



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA,
DELL'AMBIENTE E DELLA VITA (DISTAV)

Classe delle Lauree Magistrali in Biologia LM/6

Corso di Laurea Magistrale in

Biologia ed Ecologia marina

STUDIO A LUNGO TERMINE DI COMUNITÀ MACROBENTONICHE IN AREA COSTIERA ANTROPIZZATA (GOLFO DI GENOVA)

Laureando:

Alessandro Lertora

Relatore:

Prof.ssa Cristina Misic

Dott.ssa Anabella Covazzi Harriague

Correlatore:

Prof.ssa Marzia Bo

ANNO ACCADEMICO 2025-2026

RIASSUNTO/ABSTRACT

Il presente studio analizza le variazioni della comunità macrobentonica (taglia > 1 mm) a seguito dei lavori di costruzione della diga foranea nell'area del porto di Genova, considerando gli aspetti strutturali e funzionali e il ruolo delle condizioni ambientali. Lo studio, facente parte delle attività previste dal Piano di Monitoraggio Ambientale, segue le direttive del Descrittore 4 della Marine Strategy, relativo alle reti trofiche.

Il monitoraggio comprende due campagne stagionali, una ante-operam (2022/2023) e una dopo un anno (2024/2025), con i lavori in corso d'opera. I campionamenti sono stati eseguiti in autunno, primavera ed estate. Sono stati individuati due transetti: il transetto D, a livello dell'imboccatura di levante del porto, e il transetto B, presso quella di ponente. Ciascuno comprende tre stazioni a profondità crescenti (30, 50 e 100 m), le più profonde in prossimità delle teste dei canyon Bisagno e Polcevera. I sedimenti, raccolti mediante bennate, sono stati setacciati per trattenere la frazione maggiore di 1 mm. Gli organismi sono stati separati, identificati al livello tassonomico più basso possibile e classificati. È stata determinata l'abbondanza totale, individuando i gruppi dominanti. Le comunità sono state esaminate considerando gli indici di biodiversità, i gruppi trofici e l'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index). Parallelamente, sono stati rilevati parametri ambientali della colonna d'acqua e del sedimento. I risultati sono stati confrontati anche con dati primaverili del periodo 2011-2015, per contestualizzare le variazioni osservate.

I risultati mostrano una diminuzione significativa dell'abbondanza tra la campagna ante-operam e quella in corso d'opera, con un decremento del numero di taxa. Malgrado tali diversità quantitative, il phylum Annelida è risultato dominante nella maggior parte delle stazioni e delle stagioni, tranne durante alcuni reclutamenti di molluschi nelle stazioni superficiali dell'estate 2023 e della primavera 2025. L'indice di Shannon-Weaver ha indicato una maggiore diversità nel 2022/2023, mentre entrambe le campagne hanno mostrato una buona equitabilità. Gli organismi depositivori sono risultati il gruppo trofico prevalente; l'indice AMBI ha evidenziato condizioni di moderata perturbazione. L'analisi multivariata ha rilevato una dissimilarità della campagna ante-operam rispetto ai dati storici, mentre la campagna 2024/2025 ha mostrato maggiore similarità con il periodo 2011-2015. L'analisi delle condizioni meteoroclimatiche ha evidenziato un loro ruolo significativo, ascrivibile a un'intensificazione del pelagic-benthic coupling nel periodo ante-operam, capace di sostenere un maggiore sviluppo delle comunità.

Nel complesso, le variazioni osservate non sembrano riconducibili ai lavori di costruzione, ma risultano associate alle condizioni ambientali e meteorologiche del periodo considerato. Lo studio rappresenta una base per i futuri monitoraggi, che saranno utili per comprendere le dinamiche della comunità bentonica nell'area genovese e le sue fluttuazioni nel tempo, supportando la valutazione degli eventuali effetti delle opere sulle reti trofiche e sull'equilibrio ecologico locale.

Il presente studio è stato sviluppato presso il laboratorio di Oceanografia ed Ecologia marina del Dipartimento di Scienze Della Terra, Dell'Ambiente e Della Vita (DiSTAV), Università di Genova, C.so Europa 26, 16132 Genova, Italy

This study investigates the macrobenthic community (organisms larger than 1 mm) following the construction of the new breakwater of the Port of Genoa, focusing on community structure and function, trophic organisation, and the influence of environmental conditions. The study, developed in the framework of the Environmental Monitoring Programme, follows the recommendations of Descriptor 4 of the Marine Strategy Framework Directive (MSFD), which addresses marine food webs.

Monitoring included two surveys: a pre-construction campaign (2022/2023) and a campaign during the construction (2024/2025). Sampling took place in autumn, spring, and summer. Two transects were investigated: transect D, starting near the eastern entrance of the port, and transect B, near the western entrance. Each transect comprised three stations at increasing depths (30, 50, and 100 m), to reach the heads of the Bisagno and Polcevera submarine canyons. Sediment samples were collected using a grab; sediment was sieved through a 1 mm mesh sieve. After sediment sorting, organisms were identified to the lowest possible taxonomic level. Total abundance was determined, identifying the dominant taxonomic groups. Community characteristics were assessed through biodiversity indices, trophic group composition, and the AMBI (AZTI Marine Biotic Index). Environmental parameters of the water column and sediment were also measured. The results were compared to historical data collected during spring of the years 2011-2015, to contextualise the observed changes.

The results showed significantly lower macrobenthic abundance during the second campaign, associated to a decrease of the number of taxa. Nevertheless, Annelida dominated in most stations and seasons, except during specific mollusc recruitment events at shallow stations in summer 2023 and spring 2025. The Shannon–Weaver index indicated a higher diversity in 2022/23, while both campaigns showed quite high evenness. Deposit feeders represented the

predominant trophic group, whereas AMBI values indicated moderately disturbed conditions. Multivariate statistical analysis revealed differences between the pre-construction campaign and historical data, while the 2024/2025 campaign showed greater similarity to the 2011–2015 period. Analysis of meteorological and climatic conditions revealed that they played a significant role, attributable to an intensification of pelagic-benthic coupling during the pre-operational period, capable of supporting greater community development.

Overall, the observed changes do not appear to be attributable to construction activities but seem more closely associated with environmental and meteorological variability. These findings provide a basis for future monitoring aimed at improving the understanding of benthic community dynamics and temporal fluctuations in the Genoa area. This future work will support the assessment of the potential impacts of coastal infrastructure development on marine food webs and local ecological balance.

The present study was conducted at the laboratory of Oceanography and marine ecology - Department of Earth, Environment and Life Sciences (DiSTAV), University of Genova, C.so Europa 26, 16132 Genova, Italy

INDICE

1. INTRODUZIONE	Pag. 1
1.1 Il benthos	Pag. 1
1.1.1 Classificazione bentonica	Pag. 1
1.1.2 Principali gruppi del macrobenthos di fondi molli	Pag. 4
1.2 Ruolo del macrobenthos negli ecosistemi	Pag. 13
1.2.1 Accoppiamento pelago bentonico	Pag. 13
1.2.2 Disturbi e fattori, naturali e antropici, che influenzano e regolano le comunità macrobentoniche.	Pag. 15
1.3 Perché studiare il macrobenthos	Pag. 18
1.3.1 Macrobenthos come bioindicatore	Pag. 19
2. SCOPO DELLA TESI	Pag. 22
3. MATERIALI E METODI	Pag. 23
3.1 Area di studio	Pag. 23
3.2 Campionamento	Pag. 24
3.3 Analisi dei campioni e delle variabili al contorno	Pag. 28
3.3.1 Macrobenthos	Pag. 28
3.3.2 Sedimento e colonna d'acqua	Pag. 30
3.3.3 Variabili meteoroclimatiche	Pag. 32
3.4 Analisi dei dati	Pag. 33
3.4.1 Biodiversità	Pag. 33
3.4.2 Analisi AMBI (AZTI Marine Biotic Index)	Pag. 34
3.4.3 Analisi univariata	Pag. 35
3.4.4 Analisi multivariata	Pag. 36
4. RISULTATI E DISCUSSIONE	Pag. 38
4.1 Abbondanza totale	Pag. 38
4.2 Composizione delle comunità macrobentoniche	Pag. 41
4.3 Diversificazione delle comunità	Pag. 43
4.4 Gruppo trofici delle comunità	Pag. 45

4.5 Caratterizzazione dello stato dell'area mediante indice AMBI	Pag. 47
4.6 Considerazioni sulle campagne ante-operam e in corso d'opera	Pag. 48
4.7 Analisi a lungo termine delle comunità macrobentoniche	Pag. 49
4.8 Analisi delle caratteristiche meteoclimatiche	Pag. 57
 5. CONCLUSIONI	 Pag. 61
 6. BIBLIOGRAFIA	 Pag. 64
 7. RINGRAZIAMENTI	 Pag. 76
 8. ALLEGATI	 Pag. 78

1. INTRODUZIONE

1.1 Il Benthos

Il termine “benthos” deriva dal greco antico e significa “profondità”, riferito al mare. In ecologia, è una categoria non tassonomica che racchiude organismi acquatici che trascorrono il loro ciclo vitale totalmente, o solo parzialmente, in stretto collegamento col fondale (Walag, 2022). Il primo ricercatore ad aver definito, dal punto di vista scientifico, il concetto di benthos è stato Ernst Haeckel nel 1890, il quale lo contrappose al plancton, ossia l’insieme di organismi strettamente pelagici e vagili.

1.1.1 Classificazione bentonica

Il benthos si può classificare mediante criteri principali:

- Criterio dimensionale, basato sulla dimensione degli organismi (Ruhl et al., 2023)
 - microbenthos (organismi unicellulari),
 - meiobenthos/meiofauna (20 μm – 0,5 mm),
 - macrobenthos (0,5 mm – 1 cm)
 - megabenthos (> 1 cm).

Questo criterio presenta limitazioni riguardanti il cambiamento di dimensioni associato allo sviluppo da forma larvale a giovanile ad adulto (es. meiobenthos temporaneo, composto da organismi giovanili classificati inizialmente nel meiobenthos che successivamente entreranno a far parte del macrobenthos in fase adulta), e limitazioni dal punto di vista funzionale, poiché specie che per dimensione apparterrebbero a una categoria si comportano, invece, in maniera analoga ad organismi appartenenti ad altre categorie.

- Criterio larvale, legato al ciclo vitale degli organismi (Gollner et al., 2015). In base alle metamorfosi larvali, per il benthos si riconoscono:
 - Meroplancton → fase larvale planctonica e adulta bentonica (più comune)
 - Merobenthos → fase larvale bentonica e adulta planctonica
 - Holobenthos → ciclo completo bentonico (poco comune). La larva in questo caso è assente o bentonica.
- Criterio ecologico, legato a substrato/mezzo dove vivono i vari organismi (West, 1977):
 - Endobionti se risiedono all’interno di un substrato secondario;

- Endolitici/borers se penetrano substrati primari duri;
- Endopsammici se vivono dentro substrati primari molli (organismi fossori);
- Mesopsammici se si muovono tra interstizi e microcavità del sedimento;
- Endoxilici se riescono a perforare il legno (sia sul fondale che galleggiante in superficie).

Altra classificazione applicabile alle comunità bentoniche riguarda la loro posizione effettiva rispetto al fondale (Bremner et al, 2006) (Fig. 1):

- Epifauna: viene definito così l'insieme di organismi che si muovono sulla superficie del fondale oppure in prossimità di questa;
- Infauna: al contrario, l'infauna comprende specie che vivono e si muovono infossati nel substrato di fondi incoerenti o tra anfratti e fessure di fondi rocciosi duri.

Quando si verifica epibiosi (vita su altri organismi) l'organismo epibionte aderisce non a un substrato primario ma ad un secondario o per la sua interezza (habitus incrostante) o per solo una piccola porzione (Wahl, 2008). In ambienti più complessi, le interazioni possono essere molteplici (Russian doll interaction/effetto matrioska) quindi le dimensioni dei vari epibionti diminuiscono. Il substrato secondario può essere sia un animale che un vegetale, quindi si distinguono epizoi ed epifiti.

