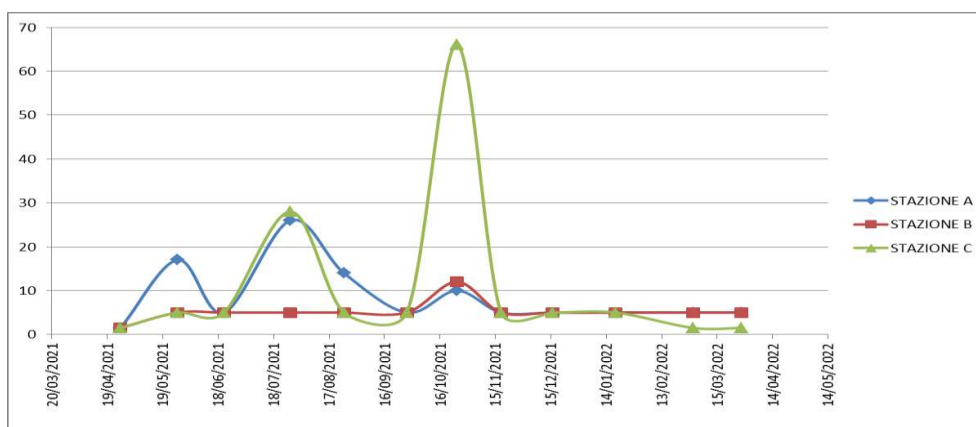


Figura III-29: andamento temporale delle concentrazioni di fosforo totale ($\mu\text{g/l}$) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

Nella seguente Tabella III-52 si riporta l'analisi statistica della distribuzione dei valori di fosforo totale monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in $\mu\text{gMoli/litro}$.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	8.6 (0.28)	5 (0.16)	1.5-26 (0.05-0.84)	5.0 (0.16)	11 (0.84)
B	5.3 (0.17)	5 (0.16)	1.5-12 (0.05-0.39)	5.0 (0.16)	5 (0.16)
C	11.1 (0.36)	5 (0.16)	1.5-66 (0.05-2.13)	4.1 (0.13)	5 (0.16)

Tabella III-52: analisi statistica delle concentrazioni di fosforo totale espresse in $\mu\text{g/l -P}$ e in $\mu\text{gMoli/litro}$ (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

I valori medi di fosforo totale riscontrati nelle stazioni A, B e C sono generalmente superiori, comunque confrontabili con quelli monitorati da ARPAL negli anni precedenti (vedi Parte II).

Anche per i **silicati**, come gli altri elementi nutritivi precedentemente analizzati, si osserva un andamento strettamente correlato alle portate fluviali del fiume Magra. In particolare, il picco di concentrazione di silicati

di 692 µg/l SiO₂ del 28/09/2021, riscontrato nella stazione B "Bocca di Magra Interna", è stato preceduto da una precipitazione cumulata giornaliera di 92.2 mm del 26/09/2021 e una cumulata dei 27 giorni precedenti di 218 mm (Figura III-30).

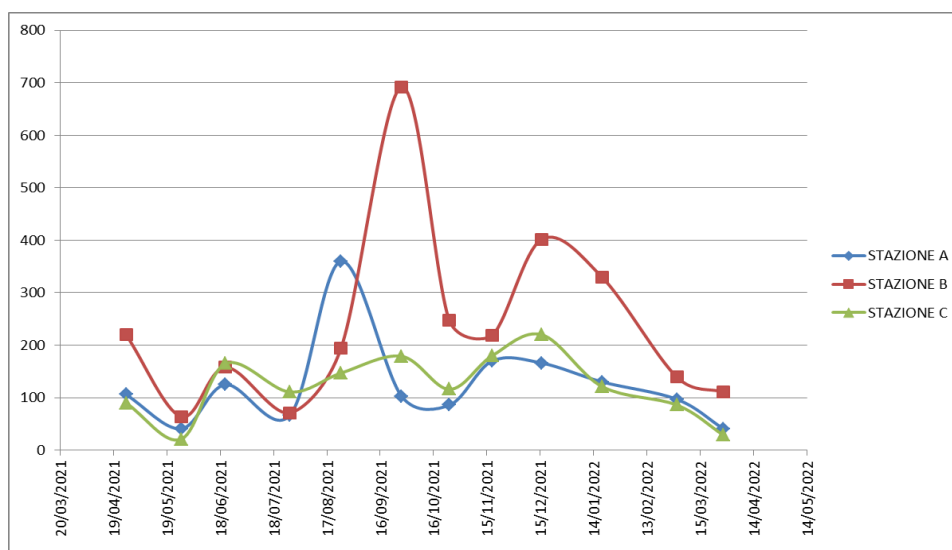


Figura III-30: andamento temporale delle concentrazioni dei silicati espresse in µg/l –SiO₂ nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

Nella seguente Tabella III-53 si riporta l'analisi statistica della distribuzione dei valori di silicati monitorati durante il progetto FEAMP. Tra parentesi e in corsivo si riportano i valori espressi in µgMoli/litro.

STAZIONE	media	mediana	range	25° percentile	75° percentile
A	124 <i>(2.07)</i>	105 <i>(1.75)</i>	41-360 <i>(0.68-6.00)</i>	81 <i>(0.68)</i>	139 <i>(6.00)</i>
B	237 <i>(3.95)</i>	207 <i>(3.45)</i>	64-692 <i>(1.07-11.53)</i>	132 <i>(1.07)</i>	268 <i>(11.53)</i>
C	122 <i>(2.03)</i>	119 <i>(1.98)</i>	21-220 <i>(0.35-3.67)</i>	89 <i>(0.35)</i>	169 <i>(3.67)</i>

Tabella III-53: analisi statistica delle concentrazioni di silicati espresse in µg/l –SiO₂ e in µgMoli/litro (tra parentesi e in corsivo) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

I valori medi di silicati riscontrati nelle stazioni A e B sono significativamente inferiori a quelli monitorati da ARPAL negli anni precedenti, mentre quelli della stazione C sono confrontabili (vedi Parte I).

Seguendo le indicazioni del D.Lgs 152/2006, a latere del progetto FEAMP, nelle campagne di giugno, settembre, dicembre 2021 e marzo 2022 si è provveduto ad analizzare in laboratorio le concentrazioni di **Solidi Sospesi Totali (SST)** e il **Colore**. Per quanto riguarda i SST i valori riscontrati sono tutti inferiori a 12 mg/l (Figura III-32). Per il Colore i valori riscontrati sono sempre inferiori al limite di rilevabilità di <5 Hazem.

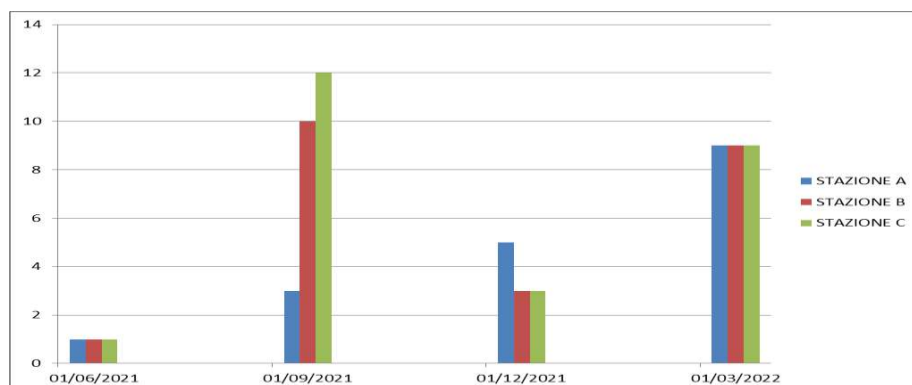


Figura III-31: distribuzione delle concentrazioni di Solidi Sospesi Totali – SST (mg/l) nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

7.1.3 INDICE TROFICO - TRIX

Nelle seguenti tabella III-54 e figura III-33 si riportano gli andamenti mensili e i valori medi annuali del TRIX calcolato nelle 3 stazioni del progetto FEAMP. Il giudizio complessivo sulla qualità trofica delle acque marine delle tre aree sperimentali è "BUONO", a conferma di quanto rilevato negli anni dalla Regione Liguria.

