



Progetto FEAMP 2014-2020 mis. 2.51 - Convenzione DRGL n. 1015 del 29/11/2019 e ss.mm.ii. per studi volti all'aumento del potenziale dei siti di acquacoltura –

Relazione Finale ASL 5 La Spezia - SEZIONE 2

La valutazione delle caratteristiche igienico-sanitarie e dell'attitudine alla produzione dei vivai sperimentali siti nelle aree marine "Bocca di Magra Interna", "Bocca di Magra Esterna" e "Diga Foranea Esterna"

Sommario

1.	Introduzione	1
2.	Documentazione scientifica e normativa di riferimento	1
3.	Elenco dei collaboratori	2
4.	Cronoprogramma	2
5.	Materiali e metodi	4
5.1	Predisposizione dei vivai sperimentali	4
5.2	Programma dei campionamenti	7
5.3	Operazioni di campionamento	7
5.4	Laboratorio di riferimento per lo svolgimento delle prove analitiche	9
5.5	Valutazione biometrica dei molluschi bivalvi	9
6.	Risultati	14
6.1	Campionamenti effettuati	14
6.1.1	Campionamenti per la ricerca di batteri, virus e biotossine	14
6.1.2	Campionamenti per le valutazioni biometriche	17
6.2	Risultati delle indagini analitiche e della valutazioni biometriche	18
6.2.1	Risultati delle analisi batteriologiche e virologiche	18
6.2.2	Risultati delle analisi biotossicologiche	20
6.2.3	Risultati delle valutazioni biometriche	21
7.	Discussione	24
7.1	Attività di campionamento	24
7.2	Valutazione delle caratteristiche igienico-sanitarie delle zone marine	24
7.2.1	Stato sanitario delle acque marine	24
7.2.2	Correlazione tra i livelli di E. coli, i parametri di campo e i dati pluviometrici	27
7.2.3	Valutazione della qualità batteriologica, virologica e biotossicologica delle zone marine	28
7.3	Valutazione della capacità di accrescimento dei molluschi bivalvi nei vivai sperimentali	30
7.3.1	Osservazioni in campo	30
7.3.2	Valutazione dei dati biometrici	31
7.3.3	Correlazione tra i dati biometrici, i parametri di campo e i dati pluviometrici	33
8.	Conclusioni	40

1. Introduzione

I molluschi bivalvi sono organismi filtratori che si alimentano con i nutrienti disponibili nelle acque concentrandoli nei propri apparati. Tra questi possono essere inclusi anche agenti patogeni (es. batteri, virus e biotossine) presenti nell'ambiente di allevamento, che i molluschi possono trasmettere all'uomo, soprattutto se consumati crudi o poco cotti. Lo sviluppo dei molluschi bivalvi è condizionato dalle caratteristiche chimico-fisiche dell'ambiente marino. Per questi motivi, la molluschicoltura mantiene un forte legame con il suo ambiente naturale.

Lo studio svolto contestualmente alla Misura 2.51 del PO FEAMP 2014-2020 "Aumento del potenziale dei siti di acquacoltura" si propone di valutare le caratteristiche igienico-sanitarie e l'attitudine alla molluschicoltura delle aree di mare *Bocca di Magra Interna*, *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* tramite l'esecuzione di periodici campionamenti su impianti produttivi di molluschi bivalvi appositamente installati all'interno delle zone in oggetto e l'elaborazione successiva dei risultati ottenuti.

Il progetto si prefigge i seguenti obiettivi:

- determinare il grado di contaminazione batteriologica, virologica e biotossicologica delle aree oggetto di studio al fine di determinare se le stesse possano essere destinate all'allevamento dei molluschi bivalvi;
- valutare la capacità di accrescimento delle diverse specie di molluschi bivalvi collocate nei vivai sperimentali per verificare le potenzialità produttive delle nuove zone di mare.

2. Documentazione scientifica e normativa di riferimento

- Regolamento (CE) n. 853/2004 del 29 aprile 2004 che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animale
- Parere Istituto Superiore di Sanità prot.n.0035052 del 08/07/2005 "a seguito della conclusione del gruppo di lavoro sul *Vibrio parahaemolyticus* in prodotti della pesca"
- Circolare MINSAL del 15/09/2005 DVGA-III.XI/32799/P-I/11 relativa al possesso dei geni di patogenicità *tdh* e/o *trh*
- Parere Istituto Superiore di Sanità prot. n. 0001005 del 10/01/2006 "per l'identificazione dei fattori di tossicità del *Vibrio cholerae* non 01 e non 0139, *Vibrio alginolyticus* e *Vibrio vulnificus* in prodotti alimentari"
- Intesa n. 79/CSR del 8 luglio 2010 tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano concernente linee guida per l'applicazione del Reg. (CE) 854/2002 e del Reg. (CE) 853/2004 nel settore dei molluschi bivalvi (S.O. alla GURI n. 175 del 30-7-10) recepite con D.G. Regione Liguria n. 410 del 21/04/2011
- Sorveglianza sanitaria area di produzione e raccolta di molluschi bivalvi - Centro di Riferenza Nazionale per il controllo microbiologico e chimico dei Molluschi bivalvi vivi (Ce.Re.M.), 1 luglio 2013
- "Microbiological Monitoring of Bivalve Mollusc Harvesting Areas. Guide to Good Practice: Technical Application". Issue 06 - Cefas (European Union Reference Laboratory for monitoring bacteriological and viral contamination of bivalve molluscs), gennaio 2017
- Regolamento (UE) 2019/627 del 15 marzo 2019 che stabilisce modalità pratiche uniformi per l'esecuzione dei controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano in conformità al regolamento (UE) 2017/625 del e che modifica il regolamento (CE) n. 2074/2005 per quanto riguarda i controlli ufficiali
- Community Guide to the Principles of Good Practice for the Microbiological Classification and Monitoring of Bivalve Mollusc Production and Relaying Areas with regard to Implementing Regulation 2019/627. Issue 4 - Commissione Europea, settembre 2021
- Poletti R. "Biotossine marine. Origine, diffusione e controllo"- Centro Ricerche Marine, Regione Emilia Romagna
- Marino G., Petochi T., Cardia F. (2020). "Assegnazione di Zone Marine per l'Acquacoltura (AZA). Guida Tecnica", 214 p., Documenti Tecnici ISPRA 2020

3. Elenco dei collaboratori

Operatore	Ente	Qualifica	Attività
<i>Mino Orlandi</i>	ASL 5 La Spezia	Direttore del Dipartimento di Prevenzione Direttore SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Supervisione e coordinamento
<i>Francesco Iacona</i>	ASL 5 La Spezia	Dirigente Veterinario S.S. Settore Pesca e Acquacoltura SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Supervisione e coordinamento
<i>Erica Costa</i>	ASL 5 La Spezia	Dirigente Veterinario SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Elaborazione del piano di campionamento, coordinamento dei campionamenti, esecuzione dei prelievi, esecuzione delle valutazioni biometriche, valutazione ed elaborazione dei risultati
<i>Barbara Betti</i>	ASL 5 La Spezia	Dirigente Veterinario SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Coordinamento dei campionamenti, esecuzione dei prelievi, esecuzione delle valutazioni biometriche, valutazione ed elaborazione dei risultati
<i>Gianfranco Borrini</i>	ASL 5 La Spezia	Veterinario ACN SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Esecuzione dei prelievi, esecuzione delle valutazioni biometriche
<i>Giulia Zambelli</i>	ASL 5 La Spezia	Tecnico della Prevenzione SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale	Esecuzione delle valutazioni biometriche
<i>Enrico Cotta Ramusino</i>	ASL 5 La Spezia	Collaboratore professionale Tecnico Statistico SSD Epidemiologia Dipartimento di Prevenzione	Elaborazione statistica dei risultati delle valutazioni biometriche
<i>Nunzia Melchiorre</i>	ARPAL La Spezia	Collaboratore Tecnico professionale Biologia Marina UO Laboratorio Levante Settore Biologia	Esecuzione delle valutazioni biometriche

4. Cronoprogramma

Lo studio si è svolto nel periodo compreso tra gennaio 2020 e ottobre 2022 e si è articolato in diverse fasi (desk study delle aree marine, posizionamento dei vivai sperimentali e dei molluschi bivalvi, programmazione ed esecuzione dei campionamenti, delle analisi e delle valutazioni biometriche, elaborazione ed interpretazione dei dati per il giudizio complessivo delle aree sperimentali).

La *Tabella n. 1* rappresenta il cronoprogramma.

Le attività attribuite al personale di ASL 5 La Spezia sono evidenziate in rosso.

Fase	Attività	gennaio 2020	febbraio 2020	marzo 2020	aprile 2020	maggio 2020	giugno 2020	luglio 2020	agosto 2020	settembre 2020	ottobre 2020	novembre 2020	dicembre 2020	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	aprile 2022	maggio 2022	giugno 2022	luglio 2022	agosto 2022	settembre 2022	ottobre 2022	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								Relazione intermedia: desk study delle caratteristiche delle aree marine per la definizione della collocazione dei punti di prelievo																										ASL5 ARPAL		
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
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
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
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		

Tabella n. 1: Cronoprogramma

5. Materiali e metodi

5.1 Predisposizione dei vivai sperimentali

Per la valutazione dell'idoneità igienico-sanitaria e dell'attitudine alla molluschicoltura delle aree oggetto di studio sono stati predisposti n. 3 vivai sperimentali collocati rispettivamente nelle zone:

- *Bocca di Magra Interna* (A) nel Comune di Ameglia (La Spezia), allevamento inshore;
- *Bocca di Magra Esterna* (B) nel Comune di Ameglia (La Spezia), allevamento distante circa 1,8 Km dalla costa (offshore);
- *Diga Foranea Esterna* (C) nel Comune di La Spezia allevamento distante circa 1,6 Km dalla costa (offshore).

Le Figure n. 1, 2 3, 4, 5 e 6 evidenziano l'ubicazione dei vivai sperimentali.

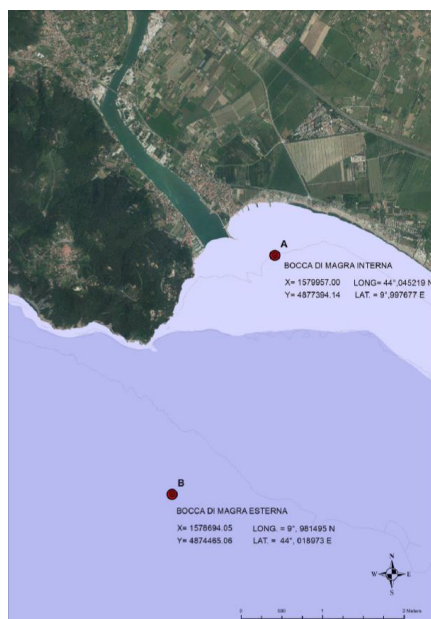


Figure n. 1 e 2: Vivaio sperimentale nella zona Bocca di Magra Interna (A)

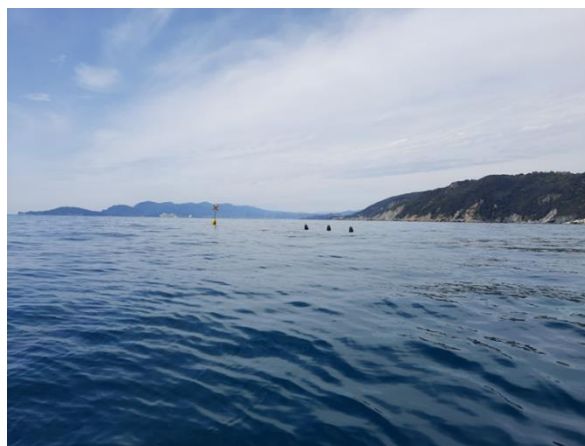
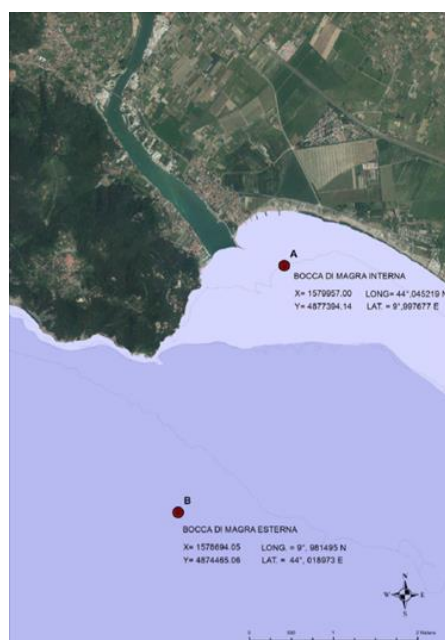