- Criterio di produzione, distingue tra benthos autotrofo (fitobenthos) ed eterotrofo (zoobenthos), quindi si basa sulle modalità di produzione di biomassa ed energia da parte degli organismi (Sundback et al, 1997).
- Criterio associato alla motilità, suddivide il macrobenthos in tre macrocategorie definite dalla loro capacità di movimento (Casoli et al, 2019):
 - Sessile: composta da organismi ancorati al fondale e impossibilitati quindi a spostarsi;
 - Sedentaria: categoria che include organismi a bassa tendenza di movimento nonostante ne siano eventualmente capaci;
 - Vagile: riferita ad organismi in grado di muoversi ma comunque in prossimità del fondale.

- Criterio trofico (Lam-Gordillo et al., 2020), data la scarsa conoscenza delle diete degli organismi è quello caratterizzato da minore precisione. È suddiviso in cinque sottocriteri:
 - Dimensione della risorsa trofica: il benthos eterotrofo è classificato in microfago (si nutre di POM e DOM) e macrofago (si nutre di organismi di dimensioni maggiori, necromasse o detrito);
 - Ambiente in cui si trova la risorsa trofica: organismi sviluppano strutture boccali differenti in base a dove attingono il nutrimento. Sono quindi divisi in filtratori attivi o passivi/sospensivori (nutrimento da colonna d'acqua), detritivori (superficiali o sub-superficiali) e limivori (organismi che setacciano il sedimento per ricavare nutrimento);
 - Tipologia di risorsa: carnivori, erbivori, detritivori, onnivori. Distingue scavenger da decompositori in quanto i primi hanno dimensioni cospicue per cui possono appartenere o al macrobenthos o al megabenthos e si nutrono di materia organica in decomposizione (non sono però decompositori), i secondi invece sono microrganismi che riducono ciò che viene scartato dagli scavengers oppure le feci e gli essudati, remineralizzando i nutrienti che contengono;
 - Motilità associata alla ricerca della risorsa: suddivisione in base alla tipologia di movimento che gli organismi compiono per cercare nutrimento. Si riconoscono organismi sessili (incapaci di muoversi, principalmente filtratori), organismi con ridotta mobilità (detritivori) e quelli vagili con alta mobilità (frequentemente predatori). Gli organismi vagili si suddividono in natanti e reptanti (striscianti);
 - Strategia alimentare: criterio che unisce taglia, dieta e motilità. Definisce:
 - predatori veri quegli organismi carnivori che inseguono la preda per poi divorarla,
 - predatori pascolatori che predano organismi sessili coloniali,
 - predatori parassitoidi che portano l'ospite alla morte,
 - brucatori/grazers: si nutrono di biomassa primaria mediante varie strutture boccali quali radule, denti o la lanterna di Aristotele,
 - detritivori: organismi onnivori che si cibano di detrito organico,
 - filtratori: traggono nutrimento da POM e DOM presente in colonna d'acqua.

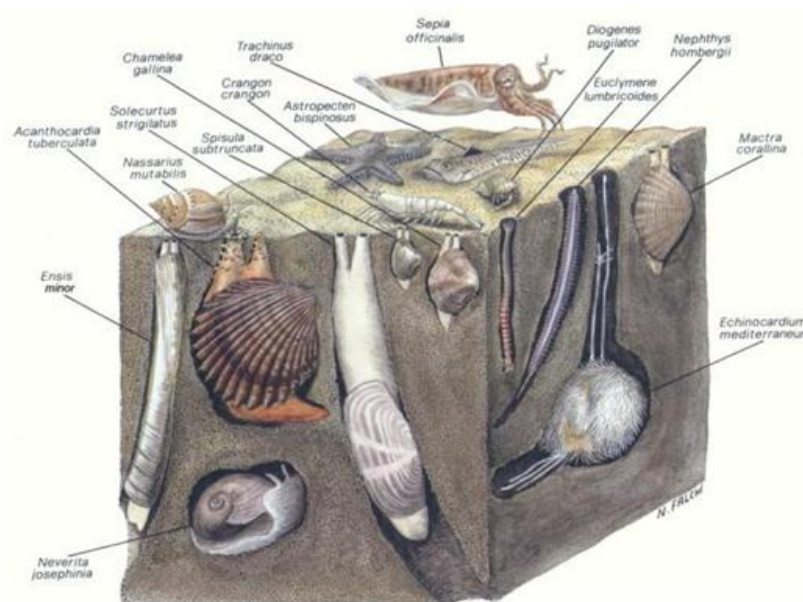


Fig. 1: Comunità bentoniche della zona costiera. Fonte: N. Falchi

1.1.2 Principali gruppi del macrobenthos di fondi mobili

I gruppi di organismi più comuni sono la classe Polychaeta (phylum Annelida), il sub-phylum Crustacea (phylum Arthropoda), il phylum Mollusca e il phylum Echinodermata. A questi si aggiungono gruppi meno abbondanti o frequenti (es. phylum Nematoda). Alcuni studi hanno riportato che, nell'Europa occidentale, siano state riconosciute più di 12269 specie marine di macrobenthos, tra le quali 2244 specie di crostacei, 1554 policheti, 1304 molluschi e 291 echinodermi (Narayanaswamy et al., 2010).

Polychaeta

I policheti sono organismi vermiformi appartenenti al phylum Annelida (Fig. 2). I policheti spesso rappresentano quasi la metà nella ricchezza totale in specie (Dauvin et al., 2004; Ellingsen e Gray, 2002). Sono probabilmente uno dei gruppi più tolleranti allo stress (sia naturale che antropico) e per questo motivo è possibile osservarli in grandi quantità in zone impattate. Il loro nome deriva dalla presenza di diverse setole chitinee situate lungo tutta la superficie corporea e hanno varie funzioni, tra cui movimento, respirazione e raccolta di particolato sospeso.

Una peculiarità che contraddistingue questo phylum è l'eccezionale capacità autorigenerativa che fornisce una risorsa importante per questi organismi in caso di danni corporei gravi.

Essendo anellidi, il loro corpo è segmentato e riconoscibile morfologicamente in 3 parti: prostomio, metastomio e pigidio. Il metastomio è la parte che permette la distinzione tra policheti erranti e sedentari in quanto, nel primo caso, è caratterizzata dalla presenza di parapodi.

Questi animali riescono a muoversi grazie alla contrazione alternata di muscolatura longitudinale e circolare che permette quindi un movimento ondulatorio a intermittenza. I policheti sedentari, privi di parapodi deambulatori, possono produrre tubi mucosi, infossati nel sedimento.

La loro riproduzione avviene principalmente per via sessuata ma può svolgersi anche per diverse vie asessuate, come la gemmazione grazie alla loro straordinaria capacità rigenerativa. Non tutti i policheti hanno forme larvali, soprattutto quelli con uova grandi che mostrano talvolta sviluppo diretto. I gruppi che, invece, le possiedono presentano larve planctoniche (nel primo stadio dette trocofore per la forma a trottola), caratterizzate da variabili adattamenti al galleggiamento e al movimento in acqua.

I policheti presentano una vasta gamma di strategie trofiche, spesso miste. Si nutrono di piccoli organismi, detrito, alghe. La maggior parte dei policheti erranti è costituita da predatori e onnivori, ma è possibile trovare anche filtratori (ad esempio la famiglia Nereidae). Alcune specie ingeriscono sedimento, trattenendo e digerendo la componente organica ed eliminando quella inorganica. I policheti sedentari possiedono la stessa variabilità trofica degli erranti.



Fig. 2: esempio di anellide

Crustacea

I crostacei appartengono al phylum Arthropoda e sono un gruppo molto importante per tutti gli ambienti acquatici, in particolare per l'ambiente marino, costituendo punti nodali delle reti trofiche. Dal punto di vista morfologico, generalmente il loro corpo si suddivide in capo, torace e addome. Vi sono dei casi in cui alcuni crostacei possono presentare le prime due parti unite, formando quello che viene chiamato cefalotorace. Altra caratteristica di questa classe è rappresentata dall'esoscheletro che li avvolge e protegge. È una sorta di guscio formato da chitina, un polisaccaride impermeabile che si ritrova analogamente in artropodi terrestri come gli insetti con la medesima funzione protettiva.

Durante l'accrescimento da stadio larvale a stadio adulto, i crostacei vanno incontro a una serie di adattamenti del proprio esoscheletro poiché questo si deve adattare man mano che l'organismo aumenta di dimensione. Pur essendo dotato di un'elevata plasticità, non è possibile che l'esoscheletro si adatti automaticamente al cambio di taglia. Per questo motivo si verifica un graduale ricambio di cuticole, detto muta, che prosegue anche oltre il raggiungimento delle dimensioni finali: essendo un processo regolato per via ormonale, il rilascio di ormoni prosegue anche in forma adulta con lo scopo di rinforzare i vari strati.

Nello specifico, anche l'organizzazione della chitina, che porta poi alla formazione dell'esoscheletro, si articola in fasi differenti:

- 1) La prima fase prevede l'organizzazione della chitina in nanofibrille avvolte da manicotti proteici;
- 2) Le nanofibrille vengono successivamente raggruppate per formare le fibre;
- 3) Le fibre vengono a loro volta messe assieme per creare i fogli veri e propri che costituiscono esocuticola ed endocuticola.

In aggiunta, per fornire maggior robustezza alla struttura, crostacei come gamberetti e granchi possono consolidare le cuticole con l'aggiunta di calcio.

Lo sviluppo larvale è molto eterogeneo tra i diversi gruppi. Lo schema di sviluppo riportato in Fig. 3 è quello che più spesso si presenta, ma vi possono essere delle variazioni come accade nei cirripedi, in cui è presente una forma chiamata cypris al posto della forma mysis dei decapodi.

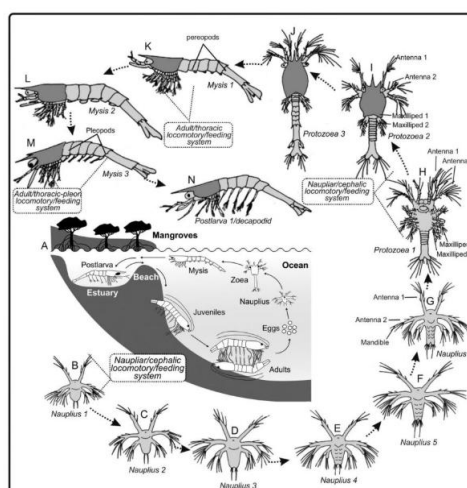


Fig. 3. Ciclo vitale e stadi larvali di Dendrobranchiata (Malacostraca; Decapoda – *Penaeus monodon*) modificato da Kungvankij et al, 1985 con autorizzazione della FAO. Olsen, 2018

Nel Mar Mediterraneo è possibile trovare una vasta gamma di crostacei (Fig. 4) suddivisi in un numero elevatissimo di classi, sottoclassi, ordini e famiglie, tutti con caratteristiche diverse ed

identificative. Dal punto di vista tassonomico, gli ordini più abbondanti sono Amphipoda, Isopoda, Cumacea e Decapoda (Taha, 2023). Sono tutti raccolti nella sottoclasse Malacostraca:

- gli anfipodi sono crostacei di dimensioni molto varie che rappresentano una risorsa fondamentale nella rete trofica (Ritter e Bourne, 2024). Hanno strategie trofiche molto variabili, potendo essere predatori, depositivori, scavengers ma anche filtratori (Ritter e Bourne, 2024). Vivono in tutti gli ambienti, dai fondali melmosi a quelli a tessitura grossolana (Ritter e Bourne, 2024).

- gli isopodi hanno come tratto riconoscibile l'appiattimento dorso-ventrale, con capo fuso a un segmento toracico (Stebbins e Wetzer, 2023). Hanno ampia distribuzione, dai fondali fangosi alle fanerogame marine. Esistono forme parassite di pesci e crostacei (Stebbins e Wetzer, 2023).