	26/04/2021	27/05/2021	21/06/2021	27/07/2021	25/08/2021	28/09/2021	25/10/2021	18/11/2021	16/12/2021	19/01/2022	02/03/2022	28/03/2022	MEDIA ANNUA
STAZIONE A	3.73	4.44	4.04	4.8	4.6	3.33	3.81	4.03	4.36	4.1	4.06	3.12	4.03
STAZIONE B	3.46	4.38	4.03	3.85	3.93	4.11	3.8	3.89	4.22	4.21	3.77	2.79	3.87
STAZIONE C	3.19	4.25	4.18	4.51	3.99	3.64	4.59	4.18	4.65	4.53	3.86	3.75	3.94

Tabella III-54: valori mensili e medie annuali del TRIX nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" – B "Bocca di Magra Esterna" – C "Diga Foranea Esterna".

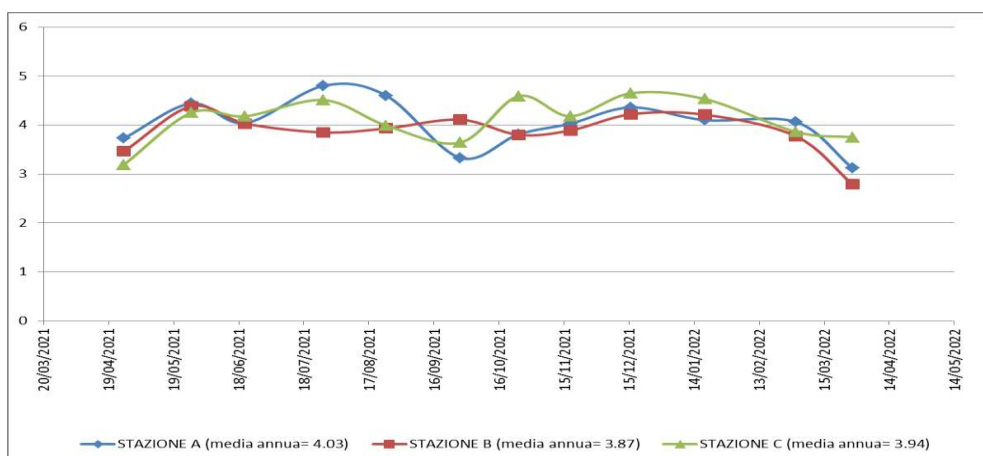


Figura III-32: andamento mensile del TRIX nelle stazioni: A "Bocca di Magra Interna"–B "Bocca di Magra Esterna"–C "Diga Foranea Esterna".

7.2 COMUNITA' FITOPLANCTONICA

L'analisi della composizione della comunità fitoplanctonica delle tre aree oggetto di valutazione, è apparsa complessivamente piuttosto omogenea con dati qualitativi sovrapponibili.

Le comunità fitoplanctoniche sono apparse ricche e ben diversificate, con la dominanza delle **diatomee** rispetto agli altri gruppi algali. Le maggiori concentrazioni sono state rilevate nel periodo tardo primaverile-estivo (maggio e giugno), in coincidenza dell'incremento di temperatura successivo al maggior apporto di nutrienti di origine terrigena rispecchiando le dinamiche stagionali rilevabili anche nelle altre aree monitorate nell'ambito del Piano di Sorveglianza della Molluschicoltura all'interno del Golfo.

Tra i ceppi algali potenzialmente tossici il gruppo delle diatomee appartenenti al genere *Pseudo-Nitzschia* (potenzialmente responsabile della *Amnesic Shellfish Poisoning* a causa della produzione di acido domoico), è stato quello rilevato con maggiore frequenza e in concentrazioni più significative soprattutto in corrispondenza della stazione di campionamento C (diga foranea Ponente), in cui i valori rilevati hanno in qualche caso superato il "livello di attenzione" stabilito dal piano di sorveglianza adottato per le aree classificate (*Early warning*), derivato dall'analisi dei dati rilevati nel corso dei monitoraggi effettuati dall'anno 2000 ad oggi per ciascuna specie algale potenzialmente tossica e che vanno considerati solo come cautelativi se rilevati in coincidenza a concentrazioni significative delle biotossine da loro prodotte. Nelle seguenti figure si rappresentano gli andamenti delle concentrazioni di *Pseudo-Nitzschia*.

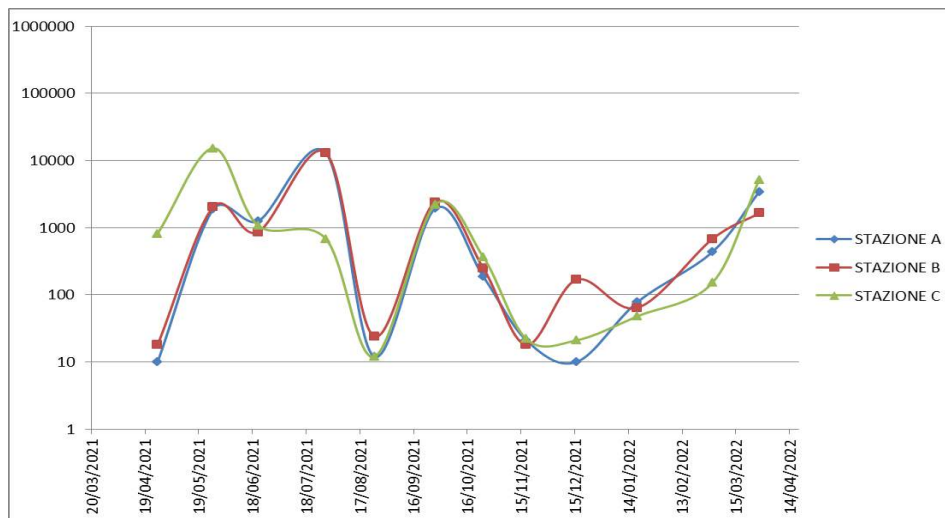


Figura III-33: andamento concentrazioni mensili di *Pseudo-nitzschia spp.* (Cell/l nella retinata) nelle stazioni: A "Bocca di Magra Interna"—B "Bocca di Magra Esterna"—C "Diga Foranea Esterna".

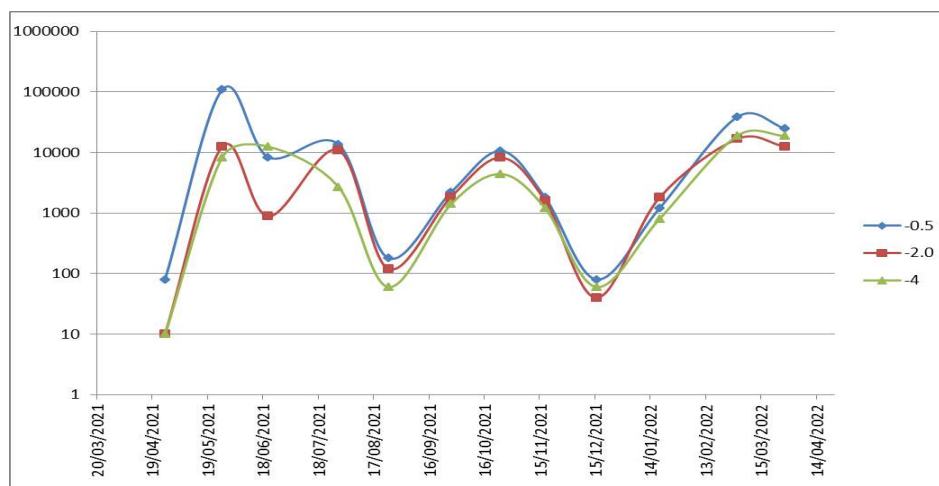


Figura III-34: andamento concentrazioni mensili di *Pseudo-nitzschia spp.* (Cell/l – scala Log 10) a differenti profondità (-0.5 m; -2 m; -4M) nella stazione A "Bocca di Magra Interna".