Figura n. 3 e 4: Vivaio sperimentale nella zona Bocca di Magra Esterna (B)

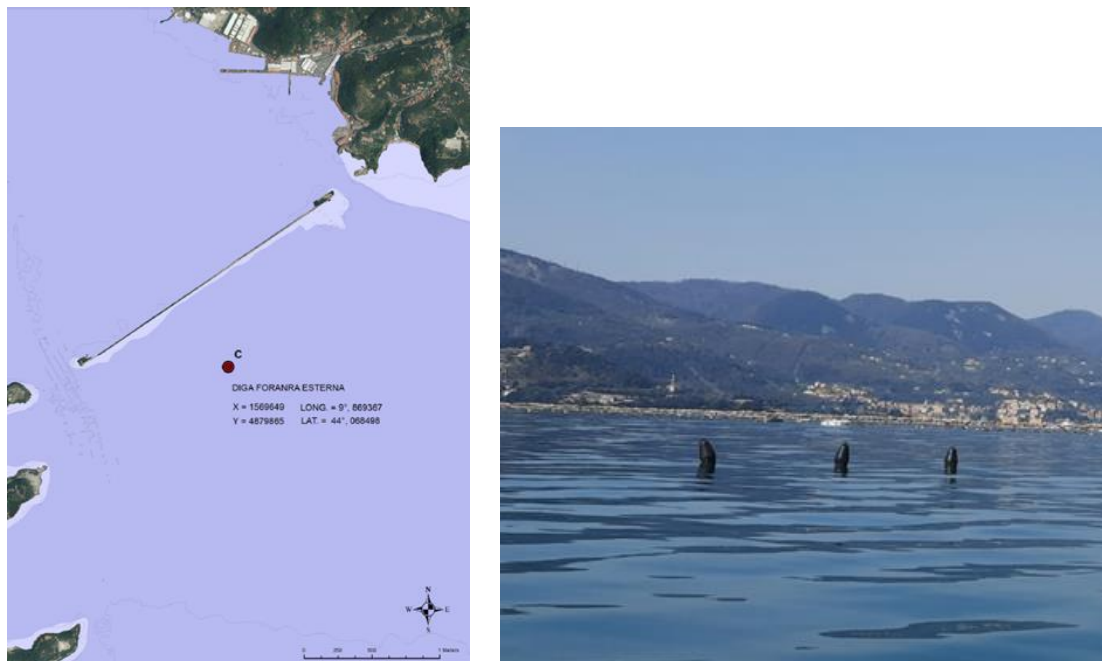


Figura n. 5 e 6: Ubicazione del vivaio sperimentale nella zona Diga Foranea Esterna (C)

Nelle diverse zone sono presenti differenti specie di molluschi bivalvi: tellina (*Donax trunculus*), vongola (*Chamelea gallina*) e vongola verace (*Ruditapes philippinarum*) nella zona Bocca di Magra Interna, mitilo (*Mytilus galloprovincialis*), ostrica concava (*Crassostrea gigas*) e ostrica piatta (*Ostrea edulis*) nelle zone Diga foranea Esterna e Bocca di Magra Esterna. Le vongole e le telline sono già presenti nell'area Bocca di Magra Interna in quanto specie autoctone.

Nella zona Bocca di Magra Interna è stato installato alla profondità di circa 5 metri un corpo morto con anelli di acciaio che sostengono sacchi di rete (poche) contenenti le vongole veraci insabbiate nel fondale e adeguati sistemi di protezione dai predatori (Figura n. 7). Si tratta quindi di un vivaio in-shore in ambiente protetto.

Per i campionamenti finalizzati all'esecuzione delle analisi batteriologiche, virologiche e biotossicologiche sono state posizionate poche contenenti vongole veraci di taglia commerciale (>22 mm) da reintegrare mensilmente all'occorrenza.

La valutazione della capacità di accrescimento è stata prevista solo sulla specie vongola verace predisponendo circa 15 Kg di seme (8-10 mm) in diverse poche.

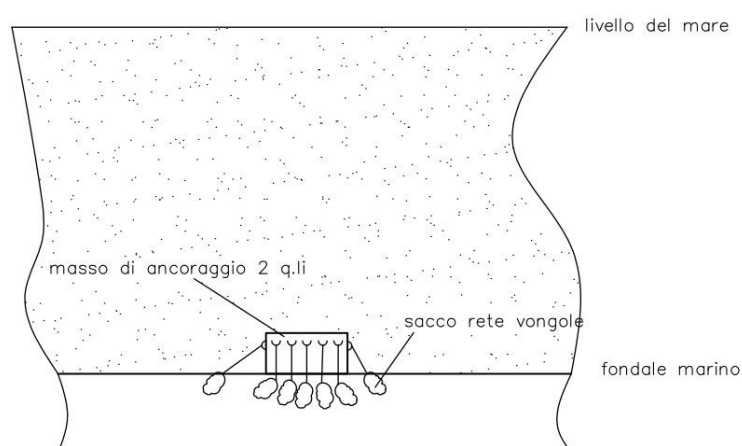


Figura n. 7: Schema del vivaio sperimentale nella zona Bocca di Magra Interna

Nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono stati installati sistemi di allevamento in sospensione (*Figura n. 8*), i cui corpi morti sono posizionati su fondale sabbioso ad una profondità di circa 15-16 m, con le seguenti caratteristiche e componenti:

- corpo morto centrale con catenaria e cima di collegamento alla boa di segnalazione centrale (boa radabile/ miraglio);
- cima long line con boe di segnalazione galleggianti intermedie;
- corpo morto laterale con catenaria e cima di collegamento alla cima long line
- boa di segnalazione laterale agganciata al corpo morto laterale;
- cime di aggancio alle boe spia (lungo la cima long line);
- lanterne per le ostriche;
- reste per i mitili;
- sistemi di protezione dai predatori.

Per i campionamenti finalizzati all'esecuzione delle analisi batteriologiche, virologiche e biotossicologiche sono state posizionate i seguenti molluschi bivalvi:

- 3 reste contenenti circa 7 kg di mitili di taglia commerciale (>5 cm) da reintegrare mensilmente all'occorrenza;
- 50 ostriche concave di dimensione commerciale (60 g), da reintegrare dopo ogni prelievo;
- 50 ostriche piatte di dimensione commerciale (60 g), da reintegrare dopo ogni prelievo.

Per i campionamenti finalizzati alla valutazione della capacità di accrescimento sono state posizionate i seguenti molluschi bivalvi:

- n. 15 kg di novellame di mitili suddivisi in varie reste;
- n. 700 ostriche concave di taglia T20 (circa 15 mm) in lanterne dedicate;
- n. 700 ostriche piatte di taglia T20 (circa 15 mm) in lanterne dedicate.

Lo stesso quantitativo di mitili ed ostriche appartenenti al medesimo lotto del novellame collocato nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* è stato posizionato nei vivai già attivi e situati nel Golfo di La Spezia nella zona denominata *Diga Foranea Interna Levante*.

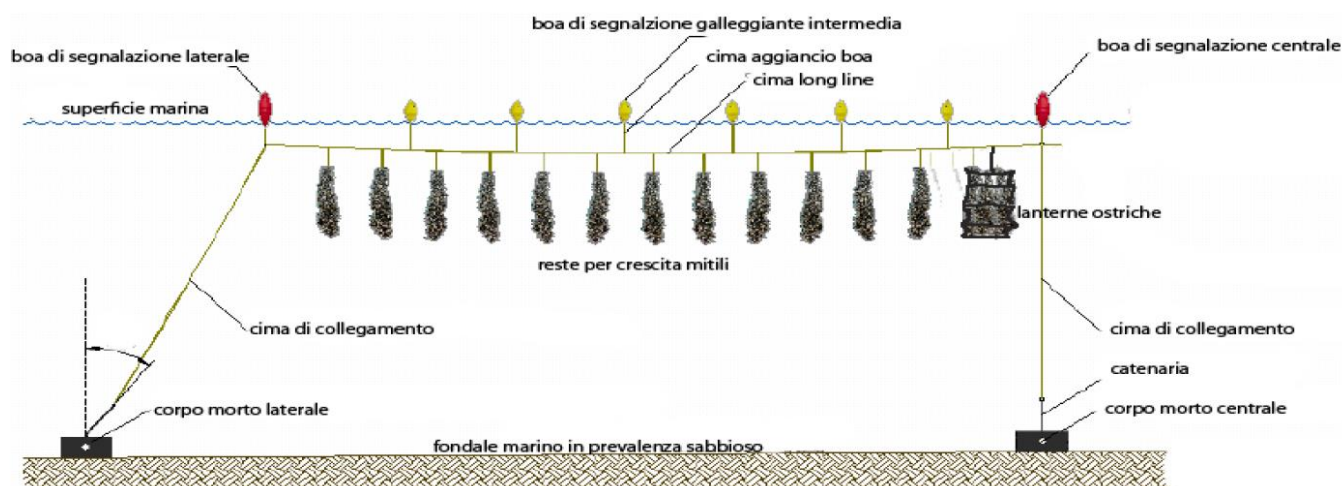


Figura n. 8: Schema dei vivai sperimentali nelle zone Bocca di Magra Esterna e Diga Foranea Esterna

5.2 Programma dei campionamenti

I campionamenti sono stati svolti nel periodo compreso tra aprile 2021 e marzo 2022 con *frequenza mensile*. Per la verifica dell'idoneità igienico-sanitaria delle aree oggetto di studio sono state predisposte analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche delle diverse specie di molluschi bivalvi (*Tabella n. 2*). La vongola verace e la cozza sono utilizzate come specie indicatrici per il rilevamento delle biotossine. Nelle telline non è stato predisposto il campionamento per la ricerca di virus a causa di possibili problematiche analitiche (piccole dimensioni, scarsità del prodotto).

ZONA DI MARE	MATRICE	PROFILO
BOCCA DI MAGRA INTERNA	Vongole veraci	• Biotossine: PSP, ASP (ac. domoico), DSP (ac. okadaico, yessotossine, azaspiracidi) • Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus, • Virus: Norovirus, Epatite A
	Vongole	• Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus, • Virus: Norovirus, Epatite A
	Telline	• Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,
BOCCA DI MAGRA ESTERNA DIGA FORANEA ESTERNA	Mitili	• Biotossine: PSP, ASP (ac. domoico), DSP (ac. okadaico, yessotossine, azaspiracidi) • Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus • Virus: Norovirus, Epatite A
	Ostriche concave	• Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus, • Virus: Norovirus, Epatite A
	Ostriche piatte	• Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus, • Virus: Norovirus, Epatite A

Tabella n. 2: Programma dei campionamenti
(analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche)

5.3 Operazioni di campionamento

I campionamenti sono stati eseguiti dal personale di OLPA Genova in collaborazione con i mitilicoltori della Società Cooperativa Mitilicoltori Spezzini a.r.l. con il proprio mezzo nautico. I Veterinari dell'Azienda Sociosanitaria Ligure 5 La Spezia (SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale) ed il personale di ARPAL (Sezione di La Spezia) con il supporto logistico e tecnico dei mezzi nautici della Capitaneria di Porto della Spezia (DDG n. 42 del 20/01/2022) hanno provveduto a supervisionare le operazioni di campionamento. Per motivi di sicurezza il conferimento dei campioni è avvenuto sulla banchina del centro di depurazione e spedizione gestito dalla Soc. Coop. Mitilicoltori Associati a.r.l. sito nel Comune di Lerici.

Nei vivai siti nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* il prelievo dei mitili è stato effettuato in pool in diversi punti della resta a tre livelli di profondità (sul fondo, a metà ed in prossimità della superficie); per le ostriche il prelievo è stato svolto con le medesime modalità dalle lanterne di allevamento. Gli esemplari campionati erano di taglia commerciale. Il novellame di mitili ed ostriche è stato prelevato casualmente dalle reste e dalle lanterne dedicate.

Per il campionamento dei molluschi bivalvi collocati nella zona *Bocca di Magra Interna* è stato necessario l'ausilio dei sub per il prelievo delle vongole veraci dalle poche (adulti e novellame) e l'utilizzo di una sorbonatrice per la raccolta di vongole e telline.

Per la preparazione dei campioni sono stati utilizzati sacchetti sterili (analisi microbiologiche e virologiche) e non sterili (analisi biotossicologiche, valutazioni biometriche) sigillati e identificati in modo indelebile.