- i cumacei hanno forma robusta e lunghezza da 1 a 35 mm (Corbera, 2026) Si muovono scivolando o nuotando a scatti. Alcuni gruppi sono in grado di scavare nel sedimento, infossandosi in sabbia e fango (Corbera, 2026). Sono depositivori o filtratori, oppure grattano le superfici delle particelle inorganiche per staccare il materiale organico (Corbera, 2026).

- i decapodi, cui appartengono animali come aragoste, granchi e gamberi, possono raggiungere dimensioni notevoli, ma esistono anche specie di dimensioni inferiori al cm. Vivono tra le alghe o su fondale sabbioso e fangoso. Sono onnivori, predatori ed erbivori (Vogt, 2019).

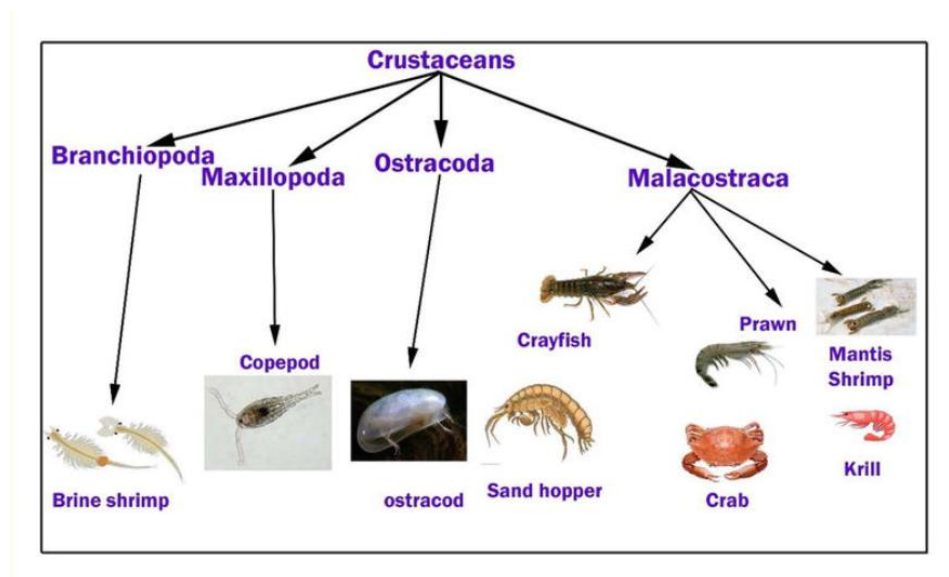


Fig. 4. Classificazione del subphylum Crustacea.

Altra classe con diversi esponenti ma meno frequente è quella degli Ostracoda, organismi appartenenti ai crostacei ma dalla morfologia ingannevole poiché presentano una conchiglia analoga a quella dei molluschi bivalvi, utilizzata a scopo protettivo (Rodriguez-Lazaro e Ruiz-Munoz, 2012). Hanno dimensioni modeste (0,5-5 mm). Dal punto di vista alimentare, questa

classe mostra una prevalenza di organismi filtratori ma sono ovviamente presenti anche specie predatrici, detritivore (o scavenger) e addirittura parassitiche.

Mollusca

Il phylum Mollusca è uno dei più rappresentativi della fauna bentonica, sia per quanto riguarda l'ambiente neritico sia per l'ambiente pelagico. Questo phylum racchiude una vastissima gamma di classi: Bivalvia, Gastropoda, Cephalopoda, Scaphopoda (raggruppati nel sub-phylum Conchifera), Monoplacophora, Polyplacophora, Solenogastres e Caudofoveata. Sono organismi bentonici comuni in ambiente costiero, eccezion fatta per i monoplacofori diffusi principalmente in ambiente profondo (Lindberg, 2009).

Dal punto di vista riproduttivo, i cefalopodi sono l'unico gruppo a fecondazione interna mentre tutti gli altri compiono spawning esterno, liberando i gameti direttamente in colonna d'acqua. Dalla fecondazione si genera una larva detta trocofora che può evolversi, in alcuni gruppi, nella veliger, larva sempre planctonica che prende il nome dal velum (organo locomotorio ciliato). Questo è lo stadio in cui un mollusco comincia a metamorfosare e sviluppare la conchiglia; a questo segue la fase di insediamento larvale.

I gruppi più rappresentativi sono bivalvi e gasteropodi, in quanto sono i più diffusi e abbondanti sia come ricchezza specifica che come numero di individui.

I bivalvi (Fig. 5) compongono un gruppo formato da circa 15000 specie diverse (Ramasamy, 2018), prevalentemente marine. Sono caratterizzati da un guscio protettivo formato da due placche calcificate chiamate valve, capaci di aprirsi e chiudersi velocemente mediante l'utilizzo di muscoli adduttori coadiuvati da un legamento fibroso che ne permette invece l'apertura. Questi organismi presentano un piede che non garantisce capacità motorie particolari ma è utilizzato principalmente per l'infossamento e per l'adesione al substrato. Nonostante un movimento generalmente non particolarmente efficiente, vi sono alcune specie, ad esempio quelle della famiglia Pectinidae come *Pecten jacobaeus* (la capasanta), capaci di contrarre rapidamente le valve in quello che viene definito clapping: questa strategia prevede un movimento a ritroso effettuato contraendo le valve in modo da generare una serie di scatti che permette all'animale di percorrere distanze di qualche metro (Gould, 1971; Cheng e DeMont, 1996).

Le valve di questi organismi proteggono tutti gli organi interni e sono composte principalmente da carbonato di calcio in due forme: la parte esterna è composta da calcite di colorazione bianca, disposta a colonne per aumentare l'omogeneità e la compattezza della struttura; la parte interna, detta anche madreperla, è invece formata aragonite, materiale disposto in fasci paralleli che dona

iridescenza poiché la madreperla agisce come prisma e questo causa la scomposizione della luce e il conseguente gioco ottico tipico delle conchiglie, chiamato effetto arcobaleno.

Per quanto concerne la respirazione, questi organismi dispongono di branchie lamellari con funzione sia respiratoria che alimentare. Vengono infatti utilizzate come sorta di rete per catturare detrito in sospensione, lasciando intendere come la maggior parte di questi animali utilizzi una strategia trofica sospensivora, ma sono molto diffusi anche depositivori e strategie miste (Ward e Aiello, 1973).



Fig. 5: esempio di mollusco

Per quanto riguarda il gruppo dei gasteropodi (Fig. 6), dispongono di una conchiglia protettiva spiralizzata e questo prevede una torsione obbligatoria dei visceri al suo interno che può essere destrorsa o sinistrorsa in base alla specie e fa perdere la simmetria bilaterale ai componenti di questo gruppo. Anche il piede è differente rispetto a quello dei bivalvi, in quanto è utilizzato effettivamente per il movimento, inoltre l'animale può nascondersi all'interno del guscio a spirale che può essere occluso utilizzando opercoli protettivi molto rigidi. Possono essere carnivori, erbivori, filtratori, necrofagi e anche parassiti (Vortsepneva et al., 2023).



Fig. 6: esempio di gasteropode (fonte WoRMS)

Echinodermata

Gli echinodermi sono organismi appartenenti al gruppo dei deuterostomi e prendono il nome dalle placche dermiche o spine in carbonato di calcio che ricoprono il loro corpo a scopo protettivo e di sostegno.

Quello degli Echinodermata è un phylum cui appartengono prevalentemente animali che, in stadio adulto, presentano una simmetria pentaradiale. Sono molto diffusi a tutte le profondità, dall'ambiente neritico a quello pelagico. La superficie corporea è ricoperta da placche calcaree inserite nel derma e ricoperte da epidermide. Oltre al carbonato di calcio, in queste formazioni è possibile trovare anche carbonato di magnesio. La locomozione è permessa dal sistema acquifero, un apparato idraulico in pressione connesso mediante dei canali, a dei pedicelli che si muovono grazie a un sistema di contrazioni ed espansioni.

Le classi più comuni che si possono trovare durante i campionamenti sono Asteroidea, Ophiuroidea ed Echinoidea (Fig. 7). Per quanto riguarda la prima classe, è composta da organismi abbondanti in zona litorale ma anche in profondità. Possono infossarsi leggermente nel sedimento. L'alimentazione è prevalentemente carnivora (Mah e Blake, 2012). Le specie predatrici si nutrono soprattutto di molluschi, come i bivalvi, di cui aprono le conchiglie utilizzando le braccia per poi riversare sull'organismo il loro stomaco pilorico ricco di enzimi digestivi, ed altri echinodermi (Mah e Blake, 2012). Si nutrono anche di organismi morti. La seconda classe si compone di ofiure, animali piuttosto comuni nella macrofauna del Mar Ligure, che si muovono grazie alla mobilità serpentiforme delle loro braccia utilizzate come delle vere e proprie zampe (Stohr et al, 2012). Possono infossarsi nel sedimento. Si nutrono di particelle che raccolgono o in acqua o nel sedimento, ma anche di piccoli organismi. La terza classe, quella degli echinoidei è formata da organismi a trofia variabile, in quanto possono essere erbivori ma possono nutrirsi anche di animali sessili o molto lenti e organismi morti. Gli

Spatangidae, infossati nel substrato, selezionano le particelle di cibo con pedicelli specializzati (Barberà et al, 2011). Il loro movimento è dato sempre dal sistema acquifero e da pedicelli e aculei usati come sostegno.

Gli echinodermi, a loro volta, rappresentano una fonte alimentare abbondante per altri organismi, come granchi, cefalopodi o pesci, in grado di rompere le placche oppure le spine che solitamente proteggono il loro corpo.

Per quanto riguarda la loro riproduzione, può essere sia sessuale che asessuale e ciò che ne consegue è una larva planctonica a simmetria bilaterale che si insedierà su un substrato dove passerà alla simmetria radiale e alla vita bentonica.



A



B



C

Fig. 7: esempi di Echinodermata. A: Echinoidei; B: Asteroidei; C: Ofiuroidei.

Nematoda

I nematodi sono un antico phylum di organismi vermiformi cilindrici non segmentati, pressoché invisibili ad occhio nudo (Schratzberger et al, 2019) (Fig. 8). Di norma fanno parte del meiobenthos, ma organismi più grandi sono trattenuti dai setacci di maglia 0,5 mm e, pertanto, sono annoverati nel macrobenthos. Sono tra i gruppi più tolleranti, in quanto si possono trovare in quantità abbondanti nei suoli e nei sedimenti (Heip et al. 1985, Bongers e Ferris 1999) sia di

ambienti terrestri che marini, anche fortemente impattati. Nei sedimenti marini costieri, quindi poco profondi, questi organismi possono raggiungere delle abbondanze eccezionali che vanno da mezzo milione a 5 milioni di individui al m² (Soetaert et al. 1997); in particolare, si è visto che le loro abbondanza e ricchezza specifica sono maggiori in fondi incoerenti (Heip et al. 1985). Hanno un'alimentazione molto varia che va dall'erbivoria alla batterivoria, con specie carnivore e anche casi di cannibalismo. Il 60 % delle specie di nematodi è libera ma il restante è tendenzialmente parassitica (Holterman et al., 2019).

Hanno corpo liscio e ricoperto da cuticole e sono delle specie reptanti, ossia si muovono strisciando e scivolando tra i granuli di sedimento mediante contrazione della muscolatura longitudinale, tipo di muscolatura che accorcia l'organismo e ne facilita lo spostamento. In alcuni casi utilizzano il sedimento come appiglio per potersi spostare, sviluppando un andamento serpentiforme.

Sono un gruppo di organismi a riproduzione sessuata poiché la maggior parte di essi sono specie dioiche e la larva effettua 4 mute prima di raggiungere lo stadio adulto.