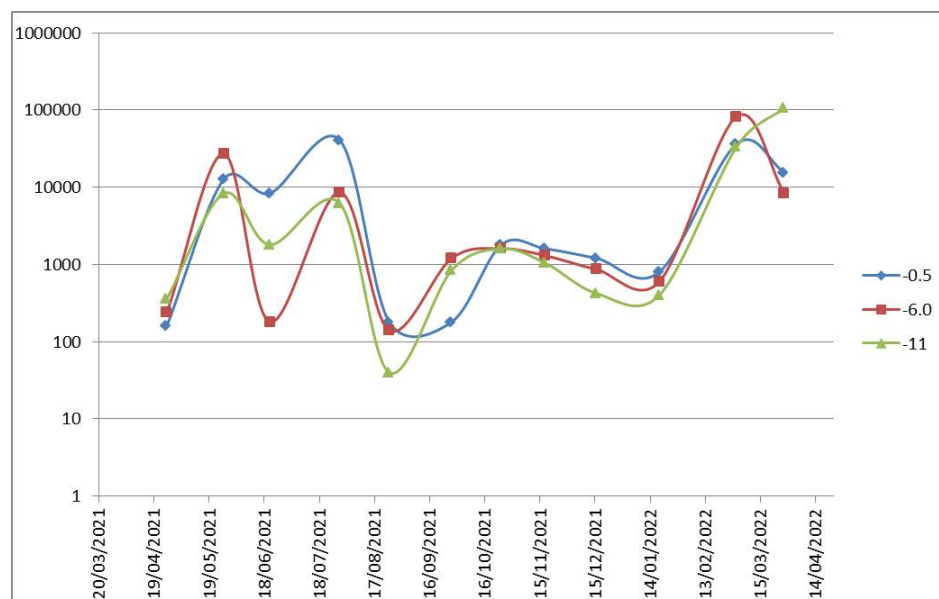


Figura III-35: andamento concentrazioni mensili di *Pseudo-nitzschia spp.* (Cell/l – scala Log 10) a differenti profondità (-0.5 m; -2 m; -4M) nella stazione B "Bocca di Magra Esterna".

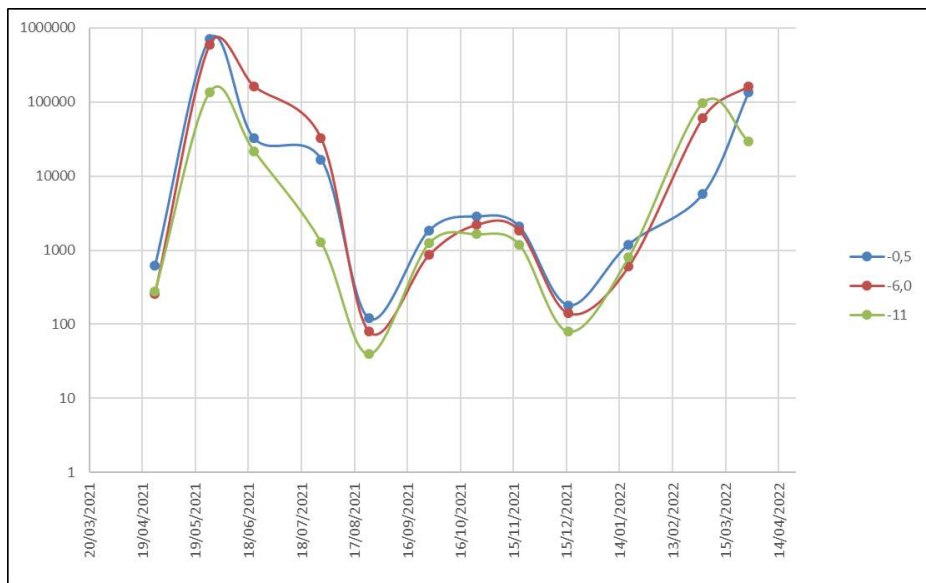


Figura III-36: andamento concentrazioni mensili di *Pseudo-nitzschia spp.* (Cell/l – scala Log 10) a differenti profondità (-0.5 m; - 2 m; -4M) nella stazione C “Diga Foranea Esterna”.

7.3 PARAMETRI DA CAMPO

Nelle seguenti tabelle si riportano i risultati della statistica di base (media, mediana, range, 25° percentile, 75° percentile) dei valori di tutti i parametri misurati per ciascuna stazione, ad ogni profondità e nelle 12 campagne di monitoraggio (n=60).

STAZIONE A – BOCCA DI MAGRA INTERNA

Parametro Statistica	Ossigeno %	Ossigeno mg/l	Temp. Acqua °C	Salinità (PSU)	pH	Torbidità (NTU)
MEDIA	101.3	7.56	19.19	37.80	8.11	1.47
MEDIANA	101.7	7.48	18.66	37.89	8.08	1.00
RANGE	91.7-113.6	6.66-8.69	12.33-27.07	34.78-39.31	7.95-8.46	1.00-11.00
25° PERCENTILE	95.3	7.19	13.92	37.51	8.02	1.00
75° PERCENTILE	105.1	7.95	24.08	38.05	8.14	2.00

Tabella III-55: analisi statistica dei parametri da campo nelle stazioni A “Bocca di Magra Interna”

STAZIONE B – BOCCA DI MAGRA ESTERNA

Parametro Statistica	Ossigeno %	Ossigeno mg/l	Temp. Acqua °C	Salinità (PSU)	pH	Torbidità (NTU)
MEDIA	102.0	7.65	18.72	37.36	8.11	1.17
MEDIANA	102.5	7.53	18.27	37.54	8.08	1.00
RANGE	93.6-115.0	5.92-8.57	11.56-26.54	34.38-39.10	7.91-8.44	1.00-2.00
25° PERCENTILE	97.1	7.27	13.46	37.05	8.02	1.00
75° PERCENTILE	105.0	8.27	23.84	37.96	8.14	1.00

Tabella III-56: analisi statistica dei parametri da campo nelle stazioni B “Bocca di Magra Esterna”

STAZIONE C – DIGA FORANEA ESTERNA

Parametro Statistica	Ossigeno %	Ossigeno mg/l	Temp. Acqua °C	Salinità (PSU)	pH	Torbidità (NTU)
MEDIA	101.4	7.60	18.95	37.91	8.12	1.63
MEDIANA	101.5	7.50	18.21	37.83	8.08	1.00
RANGE	89.2-112.0	6.69-8.51	12.73-27.46	37.00-39.15	7.95-8.47	1.00-7.80
25° PERCENTILE	96.5	7.10	13.81	37.65	8.03	1.00
75° PERCENTILE	106.0	8.07	23.91	38.09	8.11	2.00

Tabella III-57: analisi statistica dei parametri da campo nelle stazioni C “Diga Foranea Esterna”

7.4 DISTRIBUZIONE DEI METALLI E DEI COMPOSTI ORGANICI NEI MOLLUSCHI

Nei seguenti paragrafi i risultati delle analisi chimiche condotte sulla matrice organica e rappresentati nei precedenti paragrafi 6.1.5 e 6.2.5, verranno valutati al fine di evidenziare le tendenze osservate durante l'anno di sperimentazione.