Le Figure n. 9, 10, 11 e 12 raffigurano alcuni momenti delle operazioni di campionamento.



Figure n. 9, 10, 11 e 12: Operazioni di campionamento

I quantitativi delle matrici biologiche campionate per l'esecuzione delle diverse indagini analitiche sono dettagliati nella Tabella n. 3.

ZONA DI MARE	MATRICE	PROFILO	QUANTITÀ DA CAMPIONARE
BOCCA DI MAGRA INTERNA	Vongole veraci	Biotossine: PSP, ASP (ac. domoico), DSP (ac. okadaico, yessotossine, azaspiracidi)	3 Kg
		Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,	1 Kg
		Virus: Norovirus, Epatite A	1 Kg
	Vongole	Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,	2 Kg
		Virus: Norovirus, Epatite A	2 Kg
	Telline	Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,	3 Kg
BOCCA DI MAGRA ESTERNA DIGA FORANEA ESTERNA	Mitili	Biotossine: PSP, ASP (ac. domoico), DSP (ac. okadaico, yessotossine, azaspiracidi)	2 Kg
		Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus	3 Kg
		Virus: Norovirus, Epatite A	1 Kg
	Ostriche concave	Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,	1 Kg
		Virus: Norovirus, Epatite A	10 soggetti
	Ostriche piate	Batteri: E. coli, Salmonella, V. cholerae, V. parahaemoliticus, V. vulnificus,	10 soggetti
		Virus: Norovirus, Epatite A	15 soggetti

Tabella n. 3: Quantitativi delle matrici biologiche campionate (analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche)

Per l'esecuzione delle misurazioni finalizzate alla valutazione dell'attitudine all'accrescimento è stato previsto il campionamento del quantitativo/numero di soggetti minimi indicati nella *Tabella n. 4*. Le vongole e le telline di *Bocca di Magra Interna* non sono state oggetto di misurazioni e valutazioni biometriche in quanto specie bentoniche naturalmente presenti in questa zona di mare.

ZONA DI MARE	MATRICE	PROFILO
BOCCA DI MAGRA INTERNA	Vongole veraci	1 Kg
	Vongole	-
	Telline	-
BOCCA DI MAGRA ESTERNA	Mitili	almeno 100 soggetti
	Ostriche concave	almeno 50 soggetti
DIGA FORANEA ESTERNA	Ostriche piatte	almeno 50 soggetti
DIGA FORANEA INTERNA	Mitili	almeno 50 soggetti
	Ostriche concave	almeno 50 soggetti

*Tabella n. 4: Programma dei campionamenti
(valutazioni biometriche)*

5.4 Laboratorio di riferimento per lo svolgimento delle prove analitiche

Il Laboratorio di riferimento per l'esecuzione delle analisi biotossicologiche, microbiologiche e virologiche è l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta (IZSPLVA). Le analisi microbiologiche e virologiche sono state svolte presso la Sezione di La Spezia, le analisi biotossicologiche presso la Sezione di Genova. Tutte le analisi sono state eseguite utilizzando prove accreditate. Per il *Norovirus* sono state effettuate analisi quali-quantitative. I campioni destinati alla ricerca dei parametri microbiologici sono stati analizzati entro 24 ore dal campionamento (ISO 6887-3:2017).

Per maggiori dettagli in merito alle modalità di svolgimento delle analisi e per le specifiche indagini effettuate per accertare se le zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* potessero essere utilizzate come zona di stabulazione delle ostriche per la riduzione dei livelli di *Norovirus*, si rimanda alla specifica relazione a cura dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta.

5.5 Valutazione biometrica dei molluschi bivalvi

Le misurazioni biometriche delle diverse specie di molluschi bivalvi sono state eseguite dal personale della ASL 5 La Spezia (SC Igiene degli Alimenti di Origine Animale) nel laboratorio in dotazione (*Figura n. 13*). L'essiccamento e le successive fasi sono state svolte dagli operatori del laboratorio di ARPAL Sezione di La Spezia.

Per la valutazione della capacità di adattamento e di accrescimento delle diverse specie dei molluschi bivalvi posti nei vivai sperimentali e per confrontarli ai molluschi bivalvi allevati nei vivai già attivi della *Diga Foranea Interna di Levante*, sono state raccolte le seguenti determinazioni biometriche e merceologiche:

- lunghezza
- peso del mollusco intero
- peso umido della carne dopo sgocciolamento
- peso secco delle valve
- peso secco della carne
- indice di condizione

Il rilevamento dei dati biometrici si è articolato nelle seguenti fasi:

- misurazione della lunghezza dei singoli individui utilizzando il calibro (*Figura n. 14*)
- rilevazione del peso dei singoli individui utilizzando la bilancia (*Figura n. 15*)
- suddivisione del campione per gruppi di taglia omogenea da 1 mm (arrotondando al mm inferiore)
- valutazione del campione complessivo in relazione ai gruppi di taglia omogenea rilevati (taglia/frequenza e taglia/peso)
- individuazione della moda nelle classi di taglia e selezione all'interno del campione di n. 20 individui o estensione della ricerca a tutti i soggetti disponibili nel caso di insufficiente numero di esemplari nella frazione di campione individuata e identificazione della matrice
- numerazione da 1 a 20 di due serie di contenitori (n. 40 contenitori per campione in totale)
- rilevazione del peso della tara dei contenitori preventivamente numerati
- apertura dei singoli molluschi bivalvi selezionati
- posizionamento della parte edule adeguatamente identificata su carta paglia per 15 minuti
- posizionamento delle valve nei contenitori numerati
- posizionamento della parte edule sgocciolata nei contenitori numerati
- misurazione del peso umido della carne rilevando il peso complessivo del contenitore e della parte edule e sottraendo la tara
- collocamento dei contenitori numerati contenenti le valve e la carne in frigorifero
- trasporto dei campioni dei molluschi bivalvi al laboratorio ARPAL sezione di La Spezia entro 24 ore successive al termine delle misurazioni suddette con appositi contenitori isotermici dotati di coperchio e placche eutettiche
- sistemazione in stufa dei contenitori con parte edule a +105°C per 48 ore (*Figura n. 16*)
- sistemazione in stufa dei contenitori con valve a +105°C per 48 h
- estrazione dalla stufa dei contenitori contenenti la parte edule e le valve dopo 48 ore e raffreddamento in essiccatoio per circa 15 minuti (*Figura n. 17*)
- misurazione del peso secco della carne rilevando il peso complessivo del contenitore e della parte edule secca e sottraendo la tara
- misurazione del peso secco delle valve rilevando il peso complessivo del contenitore e delle valve essiccate e sottraendo la tara
- calcolo dell'Indice di Condizione (IC) = peso secco delle carni/peso secco delle valve
- calcolo delle medie di tutti i parametri per il sottocampione rappresentativo.

I dati relativi alle misurazioni effettuate sono stati raccolti in un foglio di lavoro xls specifico per ogni singola specie di mollusco bivalve allevato nei vivai sperimentali.

Le *Figure n. 18-26* rappresentano la sequenza delle operazioni svolte presso il laboratorio da ASL 5 per i mitili, le ostriche concave e le ostriche piatte.



Figura n. 13: Laboratorio di ASL 5



Figure n. 14: Calibro (precisione: centesimo di mm)



Figure n. 15: Bilancia (precisione: millesimo di g)



Figure n. 16: Stufa



Figure n. 17: Essiccatore



Figure n. 18, 19 e 20: Sequenza delle operazioni svolte da ASL 5 per la valutazione biometrica dei mitili



Figure n. 21, 22 e 23: Sequenza delle operazioni svolte da ASL 5 per la valutazione biometrica delle ostriche concave



Figure n. 24, 25 e 26: Sequenza delle operazioni svolte da ASL 5 per la valutazione biometrica delle ostriche piatte

6. Risultati

6.1 Campionamenti effettuati

6.1.1 Campionamenti per la ricerca di batteri, virus e biotossine

I campionamenti effettuati per la ricerca dei diversi analiti nelle varie matrici biologiche nelle zone di mare *Bocca di Magra Interna*, *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono dettagliate nelle *Tabelle n. 5, 6 e 7*.

BOCCA DI MAGRA INTERNA						
VONGOLE VERACI (<i>Ruditapes philippinarum</i>)						
Mesi	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>parahaemolyticus</i> e <i>cholerae</i>	Norovirus	Epatite A	Biotossine
apr-21	X	X	X			
mag-21						
giu-21						
lug-21						
ago-21						
set-21						
ott-21						
nov-21						
dic-21						
gen-22						
feb-22						
mar-22						
VONGOLE (<i>Ruditapes philippinarum</i>)						
apr-21						
mag-21						
giu-21						
lug-21						
ago-21						
set-21						
ott-21						
nov-21						
dic-21						
gen-22						
feb-22						
mar-22						
TELLINE (<i>Donax trunculus</i>)						
apr-21						
mag-21						
giu-21						
lug-21						
ago-21						
set-21						
ott-21						
nov-21						
dic-21						
gen-22						
feb-22						
mar-22						

Tabella n. 5: Campionamenti effettuati nella zona *Bocca di Magra Interna* (analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche)

BOCCA DI MAGRA ESTERNA						
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)						
Mesi	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>parahaemolyticus</i> e <i>cholerae</i>	Norovirus	Epatite A	Biotossine
apr-21	X	X	X	X	X	X
mag-21	X	X	X	X	X	X
giu-21	X	X	X	X	X	X
lug-21	X	X	X	X	X	X
ago-21	X	X	X	X	X	X
set-21	X	X	X	X	X	X
ott-21	X	X	X	X	X	X
nov-21	X	X	X	X	X	X
dic-21	X	X	X	X	X	X
gen-22	X	X	X	X	X	X
feb-22	X	X	X	X	X	X
mar-22	X	X	X	X	X	X
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)						
apr-21						
mag-21	X	X	X	X	X	
giu-21	X	X	X	X	X	
lug-21	X	X	X	X	X	
ago-21	X	X	X	X	X	
set-21	X	X	X	X	X	
ott-21	X	X	X	X	X	
nov-21	X	X	X	X	X	
dic-21	X	X	X	X	X	
gen-22	X	X	X	X	X	
feb-22	X	X	X	X	X	
mar-22	X	X	X	X	X	
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)						
apr-21	X	X	X	X	X	
mag-21	X	X	X	X	X	
giu-21	X	X	X	X	X	
lug-21	X	X				
ago-21	X	X				
set-21						
ott-21						
nov-21						
dic-21						
gen-22	X	X	X	X	X	
feb-22	X	X	X	X	X	
mar-22	X	X	X	X	X	

Tabella n. 6: Campionamenti effettuati nella zona Bocca di Magra Esterna
(analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche)

DIGA FORANEA ESTERNA						
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)						
Mesi	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i> spp.	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>parahaemolyticus</i> e <i>cholerae</i>	Norovirus	Epatite A	Biotossine
apr-21	X	X	X	X	X	X
mag-21	X	X	X	X	X	X
giu-21	X	X	X	X	X	X
lug-21	X	X	X	X	X	X
ago-21	X	X	X	X	X	X
set-21	X	X	X	X	X	X
ott-21	X	X	X	X	X	X
nov-21	X	X	X	X	X	X
dic-21	X	X	X	X	X	X
gen-22	X	X	X	X	X	X
feb-22	X	X	X	X	X	X
mar-22	X	X	X	X	X	X
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)						
apr-21						
mag-21	X	X	X	X	X	
giu-21	X	X	X	X	X	
lug-21	X	X	X	X	X	
ago-21	X	X	X	X	X	
set-21	X	X	X	X	X	
ott-21	X	X	X	X	X	
nov-21	X	X	X	X	X	
dic-21	X	X	X	X	X	
gen-22	X	X	X	X	X	
feb-22	X	X	X	X	X	
mar-22	X	X	X	X	X	
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)						
apr-21	X	X	X	X	X	
mag-21	X	X	X	X	X	
giu-21	X	X	X	X	X	
lug-21	X	X				
ago-21						
set-21						
ott-21						
nov-21						
dic-21						
gen-22	X	X	X	X	X	
feb-22	X	X	X	X	X	
mar-22						

Tabella n. 7: Campionamenti effettuati nella zona Diga Foranea Esterna
(analisi microbiologiche, virologiche e biotossicologiche)

6.1.2 Campionamenti per le valutazioni biometriche

I campionamenti effettuati per l'esecuzione delle misurazioni finalizzate alla valutazione biometrica delle diverse specie nei vivai sperimentali ed alla loro comparazione ai molluschi bivalvi presenti nella zona di molluschicoltura già attiva denominata *Diga Foranea Interna Ponente* sono indicati nella *Tabella n. 8*.