Vista la loro alta densità, ricchezza specifica e diversità nello stile di vita, oltre al fatto di poter trovare questi animali in diversi livelli delle reti trofiche, i nematodi hanno un ruolo ecologico molto importante sia nei suoli che nei sedimenti marini (Neher et al. 2012, Heidemann et al. 2014, Schratzberger e Ingels 2018). Oltre alle loro normali attività, come il movimento e la defecazione, che già hanno degli effetti a livello ecologico, rientrano anche loro tra gli organismi in grado di remineralizzare materia organica, seppur in maniera limitata e che il loro tasso di grazing della materia organica sia limitato rispetto ad altri comparti biotici (Verhoef and Brussard 1990, Schratzberger and Ingels 2018). Il grazing dei nematodi si sviluppa selettivamente soprattutto su microrganismi, generalmente in modo efficiente e molto rapido. Come risultato si ha che questi microrganismi, caratterizzati tempi brevi di ricrescita (Gerlach 1978), aumentano la loro produzione e hanno, quindi, necessità di un'elevata quantità di nutrimento. Ciò implica un aumento dei tassi di decomposizione di materia organica. Anche altri ricercatori come Ingham et al (1985) e Gebremikael et al (2016) hanno dimostrato che i nematodi hanno quindi un ruolo stimolante sulla remineralizzazione effettuata da batteri e funghi nei suoli e, allo stesso modo, Bonaglia et al (2014) ha scoperto come questi organismi abbiano un effetto catalizzatore sui batteri nitrificanti presenti nel sedimento marino.



Fig. 8: esempio di nematoda (fonte: WoRMS)

1.2 Ruolo del macrobenthos negli ecosistemi

Tutte le specie hanno un ruolo ecologico, che costituisce una parte del funzionamento globale dell'ecosistema (Kristensen et al., 2014; Lam-Gordillo et al., 2020). Queste funzioni sono interconnesse, a livello biologico, all'interno delle reti trofiche, ma il macrobenthos agisce anche direttamente a livello fisico e chimico (Bremner, 2008; Naeem et al., 2002). Nei sedimenti mobili il macrobenthos interviene nella regolazione di processi quali il rimaneggiamento del sedimento stesso, la penetrazione dei gas e la mobilizzazione del materiale organico (Borja et al., 2000, Reiss et al., 2009, Snelgrove et al., 2014, de Juan et al., 2015, Lefcheck and Duffy, 2015). L'entità e la tipologia di questi processi dipendono dalle caratteristiche biologiche ed ecologiche degli organismi, quali la mobilità, la capacità di penetrare all'interno del sedimento e le preferenze trofiche (Oug et al., 2012)

1.2.1 Accoppiamento pelago-bentonico

L'ambiente pelagico e quello bentonico, entrambi colonizzati dal macrobenthos, sono connessi su più livelli. Questo legame è chiamato "accoppiamento pelago-bentonico" o "bento-pelagico" e consiste in processi di scambio di materia e organismi tra i due ambienti (Raffaelli et al., 2003), contribuendo sia come fonte di energia e materiali che di ricchezza e abbondanza di specie. Questa reciprocità può essere di piccola o grande scala ed è influenzata da fattori abiotici quali profondità, stagionalità (ad esempio le fluttuazioni della percentuale di luce incidente), stratificazione (termica e/oalina), mescolamento con acque a caratteristiche differenti. Le condizioni idrodinamiche possono regolare l'accoppiamento tra acqua e sedimento. Il Benthic Boundary Layer (BBL) è uno strato di dimensioni variabili (da qualche metro a decine di metri) in cui la massa d'acqua scorre sul fondale, entrando in attrito con esso sia che sia duro che incoerente (Svensson et al., 1988). La turbolenza generata da questo contatto è fondamentale per rimettere in sospensione sedimenti, organismi, larve e il materiale organico/inorganico

movimentato dai bioturbatori. Tuttavia, causa anche la distribuzione di sostanze antropiche nocive precedentemente sedimentate nel fondale. Lo spessore dipende da vari fattori abiotici quali la forza dell'idrodinamismo ma anche la forza di Coriolis. Questa forza genera, nei fluidi, una deviazione della traiettoria in base all'emisfero in cui si trova (verso destra nell'emisfero boreale, verso sinistra nell'emisfero australe) e per questo influisce sulla direzione di venti e correnti oceaniche. Il BBL è considerabile come una zona di transizione/sink tra il fondale e la colonna d'acqua che regola i processi biogeochimici oltre al flusso di nutrienti e materiale organico (Gili et al., 2020).

Da un punto di vista biologico i vettori di trasferimento di materiali ed energia dalla colonna d'acqua al sedimento sono, ad esempio, i boli fecali (fecal pellets) derivanti dalla digestione e dal rimaneggiamento degli scarti alimentari, e le esuvie dei crostacei, nonché l'escrezione di materiali da parte di organismi che vivono in prossimità del sedimento o che attivamente scendono in profondità (ad esempio durante le migrazioni nictemerali, Pakhomov et al., 2019). Nell'accoppiamento bento-pelagico gli organismi appartenenti al macrobenthos possono, a loro volta, liberare tali materiali (Grall e Chauvaud, 2002; Hill et al., 2011), contribuendo ai processi di rimineralizzazione in quanto gli escrementi sono delle fonti di nutrienti, in grado di influenzare la produzione primaria acquatica. Gli invertebrati bentonici vagili sono considerati nel gruppo dei trasportatori, in quanto consumano materiali organici presenti nel sedimento ed espellono le proprie feci in colonna d'acqua. I trasportatori sono classificati in base alla direzione di espulsione delle feci in:

- Trasportatori verso l'alto → capo nel sedimento, ano all'esterno e quindi feci espulse in colonna d'acqua;
- Trasportatori verso il basso → capo fuori dal sedimento, ano all'interno e quindi feci espulse nel sedimento.

Inoltre, gli organismi bentonici possono rappresentare il target trofico di organismi nectonici, trasferendo alla colonna d'acqua quanto assimilato a livello sedimentario (Iken et al., 2010).

Altro processo che sostiene il passaggio di materiali ed energia dal sedimento alla colonna d'acqua è la bioturbazione, processo a carico di meiobenthos e macrobenthos. Questo fenomeno fu studiato per la prima volta da Charles Darwin, il quale riconobbe l'esistenza di organismi depositivori infaunali, chiamati bioturbatori, intesi come la fauna in grado di modellare il sedimento incoerente. In primo luogo, l'azione si esplica dal punto di vista fisico in quanto, muovendosi nel sedimento o scavandovi tane, cavità o vere e proprie gallerie, possono omogenizzare la struttura sedimentaria, modificando anche la stratificazione del fondale (Kristensen et al., 2012); inoltre, dal punto di vista chimico questi organismi possono agire su

circolazione, ventilazione e saturazione dell'ossigeno nei sedimenti. La bioturbazione permette di mantenere ossigenato il sedimento, consentendo a questo gas di raggiungere anche strati relativamente profondi e favorendo sia l'ipofauna (Levinton et al., 1995) che i processi ossidativi del materiale organico presente. Inoltre, gli organismi che esercitano la bioturbazione possono modificare il sedimento mediante produzione fecale, mobilitando materia organica oppure producendo essudati. I bioturbatori possono esercitare effetti anche dal punto di vista biologico poiché, spostandosi, trasportano con loro gameti, uova, larve o cisti di resistenza che possono modificare gli equilibri delle biocenosi. La bioturbazione ha un ruolo anche nel ciclo biogeochimico dei nutrienti, poiché ne permette la rigenerazione e liberazione in colonna d'acqua dove sono assimilati dal fitoplancton e macroalghe per la produzione primaria, oltre ad influenzare anche i cicli di zolfo e ferro (Van de Velde e Meysman, 2016). Se da un lato la bioturbazione ha effetti positivi per le comunità, dall'altro può generare interferenze tra le popolazioni. Ad esempio, gli anellidi che creano tubi robusti nel sedimento riducono la capacità di movimento di specie detritivore, e limitano le specie filtratrici poiché, creando delle microturbolenze, i policheti possono intorbidire l'acqua creando quindi delle condizioni poco favorevoli. Nel macrobenthos, vi sono dunque diverse specie che possono influenzare sensibilmente le condizioni fisico-chimiche dello strato sedimentario superficiale (Gaudêncio e Cabral, 2007).

Altro punto di connessione e scambio tra i due comparti è quello larvale. Gli organismi del benthos rilasciano solitamente le larve in ambiente pelagico; queste poi, una volta sviluppate, si insedieranno nuovamente sul fondale. Questo comportamento è definito in ecologia come Vertical-supply Ecology e spiega come la persistenza delle comunità planctoniche dipenda parzialmente dal rifornimento di biomassa dal benthos e viceversa. Le larve possono avere caratteristiche morfologiche, fisiologiche ed ecologiche molto varie che poi si riflettono anche sulle dinamiche delle biocenosi.

L'accoppiamento pelago-bentonico può risentire, per via diretta e indiretta, di diversi disturbi di origine antropica ad esempio eutrofizzazione locale, ipossia ed anossia nel sedimento o sull'immediata superficie, presenza di specie invasive, eccesso di pesca, acidificazione delle acque e, ovviamente, tutto ciò che concerne il cambiamento climatico.

1.2.2 Disturbi e fattori, naturali e antropici, che influenzano e regolano le comunità macrobentoniche

Tra tutti, l'ambiente in cui sono registrate le maggiori fluttuazioni ambientali è quello costiero per via della sua posizione tra dominio continentale e pelagico. È un ecosistema particolarmente

esposto ad apporti di materia organica alloctona continentale, derivanti da fiumi e scarichi, che possono causare fenomeni di eutrofizzazione puntiformi da cui derivano incrementi di produzione primaria, capaci di modificare la struttura delle varie comunità (Szczepanek et al., 2021) e di portare a condizioni di distrofia. Fenomeni di eutrofizzazione possono essere rilevanti soprattutto se si verificano in aree oligotrofiche (Albertelli et al., 1999; Beukema et al., 2002). Il regime delle precipitazioni può modificare l'apporto terrigeno derivante dall'ambiente continentale (Occhipinti-Ambrogi et al., 2005; Labrune et al., 2007). Di conseguenza, sotto costa può verificarsi una dominanza di organismi deposivori (Albertelli et al., 1999) a discapito di organismi sospensivori, poiché questi ultimi possono patire l'elevata quantità di POM che può causare clogging, quindi intasamento delle loro strutture filtranti. In più, la materia organica alloctona portata dai fiumi è solitamente ricca di lignina, molecola proveniente dalle piante terrestri che solitamente è refrattaria al consumo, quindi di difficile utilizzo e scarso valore trofico.

Il fattore temporale che regola maggiormente la quantità e qualità del supporto trofico è la stagionalità. Questa si esprime mediante la durata del fotoperiodo unita alle variazioni di temperatura: insieme, regolano ed influenzano la produzione primaria di organismi autotrofi, tra cui fanerogame, macroalghe e microalghe bentoniche, determinando quindi cambiamenti nella disponibilità trofica per le comunità bentoniche (Simonini et al., 2007). I processi che avvengono in colonna d'acqua, anch'essi regolati dalla stagionalità, influiscono sulla quantità e qualità di materia organica disponibile. Il pascolo dello zooplancton sul fitoplancton può veicolare particelle organiche verso il fondo, sotto forma di residui e scarti come pellet fecali, che possono depositarsi rapidamente (Lenihan e Mitcheli, 2001).

Lo sviluppo delle comunità bentoniche segue solitamente dinamiche coordinate dal punto di vista temporale. Il reclutamento del macrobenthos ha luogo a partire dal periodo primaverile, con aumento di densità, ricchezza specifica, migrazioni e insediamento larvale, e si protrae anche in estate e, talvolta, autunno, e un successivo decremento nelle fasi invernali (Ibanez e Dauvin, 1988). Nello specifico, i vari taxa hanno periodi riproduttivi differenti, ad esempio i policheti mostrano incrementi già in periodo primaverile, i molluschi anche in estate.