7.4.1 METALLI

L'inquinamento delle acque marine è dovuto principalmente allo sviluppo delle attività antropiche che determinano l'immissione, diretta o indiretta, nell'ambiente acquatico di sostanze in grado di provocare effetti dannosi sugli organismi viventi e, di conseguenza, sulla salute dell'uomo.

La presenza di metalli pesanti nelle acque, ove sono presenti molluschi bivalvi, è di notevole interesse dal punto di vista igienico-sanitario e ambientale. Da un lato alcuni elementi come Ferro (Fe), Rame (Cu), Zinco (Zn) e Cromo (Cr) sono anche elementi essenziali del metabolismo e tossici solo a determinate concentrazioni, altri metalli come Cadmio (Cd), Piombo (Pb) e Mercurio (Hg) sono da considerarsi elementi xenobiotici e pertanto tossici anche a basse concentrazioni. Il potenziale rischio per il consumatore è pertanto in relazione all'elemento ed alla concentrazione di tali sostanze nei prodotti che vengono consumati. Il livello di queste sostanze riscontrato nei prodotti della pesca dipende invece da fattori quali tempo di esposizione della specie, prossimità di siti industriali, capacità naturale di assorbire e trattenere le sostanze in questione. Una caratteristica intrinseca di pesci e molluschi è la loro propensione ad assorbire inquinanti come i metalli pesanti dall'ambiente circostante. Il Regolamento (CE) 1881/2006 definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari, mentre il D.lgs 152/2006 e ss.mm.ii. definisce i limiti per la classificazione delle acque destinate alla molluschicoltura.

Nella seguente tabella III-56 si riportano le concentrazioni, espresse in mg/kg su peso fresco, dei metalli analizzati nei mitili: campione "controllo T_{zero}", Bocca di Magra Esterna (stazione B – BME) e Diga Foranea Esterna (stazione C – DFE).

Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Campione CONTROLLO T _{zero} 18/03/2021	STAZIONE B BME 28/03/2022	STAZIONE C DFE 28/03/2022
Cd <i>Cadmio</i>	mg/kg	1 (Reg. CEE n. 1881/2006)	0.045	0.087	0.071
Hg <i>Mercurio</i>	mg/kg	0.5 (Reg. CEE n. 1881/2006) 0.5 (D.Lgs 152/2006)	0.022	0.026	0.028
Pb <i>Piombo</i>	mg/kg	1.5 (Reg. CEE n. 1881/2006) 2.0 (D.Lgs 152/2006)	0.580	0.420	0.490
Ag <i>Argento</i>	mg/kg	-	<0.05	<0.1	<0.10
As <i>Arsenico</i>	mg/kg	-	1.49	34.3	31.7
Cr totale <i>Cromo</i>	mg/kg	-	0.36	1.3	0.99
Ni <i>Nichel</i>	mg/kg	-	0.34	0.89	0.71
Cu <i>Rame</i>	mg/kg	-	1.01	1.1	1.1
Zn <i>Zinco</i>	mg/kg	-	33	17.5	17
Umidità	mg/kg	-	86.5	87.19	85.69

Tabella III-58: distribuzione dei metalli nei mitili (peso fresco)

Nella seguente tabella III-59 si riportano le concentrazioni calcolate su peso secco dei campioni di mitili (*Mytilus galloprovincialis*) e i relativi confronti con i dati di letteratura (Giordano R. et al., 1991; Martella L. et al., 1997; Cantillo A.Y., 1998) e con i valori medi riscontrati nelle stazioni di monitoraggio di sorveglianza sanitaria dal maggio 2015 al marzo 2021 nelle stazioni di Diga Foranea Ponente Esterna (DFPE) e Diga Foranea Levante Esterna (DFLE). L'Argento considera i risultati ottenuti da marzo 2021 a marzo 2022.

Parametro (peso secco)	u.m.	Campione CONTROLLO Tzero 18/03/2021	STAZIONE B BME 28/03/2022	STAZIONE C DFE 28/03/2022	Monitoraggio Sorveglianza Media ASL-ARPAL DFPE+DFLE* 2015-2021 (M. galloprovincialis)	NS&T Media 1998 Cantillo (M. edulis)	Salento Media 1997 Martella (M. gallopr.)	Coste Italiane Media 1991 Giordano (M. gallopr.)
Cd Cadmio	mg/kg	0,33	0,68	0,50	0,41±0.18 (n=34)	2,2	0,85	0,89
Hg Mercurio	mg/kg	0,16	0,20	0,20	0,12±0.04 (n=28)	0,12	0,209	0,153
Pb Piombo	mg/kg	4,30	3,28	3,42	3.80±0.13 (n=34)	1,8	3,4	5,81
Ag Argento	mg/kg	<0,37	<0,78	<0,70	<0.10 (n=6)	0,15	/	/
As Arsenico	mg/kg	11,04	268	222	19.2 (33.1**) (n=34; range= 6-89)	9,6	22,7	/
Cr totale Cromo	mg/kg	2,67	10,15	6,92	3.62±1.13 (n=34)	1,8	2.0	/
Ni Nichel	mg/kg	2,52	6,95	4,96	2.89±0.61 (n=33)	1,9	3,1	/
Cu Rame	mg/kg	7,48	8,59	7,69	7.34±1.73 (n=34)	9,1	7,9	/
Zn Zinco	mg/kg	245	137	119	177±17.3 (n=34)	130	143	/

Tabella III-59: distribuzione dei metalli nei mitili (peso secco) e confronto con i dati di letteratura (*= valore medio umidità delle campagne del 2021 applicato anche agli anni precedenti; **= mediana)

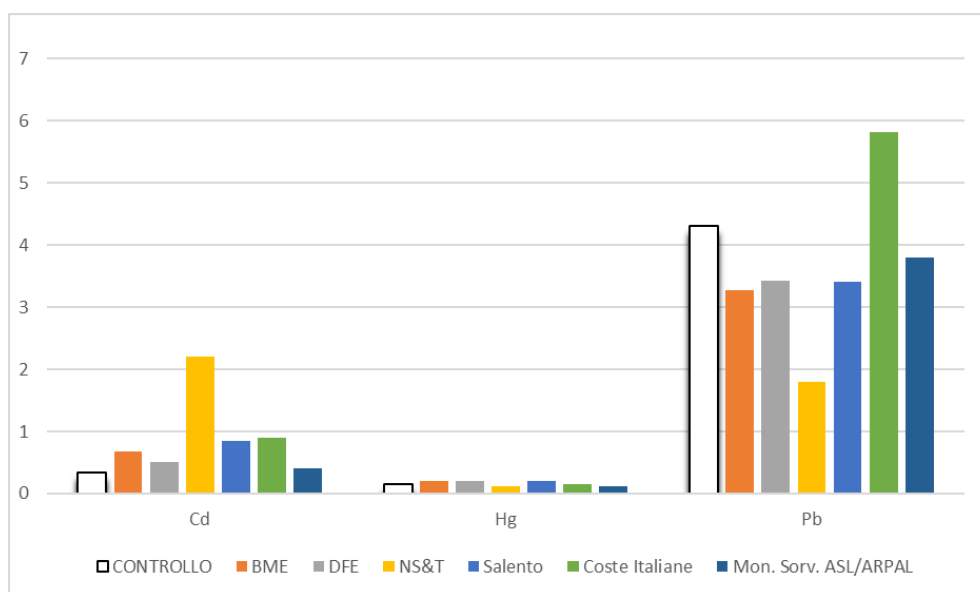


Figura III-37: distribuzione di Cadmio, Mercurio e Piombo (valori medi, mg/kg di peso secco) e confronto con i dati di letteratura.