BOCCA DI MAGRA INTERNA												
Matrice	apr-21	mag-21	giu-21	lug-21	ago-21	set-21	ott-21	nov-21	dic-21	gen-22	feb-22	mar-22
Vongole veraci	(1)_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vongole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Telline	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(1) Vongole veraci insufficienti per rovesciamento del corpo morto												
BOCCA DI MAGRA ESTERNA												
Matrice	apr-21	mag-21	giu-21	lug-21	ago-21	set-21	ott-21	nov-21	dic-21	gen-22	feb-22	mar-22
Mitili	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ostriche concave	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ostriche piatte	X	X	X	X	X ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-
(2) Campione scarso, soggetti morti												
DIGA FORANEA ESTERNA												
Matrice	apr-21	mag-21	giu-21	lug-21	ago-21	set-21	ott-21	nov-21	dic-21	gen-22	feb-22	mar-22
Mitili	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ostriche concave	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Ostriche piatte	X	X	X ⁽³⁾	X ⁽⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-
(3) molti soggetti morti o disvitali												
(4) campione scarso, soggetti morti												
VIVAI DIGA FORANEA INTERNA LEVANTE												
Matrice	apr-21	mag-21	giu-21	lug-21	ago-21	set-21	ott-21	nov-21	dic-21	gen-22	feb-22	mar-22
Mitili	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ostriche concave	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabella n. 8: Campionamenti effettuati nelle zone Bocca di Magra Interna, Bocca di Magra Esterna, Diga Foranea Esterna e Diga Foranea Interna Levante (valutazioni biometriche)

6.2 Risultati delle indagini analitiche e della valutazioni biometriche

6.2.1 Risultati delle analisi batteriologiche e virologiche

Nella zona di mare *Bocca di Magra Interna* è stato effettuato un singolo campionamento per la ricerca di *E. coli* (0 MPN/100g), *Salmonella* e *Vibrio* patogeni (non rilevati). I risultati delle analisi effettuate per la ricerca di batteri e virus nelle varie matrici biologiche nelle zone di mare *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono dettagliate nelle Tabelle n. 9 e 10.

BOCCA DI MAGRA ESTERNA					
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)					
Mesi	<i>E. coli</i> (MPN/100g)	<i>Salmonella</i> spp. (presenza/assenza)	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>parahaemolyticus</i> e <i>cholerae</i> (presenza/assenza)	Norovirus (n. copie genomiche)	Epatite A (presenza/assenza)
apr-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ago-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
set-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ott-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
nov-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
dic-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII 4977	NR
gen-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 21,6	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 140,5	NR
mar-22	360	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)					
apr-21					
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ago-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
set-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ott-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
nov-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
dic-21	0	NR	NR	GGI 74,24 GGII 27477,5	NR
gen-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 2493,4	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 671,6	NR
mar-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)					
apr-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21	0	NR			
ago-21					
set-21					
ott-21					
nov-21					
dic-21					
gen-22	0	NR	NR	GGI 197,1 GGII 308,6	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
mar-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR

Tabella n. 9: Esiti analitici batteriologici e virologici dei campionamenti effettuati nella zona Bocca di Magra Esterna

DIGA FORANEA ESTERNA					
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)					
Mesi	<i>E. coli</i> (MPN/100g)	<i>Salmonella</i> spp. (presenza/assenza)	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>parahaemolyticus</i> e <i>cholerae</i> (presenza/assenza)	Norovirus (n. copie genomiche)	Epatite A (presenza/assenza)
apr-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ago-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
set-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ott-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
nov-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
dic-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII 2721,75	NR
gen-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 799,2	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 198,54	NR
mar-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 96,2	NR
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)					
apr-21					
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ago-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
set-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
ott-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII 929,11	NR
nov-21	0	NR	NR	GGI 126,4 GGII 21280	NR
dic-21	0	NR	NR	GGI 1918 GGII 55440	NR
gen-22	0	NR	NR	GGI 19,52 GGII 3984	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI <10 GGII 1508,75	NR
mar-22	0	NR	NR	GGI 183,33 GGII <10	NR
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)					
apr-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
mag-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
giu-21	0	NR	NR	GGI <10 GGII <10	NR
lug-21					
ago-21					
set-21					
ott-21					
nov-21					
dic-21					
gen-22	0	NR	NR	GGI 174,45 GGII 9763,5	NR
feb-22	0	NR	NR	GGI 31,31 GGII 5,43	NR
mar-22					

Tabella n. 10: Esiti analitici batteriologici e virologici dei campionamenti effettuati nella zona Diga Foranea Esterna

6.2.2 Risultati delle analisi biotossicologiche

I risultati delle analisi effettuate per la ricerca di biotossine nelle varie matrici biologiche nelle zone di mare *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono dettagliate nelle *Tabelle n. 11* e *12*.

BOCCA DI MAGRA ESTERNA					
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)					
Mesi	PSP (µg/Kg)	Acido domoico (g/Kg)	Acido okadaico (µg/Kg)	Yessotossine (g/Kg)	Azaspiracidi (µg/Kg)
apr-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
mag-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
giu-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
lug-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
ago-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
set-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
ott-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
nov-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
dic-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
gen-22	NR	<5	<20	<0,05	<20
feb-22	NR	<5	<20	<0,05	<20
mar-22	NR	<5	<20	<0,05	<20

Tabella n. 11: Esiti analitici delle analisi biotossicologiche relative ai campioni di mitili prelevati nella zona *Bocca di Magra Esterna*

DIGA FORANEA ESTERNA					
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)					
Mesi	PSP (µg/Kg)	Acido domoico (g/Kg)	Acido okadaico (µg/Kg)	Yessotossine (g/Kg)	Azaspiracidi (µg/Kg)
apr-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
mag-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
giu-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
lug-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
ago-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
set-21					
ott-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
nov-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
dic-21	NR	<5	<20	<0,05	<20
gen-22	NR	<5	<20	<0,05	<20
feb-22	NR	<5	<20	<0,05	<20
mar-22	NR	<5	<20	<0,05	<20

Tabella n. 12: Esiti analitici delle analisi biotossicologiche relative ai campioni di mitili prelevati nella zona *Diga Foranea Esterna*

6.2.3 Risultati delle valutazioni biometriche

Per la valutazione e la comparazione della capacità di accrescimento delle diverse specie dei molluschi bivalvi nelle zone di mare d'origine si è proceduto alla misurazione della lunghezza e alla rilevazione del peso dei singoli individui. Sulla base della distribuzione di frequenza ottenuta sono stati individuati i soggetti del sottocampione rappresentativo e di questi esemplari sono stati misurati il peso umido della carne dopo sgocciolamento, il peso secco delle valve ed il peso secco della carne al fine di calcolare l'indice di condizione. Le medie dei valori riscontrati sono riportati nelle *Tabelle n. 13, 14 e 15*.

BOCCA DI MAGRA ESTERNA						
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	29,82	2,96	0,39	0,65	0,06	0,08
mag-21	39,08	5,77	1,28	1,93	0,34	0,18
giu-21	47,81	7,40	1,46	2,81	0,32	0,11
lug-21	47,19	9,45	1,83	3,84	0,46	0,12
ago-21	51,36	11,98	1,97	4,11	0,44	0,11
set-21	43,58	8,21	1,18	2,79	0,30	0,11
ott-21	41,53	6,11	1,18	2,45	0,20	0,09
nov-21	49,92	11,88	2,04	3,95	0,40	0,10
dic-21	48,14	10,09	1,55	3,98	0,26	0,07
gen-22	48,38	10,93	2,01	3,76	0,39	0,10
feb-22	46,50	7,98	1,97	2,49	0,38	0,16
mar-22	44,49	7,66	1,23	2,20	0,26	0,12
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	52,38	14,32	1,48	6,75	0,10	0,01
mag-21	52,50	19,57	3,05	11,51	0,72	0,06
giu-21	66,69	29,45	3,03	14,77	0,78	0,05
lug-21	69,70	38,47	2,73	19,82	0,49	0,02
ago-21	73,88	43,69	3,35	22,32	0,72	0,03
set-21	82,75	59,32	3,96	28,32	0,72	0,03
ott-21	68,12	37,74	2,73	19,78	0,47	0,02
nov-21	81,06	64,29	4,80	31,16	0,79	0,03
dic-21	86,88	57,38	3,23	23,01	0,59	0,03
gen-22	79,80	60,04	4,84	32,01	0,88	0,03
feb-22	84,72	65,45	5,20	32,60	0,84	0,03
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	53,46	22,19	1,76	15,63	0,28	0,02
mag-21	53,71	23,43	2,67	21,35	0,47	0,03
giu-21	57,86	27,93	1,78	21,86	0,37	0,02
lug-21	55,10	21,26	1,03	14,76	0,27	0,02
ago-21	59,36	27,34	1,42	23,51	0,27	0,01

Tabella n. 13: Medie delle misurazioni effettuate sui molluschi bivalvi campionati nella zona Bocca di Magra Esterna ai fini della valutazione biometrica

DIGA FORANEA ESTERNA						
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	38,80	5,99	0,94	1,13	0,29	0,24
mag-21	46,33	8,48	2,35	72,73	0,59	0,20
giu-21	49,48	11,11	2,46	3,47	0,69	0,20
lug-21	50,18	11,04	2,71	4,29	0,74	0,17
ago-21	52,66	10,90	2,58	4,38	0,67	0,15
set-21	51,87	13,18	2,79	4,67	0,75	0,16
ott-21	52,28	13,20	2,78	0,93	0,64	0,14
nov-21	53,26	14,80	3,00	5,12	0,61	0,12
dic-21	54,05	14,67	2,90	6,32	0,53	0,09
gen-22	42,51	7,32	1,55	3,00	0,31	0,10
feb-22	44,58	7,93	1,46	2,36	0,30	0,14
mar-22	46,31	8,01	1,28	2,73	0,29	0,11
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	40,88	18,65	1,70	6,58	0,21	0,02
mag-21	71,03	29,60	3,45	12,66	0,88	0,07
giu-21	74,57	41,52	3,54	16,81	0,67	0,04
lug-21	78,14	43,83	2,50	18,81	0,51	0,03
ago-21	71,60	40,34	2,59	18,93	0,50	0,03
set-21	76,91	49,10	3,30	23,30	0,68	0,03
ott-21	79,71	60,50	4,71	27,01	0,85	0,03
nov-21	76,50	39,03	2,19	13,77	0,43	0,03
dic-21	88,55	79,10	6,02	38,72	1,08	0,03
gen-22	86,93	57,90	4,47	23,15	0,88	0,04
feb-22	89,31	65,34	6,54	28,42	1,40	0,05
mar-22	119,08	122,88	12,91	60,55	2,72	0,05
OSTRICHE PIATTE (<i>Ostrea edulis</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	51,55	19,00	1,74	14,61	0,26	0,02
mag-21	58,00	26,88	2,63	18,34	0,60	0,03
giu-21	57,51	28,49	1,93	12,21	0,22	0,02
lug-21	60,80	29,77	1,74	22,13	0,35	0,02

Tabella n. 14: Medie delle misurazioni effettuate sui molluschi bivalvi campionati nella zona Diga Foranea Esterna ai fini della valutazione biometrica

VIVAI DIGA FORANEA INTERNA LEVANTE						
MITILI (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	40,04	5,75	1,07	1,39	0,04	0,03
mag-21	39,82	7,70	1,05	1,70	0,31	0,18
giu-21	41,66	6,63	1,04	2,06	0,23	0,10
lug-21	45,62	8,05	1,24	2,49	0,26	0,11
ago-21	46,84	7,49	1,50	3,18	0,29	0,10
set-21	45,54	8,82	1,60	3,28	0,42	0,13
ott-21	45,42	9,41	1,84	3,86	0,45	0,12
nov-21	52,03	12,60	2,41	4,97	0,50	0,10
dic-21	53,53	14,77	2,31	5,34	0,47	0,09
gen-22	51,98	13,11	1,83	4,79	0,34	0,09
feb-22	56,73	16,72	2,61	5,66	0,51	0,09
mar-22	58,63	18,02	3,19	6,71	0,68	0,11
OSTRICHE CONCAVE (<i>Crassostrea gigas</i>)						
Mesi	Lunghezza approssimata (mm)	Peso mollusco (g)	Peso umido carne (g)	Peso secco valve netto (g)	Peso secco carne netto (g)	Indice di condizione
apr-21	58,14	15,76	1,15	6,59	0,11	0,02
mag-21	46,57	7,62	1,06	3,11	0,30	0,09
giu-21	38,46	9,25	0,44	2,68	0,09	0,04
lug-21	56,69	18,21	0,74	5,69	0,09	0,00
ago-21	54,42	17,53	0,62	8,29	0,14	0,02
set-21	49,00	10,83	0,59	5,66	0,13	0,02
ott-21	57,26	18,78	1,02	8,76	0,23	0,03
nov-21	64,67	29,90	2,06	13,06	0,35	0,03
dic-21	61,55	25,16	1,65	11,86	0,30	0,03
gen-22	68,31	35,28	2,24	16,24	0,41	0,03
feb-22	83,88	48,82	3,01	19,85	0,50	0,03
mar-22	79,88	44,28	4,50	21,69	0,90	0,04