Le dinamiche stagionali variano tuttavia anche in base alla latitudine e alle variazioni termiche che ne conseguono: a settentrione è registrata una temperatura mediamente inferiore, dove variazioni termiche contenute sono comunque significative, a differenza degli ambienti più caldi, colonizzati da comunità più resistenti ad escursioni termiche maggiori. Le variazioni termiche possono essere provocate anche da fenomeni globali a larga scala quali l'oscillazione nord-atlantica (NAO) che può influenzare anche il Mare del Nord dal punto di vista

idroclimatico con conseguenti ripercussioni anche sull'Europa Meridionale (Weijerman et al., 2005). Oltre che sugli organismi, la temperatura ha effetto anche sulla disponibilità trofica di un'area modificando la produzione di materia organica e innescando effetti a cascata su tutta la catena alimentare.

Altro fattore ambientale che influisce sulla struttura e la funzionalità delle comunità è la granulometria del sedimento: la taglia dei granuli, unitamente alle percentuali di limo e argilla, può influenzare in maniera significativa la struttura della comunità. L'idrodinamismo può modificare la stabilità del sedimento e la tessitura (Armonies et al., 2014; Armonies, 2021; Le Hir et al., 2000), con una regolazione a cascata anche del materiale organico sedimentario e delle comunità microbiche (Noisette et al. 2022; Lalar et al., 2023), elementi importanti della dieta del macrobenthos. Infatti, gli organismi del macrobenthos si nutrono di batteri e microalghe (Kang et al., 2003; Pascal et al., 2009), meiofauna (Fellere Coull, 1995) e materiale organico sedimentato (Rodil et al., 2007; Vafeiadou et al., 2013). Normalmente, il moto ondoso ha effetto entro i 10/15 m ma, in condizioni straordinarie, può arrivare anche a circa 35 m, esercitando un disturbo molto elevato anche ad alte profondità (Conte et al., 2003; Marcos et al., 2011; Teixido et al., 2013; Gori et al., 2017). Inoltre, forti mareggiate possono amplificare ulteriormente gli effetti antropici. In questo caso l'effetto meccanico è esteso a comunità che, di norma, non sono adattate a tale forzante e che, quindi, hanno maggiori difficoltà a fronteggiare lo stress (Folke et al., 2004; Hoegh-Guldberg e Bruno, 2010). Le risposte delle comunità macrobentoniche possono essere variabili nel tempo, a seconda delle capacità di resistenza e resilienza. Montagna (2023) osservò un aumento delle condizioni di sofferenza della comunità costiera nei primi mesi dall'impatto di una intensa tempesta (decremento numerico e di specie), ma anche un recupero a partire da 9 mesi dall'evento. In aree mediterranee nord-occidentali, variazioni a carico dell'abbondanza, struttura e funzionalità delle comunità macrobentoniche sono state osservate dopo l'anomala mareggiata del 2018 (Misic e Covazzi, 2026), associate al meiobenthos, alla componente microbica eterotrofa e al materiale organico sedimentario, variazioni che nel complesso hanno esercitato effetti stimolanti sul macrobenthos, anche se le variazioni positive di abbondanza non sono state seguite da incrementi in biomassa, almeno nei primi 2 anni dopo lo stress meccanico, probabilmente in risposta alla perturbazione (Dolbeth et al., 2014; Vesal et al., 2022).

Oltre che alle forzanti naturali, gli ecosistemi costieri sono soggetti a svariati stress antropici diretti e indiretti in grado di danneggiare le comunità. Pressioni multiple (inquinanti, eccesso di nutrienti, alterazioni dell'habitat e dei regimi idrologici, inondazioni e siccità ma anche specie aliene, sia in termini di ricchezza che abbondanza, pesca a strascico e overfishing, Wells, 1999)

possono incidere sulle risorse attraverso processi singoli, cumulativi o sinergici, compromettendo la stabilità del sistema (Vinebrooke et al., 2004; Adams, 2005; Cardoso et al., 2005; Dolbeth et al., 2007). Le risposte del biota a tali stress ambientali sono quindi un risultato integrato, manifestandosi sotto forma di variazioni nell'abbondanza, nella diversità e nella fitness di individui, popolazioni e comunità (Adams, 2005). L'intensità delle forzanti negative e il loro numero sono aumentati progressivamente negli ultimi decenni, spesso derivando da rilascio di reflui a causa dell'incremento della popolazione umana (Halpern et al., 2015). Il rilascio dei reflui in profondità ha l'indubbio beneficio di aumentare il tasso di diluizione degli inquinanti chimici (organici e inorganici) e delle pressioni chimico-fisiche (temperatura e salinità) derivanti dalle caratteristiche del refluo (Andrew-Priestly et al., 2022). Tuttavia, in questo modo le comunità macrobentoniche della fascia costiera più profonda (più fragili) sono quelle maggiormente sollecitate, a volte in modo drastico, a trovare risposte biologiche ed ecologiche che consentano loro di fronteggiare questo insieme di pressioni, e quelle da esse generate come l'aumento dei fenomeni distrofici (Bottero et al., 2020; Zhou et al., 2024).

1.3 Perché studiare il macrobenthos

I fenomeni naturali o antropici possono modificare le caratteristiche funzionali delle comunità (e.g. Cooper et al., 2008; Gray et al., 2006; Schratzberger et al., 2007; Tillin et al., 2006). Pertanto, lo studio del macrobenthos è considerato un ottimo metodo di valutazione della qualità e dello stato dell'ambiente marino, verificando l'entità dei cambiamenti ecologici cui questo può andare incontro (Rosemberg et al., 2004). Questi tipi di monitoraggio permettono di identificare, mappare e caratterizzare le comunità bentoniche per poterle utilizzare come strumenti di gestione degli ambienti marini e per identificare aree marine protette (Gogina e Zettler, 2010).

In passato, il controllo dei fattori di disturbo era prevalentemente eseguito mediante monitoraggi periodici delle condizioni chimico-fisiche delle acque. Questo si traduceva in un dispendio economico elevato, data la necessità di una frequenza di campionamento elevata. Solo campionamenti ripetuti nel tempo potevano dare informazioni su questi input effimeri poiché, a causa della variabilità delle condizioni idrodinamiche, era possibile rilevare la presenza di scarichi inquinanti solo per un periodo limitato prima che fossero diluiti dalla corrente. Perciò, le sole analisi chimiche non hanno sempre la robustezza che richiede questo tipo di monitoraggio, e per questo devono essere implementate con altri approcci, anche biologici, per la valutazione dell'ambiente.

Il macrobenthos rientra all'interno del Descrittore 4 della Marine Strategy, la direttiva europea che definisce criteri e metodologie per la valutazione e il raggiungimento del buono stato ecologico delle acque marine. Poiché il macrobenthos è un costituente basilare della rete trofica, è fondamentale mantenere salvaguardate e intatte le sue caratteristiche di ricchezza, abbondanza e, soprattutto, la piena capacità riproduttiva. Il testo di questo descrittore recita: "Tutti gli elementi della rete trofica marina, nella misura in cui siano noti, sono presenti con normale abbondanza e diversità e con livelli in grado di assicurare l'abbondanza a lungo termine delle specie e la conservazione della loro piena capacità riproduttiva" (Tabella Descrittori Strategia Marina – Strategia per l'ambiente Marino, <https://strategiamarina.isprambiente.it>), che vuol significare che la struttura della comunità, la presenza di particolari specie o gruppi, le fluttuazioni di biodiversità e biomassa sono oggetto di questa direttiva e allo stesso modo sono protetti anche la presenza di stadi larvali e giovanili, il cui studio può dare indicazioni sulla capacità riproduttiva e la persistenza della comunità stessa.

1.3.1 Macrobenthos come bioindicatore

Tramite l'evoluzione e alla varietà di adattamenti differenti sviluppati dalle varie specie, le comunità bentoniche hanno acquisito la capacità di poter mantenere una struttura qualitativa, in condizioni di stabilità, piuttosto costante nel tempo, subendo solo cambiamenti lievi. L'insorgere di un disturbo di tipo 2, quindi con intensità e portata elevate, ne può modificare significativamente composizione, abbondanza e biomassa (Pearson e Rosenberg, 1978). I vari taxa possono rispondere a questo evento in maniera molto diversa tra loro in quanto ci sono specie più sensibili o più tolleranti: le prime possono sopravvivere solamente in condizioni specifiche; invece, le seconde hanno un ambito di sopravvivenza maggiore in quanto più inclini ad adattamento e resilienza. Sempre Pearson e Rosenberg (1978), studiando gli effetti degli stress sulla comunità, scoprirono che, all'aumentare dell'intensità di un particolare disturbo ambientale, lo stress che ne deriva ha come prima risposta l'adattamento di specie più tolleranti e il declino di organismi più sensibili. Si ha quindi una sostituzione verso organismi adattabili alle nuove condizioni ambientali. Queste modifiche della comunità come risposta allo stress possono essere considerate come un continuum interrotto a partire dalle zone in cui il livello di adattabilità necessario supera quello raggiungibile dagli organismi presenti fino a quelle aree dove lo stress è minimo e non richiede sviluppo di adattamento.

Proprio grazie all'ampio spettro di queste risposte agli impatti, unitamente alla mobilità ridotta/assente, a una rapida riproduzione ma anche una durata del ciclo vitale relativamente lunga, il macrobenthos, con tutte le classi e specie che comprende, può essere utilizzato nel

biomonitoraggio sullo stato ambientale ed essere considerato come bioindicatore. Questo termine si può riferire sia al singolo organismo o specie sia a tutta la comunità. L'informazione può essere implementata da monitoraggi chimici (Hawkins et al., 1994; Carballo et al., 1997) e affonda le sue radici nelle osservazioni di Wilhelmi (1916), il quale notò varie associazioni tra organismi e alterazione ambientale come, ad esempio, quella tra il polichete appartenente alla famiglia Capitellidae *Capitella capitata* e sedimenti caratterizzati da un elevato carico organico, indice di ambiente probabilmente inquinato da reflui urbani. Successivamente, nel 1975 fu Margalef a proporre l'uso di rapporti e indici per la valutazione quantitativa degli effetti dell'inquinamento nelle aree costiere, come il rapporto tra specie associate ad ambienti inquinati e specie associate ad ambienti naturali, basato principalmente su densità e composizione della comunità di policheti, e il rapporto tra nematodi e copepodi (Raffaelli e Mason, 1981) poiché i nematodi sono tra gli organismi più tolleranti in assoluto mentre, in generale, i crostacei rientrano tra i phyla più sensibili.

Conseguentemente, le comunità saranno composte da specie differenti in base alla distanza dalla sorgente di impatto e al grado di impatto. Facendo riferimento al meiobenthos, vi è una predominanza di nematodi nelle aree sottoposte a pressione mentre taxa più sensibili, quali crostacei (in particolare copepodi arcticoidi) sono caratterizzate da drastici decrementi di abbondanza e ricchezza specifica a seguito di un disturbo. Nel macrobenthos, numerose famiglie di anellidi mostrano notevoli abbondanze in aree impattate. Sono frequentemente organismi depositivori (prevalentemente sottosuperficiali, Oug et al., 2012) molto tolleranti tra i quali è possibile trovare soprattutto Capitellidae, Cirratulidae (anche opportunisti), Paraonidae (indifferenti) ma sono presenti anche Orbinidae, più sensibili, fatto che suggerisce ancora un'imperfetta conoscenza delle capacità di resistenza e adattamento degli organismi (Misic e Covazzi, 2026). Altre famiglie di policheti depositivori di questi ambienti sono Spionidae, Onuphidae e Syllidae. Per quanto riguarda invece gli organismi sospensivori, sono stati raccolti campioni contenenti abbondanti Serpulidae, insieme a Lumbrineridae e Nephtyidae e crostacei tolleranti appartenenti ad Amphipoda, Cumacea e Tanaidacea. La componente a molluschi più adattabile è composta da bivalvi (Misic e Covazzi, 2026).