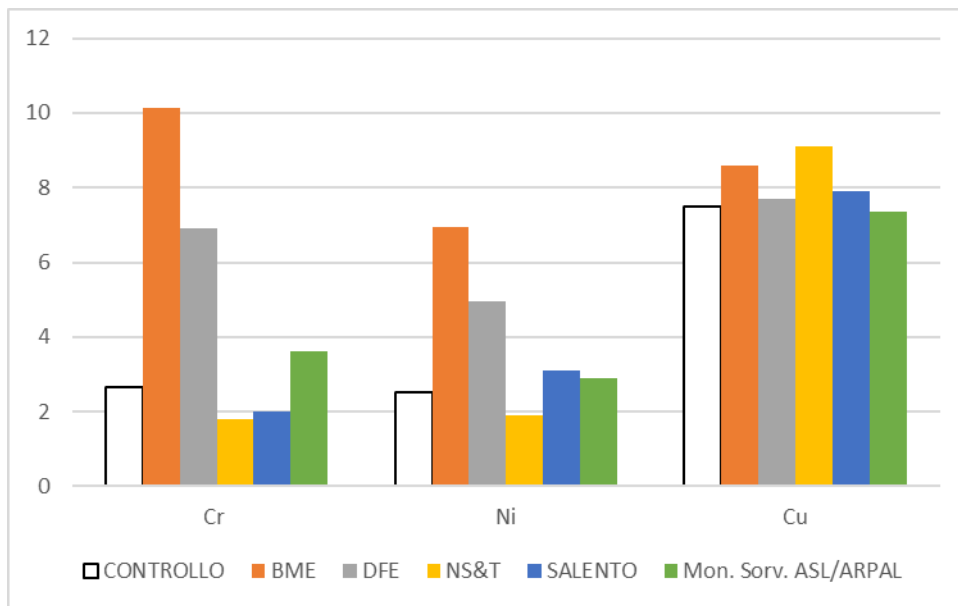


Figura III-38: distribuzione di Cromo, Nichel e Rame (valori medi, mg/kg di peso secco) e confronto con i dati di letteratura.

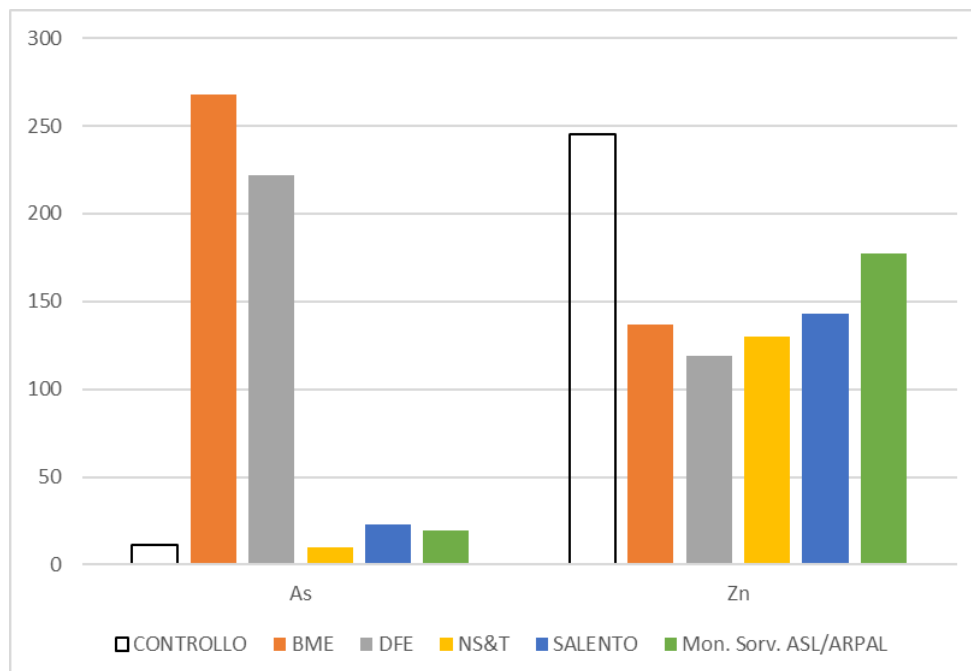


Figura III-39: distribuzione di Arsenico e Zinco (valori medi, mg/kg di peso secco) e confronto con i dati di letteratura.

Nessuna concentrazione dei metalli "normati" rilevata nei mitili, supera i valori limite stabiliti dal Reg. CE 1881/2006 e dal D.Lgs 152/2006. Nelle stazioni BME e DFE, a un anno dall'inizio della sperimentazione e rispetto alle concentrazioni di metalli nel campione di "controllo T_{zero}", nei limiti statistici del caso, si rileva un bioaccumulo di Cadmio, Mercurio, Rame e in particolare di Cromo e Nichel. Per Piombo e Zinco si assiste ad un decremento delle concentrazioni. L'Argento è inferiore ai limiti di rilevabilità, mentre un discorso a parte merita l'Arsenico che registra un bioaccumulo superiore ad un ordine di grandezza. Anche in considerazione dei risultati ottenuti nel monitoraggio di sorveglianza sanitaria dal 2015 al 2022 (vedi tabella III-59), tale risultato necessita di ulteriori approfondimenti.

Nella seguente tabella III-60 si riportano le concentrazioni di metalli rilevate nelle **ostriche concave** (*Crassostrea gigas*) e **ostriche piatte** (*Ostrea edulis*). Per i motivi gestionali precedentemente descritti non è stato possibile effettuare le analisi sui campioni di *Ostrea edulis* nella stazione Diga Foranea Esterna (DFE).

Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	Specie	CONTROLLO <i>T</i> _{zero} 18/03/2021	BME 28/03/2022	DFE 28/03/2022
Cd Cadmio	mg/kg	1 (Reg. CEE n. 1881/2006)	<i>O. edulis</i>	0.200	0.322	-
			<i>C. gigas</i>	0.347	0.180	0.149
Hg Mercurio	mg/kg	0.5 (Reg. CEE n. 1881/2006) 0.5 (D.Lgs 152/2006)	<i>O. edulis</i>	0.020	0.019	-
			<i>C. gigas</i>	0.036	0.020	0.027
Pb Piombo	mg/kg	1.5 (Reg. CEE n. 1881/2006) 2.0 (D.Lgs 152/2006)	<i>O. edulis</i>	0.100	0.100	-
			<i>C. gigas</i>	0.780	0.170	0.310
Ag Argento	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	1.94	3.0	-
			<i>C. gigas</i>	1.35	2.1	2.47
As Arsenico	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	1.12	4.7	-
			<i>C. gigas</i>	1.90	19.1	11.9
Cr totale Cromo	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	0.09	0.28	-
			<i>C. gigas</i>	0.09	0.34	0.54
Ni Nichel	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	0.08	0.15	-
			<i>C. gigas</i>	0.12	0.21	0.34
Cu rame	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	12.8	16.8	-
			<i>C. gigas</i>	134	157	133
Zn Zinco	mg/kg	-	<i>O. edulis</i>	280	216	-
			<i>C. gigas</i>	1104	675	586
Umidità	-	-		-	86.98	85.69

Tabella III-60: distribuzione dei metalli nelle ostriche (peso fresco).

Nella seguente tabella III-61 si riportano le concentrazioni calcolate su peso secco dei campioni di ostrica (*Crassostrea gigas* e *Ostrea edulis*) e i relativi confronti con i dati di letteratura (Cantillo A.Y., 1998) e con i valori medi riscontrati nelle stazioni di monitoraggio di sorveglianza sanitaria dal 2018 al marzo 2021 nelle stazioni di Diga Foranea Ponente Esterna (DFPE) e Diga Foranea Levante Esterna (DFLE). L'Argento considera i risultati ottenuti nel 2021.