Tabella n. 15: Medie delle misurazioni effettuate sui molluschi bivalvi campionati nei vivai attivi nella zona Diga Foranea Interna Levante ai fini della valutazione biometrica

7. Discussione

7.1 Attività di campionamento

L'attività sperimentale programmata per la zona *Bocca di Magra Interna* è stata interrotta a maggio 2021, subito dopo la prima campagna di campionamento durante la quale è stato possibile raccogliere poche vongole veraci con cui sono state svolte solo una parte delle indagini analitiche previste. Infatti, a causa delle forti correnti marine, si è verificato il rovesciamento del corpo morto ed il conseguente attorcigliamento e schiacciamento delle poche contenenti le vongole veraci. Poiché questa modalità di gestione delle vongole veraci non è risultata efficace nel sito in oggetto, a gennaio 2022 è stata effettuata la semina di nuovo prodotto sul fondale in prossimità della boa di identificazione. In ogni caso, nell'intero periodo di campionamento, nonostante l'intervento dei sub e l'utilizzo della sorbonatrice, non è stato possibile recuperare una quantità di molluschi bivalvi (vongole veraci, vongole e telline) sufficienti per eseguire le indagini analitiche e le valutazioni biometriche previste e per stabilire se la presenza di specie autoctone possa essere significativa ai fini dello svolgimento di un'attività produttiva.

Nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* è stato possibile svolgere la sperimentazione.

Nella zona *Bocca di Magra Esterna* sono stati effettuati n. 12 campionamenti di mitili, n. 11 campionamenti di ostriche concave e n. 6 campionamenti di ostriche piatte necessari per lo svolgimento delle indagini analitiche (batteri, virus, biotossine). Per quanto riguarda le ostriche concave, queste risultavano assenti nel mese di aprile 2021 sebbene fossero state recentemente posizionate nel vivaio probabilmente a causa di un furto. Per le ostriche piatte, si è osservato un crescente aumento della mortalità a partire da luglio 2021 che ha determinato il parziale campionamento del prodotto nei mesi di luglio e agosto 2021 e la completa mancanza della matrice biologica con conseguente impossibilità di effettuare i campionamenti previsti fino a dicembre 2021, quando si è provveduto a reimmergere ostriche piatte adulte. In questo modo, è stato possibile effettuare in modo regolare i prelievi previsti fino al termine del periodo di campionamento. Nella zona *Diga Foranea Esterna* sono stati effettuati n. 12 campionamenti di mitili, n. 11 campionamenti di ostriche concave e n. 5 campionamenti di ostriche piatte. In questo vivaio sperimentale si è verificata una situazione analoga rispetto alla zona *Bocca di Magra Esterna*, con la differenza che per le ostriche piatte il campionamento è stato parziale per la scarsità di prodotto solo nel mese di luglio 2021 e che anche a marzo 2022 questa specie risultava assente a causa della forte mortalità.

Relativamente ai campionamenti svolti ai fini delle valutazioni biometriche, è stato possibile eseguire n. 12 prelievi di mitili ed ostriche concave sia nella zona *Bocca di Magra Esterna* che *Diga Foranea Esterna*, n. 5 prelievi di ostriche piatte nella zona *Bocca di Magra Esterna* e n. 4 prelievi nella zona *Diga Foranea Esterna*. A tale scopo sono stati prelevati n. 12 campioni di mitili ed ostriche concave nei vivai già attivi presenti nella zona di mare denominata *Diga Foranea Interna Levante* ubicata all'interno del Golfo di La Spezia.

In entrambe le zone sono stati riscontrati in modo diffuso danni riconducibili a furti e ad attività di pesca sportiva o professionale (es. presenza di reti ed ami impigliati nei vivai, funi recise) con perdita di materiale biologico, sia adulto che allo stadio giovanile.

7.2 Valutazione delle caratteristiche igienico-sanitarie delle zone marine

7.2.1 Stato sanitario delle acque marine

Tutti i molluschi bivalvi destinati all'alimentazione umana devono provenire da zone di mare classificate. Il Regolamento UE n. 2019/627 artt. 52, 53, 54 e 55 distingue le acque marine destinate alla molluschicoltura nelle classi sanitarie A, B e C in relazione al livello riscontrato di *E. coli* assunto come indicatore della contaminazione fecale. Lo stesso Regolamento prevede un periodo di osservazione della zona e il campionamento delle singole specie di molluschi bivalvi per la ricerca di *E. coli*. La classificazione delle acque di mare destinate alla molluschicoltura è infatti specifica per ogni specie presente. L'Intesa n. 79/CSR del 8 luglio 2010 tra il Governo, le Regioni e le Province autonome di Trento e Bolzano concernente linee guida nel settore dei molluschi bivalvi recepite con D.G. Regione Liguria n. 410 del 21/04/2011 dettagliano la durata e la frequenza del periodo di osservazione, definendo un intervallo temporale minimo di 6 mesi con prelievi quindicinali di molluschi bivalvi per la ricerca di *E. coli* (parte I, capo 2, lettera A, paragrafo 6d). La *Tabella n. 16* riassume i range di *E. coli* previsti per le singole classi sanitarie e la destinazione dei molluschi bivalvi raccolti nelle stesse zone al fine di garantire la sicurezza alimentare del consumatore.

Classificazione della zona di molluschicoltura	E. coli (MPN 100/g di polpa e liquido intervalvare)	Trattamento richiesto per il consumo
Classe A	80% dei campioni ≤ 230 E. coli MNP/100 g 20% dei campioni ≤ 700 E.coli MNP/100 g	Nessuno
Classe B	90% dei campioni ≤ 4.600 E. coli MNP/100 g 10% dei campioni ≤ 46.000 E. coli MNP/100 g	Depurazione in stabilimenti riconosciuti Depurazione in zone classificate ai fini della stabulazione Trasformazione in stabilimenti riconosciuti dopo trattamento termico
Classe C	90% dei campioni ≤ 46.000 E. coli MNP/100 g 10% dei campioni > 46.000 E. coli MNP/100 g	Stabulazione di lunga durata (≥ 2 mesi) Trasformazione in stabilimenti riconosciuti dopo trattamento termico
Zona proibita	> 46000 MNP/100 g	Divieto di raccolta

Tabella n. 16: Prospetto riassuntivo dei range di E. coli nelle diverse classi sanitarie delle zone di molluschicoltura e trattamento richiesto per la sicurezza alimentare dei prodotti da queste provenienti

I risultati di *E. coli* relativi ai mitili, alle ostriche concave ed alle ostriche piatte campionati nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono stati classificati in relazione ai criteri definiti Regolamento UE n. 2019/627 nella Tabella n. 17.

Zona	Specie	N. di campionamenti	Valori analitici di E. coli (MPN/100g)	N. di risultati analitici	%
Bocca di Magra Esterna	Mitili (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	12	≤230	11	91,7%
			>230 e ≤700	1	8,3%
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-
	Ostriche concave (<i>Crassostrea gigas</i>)	11	≤230	11	100%
			>230 e ≤700	-	-
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-
	Ostriche piatte (<i>Ostrea edulis</i>)	6	≤230	6	100%
			>230 e ≤700	-	-
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-
Diga Foranea Esterna	Mitili (<i>Mytilus galloprovincialis</i>)	12	≤230	12	100%
			>230 e ≤700	-	-
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-
	Ostriche concave (<i>Crassostrea gigas</i>)	11	≤230	11	100%
			>230 e ≤700	-	-
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-
	Ostriche piatte (<i>Ostrea edulis</i>)	5	≤230	5	100%
			>230 e ≤700	-	-
			>700 e ≤4.600	-	-
			>4.600 e ≤46.000	-	-
			>46.000	-	-

Tabella n. 17: Classificazione dei valori di *E. coli* di mitili, ostriche concave e ostriche piatte nelle zone Bocca di Magra Esterna e Diga Foranea Esterna in relazione ai criteri del Regolamento UE n. 2019/627

Pur considerando che il periodo di osservazione di 1 anno (aprile 2021-marzo 2022) con campionamenti mensili è diverso da quello stabilito per la classificazione delle acque marine (paragrafo 7.2), in riferimento ai dati riportati nelle Tabelle n. 17 e n. 18 si rappresenta quanto segue:

- per la specie mitili (*Mytilus galloprovincialis*) sono disponibili n. 12 campionamenti distribuiti uniformemente in tutto l'anno, pertanto le zone di mare Bocca di Magra Esterna e Diga Foranea Esterna potrebbero essere considerate appartenenti alla classe A;
- per la specie ostrica concava (*Crassostrea gigas*) sono disponibili n. 11 campionamenti distribuiti uniformemente in tutto l'anno, tuttavia la mancanza di un singolo dato analitico non pregiudica la possibilità di inserire in classe A le zone di mare Bocca di Magra Esterna e Diga Foranea Esterna;
- per la specie ostrica piatta (*Ostrea edulis*) sono disponibili n. 6 campionamenti nella zona Bocca di Magra Esterna e n. 5 campionamenti nella zona Diga Foranea Esterna, pertanto la mancanza di dati analitici e la discontinuità dei campionamenti non consente di esprimere alcun giudizio in merito alla classe sanitaria delle acque, sebbene i risultati ottenuti ne mettano in evidenza l'elevato standard igienico-sanitario.

7.2.2 Correlazione tra i livelli di *E. coli*, i parametri di campo e i dati pluviometrici

I valori di *E. coli* riscontrati nei mitili, nelle ostriche concave e nelle ostriche piatte campionati nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono stati posti in relazione con i parametri di campo (temperatura dell'aria, temperatura media della colonna d'acqua) ed i dati pluviometrici (precipitazioni mensili) al fine di verificare la presenza di un'eventuale correlazione diretta tra l'aumento della temperatura, il maggior afflusso di acque di scarico e la concentrazione del microrganismo nei molluschi bivalvi (*Tabelle n. 19 e n. 20*). I dati pluviometrici sono stati estrapolati dalle registrazioni della stazione meteo della Spezia ricavabile dalla Banca Dati presente sul sito della Regione Liguria.

Campionamenti	E. coli (MPN/100g)			Temperatura aria (°C)	Temperatura media acqua (°C)	Piovosità mensile (mm)
	Mitili	Ostriche concave	Ostriche piatte			
apr-21	0		0	21,10	15,21	89,40
mag-21	0	0	0	24,90	21,20	129,40
giu-21	0	0	0	27,60	25,35	3,00
lug-21	0	0	0	28,40	25,97	9,80
ago-21	0	0		26,40	25,59	45,20
set-21	0	0		25,20	23,07	171,80
ott-21	0	0		19,1	19,58	80,40
nov-21	0	0		16,90	17,16	200,20
dic-21	0	0		10,20	12,67	181,40
gen-22	0	0	0	10,50	12,36	61,00
feb-22	0	0	0	10,1	12,91	100,20
mar-22	360	0	0	18,00	13,52	44,60

Tabella n. 19: Correlazione tra i valori di *E. coli*, i parametri di campo ed i dati pluviometrici nella zona *Bocca di Magra Esterna*

Campionamenti	E. coli (MPN/100g)			Temperatura aria (°C)	Temperatura media acqua (°C)	Piovosità mensile (mm)
	Mitili	Ostriche concave	Ostriche piatte			
apr-21	0		0	14,8	15,30	89,40
mag-21	0	0	0	25,7	21,16	129,40
giu-21	0	0	0	28	24,70	3,00
lug-21	0	0		30,7	27,06	9,80
ago-21	0	0		29,7	25,33	45,20
set-21	0	0		24,6	23,60	171,80
ott-21	0	0		18,7	19,49	80,40
nov-21	0	0		17	16,95	200,20
dic-21	0	0		11,20	13,63	181,40
gen-22	0	0	0	11	13,83	61,00
feb-22	0	0	0	11	12,84	100,20
mar-22	0	0		19,4	13,46	44,60

Tabella n. 20: Correlazione tra i valori di *E. coli*, i parametri di campo ed i dati pluviometrici nella zona *Diga Foranea Esterna*

Durante il periodo di campionamento (aprile 2021-2022) si osserva una notevole escursione della temperatura dell'aria (da 11°C a 30,7°C), della temperatura media della colonna d'acqua (da 12,84°C a 27,06°C) e delle precipitazioni cumulate mensili (da 3,00 mm a 200,20 mm), mentre in tutte le specie di molluschi bivalvi oggetto di studio non si riscontra la presenza di *E. coli* (ad eccezione dei mitili campionati nella zona *Bocca di Magra Esterna* a marzo 2022 in cui si è riscontrato un valore di *E. coli* 360 MPN/100g). La presenza di *E. coli* nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* non risulta in alcun modo influenzata dalle variazioni delle condizioni meteo-marine nelle diverse stagioni dell'anno.