È possibile applicare indici ecologici per aumentare la robustezza delle analisi. La loro finalità è quella di trasformare i dati relativi alle comunità in numeri e/o valutazioni semplici, per alleggerirne lo studio e rendere più diretta l'interpretazione (Neher e Darby, 2009). Quelli che maggiormente possono aiutare nell'analisi della struttura delle comunità bentoniche sono ad esempio il numero di taxa, Shannon-Wiener per la diversità (basato sull'abbondanza relativa delle specie presenti e la loro distribuzione, Clarke e Warwick, 2001), Margalef per la ricchezza

specifica oppure l'equitabilità di Pielou. Grazie a questi, è possibile definire una separazione tra gli effetti della variabilità climatica e dei disturbi di origine artificiale (Munari, 2011) e gli effetti delle variazioni naturali.

L'AMBI (AZTI Marine Biotic Index, di Borja et al., 2000, Fig. 9) è tra gli indici ecologici più utilizzati. Si basa sugli studi di Hily (1984) e Glémarec (1986). Questi autori hanno identificato cinque gruppi ecologici basandosi sul grado di tolleranza degli organismi macrobentonici in relazione ad un incremento di stress, come ad esempio un arricchimento di materiale organico, ma è anche associato a tolleranza ad altre tipologie di inquinanti quali i metalli pesanti (Oug et al., 2012). I gruppi identificati da Grall & Glémarec (1997) sono le specie molto sensibili e presenti se si verificano condizioni non inquinate (specifici carnivori e alcuni policheti deposivori capaci di produrre tubi), specie indifferenti (sempre presenti in basse densità con variazioni non significative nel tempo); specie tolleranti, presenti nelle condizioni normali ma la loro densità è stimolata dall'arricchimento organico (ad esempio specie deposivore superficiali); specie appartenenti al secondo ordine degli opportunisti (principalmente policheti di piccole dimensioni e deposivori superficiali); specie appartenenti al primo ordine degli opportunisti (prevalentemente deposivori, proliferano in sedimenti che presentano condizioni riducenti).

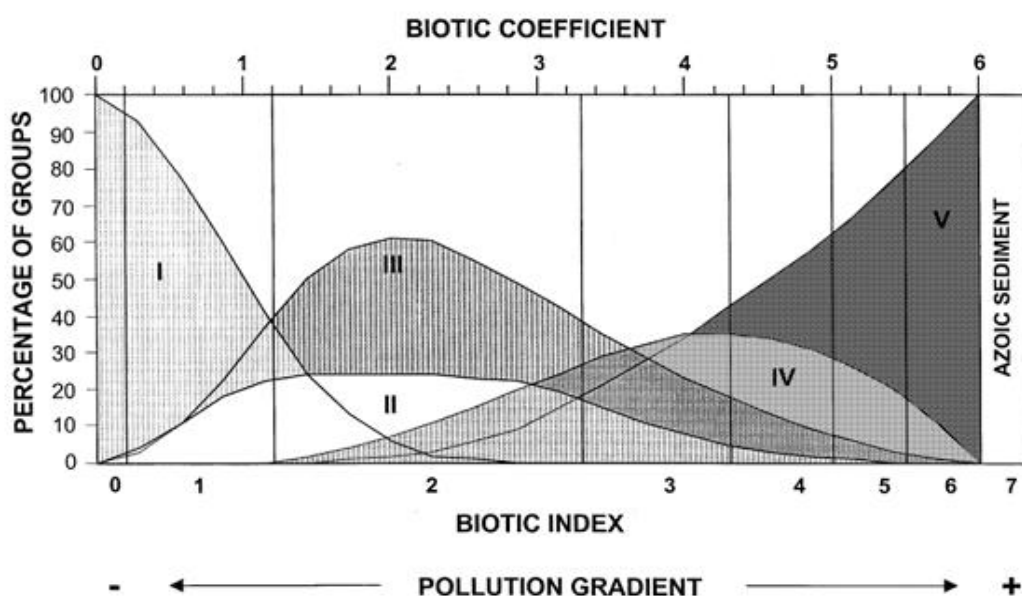


Fig. 9: relazioni tra indice e coefficiente biotico. La proporzione relativa dell'abbondanza di ogni gruppo fornisce un valore BI discreto e un valore BC continuo (fonte: Borja et al., 2000).

2. SCOPO DELLA TESI

In questi ultimi anni l'ambiente costiero genovese, ormai soggetto a impatto cronico a causa delle molteplici attività umane diffuse nell'area (urbanizzazione, turismo, attività portuali, industria, modificazioni strutturali delle linee di costa) (Cutroneo et al, 2017), ha subito un'ulteriore pressione per via della costruzione della nuova diga foranea portuale e delle attività ad essa collegate.

Per registrare le eventuali variazioni ambientali che ne sono derivate, nell'ambito del Programma di Monitoraggio "Analisi dei descrittori previsti dalla Marine strategy framework directive e relative misure - Descrittore 4", eseguito in accordo con l'Autorità Portuale di Genova, sono stati effettuati monitoraggi stagionali ante-operam risalenti agli anni 2022/2023, e monitoraggi in corso d'opera più recenti (2024/2025). Questi sono avvenuti in periodi prestabiliti (autunno, primavera, estate) poiché momenti di particolare sensibilità della componente biologica, criticità legata alla maggiore attività e al reclutamento dei vari gruppi di organismi.

Il presente elaborato riporta i risultati relativi alla componente macrobentonica, studiata sia dal punto di vista strutturale (abbondanza e differenziazione) sia dal punto di vista della sua funzionalità, espressa dalle strategie trofiche. Le informazioni ottenute hanno permesso anche un'analisi dello stato ambientale mediante indice biotico di qualità ecologica.

Il presente studio si prefigge, quindi, di:

- valutare le caratteristiche strutturali delle comunità dell'area di piattaforma continentale di fronte al porto di Genova, evidenziando potenziali modificazioni temporali e spaziali dell'abbondanza e della composizione tassonomica delle comunità,
- analizzare le caratteristiche di differenziazione delle comunità, per verificare eventuali variazioni tra il periodo ante-operam e in corso d'opera,
- integrare le caratteristiche strutturali della comunità in un'ottica di qualità ecologica, per rilevare potenziali alterazioni,
- estendere l'analisi a studi pregressi, svolti nella stessa area, per definire se le variazioni potenzialmente riscontrate possano rientrare nell'ambito delle fluttuazioni interannuali, avvalendosi anche dell'informazione derivante da analisi al contorno di alcune caratteristiche ambientali,
- contestualizzare i risultati nell'ambito meteorologico.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Area di studio

Il Golfo di Genova costituisce la parte più settentrionale del Mar Ligure, un mare profondo con una scarpata continentale poco estesa e solcata da canyon sottomarini. Di fronte a Genova si dipartono i due canyon del Polcevera e del Bisagno, a partire dalle foci dei due torrenti omonimi. La corrente principale fluisce da oriente a occidente seguendo l'arco della costa. Unisce al suo interno acque che provengono dal Tirreno e acque che fluiscono a occidente della Corsica. Le prime sono caratterizzate da concentrazioni relativamente alte di nutrienti, immessi da fiumi come l'Arno e il Magra (Cattaneo et al., 2010). L'Arno, in particolare, porta anche inquinanti disciolti e particolati. Lungo la costa del Golfo di Genova è possibile che si instaurino controcorrenti a seconda delle condizioni meteorologiche e dello spirare dei venti (Doglioli et al., 2004), che sono i principali responsabili del movimento superficiale delle masse d'acqua (Astraldi et al., 1999). Alterazioni stagionali delle correnti possono essere dovute all'effetto generato dal movimento verso ovest dell'acqua quando incontra le strutture dei canyon sopracitati (Bakun and Agostini, 2001).

Il Mar Ligure presenta condizioni generalmente oligotrofe che, temporaneamente, si modificano in mesotrofe in occasione delle fioriture primaverili nelle acque interessate dal vortice ciclonico ligure-provenzale. Durante l'inverno l'omogeneizzazione verticale delle masse d'acqua arricchisce la superficie di nutrienti, che stimolano la successiva produzione fitoplanctonica primaverile (Lacroix et al. 2001) e lo sviluppo di diatomee a rapida sedimentazione (Gómez e Gorsky 2003). Il massimo accumulo di biomassa fitoplanctonica si verifica nei mesi di febbraio-marzo (Estrada e Vaqué 2014), modulato dalle condizioni climatiche e meteomarine. A questi incrementi di biomassa primaria si associano quelli dei consumatori (zooplancton), la cui comunità si sviluppa e incrementa in biodiversità, mantenendo comunque una cospicua frazione a copepodi (Siokou-Frangou et al. 2010). Durante e immediatamente dopo lo sviluppo della comunità zooplanctonica si instaurano i più cospicui flussi di materiali al fondo (Goutx et al., 2000).

Studi precedenti hanno mostrato una diffusa contaminazione da PAH (Bertolotto et al., 2003). I valori sono, in generale, contenuti, suggerendo l'origine da reflui e dilavamento urbani. La forte urbanizzazione dell'intera area costiera ligure (Cattaneo et al., 2010) è in accordo con queste osservazioni. Tuttavia, alcuni siti mostrano valori estremamente alti, simili ad aree portuali fortemente impattate da attività industriali (Sprovieri et al., 2007), indicando l'influenza di

sorgenti puntiformi. La zona di studio è fortemente influenzata dalla presenza dell'area portuale genovese che, con il passaggio di navi e natanti e l'attività del porto petroli, costituisce una sorgente importante di pressione chimico-fisica non solo per quel che concerne gli idrocarburi (Cattaneo et al., 2010). A questi input cronici si aggiunge l'episodio del naufragio della petroliera Haven, avvenuto nel 1991 di fronte ad Arenzano. Benché l'incidente sia avvenuto a ponente dell'area di studio e, quindi, sottocorrente, non è possibile escludere una lenta dispersione dell'inquinamento generatosi anche verso levante. Infatti, la presenza di elevati valori di PAH a distanze pari a 1000 m dalla costa sia di fronte a Punta Vagno (settore orientale dell'area di studio) che di fronte alla foce del Polcevera (settore occidentale) suggeriscono sistemi di trasporto degli inquinanti verso il largo.

3.2 Campionamento

A partire dal 2023 sono iniziati i lavori per la costruzione della nuova diga foranea, che amplierà l'area portuale. Il progetto, di dimensioni ragguardevoli, ha necessitato di un complesso Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) per verificare che le attività, nel loro complesso, non causassero danni ambientali. Nel PMA è stato sviluppato il monitoraggio per il Descrittore 4 della Marine Strategy - Reti trofiche che, al suo interno, comprende rilievi e analisi relative al comparto macrobentonico oltre all'acquisizione di altri dati chimico-fisici e biologici.

Da un punto di vista spaziale, il campionamento era organizzato focalizzando l'attenzione su un'area di controllo, posizionata nella zona di levante approssimativamente di fronte a Genova Nervi, una a livello dell'attuale varco a levante (foce Bisagno) e una a ponente (foce Polcevera) (Fig. 10). In ogni area si prevedevano due stazioni, una posizionata sulla batimetrica dei 30 m e una su quella dei 50 m. Inoltre, data la possibilità di trasporto verso il largo, lungo le direttrici dei canyon, di materiali risospesi dal sedimento o direttamente inseriti in colonna d'acqua a causa delle attività, si prevedeva il campionamento anche in due stazioni posizionate sulla batimetrica dei 100 m a livello della testa dei canyon. In questo modo potevano essere valutate sia potenziali variazioni quali-quantitative del macrobenthos in prossimità delle opere, sia un trasferimento del potenziale impatto a siti contigui, che costituiscono un tramite soprattutto con gli ambienti profondi.