Parametro (peso secco)	u.m.	Specie	CONTROLLO			MON.SORV ASL/ARPAL Media DFPE+DFLE 2018-2021	NS&T Media CANTILLO 1998 (<i>C. virginica</i>)
			T _{zero} 18/03/2021	BME 28/03/2022	DFE 28/03/2022		
Cd Cadmio	mg/kg	<i>O. edulis</i>	1,46	2,47	-	-	3.2
		<i>C. gigas</i>	2,54	1,38	1,04	0,58±0,14 (n=8)	
Hg Mercurio	mg/kg	<i>O. edulis</i>	0,15	0,15	-	-	0.09
		<i>C. gigas</i>	0,26	0,15	0,19	non disponibile	
Pb Piombo	mg/kg	<i>O. edulis</i>	0,73	0,77	-	-	0.47
		<i>C. gigas</i>	5,71	1,31	2,17	2,23±0,63 (n=8)	
Ag Argento	mg/kg	<i>O. edulis</i>	14,2	23,0	-	-	2.1
		<i>C. gigas</i>	9,88	16,1	17,26	31,8 (n=2; range= 26,4-37,1)	
As Arsenico	mg/kg	<i>O. edulis</i>	8,20	36,1	-	-	7.9
		<i>C. gigas</i>	13,9	147	83,2	23,86±3,38 (n=8)	
Cr totale Cromo	mg/kg	<i>O. edulis</i>	0,66	2,15	-	-	0.55
		<i>C. gigas</i>	0,66	2,61	3,77	1,42±1,10 (n=8)	
Ni Nichel	mg/kg	<i>O. edulis</i>	0,59	1,15	-	-	1.8
		<i>C. gigas</i>	0,88	1,61	2,38	1,37±0,32 (n=8)	
Cu Rame	mg/kg	<i>O. edulis</i>	93,7	129	-	-	120
		<i>C. gigas</i>	981	1206	929	1517±283 (n=8)	
Zn Zinco	mg/kg	<i>O. edulis</i>	2049	1659	-	-	2100
		<i>C. gigas</i>	8079	5184	4095	10103±659 (n=8)	
Umidità	-		86,34*	86,98	85,69	85,70** (n=2)	

Tabella III-61: distribuzione dei metalli nelle ostriche (peso secco) e confronto con i dati di letteratura
 (*= valore medio tra BME+DFE; **= valore medio campagna del 2021 applicato anche agli anni precedenti)

Come per i mitili, anche per le ostriche nessuna concentrazione dei metalli “normati” supera i valori limite stabiliti dal Reg. CE 1881/2006 e dal D.Lgs 152/2006.

Rispetto alle concentrazioni di metalli nel campione di “controllo T_{zero}”, nei limiti statistici del caso, si rileva un bioaccumulo di Cromo totale, Nichel, Rame, Arsenico e Argento, mentre per Piombo, Mercurio, Cadmio (solo *C. gigas*) e Zinco si assiste ad un decremento delle concentrazioni. Nella *C. gigas* l’incremento di Arsenico sembra confermare quanto rilevato per i mitili. Tale risultato necessita di ulteriori approfondimenti.

7.4.2 DIOSSINE E COMPOSTI DIOSSINA SIMILI

Nella seguente tabella III-62 si riportano le concentrazioni “normate” di Diossine e PCB rilevate nei campioni di mitili.

Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	CONTROLLO <i>T</i> _{zero} 18/03/2021	BME 28/03/2022	DFE 28/03/2022
OMS-PCDD/F - TEQ	pg/kg	3.5 Reg UE 1259/11 1.5 Racc. Com. 2014/663/UE	0,271	0,0558	0.0595
OMS-PCB-TEQ	pg/kg	2.5 Racc. Com. 2014/663/UE	0,966	0,341	0.439
Sommatoria (OMS-PCDD/F-TEQ+OMS+PCB-TEQ)	pg/kg	6.5 Reg UE 1259/11	1,24	0,397	0.498
Sommatoria PCB Marker (28+52+101+138+153+180) *	pg/kg	75 Reg UE 1259/11	13,3	2,84	2.99

Tabella III-62: concentrazione di PCDD/F e PCB (pg/kg di peso fresco) nei mitili.

Anche le concentrazioni di Diossine e i PCB nei mitili non superano i valori limite stabiliti dal Reg. UE 1259/11 e Racc. Com. 2014/663/UE. Rispetto alle concentrazioni nel campione di “controllo *T*_{zero}”, tutti i parametri in esame registrano un decremento dei livelli dopo un anno di immersione nelle acque dell’area di studio.

7.4.3 IPA e RADIONUCLIDI

Nella seguente tabella III-63 si riportano le concentrazioni “normate” di IPA rilevate nei campioni di mitili.

Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	CONTROLLO <i>T</i> _{zero} 18/03/2021	BME 28/03/2022	BME 28/03/2022
Benzo(a)pirene	µg/kg	5 (Reg.UE 835/11)	<0.2	0,2	<0.2
Sommatoria IPA	µg/kg	30 (Reg.UE 835/11)	2	1,4	1.1

Tabella III-63: concentrazione di IPA (µg/kg di peso fresco) nei mitili.

Le concentrazioni di IPA nei mitili non superano i valori limite stabiliti dal Reg. UE 835/11. Rispetto alle concentrazioni nel campione di “controllo *T*_{zero}”, tutti i parametri in esame registrano un decremento dei livelli dopo un anno di immersione nelle acque dell’area di studio.

Tutti i **radioisotopi** analizzati presentano concentrazioni inferiori al limite di rilevabilità strumentale, con la sola eccezione del radioisotopo K-40.

Parametro (su tal quale)	u.m.	Valore limite	CONTROLLO <i>T</i> _{zero} 18/03/2021	BME 28/03/2022	DFE 28/03/2022
Radioisotopo K-40	Bq/kg	-	26	38	34

Tabella III-64: concentrazione del radioisotopo K-40 (Bq/kg di peso fresco) nei mitili.

VALUTAZIONI FINALI

La Guida Tecnica dell'ISPRA "Assegnazione di Zone marine per l'Acquacoltura – AZA" (2020) definisce il set di parametri da considerare per lo studio di un sito marino per attività di molluschicoltura. La matrice riporta la rilevanza di ogni parametro su una scala a 4 livelli (alta, media, bassa, nulla), in base all'influenza che il parametro può avere sulle specie allevate, le infrastrutture, la qualità ambientale, la logistica e i conflitti con altri utilizzatori dello spazio marino. Per ogni parametro è fornita una descrizione di dettaglio nell'Allegato 4 alla Guida Tecnica.

I parametri ambientali e oceanografici sono importanti per la scelta del sito, perché possono influenzare direttamente le funzioni biologiche delle specie allevate, la resistenza delle infrastrutture utilizzate per l'allevamento, la gestione dei cicli di produzione e lo stato di qualità ambientale nel sito marino. L'altezza onde, ossigeno disciolto, temperatura, clorofilla a , contaminazione chimica e microbiologica, sono parametri che contribuiscono a valutare l'idoneità dei siti per l'allevamento di molluschi bivalvi.

In questa sede, a titolo esemplificativo, ci si sofferma sui principali indicatori oceanografici, ambientali e logistici indicati dalla Guida Tecnica dell'ISPRA, utili a descrivere la trofia delle acque marine in oggetto.

I valori medi di **ossigeno disciolto** riscontrati in mare aperto sono di solito idonei all'allevamento. Di fondamentale importanza sono gli eventuali episodi di fioriture algali o crisi anossiche occorse nel tempo. Per tale parametro nelle aree di progetto sono da escludersi criticità connesse a rischi di morie per crisi anossiche o comunque rischi di insorgenza di patologie connesse a condizioni di ipossia prolungata (Tabella V-1). Mentre, non si possono escludere fioriture algali.