7.2.3 Valutazione della qualità batteriologica, virologica e biotossicologica delle zone marine

Per avere un quadro esauriente e rappresentativo dello stato sanitario della zona *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*, oltre ad *E. coli* è stata effettuata la ricerca di altri batteri, virus e biotossine che comunemente interessano i molluschi bivalvi vivi.

I batteri (*E. coli*, *Salmonella spp*, *Vibrio spp*) subiscono una riduzione durante il processo di depurazione/stabulazione, i virus (*Epatite A*, *Norovirus*) rimangono invariati all'interno del prodotto durante la depurazione e sono eliminati con il normale processo di cottura, le biotossine non sono sensibili né alla depurazione/stabulazione né alle normali condizioni di trattamento termico. Per questo motivo, è importante avere una visione completa della contaminazione di una zona di mare al fine di garantire la fattibilità degli allevamenti ed assicurarne la corretta gestione tutelando costantemente la sicurezza del consumatore.

Le *Tabelle n. 21* e *n. 22* dettagliano i parametri ricercati con i relativi limiti di riferimento individuati dalla normativa applicabile per i molluschi bivalvi vivi immessi in commercio.

Parametro analitico (batteri e virus)	Valore guida	Normativa di riferimento
Salmonella spp.	Assente in 25 g	Regolamento CE n. 2073/2005 sui criteri microbiologici applicabili ai prodotti alimentari
Vibrio cholerae 01 e 0139, Vibrio cholerae non-01 e non-0139 potenzialmente patogeni (geni di patogenicità ST0/STN)	Assente in 25 g	Rep. Atti 212/CSR del 10/11/2016 "Linee guida per il controllo ufficiale ai sensi del Reg. CE n. 882/2004 e 854/2004" recepito con DGR Liguria n. 1292 del 30/12/2016 Parere Istituto Superiore di Sanità prot. n. 0001005 del 10/01/2006 "per l'identificazione dei fattori di tossicità del <i>Vibrio cholerae</i> non 01 e non 0139, <i>Vibrio alginolyticus</i> e <i>Vibrio vulnificus</i> in prodotti alimentari"
Vibrio parahaemolyticus (geni di patogenicità TDH e/o TRH)	Assente in 25 g	Rep. Atti 212/CSR del 10/11/2016 "Linee guida per il controllo ufficiale ai sensi del Reg. CE n. 882/2004 e 854/2004" recepito con DGR Liguria n. 1292 del 30/12/2016 Parere Istituto Superiore di Sanità prot.n.0035052 del 08/07/2005 "a seguito della conclusione del gruppo di lavoro sul <i>Vibrio parahaemolyticus</i> in prodotti della pesca"
Vibrio vulnificus	Assente in 25 g	Parere Istituto Superiore di Sanità prot. n. 0001005 del 10/01/2006 "per l'identificazione dei fattori di tossicità del <i>Vibrio cholerae</i> non 01 e non 0139, <i>Vibrio alginolyticus</i> e <i>Vibrio vulnificus</i> in prodotti alimentari"
Virus Epatite A	Assente in 2 g di epatopancreas	Rep. Atti 212/CSR del 10/11/2016 "Linee guida per il controllo ufficiale ai sensi del Reg. CE n. 882/2004 e 854/2004" recepito con DGR Liguria n. 1292 del 30/12/2016
Norovirus GI e GII	-	Nota del Ministero della Salute DGISAN 0024557-P-16/06/2015 "Gestione delle positività per <i>Norovirus</i> dei Molluschi Bivalvi vivi nelle aree di produzione"

Tabella n. 21: Parametri batteriologici e virologici ricercati in mitili, ostriche concave e ostriche piatte nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* con relativi valori guida e normativa di riferimento

Parametro analitico (biotossine)		Limite	Normativa di riferimento
PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)		800 µg di equivalente saxitossina di HCl/kg	Regolamento CE n. 853/2004 Sezione VII Capitolo 5
ASP (Amnesic Shellfish Poisoning)		20 g/kg di acido domoico	
DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning)	Acido okadaico e dinophysitossine	160 µg di equivalente acido okadaico/kg	
	Yessotossine	3,75 g di equivalente yessotossine/kg	
	Azaspiracidi	160 µg di equivalente azaspiracido/kg	

Tabella n. 22: Parametri biotossicologici ricercati nei mitili nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* con relativi limiti e normativa di riferimento

Tutte le indagini analitiche relative alla ricerca di batteri (differenti da *E. coli*) e virus (*Epatite A*) effettuate sui campioni di mitili, ostriche concave ed ostriche piatte nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* non hanno rilevato la presenza di patogeni. Nei campioni di mitili prelevati dalle stesse zone hanno rilevato valori di biotossine inferiori al limite di quantificazione. La ricerca quali-quantitativa di *Norovirus* è stata effettuata a scopo conoscitivo per evidenziare il livello di contaminazione delle zone marine oggetto di sperimentazione. Infatti, attualmente non esiste un limite di legge per il *Norovirus* nei molluschi bivalvi in commercio e la maggioranza delle segnalazioni di casi umani è associata a specie comunemente consumate crude quali le ostriche. Pertanto, in accordo alla nota del Ministero della Salute DGISAN 0024557-P-16/06/2015, in caso di positività per *Norovirus* nei molluschi bivalvi prelevati nelle zone di produzione ed in commercio è sufficiente riportare in etichetta la dicitura “*da consumarsi previa cottura*” e solo nel caso in cui la presenza del virus nei molluschi bivalvi sia correlata ad un focolaio umano è opportuno procedere alla chiusura della zona di allevamento, al blocco della commercializzazione ed all’attivazione della procedura di ritiro/riciamo fino all’estinzione del focolaio e la rimozione dell’eventuale causa. Nella sperimentazione il *Norovirus* è stato rilevato, sia nei mitili che nelle ostriche, con maggiore frequenza nel periodo autunno-inverno. In particolare, il virus è stato riscontrato nei mitili delle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* nel periodo compreso tra dicembre e marzo, nelle ostriche concave tra dicembre e febbraio nella zona *Bocca di Magra Esterna* e tra ottobre e marzo nella zona *Diga Foranea Esterna*. Sebbene la discontinuità dei campionamenti non permetta di verificarne l’andamento durante tutto l’anno, nelle ostriche piatte si è riscontrata la presenza di *Norovirus* a gennaio nella zona *Bocca di Magra Esterna*, a gennaio e febbraio nella zona *Diga Foranea Esterna*.

7.3 Valutazione della capacità di accrescimento dei molluschi bivalvi nei vivai sperimentali

7.3.1 Osservazioni in campo

A causa del rovesciamento del corpo morto e dell'inadeguatezza dei sistemi disponibili per la raccolta dei molluschi bivalvi (paragrafo 7.1), non sono disponibili osservazioni relative alla capacità di adattamento delle specie allevate (vongola verace) e autoctone (vongola e tellina) nella zona *Bocca di Magra Interna*. I mitili adulti ed il novellame di mitili ed ostriche concave hanno dimostrato una forte capacità di adattamento ed attitudine all'accrescimento nei vivai sperimentali di *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*. Nella zona *Bocca di Magra Esterna* è stata riscontrata la produzione di grandi quantità di novellame che, anche a causa dei ridotti interventi dei molluschicoltori, hanno ricoperto completamente le lanterne riducendo il flusso d'acqua e l'apporto di ossigeno e compromettendo la vitalità delle ostriche (*Figure n. 27*).



Figura n. 27: Presenza di novellame di mitili nella zona Bocca di Magra Esterna

Le ostriche piatte adulte ed il novellame di ostriche piatte, al contrario, si sono scarsamente adattate in entrambe le zone e hanno subito mostrato segni di sofferenza (valve aperte, presenza del turbellario *Stylocus mediterraneus*, resistenza all'apertura delle valve e reattività agli stimoli del mantello ridotte, polpa scarsa e maleodorante) fino alla morte di tutti i soggetti disponibili (*Figure n. 28, 29, 30 e 31*). Relativamente alla matrice biologica adulta, tale situazione si è verificata sia dopo il posizionamento del primo lotto di prodotto (aprile 2021) che dopo la reimmersione di un nuovo lotto (dicembre 2021), pertanto si riscontra la mancata correlazione tra la capacità di adattamento delle ostriche piatte e le diverse stagioni, caratterizzate da condizioni meteo-marine differenti. Dall'osservazione del novellame, impiantato in entrambe le zone a marzo 2021, si sono riscontrati segni di disvitalità dopo pochi mesi fino al completo esaurimento del prodotto reimmerso a luglio 2021 nella zona *Diga Foranea Esterna* e ad agosto 2021 nella zona *Bocca di Magra Esterna*. Vista l'instabilità del prodotto e la scarsità dei campioni raccolti, si è deciso di non reimmergere nuovo novellame di ostrica piatta. Per questi motivi, questa specie non risulta attualmente adatta all'allevamento nei siti sperimentali, sebbene non sia possibile escludere che cure mirate e continue da parte di molluschicoltori esperti possano renderne produttivo l'allevamento.



Figure n. 28 e 29: Ostriche piatte disvitali o morte



Figura n. 30: *Stylocus mediterraneus* trovato nelle ostriche piatte

7.3.2 Valutazione dei dati biometrici

Considerando la lunghezza dei molluschi come parametro di valutazione ed in riferimento ai dati riportati nelle *Tabelle n. 13, 14 e 15* si rappresenta quanto di seguito descritto.

Nella zona *Bocca Di Magra Esterna*:

- l'incremento in termini percentuali dei mitili rispetto alla condizione di partenza è pari al 49% ed escludendo gli outlier (dati in rosso) tale percentuale è pari al 72%;
- l'incremento in termini percentuali delle ostriche concave rispetto alla condizione di partenza è pari al 62% escludendo gli outlier (dati in verde);
- l'incremento in termini percentuali delle ostriche piatte rispetto alla condizione di partenza è pari all'11% .

Nella zona *Diga Foranea Esterna*:

- l'incremento in termini percentuali dei mitili rispetto alla condizione di partenza è pari al 19% ed escludendo gli outlier (dati in rosso) tale percentuale è pari al 39%;
- l'incremento in termini percentuali delle ostriche concave rispetto alla condizione di partenza è pari al 191% ed escludendo gli outlier (dati in giallo) tale percentuale è pari al 118%;
- l'incremento in termini percentuali delle ostriche piatte rispetto alla condizione di partenza è pari all'18% .

Nella zona *Diga Foranea Interna Levante*:

- l'incremento in termini percentuali dei mitili rispetto alla condizione di partenza è pari al 46%;
- escludendo gli outlier (dati in giallo) l'incremento in termini percentuali delle ostriche concave rispetto alla condizione di partenza è pari al 37%.

Gli outlier sono valori anomali chiaramente distanti dagli altri dati disponibili e riconducibili a fenomeni non direttamente collegati alle misurazioni che comportano una riduzione o un aumento spropositato del trend di crescita del mollusco.

Per quanto attiene i mitili (in rosso), i dati anomali sono riconducibili al fatto che durante il periodo della sperimentazione questa specie si è riprodotta, pertanto il nuovo novellame ha "contaminato" il novellame inizialmente posizionato nei vivai determinando un decremento dei valori riscontrati (popolazione aperta). Relativamente alle ostriche concave, i valori anomali sono rappresentati da dati inferiori (in verde) e da dati eccessivamente maggiori (in giallo) rispetto all'andamento della crescita. Ciò può essere dovuto al prelievo di campioni non rappresentativi rispetto all'intera partita del prodotto.