Tuttavia, le due stazioni di controllo posizionate a levante (transetto K) hanno presentato caratteristiche sedimentarie (ad esempio tessitura e componente organogena) diverse da quanto riscontrato nelle altre stazioni e, pertanto, non è stato possibile utilizzarle come confronto con le stazioni ipoteticamente influenzate dai lavori di costruzione della nuova diga. Inoltre, nella stazione K17, posizionata alla batimetrica di circa 30 m, è presente una prateria di *Posidonia*

oceanica piuttosto densa, che impedisce il campionamento di sedimento. La costa ligure presenta un forte e spazialmente continuativo impatto antropico. Pertanto, allontanarsi dall'area di studio alla ricerca di stazioni di controllo con caratteristiche ambientali analoghe inevitabilmente comporta la selezione di aree che sono influenzate in modo variabile e imprevedibile da altre attività umane, rendendo quindi vana la loro utilità.

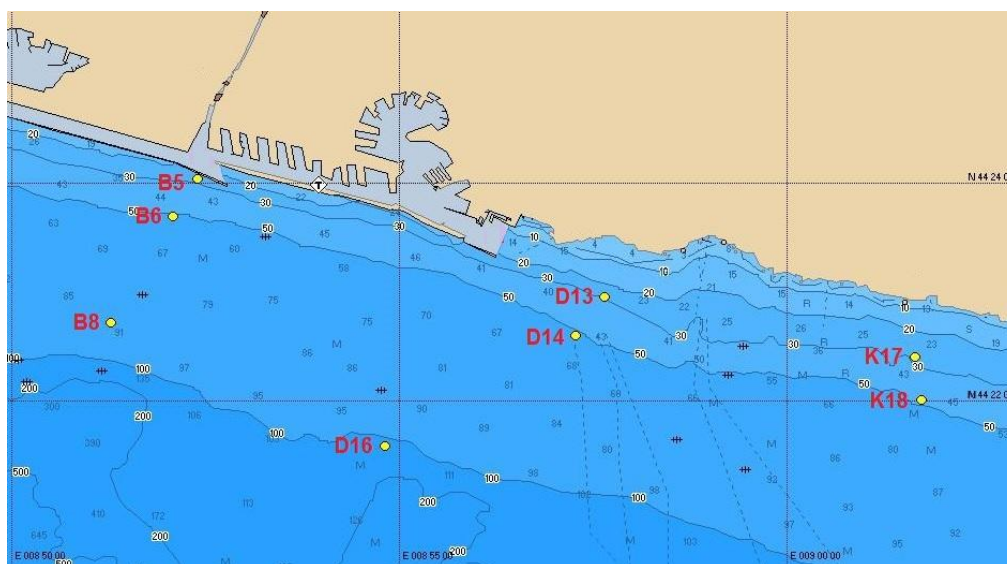


Fig. 10: mappa dei punti in cui sono situate le stazioni. Sono riportate le posizioni delle stazioni K, inizialmente considerate come controllo ma successivamente scartate. Vedi testo per spiegazioni.

Le posizioni delle 3 stazioni per transetto (D13, D14, D16 per il transetto lato Bisagno; B5, B6, B8 per il transetto Polcevera) situate a profondità crescente (25/30 m, 47-52 m e 97-100 m) sono riportate in Tabella 1.

stazione	latitudine N	longitudine E	profondità media (m)
B5	44°24,036'	8°52,393'	30
B6	44°23,692'	8°52,075'	50
B8	44°22,332'	8°50,695'	100
D13	44°22,953'	8°57,650'	30
D14	44°22,597'	8°57,266'	50
D16	44°21,582'	8°54,817'	100

Tabella. 1. Localizzazione geografica e profondità delle stazioni dei due transetti

Il primo transetto (Polcevera) è posizionato sottocorrente mentre il secondo (Bisagno) sopracorrente, considerando che la corrente dominante del Mar Ligure fluisca da levante verso ponente.

Il monitoraggio si è articolato in campionamenti stagionali (primavera, estate e autunno) nei periodi durante i quali l'attività biologica è maggiore e, pertanto, anche la suscettibilità delle comunità alle forzanti esterne. Inoltre, le stagioni selezionate corrispondono, in linea di massima, al periodo di reclutamento della fauna bentonica.

Sono state eseguite due campagne (una ante-operam 2022/23 e una in corso d'opera 2024/25), la prima intesa come baseline e la seconda, a un anno di distanza, per catturare eventuali variazioni delle comunità potenzialmente imputabili alle attività di costruzione della nuova diga (Tabella 2).

campagna	stagione	data
		(campionamento macrobenthos)
I	autunno	27-ott-22
	primavera	22-mar-23
	estate	11-ago-23
II	autunno	06-nov-24
	primavera	28-mar-25
	estate	27-ago-25

Tabella. 2. Scadenze temporali dei campionamenti per il macrobenthos.

Come mezzo di supporto è stata utilizzata l'imbarcazione Maso (Arco '89 s.r.l) dotata di benna Van Veen di dimensioni 30x40 cm e volume di 15 litri (Fig. 11), oltre ad altra strumentazione utile ad effettuare analisi di contorno. La benna è uno strumento di campionamento costituito da due ganasce di metallo, piuttosto pesanti, con cerniera, tenute aperte da un sistema meccanico che permette al sistema di chiudersi una volta a contatto con il fondale, raccogliendone una parte. È un sistema che tende a interferire con l'interfaccia sedimento-acqua, la stratificazione del fondale si mantiene solo nella parte più interna, accessibile tramite due sportelli ermetici assicurati con viti.



Fig. 11. Modelli di benna Van Veen utilizzati per la raccolta dei campioni.

Sono state effettuate tre bennate per stazione. Dall'imbarcazione, la benna è stata calata aperta mediante l'utilizzo di un verricello dopodiché, una volta prelevato il sedimento, è stata issata a bordo. Il contenuto è stato riversato in apposite conche, in cui sedimento e acqua di mare sono amalgamati assieme. Il materiale è stato fatto passare attraverso un setaccio certificato (Giuliani, Italy) in acciaio inox di maglia 1 mm, limitando quindi lo studio prevalentemente agli organismi adulti. Il materiale setacciato è stato poi inserito in appositi contenitori e conservato con alcol 70% per poi essere analizzato in laboratorio.

Per quanto riguarda le analisi di contorno, tali campionamenti sono stati effettuati in contemporanea alle bennate per il macrobenthos. Nello specifico, un'aliquota di sedimento superficiale (strato più sensibile a fluttuazioni ambientale) è stata prelevata e trasferita in capsule Petri. I campioni sono stati successivamente trasportati in laboratorio e tenuti refrigerati a -20°C durante il trasporto per evitare il deterioramento del materiale organico. Oltre a questo campione, dalla stessa bennata è stato prelevato un ulteriore quantitativo di sedimento per poter svolgere analisi tessiturali.

Inoltre, sono stati prelevati dei campioni d'acqua di mare in prossimità del fondo (circa 25, 50, 100 m) utilizzando una bottiglia Niskin (Fig. 12). Questo strumento è un cilindro di PVC aperto da entrambe le estremità e munito di sistema di chiusura a distanza mediante un peso.

Una volta trasportata in laboratorio, l'acqua è stata filtrata su filtri Whatman GFF in fibra di vetro (porosità nominale 0,45 μm calcinati in precedenza così da rimuovere qualsivoglia fonte di inquinamento). Sia per il sedimento che per il particolato i campioni sono stati analizzati per la determinazione dei pigmenti fotoautotrofi (clorofilla-a e feopigmenti) e dalla quantità di materiale totale (carbonio organico e azoto totale). 5 ml di acetone tamponato (carbonato di

sodio, soluzione satura) in soluzione acquosa (9:1 v:v) sono stati immediatamente aggiunti ai campioni per i pigmenti fotoautotrofi al fine di conservare le molecole fino alla determinazione con spettrofluorimetro.



Fig 12: bottiglia Niskin. Fonte: Acquatic BioTechnology

In aggiunta a questi campionamenti, sono state effettuate anche misurazioni dei parametri chimico-fisici (temperatura e salinità) in colonna d'acqua con una sonda multiparametrica Idronaut 316.

3.3 Analisi dei campioni e delle variabili al contorno

3.3.1 Macrobenthos

Prima di essere analizzati, i campioni di sedimento sono sottoposti a risciacquo con acqua e quindi a sorting, attività in cui l'operatore ricerca e separa gli organismi dal sedimento inorganico, utilizzando uno stereomicroscopio (massimo 40 ingrandimenti, Fig. 13).



Fig. 13: Stereomicroscopio per sorting.

L'analisi si compone, quindi, di due momenti:

- sorting, ossia la ricerca degli organismi all'interno del sedimento. Questo permette di separare i singoli individui in base al taxon d'appartenenza ed inserirli in piccoli barattoli, ognuno associato alla provenienza del campione (stazione, stagione e replica), contenenti alcool al 70%, per la conservazione. Gli organismi vengono considerati validi, e quindi classificabili, se rispettano determinati parametri quali la presenza della testa per l'identificazione;
- la seconda parte di quest'analisi è il riconoscimento, operazione in cui gli organismi sono classificati fino al livello tassonomico minore possibile. Questo procedimento permette l'ottenimento di dati relativi alle caratteristiche strutturali delle comunità (densità e biodiversità).

Per la fase di riconoscimento, sono state utilizzate chiavi dicotomiche e letteratura scientifica, comprese anche foto ed immagini degli organismi interi oppure di apposite sezioni utili alla distinzione di caratteri morfologici identificativi tra una specie e l'altra, come la sezione P7 in alcuni crostacei anfipodi quali *Harpinia crenulata* ed *Harpinia dellavallei*. L'identificazione tassonomica si è valsa delle informazioni riportate in Fauvel (1923), Parenzan (1976), Bellan-Santini et al., (1982 e 1989). La classificazione AMBI secondo Borja et al. (2000) è stata effettuata consultando il World Register of Marine Species (Worms) (<http://www.marinespecies.org>, accesso luglio 2026). Le principali strategie trofiche sono state estratte dal database di Worms e da Fauchald e Jumars (1979), Guerra-García et al. (2014), Hily e Bouteille (1999), Jumars et al. (2015), Kolouri et al. (2006), Manousis et al. (2013) e

Voultsiadou et al. (2007). Il contributo dei taxa di cui non è stato possibile individuare la strategia trofica è minore del 5%.

Le due principali fonti di errore nello studio della comunità bentonica sono quella intrinseca di campionamento e quella relativa al sorting dell'operatore. Gli organismi, infatti, sono distribuiti in modo non uniforme; quindi, anche a brevissime distanze la loro densità può variare significativamente. La soluzione a questa fonte di incertezza è l'aumento delle repliche (con aumento relativo dei tempi di analisi) o l'utilizzo di strumenti più complessi come il multi-corer e il box-corer. L'errore durante il sorting commesso dall'operatore è anch'esso inevitabile, anche se il controllo incrociato dei campioni tra più operatori riduce il problema.

3.3.2 Sedimento e colonna d'acqua

Granulometria: contributo della frazione pelitica

Per effettuare l'analisi granulometrica, i campioni vengono trattati in accordo con il protocollo standardizzato "Metodologie analitiche di riferimento. ICRAM (2001). Sedimenti, Scheda 3".

La procedura seguita per calcolare il contributo della frazione pelitica (limo e argilla) prevede, prima di effettuare la separazione, l'essiccazione e la pesata dell'intero campione. Per fare ciò si pone il campione in una vaschetta di alluminio tarata e si colloca in un termostato per 24 ore ad una temperatura di circa 100°C. Estratto dal forno, il campione è pesato mediante microbilancia analitica alla quarta cifra decimale (modello APX-200 Denver Instruments, d=0,1 mg). A questo punto si procede con la separazione di sabbie e ghiaie dalla pelite. Tale passaggio prevede una setacciatura del campione (setaccio certificato Giuliani - Italy in acciaio inox di maglia 0,063 mm), con l'ausilio di un rubinetto a doccia, facendo in modo che l'acqua elimini la frazione più fine. La componente trattenuta dal setaccio è recuperata e riposta nella vaschetta; quindi, è essiccata nuovamente e pesata; dalla differenza ottenuta tra le due pesate è quindi possibile risalire alla percentuale di frazione fine presente nel sedimento analizzato.