Stazione	STAZIONE A		STAZIONE B		STAZIONE C	
	Ossigeno %	Ossigeno mg/l	Ossigeno %	Ossigeno mg/l	Ossigeno %	Ossigeno mg/l
MEDIA	101.3	7.56	102.0	7.65	101.4	7.60
MEDIANA	101.7	7.48	102.5	7.53	101.5	7.50
RANGE	91.7-113.6	6.66-8.69	93.6-115.0	5.92-8.57	89.2-112.0	6.69-8.51
25° PERCENTILE	95.3	7.19	97.1	7.27	96.5	7.10
75° PERCENTILE	105.1	7.95	105.0	8.27	106.0	8.07

Tabella V-1: analisi statistica dell'ossigeno disciolto misurato in campo nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" - B "Bocca di Magra Esterna" - C "Diga Foranea Esterna".

Per la molluschicoltura l'escursione stagionale della **temperatura dell'acqua** è di fondamentale importanza al fine di individuare le aree idonee e valutare il rischio associato a tale parametro. In caso di forte aumento delle temperature possono essere associati fenomeni di fioriture algali e riduzione delle performance produttive con rischio di patologie. Nella tabella V-2 si riporta l'analisi statistica dei valori misurati durante la sperimentazione.

Stazione	STAZIONE A	STAZIONE B	STAZIONE C
	Temp. Acqua °C	Temp. Acqua °C	Temp. Acqua °C
MEDIA	19.19	18.72	18.95
MEDIANA	18.66	18.27	18.21
RANGE	12.33-27.07	11.56-26.54	12.73-27.46
25° PERCENTILE	13.92	13.46	13.81
75° PERCENTILE	24.08	23.84	23.91

Tabella V-2: analisi statistica della temperatura dell'acqua misurata in campo nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" - B "Bocca di Magra Esterna" - C "Diga Foranea Esterna".

La **salinità** è relativamente stabile in mare aperto, mentre è influenzata da scarichi e da foci fluviali. Nel nostro studio le variazioni di salinità maggiori sono rilevate nelle stazioni A e soprattutto B, localizzate nei pressi della foce del Fiume Magra. Nella tabella V-3 si riporta l'analisi statistica dei valori misurati durante la sperimentazione.

Stazione	STAZIONE A	STAZIONE B	STAZIONE C
Statistica	Salinità PSU	Salinità PSU	Salinità PSU
MEDIA	37.80	37.36	37.91
MEDIANA	37.89	37.54	37.83
RANGE	34.78-39.31	34.38-39.10	37.00-39.15
25° PERCENTILE	37.51	37.05	37.65
75° PERCENTILE	38.05	37.96	38.09

Tabella V-3: analisi statistica della salinità misurata in campo nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" - B "Bocca di Magra Esterna" - C "Diga Foranea Esterna".

Il **pH** è un parametro stabile in mare. Le variazioni di pH in prossimità delle foci fluviali possono incidere negativamente sulle performance degli impianti e la disponibilità del seme. Nella tabella V-4 si riporta l'analisi statistica dei valori misurati durante la sperimentazione.

Stazione	STAZIONE A	STAZIONE B	STAZIONE C
Statistica	pH	pH	pH
MEDIA	8.11	8.11	8.12
MEDIANA	8.08	8.08	8.08
RANGE	7.95-8.46	7.91-8.44	7.95-8.47
25° PERCENTILE	8.02	8.02	8.03
75° PERCENTILE	8.14	8.14	8.11

Tabella V-4: analisi statistica del pH misurato in campo nelle stazioni A "Bocca di Magra Interna" - B "Bocca di Magra Esterna" - C "Diga Foranea Esterna".

La **clorofilla a** è un parametro che quantifica indirettamente l'abbondanza del fitoplancton, alimento naturale dei molluschi filtratori. Per questa ragione le aree preferibilmente indicate per la molluschicoltura sono quelle dove si riscontrano con continuità elevati valori di clorofilla. Sullo stato di qualità ambientale si è già detto in precedenza. Relativamente all'idoneità delle acque marine per la molluschicoltura, si rileva che i valori medi di clorofilla "a" nelle 3 stazioni monitorate, sono intorno a 0.50 µg/l, limite inferiore individuato quale intervallo idoneo dalla Guida Tecnica "AZA" di ISPRA 2020 (Tabella V-5).

STAZIONE	90° percentile	Media aritmetica	Media geometrica	Mediana
A	0.60	0.47	0.45	0.48
B	0.79	0.51	0.46	0.41
C	1.26	0.59	0.48	0.46

Tabella V-5: analisi statistica della distribuzione delle concentrazioni di clorofilla "a" nelle 3 stazioni sperimentali.

I **Solidi Sospesi Totali** indicano il materiale presente in sospensione. Elevati livelli di **SST** o di **Torbidità** possono determinare una ridotta capacità filtrante dei molluschi bivalvi. Complessivamente la situazione riscontrata nelle campagne di prelievo e misura effettuate nell'anno di monitoraggio del Progetto FEAMP, presenta valori di SST e torbidità bassi. Per il parametro SST non è possibile, per le caratteristiche dei siti in oggetto, definire eventuali superamenti dei valori guida e/o imperativi previsti dal D.Lgs 152/2006, relativi alla differenza delle misure in acque influenzate o meno da uno scarico.

Relativamente ai **parametri chimici** analizzati nella matrice organica dei molluschi (T_{zero}= controllo; T₁= fine progetto), si evidenzia che le concentrazioni dei metalli e degli altri parametri "normati" rilevata nei mitili e

nelle ostriche, NON supera i valori limite stabiliti dal Reg. CE 1881/2006, dal D.Lgs 152/2006, dal Reg. UE 835/2011, dal Reg. UE 1259/2011 e dalla Racc. Com. 2014/663/UE.

Per i mitili, nelle stazioni BME e DFE, a un anno dall'inizio della sperimentazione e rispetto alle concentrazioni di metalli nel campione di "controllo T_{zero}", nei limiti statistici del caso, si rileva un bioaccumulo di Cromo totale, Nichel, Cadmio, Mercurio e Rame, mentre per Piombo e Zinco si assiste ad un decremento delle concentrazioni. L'Argento è inferiore ai limiti di rilevabilità, mentre discorso a parte merita l'Arsenico che registra un bioaccumulo superiore ad un ordine di grandezza. Tale risultato necessita di ulteriori approfondimenti.

Per le ostriche concave (*C. gigas*), rispetto alle concentrazioni di metalli nel campione di "controllo T_{zero}", si rileva un bioaccumulo di Cromo totale, Nichel, Rame, Arsenico e Argento, mentre per Piombo, Mercurio, Cadmio (solo *C. gigas*) e Zinco si assiste ad un decremento delle concentrazioni. Nella *C. gigas* l'incremento di Arsenico sembra confermare quanto rilevato per i mitili. Tale risultato necessita di ulteriori approfondimenti.

L'idoneità di un'area marina ad ospitare siti di acquacoltura si valuta, oltre che sulla base degli indicatori ambientali, anche sulle caratteristiche oceanografiche e logistica dell'area di indagine.