L'incremento percentuale dell'accrescimento delle diverse specie dei molluschi bivalvi nei vivai sperimentali (*Bocca Di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*) e nel vivaio attivo (*Diga Foranea Interna Levante*) riportati nella *Tabella n. 23*.

Specie	Bocca di Magra Esterna	Diga Foranea Esterna	Diga Foranea Interna Levante (controllo)
Mitili	72%	39%	46%
Ostriche concave	62%	118%	37%
Ostriche piatte	11%	18%	-

Tabella n. 23: Incremento percentuale dell'accrescimento delle diverse specie dei molluschi bivalvi nelle zone Bocca di Magra Esterna, Diga Foranea Esterna e Diga Foranea Interna Levante

Dall'osservazione dei dati riportati nella *Tabella n. 17* si osserva quanto segue:

- i mitili presenti nei vivai sperimentali hanno una buona attitudine all'accrescimento, in particolare quelli nella zona *Bocca di Magra Esterna* hanno un incremento percentuale (72%) superiore a quelli di *Diga Foranea Interna Levante* (46%) e di *Diga Foranea Esterna* (39%)
- le ostriche concave presenti nei vivai sperimentali hanno un'ottima attitudine all'accrescimento, in particolare quelli nella zona *Diga Foranea Esterna* hanno un incremento percentuale (118%) superiore a quelli di *Bocca di Magra Esterna* (62%) e di *Diga Foranea Interna Levante* (37%)
- sebbene i dati disponibili siano scarsi, le ostriche piatte presenti nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* presentano una scarsa capacità di crescita e hanno un incremento percentuale dell'11% e del 18%.

Per la valutazione dell'accrescimento delle diverse specie di molluschi bivalvi nelle diverse zone di mare è stato utilizzato il parametro *lunghezza delle valve* e non *l'indice di condizione*. Questo parametro risulta infatti meno indicativo in quanto è stato calcolato su sottocampioni, pertanto non è rappresentativo della distribuzione di frequenza della lunghezza dell'intero campione. Inoltre, come sopra descritto nei



campionamenti sono stati individuati dei dati anomali che condizionano ulteriormente la rappresentatività di questo parametro.

7.3.3 Correlazione tra i dati biometrici, i parametri di campo e i dati pluviometrici

L'indice di condizione medio ottenuto dalle misurazioni effettuate per ogni prelievo è stato messo in relazione ai diversi parametri di campo riscontrati durante la medesima campagna di campionamento (pH, temperatura dell'acqua, ossigeno, salinità) ed ai dati pluviometrici per verificare l'eventuale presenza di fattori ambientali che condizionano la capacità di crescita dei molluschi bivalvi. I dati pluviometrici sono stati estrapolati dalle registrazioni della stazione meteo della Spezia ricavabile dalla Banca Dati presente sul sito della Regione Liguria. Per eseguire l'analisi statistica è stato utilizzato il *coefficiente di correlazione "r"* che è una misura specifica usata nell'analisi della correlazione per quantificare la forza della relazione lineare tra due differenti variabili numeriche. Il coefficiente di correlazione confronta la distanza di ogni punto di dati dalla media della variabile, definendo quanto la relazione tra le due variabili si posizionerebbe vicino a una linea immaginaria tracciata tra i dati. Per questo si dice che le correlazioni sono relazioni lineari. Il coefficiente di correlazione è un valore privo di unità di misura (per questa motivazione viene eseguita una standardizzazione ex-ante dei dati delle due variabili numeriche da confrontare) e compreso tra -1 e +1. Più "r" si avvicina a zero, più la correlazione lineare è debole. Un valore "r" positivo è indice di una correlazione positiva, in cui i valori delle due variabili tendono ad aumentare in parallelo. I dati si intendono fortemente correlati se l'indice "r" è superiore a 0,6. Un valore "r" negativo è indice di una correlazione negativa, in cui il valore di una variabile tende ad aumentare quando l'altra diminuisce. I dati si intendono fortemente correlati se l'indice r è inferiore a - 0,6. I valori limite +1 e -1 rappresentano le correlazioni "perfette" (una positiva e l'altra negativa). Due variabili perfettamente correlate hanno una relazione lineare perché, se inseriti in un grafico a dispersione, tutti i punti dei dati possono essere collegati tra loro tramite una linea retta.

Le *Tabelle n. 24, 25, 26, 27 e 28 e 29* riportano gli indici di condizione medi, i parametri ambientali ed il fattore di correlazione calcolato per le specie presenti nei vivai sperimentali (*Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*) e nel vivaio attivo (*Diga Foranea Interna Levante*) durante l'intero periodo di campionamento e nelle diverse stagioni (primavera-estate e autunno-inverno).

BOCCA DI MAGRA ESTERNA MITILI								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O2 %	Salinità	Piovosità 3gg (mm)	Piovosità 7 giorni (mm)	Piovosità mensile (mm)
Aprile	0,082845599	8,432	15,21	106,68	37,4	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,183737985	7,98	21,20	104,48	37,72	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,110767576	8,08	25,35	111,94	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,121200864	8,16	25,97	105,68	37,80	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,105815053	8,11	25,59	104,84	37,81	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,106627382	8,13	23,07	103,12	36,80	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,094398113	8,36	19,58	101,68	38,50	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,102344047	8,06	17,16	96,60	36,72	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,067035694	8,02	12,67	96,22	36,17	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,10182217	7,96	12,36	95,60	36,69	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,158713015	8,03	12,91	96,92	37,55	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,120168973	8,02	13,52	100,20	37,63	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,418310768	0,157700732	0,097014842	0,386862129	0,433010032	0,294318215	-0,113371609	
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,082845599	8,432	15,21	106,68	37,4	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,183737985	7,98	21,20	104,48	37,72	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,110767576	8,08	25,35	111,94	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,121200864	8,16	25,97	105,68	37,80	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,105815053	8,11	25,59	104,84	37,81	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,106627382	8,13	23,07	103,12	36,80	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r	-0,760239374	0,164908347	-0,228695514	0,347523501	0,577716241	0,607767057	0,227818348	
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,094398113	8,36	19,58	101,68	38,50	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,102344047	8,06	17,16	96,60	36,72	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,067035694	8,02	12,67	96,22	36,17	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,10182217	7,96	12,36	95,60	36,69	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,158713015	8,03	12,91	96,92	37,55	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,120168973	8,02	13,52	100,20	37,63	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	-0,172892947	-0,194029251	0,045659913	0,415632646	-0,16912701	-0,072081656	-0,407777525	

Tabella n. 24: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per i mitili in Bocca di Magra Esterna

BOCCA DI MAGRA ESTERNA OSTRICHE CONCAVE								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O ₂ %	Salinità	Piovosità 3gg (mm)	Piovosità 7 gg (mm)	Piovosità mensile (mm)
Aprile	0,014349025	8,432	15,21	106,68	37,4	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,062968125	7,98	21,20	104,48	37,72	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,052975338	8,08	25,35	111,94	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,023879316	8,16	25,97	105,68	37,80	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,034387192	8,11	25,59	104,84	37,81	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,02728097	8,13	23,07	103,12	36,80	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,024213726	8,36	19,58	101,68	38,50	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,025295912	8,06	17,16	96,60	36,72	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,025278613	8,02	12,67	96,22	36,17	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,029053304	7,96	12,36	95,60	36,69	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,026029752	8,03	12,91	96,92	37,55	0,00	28,40	100,20
Marzo								
Fattore di correlazione r		-0,512279561	0,412984566	0,404838352	0,193141608	0,538037356	0,228940002	-0,173004837
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,014349025	8,432	15,21	106,68	37,4	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,062968125	7,98	21,20	104,48	37,72	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,052975338	8,08	25,35	111,94	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,023879316	8,16	25,97	105,68	37,80	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,034387192	8,11	25,59	104,84	37,81	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,02728097	8,13	23,07	103,12	36,80	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r		-0,837240361	0,313519434	0,266104157	0,298384369	0,44727054	0,47025463	-0,011619426
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,024213726	8,36	19,58	101,68	38,50	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,025295912	8,06	17,16	96,60	36,72	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,025278613	8,02	12,67	96,22	36,17	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,029053304	7,96	12,36	95,60	36,69	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,026029752	8,03	12,91	96,92	37,55	0,00	28,40	100,20
Marzo								
Fattore di correlazione r		-0,699438418	-0,674541015	-0,654034643	-0,416402984	0,149721805	-0,958460487	-0,458444333

Tabella n. 25: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per le ostriche concave in Bocca di Magra Esterna

DIGA FORANEA ESTERNA								
MITILI								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O ₂ %	Salinità	Piovosità 3gg (mm)	Piovosità 7 gg (mm)	Piovosità mensile (mm)
Aprile	0,235627287	8,47	15,302	105,14	37,83	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,197760948	8,04	21,16	108,78	38,10	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,200555891	8,09	24,70	110,26	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,170973164	8,10	27,06	106,10	37,81	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,150942508	8,08	25,33	104,72	38,10	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,159523576	8,10	23,60	100,64	37,92	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,138992799	8,35	19,49	101,48	39,12	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,116626008	8,05	16,95	94,94	37,51	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,086273615	8,02	13,63	92,80	37,26	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,103956691	7,98	13,83	93,06	37,81	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,143666992	8,02	12,84	97,32	37,84	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,109585728	8,11	13,46	101,42	38,04	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,532919919	0,465379065	0,827129932	0,100288211	0,218173807	-0,151326243	-0,305478267	
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,235627287	8,47	15,302	105,14	37,83	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,197760948	8,04	21,16	108,78	38,10	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,200555891	8,09	24,70	110,26	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,170973164	8,10	27,06	106,10	37,81	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,150942508	8,08	25,33	104,72	38,10	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,159523576	8,10	23,60	100,64	37,92	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r	0,723477422	-0,814389863	0,445951729	-0,377302402	-0,49546896	-0,469953411	-0,021786588	
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,138992799	8,35	19,49	101,48	39,12	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,116626008	8,05	16,95	94,94	37,51	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,086273615	8,02	13,63	92,80	37,26	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,103956691	7,98	13,83	93,06	37,81	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,143666992	8,02	12,84	97,32	37,84	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,109585728	8,11	13,46	101,42	38,04	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,49645061	0,384439006	0,598076505	0,646303939	-0,148358452	0,527717454	-0,286511925	

Tabella n. 26: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per i mitili in Diga Foranea Esterna

DIGA FORANEA ESTERNA OSTRICA CONCAVA								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O ₂ %	Salinità	Piuvosità 3gg (mm)	Piuvosità 7 gg (mm)	Piuvosità mensile (mm)
Aprile	0,019301029	8,47	15,302	105,14	37,83	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,067985733	8,04	21,16	108,78	38,10	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,039778519	8,09	24,70	110,26	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,026731035	8,10	27,06	106,10	37,81	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,026997471	8,08	25,33	104,72	38,10	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,029657881	8,10	23,60	100,64	37,92	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,031415577	8,35	19,49	101,48	39,12	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,032384523	8,05	16,95	94,94	37,51	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,027918862	8,02	13,63	92,80	37,26	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,037943347	7,98	13,83	93,06	37,81	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,049322528	8,02	12,84	97,32	37,84	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,045392594	8,11	13,46	101,42	38,04	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r		-0,457212365	-0,136613016	0,188783442	0,096610638	0,327773714	0,28878351	0,012724888
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,019301029	8,47	15,302	105,14	37,83	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,067985733	8,04	21,16	108,78	38,10	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,039778519	8,09	24,70	110,26	37,53	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,026731035	8,10	27,06	106,10	37,81	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,026997471	8,08	25,33	104,72	38,10	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,029657881	8,10	23,60	100,64	37,92	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r		-0,552244045	0,035485856	0,556379608	0,267128877	0,532782426	0,563988733	0,252051186
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,031415577	8,35	19,49	101,48	39,12	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,032384523	8,05	16,95	94,94	37,51	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,027918862	8,02	13,63	92,80	37,26	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,037943347	7,98	13,83	93,06	37,81	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,049322528	8,02	12,84	97,32	37,84	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,045392594	8,11	13,46	101,42	38,04	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r		-0,249492917	-0,56386988	0,363948997	0,039600652	-0,329707455	-0,402509288	-0,592685901

Tabella n. 27: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per le ostriche concave in Diga Foranea Esterna

DIGA FORANEA INTERNA LEVANTE								
MITILI								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O2 %	Salinità	Piuvosità 3gg (mm)	Piuvosità 7 gg (mm)	Piuvosità mensile (mm)
Aprile	0,029199529	8,42	15,61	102,725	37,41	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,182599667	8,09	18,74	106,53	36,25	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,104393615	8,10	24,51	102,80	37,23	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,106790311	8,11	25,63	97,85	37,71	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,101713688	8,10	25,68	101,45	38,09	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,128503633	8,09	23,54	92,90	37,48	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,117026533	8,16	18,70	94,50	37,63	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,101899489	7,99	16,01	92,93	37,10	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,08674258	8,00	12,57	90,08	36,76	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,08880818	7,89	12,23	90,07	37,12	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,092577078	8,01	12,56	101,05	36,13	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,105359926	8,05	12,72	97,60	37,80	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	-0,370694503	0,305512642	0,178557065	-0,246431727	0,626517821	0,548504466	0,132397493	
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,029199529	8,42	15,61	102,725	37,41	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,182599667	8,09	18,74	106,53	36,25	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,104393615	8,10	24,51	102,80	37,23	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,106790311	8,11	25,63	97,85	37,71	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,101713688	8,10	25,68	101,45	38,09	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,128503633	8,09	23,54	92,90	37,48	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r	-0,811809185	0,246861505	0,090666568	-0,579356476	0,681250055	0,697500086	0,324877354	
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,117026533	8,16	18,70	94,50	37,63	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,101899489	7,99	16,01	92,93	37,10	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,08674258	8,00	12,57	90,08	36,76	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,08880818	7,89	12,23	90,07	37,12	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,092577078	8,01	12,56	101,05	36,13	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,105359926	8,05	12,72	97,60	37,80	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,836333361	0,833967757	0,287927656	0,690639575	-0,052035838	0,341826437	-0,267313954	

Tabella n. 28: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per i mitili in Diga Foranea Interna Levante.