I **parametri oceanografici** (vedi tabella V-6, AZA 2020) da considerare sono:

- **Batimetria (m)** – questo parametro è fondamentale, in funzione dei diversi tipi di produzione che si deciderà di implementare, per favorire la gestione e l'operatività degli impianti e per minimizzare l'impatto ambientale. Fondali bassi sono associabili a potenziali impatti ambientali per deposito di particolato organico, nonché maggiori effetti del moto ondoso sulle strutture dei vivai. Fondali eccessivamente elevati (>40 m) aumentano sia le difficoltà per i controlli periodici, sia l'ingombro del reticolo di ormeggio. La stazione A – *Bocca di Magra Interna BMI* – presenta una batimetria di 6-7 m, mentre la stazione B – *Bocca di Magra Esterna BME* – è localizzata a 15-16 m di profondità e la stazione C – *Diga Foranea Esterna DFE* – a 12-13 m.
- **Tipologia fondali** – la natura dei fondali e la relativa granulometria sono caratteristiche importanti al fine di garantire adeguate distanze di rispetto da habitat marini sensibili e non impattare sulle biocenosi locali di pregio. Fondali sabbiosi sono da preferirsi a fondali rocciosi (difficoltà di ancoraggio) e fondali fangosi (accumulo di sostanza organica). Dai dati pregressi in possesso di ARPAL si osserva un indice M-AMBI calcolato nel punto MARB, collocato in prossimità dalla foce del fiume Magra ad una profondità di 8 metri, risulta essere in classe buona nel 2016 ed elevata nel 2019, mentre nel punto MARS, sempre in prossimità della foce del fiume Magra, ma più distante e ad una profondità maggiore (15 metri), i valori dell'indice ricadono in classe elevata nel 2016 e buona nel 2019. Le comunità macrozoobentoniche campionate negli stessi periodi nella stazione SPES (fuori diga foranea) hanno garantito livelli ecologici elevati in entrambe le campagne di monitoraggio, confermando la presenza di una comunità bentonica poco soggetta a stress ambientali, quali input di carico organico o fenomeni anossici. La granulometria dei sedimenti marini evidenzia come nella stazione SPES (riconducibile all'area dove è localizzata la stazione DFE) prevale decisamente la componente pelitica, componente che ha maggiore affinità con le sostanze inquinanti creando un "effetto spugna", mentre nella stazione MARS (riconducibile alle stazioni BMI e BME) prevale la componente sabbiosa. In entrambe le stazioni la componente ghiaiosa è quasi nulla (figura V-1).
- **Pendenza fondali** – la Guida Tecnica AZA indica la pendenza dei fondali inferiore a 20% quale condizione oltre la quale si verificherebbero delle criticità operative. Le 3 stazioni del presente progetto sono localizzate su fondali marini praticamente "pianeggianti" con pendenze inferiori a 1%.
- **Altezza onda (Hs in m)** – informazioni sull'altezza, la provenienza e la lunghezza d'onda sono fondamentali per il corretto dimensionamento degli impianti e determina la consistenza degli investimenti tecnologici e relativi costi. La guida Tecnica AZA indica di utilizzare il valore Hs come indicativo e non vincolante nella delimitazione di aree idonee all'acquacoltura. Nella seguente Tabella V-6 sono riportate le altezze delle onde calcolate su un tempo di ritorno (TR) di 50 anni.
- **Velocità corrente (m/s)** – caratterizzare le correnti presenti nei siti marini vocati all'acquacoltura è di fondamentale importanza sia per il dimensionamento degli impianti, sia per garantire un'adeguata ossigenazione e ricambio d'acqua e relativa dispersione di nutrienti e sostanza organica. Nella Tabella

V-6 si riportano i valori della corrente media (m/s) simulati con il modello MIKE 3 HD, per le 3 stazioni del progetto.

I **criteri logistici** e **amministrativi** considerati dalla Guida Tecnica AZA considerano i vincoli ambientali, infrastrutturali ed altre interferenze, la distanza da impianti di acquacoltura esistenti e la **distanza dalle strutture portuali e la logistica operativa**. La presenza di punti di imbarco e sbarco dei prodotti, la disponibilità di vie di comunicazione su terraferma, l'assenza di conflitti con la viabilità marittima, sono aspetti logistico-operativi di fondamentale importanza. I punti di sbarco del pescato nell'area costiera in esame sono: La Spezia Banchina Revel, La Spezia Loc. Cadimare, Lerici Calata Mazzini, Portovenere Calata Doria, San Terenzo Molo, Bocca Di Magra Porticciolo, Fiumaretta Banchina Via Del Pilota.

Nella seguente Tabella V-6, a titolo esemplificativo, oltre alle caratteristiche oceanografiche e logistiche, si riporta il *range* dei valori dei parametri ambientali misurati nelle tre stazioni di monitoraggio del progetto "FEAMP", raffrontati con gli intervalli dei valori indicati dalla Guida Tecnica dell'ISPRA "Assegnazione di Zone marine per l'Acquacoltura – AZA" (2020).

Molluschicoltura							
Criteri	Parametri	Intervallo valori			Stazione A BMI	Stazione B BME	Stazione C DFE
		ottimale	idoneo	critico			
Oceanografici	Batimetria (m)*	10-30	8-40	<8 - >40	6-7	15-16	12-13
	Tipologia fondali	Sabbia	Altri	Roccioso, Limo, Argilla	Sabbia	Sabbia	Pelite
	Pendenza fondali (%)	<10	0-20	>20	<10 (≈0.6)	<10 (≈0.3)	<10 (≈0.2)
	Alt. onda (Hs in m)	<0.2	0-3	>3	2.72**	5.68**	3.63**
	Corrente media (m/s)	0.03-0.1	0.02-0.5	<0.002 - >0.5	0.02	0.06	0.03
Ambientali	O ₂ disciolto (mg/l)	>7	5-7	<5	6.66-8.69	5.92-8.57	6.69-8.51
	O ₂ disciolto (% sat)	≥80	≥70	<70	91.7-113.6	93.6-115.0	89.2-112.0
	T superficiale (°C)	10-24	5-28	>28	12.33-27.07	11.56-26.54	12.73-27.46
	Salinità (‰) ¹		12-38	<12 - >40	34.78-39.31	34.38-39.10	37.00-39.15
	pH (unita) ¹		7-9	<7 - >9	7.95-8.46	7.91-8.44	7.95-8.47
	Clorofilla a (µg/l) ²	10-20	0.5-50	<0.5	0.25-0.75	0.23-1.14	0.20-1.42
	Solidi Sospesi Tot ³		<30%	>30%	n.a.	n.a.	n.a.
Logistici	Distanza dai porti (km) ⁴	0.5-4	0.5-18	>18	1***	3***	1.5***

NOTE: 1) D.lgs 152/2006. Tab. 1C, All. 2, Parte III

2) gli intervalli dei valori di clorofilla a indicate come idonei o critici possono essere rimodulati in funzione della variabilità dei parametri e della biomassa allevata.

3) Materiali in sospensione: D.lgs 152/2006. Tab. 1C, All. 2, Parte III – da intendersi quale "influenza dello scarico".

4) Distanza dai porti: 500 m per Cat. III; 10000 m per Cat. I e II (D.lgs 169/2016)

* = Gli intervalli dei valori indicati come idonei o critici possono essere rimodulati in funzione della velocità della corrente e della dimensione dei filari.

** = TR 50 anni

***= BMI e BME porticciolo di Bocca di Magra; DFE banchina Santa Teresa.

Tabella V-6: sintesi dei risultati dei parametri ambientali nella scelta di un sito per la molluschicoltura.

Il presente lavoro fornisce un quadro preliminare circa l'inquadramento ambientale dell'area di studio. Di fatto il monitoraggio sui tre impianti è da considerarsi svolto su singole stazioni/punti e non su "areali" più o meno estesi. Anche il raffronto con la *Guida Tecnica AZA* è da considerarsi a mero titolo esemplificativo per i motivi sopra esposti.

In estrema sintesi, si può affermare che le acque monitorate presentano **caratteristiche oligotrofiche di buona qualità ambientale**. Anche i molluschi allevati nell'anno di sperimentazione non presentano accumuli di contaminanti superiori ai limiti di legge, laddove esistenti. Fa eccezione l'Arsenico che, anche se non normato, merita un adeguato approfondimento. Da non sottovalutare le **criticità** emerse nello studio relativamente: alle pressioni antropiche presenti (scarichi, dragaggi etc); al valore riconosciuto alla biodiversità, al paesaggio e agli usi turistici della costa; all'interferenza del moto ondoso con la gestione e sicurezza dei potenziali impianti futuri.