DIGA FORANEA INTERNA LEVANTE OSTRICA CONCAVA								
Mese	Indice di condizione	PH	T°C acqua	O2 %	Salinità	Piovosità 3gg (mm)	Piovosità 7 gg (mm)	Piovosità mensile (mm)
Aprile	0,018347484	8,42	15,61	102,725	37,41	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,093150109	8,09	18,74	106,53	36,25	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,447884284	8,10	24,51	102,80	37,23	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,002431423	8,11	25,63	97,85	37,71	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,017447317	8,10	25,68	101,45	38,09	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,023219236	8,09	23,54	92,90	37,48	24,20	24,20	171,80
Ottobre	0,027409879	8,16	18,70	94,50	37,63	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,027445325	7,99	16,01	92,93	37,10	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,025339697	8,00	12,57	90,08	36,76	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,026279827	7,89	12,23	90,08	37,12	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,029599213	8,01	12,56	101,05	36,13	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,041361075	8,05	12,72	97,60	37,81	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,01693694	0,323603508	0,375876857	-0,097922746	-0,114152779	-0,285019363	-0,382981349	
Stagione primavera-estate								
Aprile	0,018347484	8,42	15,61	102,725	37,41	0,4	0,4	89,4
Maggio	0,093150109	8,09	18,74	106,53	36,25	39,00	41,40	129,40
Giugno	0,447884284	8,10	24,51	102,80	37,23	0,00	0,00	3,00
Luglio	0,002431423	8,11	25,63	97,85	37,71	2,20	2,20	9,80
Agosto	0,017447317	8,10	25,68	101,45	38,09	35,20	35,20	45,20
Settembre	0,023219236	8,09	23,54	92,90	37,48	24,20	24,20	171,80
Fattore di correlazione r	-0,231514656	0,177936256	0,327094887	-0,2708492	-0,338156306	-0,328382531	-0,430504566	
Stagione autunno-inverno								
Ottobre	0,027409879	8,16	18,70	94,50	37,63	0,20	38,60	80,40
Novembre	0,027445325	7,99	16,01	92,93	37,10	9,00	29,40	200,20
Dicembre	0,025339697	8,00	12,57	90,08	36,76	0,60	23,60	181,40
Gennaio	0,026279827	7,89	12,23	90,08	37,12	3,60	3,80	61,00
Febbraio	0,029599213	8,01	12,56	101,05	36,13	0,00	28,40	100,20
Marzo	0,041361075	8,05	12,72	97,60	37,81	0,00	0,00	44,60
Fattore di correlazione r	0,23956378	-0,225027951	0,568757858	0,472879035	-0,318158485	-0,564419779	-0,541146305	

Tabella n. 29: Indici di condizione medi, i parametri ambientali e fattori di correlazione per le ostriche concave in Diga Foranea Interna Levante.

Dall'osservazione dei dati presentati nelle *Tabelle n. 18, 19, 20, 21, 22 e 23* si evince che non sussiste una correlazione significativa tra l'indice di condizione delle diverse specie di molluschi bivalvi, i dati chimico-fisici di campo e la piovosità né nelle zone oggetto di studio (*Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*) né nella zona già dedicata alla molluschicoltura (*Diga Foranea Interna Levante*). Non si segnala alcuna correlazione per la specie ostrica concava allevata in nessuna delle zone di mare indagate. Per i mitili si osserva quanto segue:

- nella zona *Bocca di Magra Esterna* esiste una correlazione positiva tra l'indice di condizione dei mitili ed i dati pluviometrici di 3 e 7 giorni antecedenti al prelievo esclusivamente nella stagione primavera-estate;
- nella zona *Diga Foranea Esterna* esiste una correlazione positiva dell'indice di condizione dei mitili con la percentuale di ossigeno disciolto nell'intero anno, con la percentuale di ossigeno disciolto e la salinità della sperimentazione e giorni antecedenti al prelievo esclusivamente nella stagione autunno-inverno;
- nella zona *Diga Foranea Interna Levante* esiste una correlazione positiva dell'indice di condizione dei mitili con i dati pluviometrici di 3 e 7 giorni antecedenti al prelievo durante tutto l'anno e nella stagione primavera-estate, con il pH e la salinità nella stagione autunno-inverno.

8. Conclusioni

Le attività sperimentali programmate nella zona *Bocca di Magra Interna* non hanno ottenuto i risultati sperati. L'impianto posizionato sul fondale per lo studio dell'allevamento della vongola verace non ha resistito alle forti correnti marine e, con il suo rovesciamento, ha determinato l'interruzione della sperimentazione. La sorbonatura ed il supporto dei sub si sono rivelati inadeguati per il recupero delle vongole veraci posizionate nelle poche o seminate sul fondale sabbioso e per l'identificazione e la raccolta di telline e vongole autoctone. Ai fini di indagare le caratteristiche igienico-sanitarie delle acque marine, la capacità di sviluppo della vongola verace e la possibilità di raccogliere telline e vongole a scopo produttivo, si rende quindi necessario lo sviluppo di una nuova sperimentazione che preveda l'allestimento di un impianto di allevamento con caratteristiche più idonee allo stazionamento nella zona marina in oggetto oppure la semina del prodotto e l'impiego di imbarcazioni capaci di scandagliare il fondale e di raccogliere i molluschi bivalvi in presenza di forti correnti (es. draghe).

Nelle zone marine *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* è stato possibile effettuare gran parte delle attività di campionamento ed osservazione sia dei soggetti adulti che del novellame. I mitili e le ostriche concave hanno mostrato un'elevata capacità di adattamento in entrambe le zone. Al contrario, le ostriche piatte hanno mostrato subito segni di sofferenza con riduzione del numero di soggetti fino alla morte di tutti i molluschi bivalvi disponibili e conseguente impossibilità di svolgimento dei campionamenti previsti. Pertanto, l'ostrica piatta non risulta attualmente una specie adatta all'allevamento nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna*, sebbene non sia possibile escludere che cure mirate e continue da parte di molluschicoltori esperti possano renderne produttivo l'allevamento. Inoltre, la pesca sportiva e professionale ed i furti nei vivai sperimentali hanno determinato danni degli impianti e perdite di matrice biologica tali da non consentire l'esecuzione di alcuni prelievi programmati.

Nonostante le difficoltà intercorse, i dati analitici ottenuti dai campionamenti di mitili, ostriche concave e ostriche piatte nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* sono numerosi e significativi. I valori di *E. coli* riscontrati nei mitili e nelle ostriche concave permettono di inquadrare le zone di mare *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* nella classe sanitaria A. Per le ostriche piatte i dati confermano un elevato standard igienico-sanitario di entrambe le zone marine oggetto di studio, ma non consentono la valutazione della classe sanitaria di appartenenza in quanto risultano discontinui e numericamente scarsi. La presenza di *E. coli* nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* non è condizionata dalle fluttuazioni temporali delle condizioni meteo-marine probabilmente grazie alla profondità del fondale che consente la diluizione e il rapido allontanamento con le correnti marine degli eventuali contaminanti. Tutte le indagini analitiche relative alla ricerca di altri batteri patogeni (*Salmonella spp*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* e *Vibrio vulnificus*) e virus (*Epatite A*) effettuate sui campioni di mitili, ostriche concave ed ostriche piatte nelle zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* non ne hanno rilevato la presenza. Il *Norovirus* è stato riscontrato sia nei mitili che nelle ostriche con maggiore frequenza nel periodo autunno-inverno. I dati analitici evidenziano che le ostriche concave sono interessate dalla presenza di

Norovirus per un periodo di tempo inferiore nella zona *Bocca di Magra Esterna* (dicembre-febbraio) rispetto alla zona *Diga Foranea Esterna* (ottobre-marzo). Nei mitili utilizzati come indicatori per il rilevamento delle biotossine sono stati rilevati valori inferiori ai limiti di quantificazione.

Le valutazioni biometriche riferite al periodo di campionamento presuppongono che le zone di mare *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* possano essere vocate alla molluschicoltura. Nella zona *Bocca di Magra Esterna* si osserva l'incremento percentuale dell'accrescimento del 72% per i mitili e del 62% per le ostriche concave. Nella zona *Diga Foranea Esterna* si riscontrano valori del 39% per i mitili e del 118% per le ostriche concave. Questi dati, paragonati all'incremento percentuale dell'accrescimento dei mitili (46%) e delle ostriche concave (37%) allevati nella zona *Diga Foranea Interna Levante*, danno evidenza della potenziale capacità produttiva delle zone oggetto di studio. In particolare, la capacità di accrescimento dei molluschi bivalvi nella zona *Bocca di Magra Esterna* risulta superiore alla zona *Diga Foranea Interna Levante* sia per i mitili che per le ostriche concave, simile per i mitili e molto superiore per le ostriche concave nella zona *Diga Foranea Esterna*. I mitili collocati nella zona *Bocca di Magra Esterna* hanno mostrato una straordinaria capacità di adattamento con la produzione di grandi quantità di novellame che rappresenta una inestimabile risorsa per l'allevamento dei molluschi bivalvi. Al contrario, i dati relativi alle valutazioni biometriche delle ostriche piatte nei due vivai sperimentali non sono significativi a causa della scarsità dei campioni e del ridotto numero di esemplari prelevati per campione.

Le zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* rappresentano una innovazione rispetto alle zone di mare dove attualmente si trovano gli storici vivai di molluschi bivalvi presenti nella Regione Liguria. Questi ultimi sono ubicati all'interno di siti protetti, il Golfo di La Spezia e la Baia di Portovenere, velocemente raggiungibili e facilmente gestibili dai molluschicoltori con mezzi nautici scarsamente specializzati. Tuttavia, la loro vicinanza alla costa condiziona negativamente la contaminazione delle acque determinando possibili rischi per la sicurezza dei molluschi bivalvi e determina una modificazione all'aspetto naturale delle aree marine. La profondità del fondale e la distanza dalla costa che caratterizzano le zone oggetto di studio favoriscono la diluizione e la stabilità della quantità dei contaminanti presenti nelle acque marine contribuendo a ridurre il rischio di contaminazione dei molluschi bivalvi. In questi siti sarebbe possibile ridurre l'impatto visivo degli allevamenti e preservare le peculiarità dell'ambiente marino ligure. Gli allevamenti sperimentali, inoltre, hanno dimostrato di contribuire alla creazione di un habitat favorevole all'insediamento della fauna ittica.

In conclusione, i dati analitici, le valutazioni biometriche e le osservazioni disponibili nelle zone consentono di affermare che le zone *Bocca di Magra Esterna* e *Diga Foranea Esterna* possiedono attualmente i requisiti igienico-sanitari idonei per lo svolgimento dell'attività di molluschicoltura e potrebbero rappresentare nuovi siti eco-sostenibili ad elevata capacità produttiva.