Carbonio organico e azoto totale:

Il sedimento viene inizialmente essiccato per 24 ore a 60°C, dopodiché vengono prelevate delle aliquote di peso compreso tra 5 e 10 mg, ottenute mediante microbilancia analitica alla sesta cifra decimale (Mettler o Radwag MYA 2,5Y, d = 10 µg). Tali quantità sono pesate in crogiolini d'argento e successivamente acidificate con HCl in acqua deionizzata (1:3 v:v) al fine di rimuovere il carbonio inorganico (Hedges e Stern, 1984). I crogiolini sono quindi posti in cella termostata (60 °C) per una notte per completare l'essiccazione. Queste analisi sono effettuate

su due o tre repliche per sito mediante un analizzatore elementare Carlo Erba 1110, col metodo flash combustion (950°C): il campione è inserito in un distributore a tamburo rotante, mediante il quale viene introdotto in un reattore di combustione costituito da una colonna di quarzo mantenuta a 950°C. I gas prodotti dalla combustione, facilitata dall'aggiunta di ossigeno, sono trasportati da un flusso costante di elio ultrapuro e sono cataliticamente trasformati in CO₂ ed N₂ con anidride tungstica e rame. Una colonna cromatografica separa, quindi, N₂ e CO₂. Ogni componente, unitamente al gas di trasporto, fluisce in un rivelatore a conducibilità termica che genera un segnale elettrico, proporzionale alla sua concentrazione nel gas di trasporto, riprodotto su monitor in grafico costituito dalla relazione tempo / d.d.p. Le concentrazioni di carbonio e azoto sono valutate in relazione a una serie di standard processati prima dell'inizio delle analisi. La sostanza utilizzata (a peso noto) per la calibrazione è il cicloesano 2-4 dinitrofenil idrazone, che contiene il 51,78 % di carbonio e il 20,14 % di azoto.

Pigmenti fotoautotrofi:

Per la valutazione dei pigmenti clorofilliani è impiegata la tecnica fluorimetrica (Holm-Hansen et al. 1965) perché più rapida, precisa e sensibile rispetto a metodi spettrofotometrici. Prima di procedere con l'analisi, il sedimento o i filtri sui quali è stato raccolto il materiale sospeso in acqua sono incubati (per 24 ore al buio e a -20°C) in una soluzione di acetone e acqua (9:1 v:v) tamponata con carbonato di sodio a saturazione. La determinazione della frazione fotosinteticamente attiva (clorofilla-a), si basa sulla misura della fluorescenza dell'estratto acetonicamente prima e dopo l'acidificazione con acido cloridrico 0,1 N.

Le letture sono state effettuate mediante un fluorimetro Jasco modello FP-750 (lunghezza d'onda di eccitazione: 430 nm, emissione: 668 nm).

La formula usata per il calcolo della clorofilla-a è la seguente:

$$V \cdot R_{\max} / (R_{\max} - 1) \cdot (F_0 - F_a) \cdot F_n / \text{peso o volume filtrato}$$

dove:

V= volume dell'estratto acetonicamente in ml

F₀= lettura prima dell'acidificazione

F_a= lettura dopo l'acidificazione con HCl

F_n= coefficiente di regressione lineare ricavato dall'analisi degli standard (soluzioni di clorofilla-a di spinacio, Sigma-Aldrich), calcolato considerando le letture (F₀) come variabile indipendente e le concentrazioni degli standard relativi come variabile dipendente. L'R² deve essere almeno 0,99.

Rmax= fattore di acidificazione, media tra tutti i rapporti F0/Fa degli standard

Peso= peso in grammi del sedimento secco.

Volume filtrato= quantità di acqua campione utilizzata per la filtrazione.

I valori di clorofilla-a sono espressi in ng g^{-1} (sedimento) o $\mu\text{g l}^{-1}$ (acqua di fondo).

3.3.3 Variabili meteoroclimatiche

È stata consultata la sezione AmbienteinLiguria dal sito della Regione Liguria (<https://ambientepub.regione.liguria.it/SiraQualMeteo/script/PubAccessoDatiMeteo.asp>, ultimo accesso settembre 2026) per acquisire informazioni relative ai periodi antecedenti ai campionamenti effettuati nelle campagne 2022/23 e 2024/25. Sono stati considerati i dati di precipitazioni (trasformati in cumulate a un mese, 15 giorni e 7 giorni di distanza dalla data di campionamento), temperatura dell'aria e pressione atmosferica.

Le caratteristiche dell'oscillazione nord-atlantica (NAO) sono state definite acquisendo i valori dell'indice NAO (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA, <https://www.ncei.noaa.gov>, visitato nel settembre 2026). È un indice climatico a grande scala, si basa sulle anomalie di pressione tra i due punti fissi dell'Islanda e delle Azzorre e rappresenta le fluttuazioni della pressione atmosferica al livello del mare tra zone di bassa e alta pressione. L'intensità e la posizione relative di questi sistemi variano di anno in anno, e questa variazione è nota come Oscillazione Nord Atlantica (NAO) (Hurrell, 1995). La NAO è responsabile di numerose variazioni meteorologiche che influenzano la velocità e la direzione del vento, nonché le differenze di temperatura e precipitazioni nella regione del Nord Atlantico. La teleconnessione con il Mediterraneo nordoccidentale è, di norma, istantanea, anche se in prossimità delle coste possono verificarsi ritardi a causa dell'interazione con le strutture morfologiche emerse. L'indice NAO può essere positivo o negativo. Per spiegare le variazioni ecologiche di norma si considera l'indice NAO invernale, cioè la media dei mesi novembre e dicembre dell'anno precedente a quello considerato e il valore per gennaio dell'anno in corso, anche se in alcuni studi è risultato più significativo il trimestre dicembre-febbraio (Misic et al., 2022). Se l'indice risulta positivo si intensificano i venti occidentali, la differenza di pressione è maggiore e le acque sono più stabili e stratificate. Il minor rimescolamento tra acque superficiali e profonde limita l'apporto di nutrienti e modera la produzione primaria; di conseguenza la comunità zooplanctonica è composta in larga misura da organismi di minori dimensioni e i flussi verticali rallentano o sono meno importanti. Quando invece l'indice NAO invernale risulta negativo l'atmosfera è più instabile, favorendo un maggiore rimescolamento verticale e un generalizzato incremento delle precipitazioni e degli apporti continentali (Pesce

et al., 2018). La produzione primaria è incentivata, soprattutto per quanto riguarda le diatomee. Ne consegue una maggiore abbondanza di zooplankton di maggiori dimensioni (Fernández de Puelles e Molinero, 2007), che può sostenere un flusso verticale di materiali organici al sedimento più consistente. L'andamento della North Atlantic Oscillation durante l'anno non è costante, ma presenta fluttuazioni che possono tradursi in pattern stagionali diversi da un anno all'altro.

3.4 Analisi statistiche

3.4.1 Biodiversità

La biodiversità è stata stimata come numero di taxa (S) riconosciuti in ogni stazione, considerando come livello tassonomico inferiore la famiglia. Per alcuni organismi, prevalentemente appartenenti al gruppo degli “altri” che presenta normalmente densità modeste, è stato considerato il livello di phylum.

Sono inoltre stati applicati gli indici che seguono:

INDICE DI DIVERSITA' (SHANNON-WEAVER) H'

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \log_e p_j$$

dove:

- la sommatoria include j da 1 a s;
- p_j è la proporzione della j-esima specie;
- s è il numero di specie.

L'indice di diversità di Shannon-Weaver (1963) deriva dalla teoria dell'informazione e rappresenta un tipo di formulazione ampiamente usata per stabilire il grado di diversificazione di ogni tipo di sistema, ponendo in relazione il numero di organismi con il numero di specie. Questo indice è senza dubbio uno dei migliori da usare quando si vogliono fare dei confronti e non si è interessati alla separazione delle due componenti della diversità (ricchezza e omogeneità). In questo studio, è stato adoperato il logaritmo in base 10. L'indice di diversità assume valori crescenti in funzione della complessità della comunità considerata, ovvero H' rappresenta una funzione crescente del numero di specie S, mostrando valori minimi nel caso di comunità poco strutturate (comunità stressate o soggette a fenomeni di inquinamento) e massimi

per comunità ben strutturate. In alcuni casi è stata osservata una variazione dell'indice H' in funzione della distanza dalla sorgente dell'inquinamento (Pearson e Rosenberg, 1978).

INDICE DI EQUITABILITÀ (PIELOU) J

$$J = H' / \ln S$$

dove:

- H' è l'indice di diversità di Shannon

- S è il numero di specie

L'indice di Shannon assume maggiore significato quando viene affiancato al valore di equitabilità di Pielou (1966), che prende in considerazione la ripartizione degli individui tra le specie. Il valore di J può variare tra 0, nel caso di popolazioni rappresentate da una sola specie con numerosi individui, e 1 nel caso limite di popolazioni nelle quali ogni specie sia rappresentata da un ugual numero di individui (Pearson e Rosenberg, 1978).

3.4.2 Analisi AMBI (AZTI Marine Biotic Index)

L'indice AMBI (AZTI Marine Biotic Index) è stato calcolato per le comunità macrobentoniche presenti sul fondale incoerente delle stazioni campionate, facendo riferimento alle caratteristiche delle specie riconosciute. È stato applicato sia per gli organismi provenienti dalla campagna ante-operam sia da quelli provenienti dalla campagna in corso d'opera per definire lo stato dell'area di studio ed eventuali miglioramenti o peggioramenti, verificatisi nei diversi siti di monitoraggio nelle diverse stagioni, tra un periodo e l'altro.

La formula si basa sulle percentuali di abbondanza di ciascun gruppo ecologico:

$$\text{Biotic Coefficient} = [(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)] / 100$$

Dove:

GI sono le specie molto sensibili

GII sono le specie indifferenti

GIII sono le specie tolleranti

GIV sono le specie opportuniste di secondo ordine

GV sono le specie di primo ordine

Il BC permette di ottenere valori tra 0 e 6 (7 rappresenta sedimento azoico). BC può essere comparato con il BI di Grall e Glémarec e si ottiene una "classificazione di inquinamento" (Tabella 3).

Tabella 3. Classificazione del grado di inquinamento derivata dal coefficiente biotico (BC).

Grado di inquinamento	Stato ecologico	Coefficiente biotico	Indice biotico	Stato di salute delle comunità bentoniche
Non inquinato	Molto	$0,0 < BC \leq 0,2$	0	Normale
Non inquinato	buono	$0,2 < BC \leq 1,2$	1	Impoverita
Leggermente inquinato	Buono	$1,2 < BC \leq 3,3$	2	Sbilanciata
Mediamente inquinato	Moderato	$3,3 < BC \leq 4,3$	3	verso inquinata
Mediamente inquinato		$4,3 < BC \leq 5,0$	4	Inquinata
Fortemente inquinato	Povero	$5,0 < BC \leq 5,5$	5	Verso fortemente inquinata
Fortemente inquinato		$5,5 < BC \leq 6,0$	6	Fortemente inquinata
Estremamente inquinato	Cattivo	Azoico	7	Azoica

3.4.3 Analisi univariata

Per evidenziare relazioni significative tra diversi parametri è stata utilizzata la correlazione di Pearson, il cui coefficiente (r) indica la probabilità con cui gli andamenti di due parametri possono essere considerati simili.

La significatività delle differenze tra i valori della medesima variabile negli anni è stata determinata con l'analisi univariata non-parametrica *Wilcoxon paired test* (Wilcoxon, 1945), selezionata dato il modesto numero di osservazioni.

L'ANOVA one-way è stata utilizzata per verificare la significatività delle differenze tra le abbondanze dei diversi gruppi trofici tra i gruppi dei diversi periodi considerati.

È stato impiegato il software R per poter effettuare dei confronti tra le stagioni dei due periodi. L'analisi è stata sviluppata mediante una serie di verifiche successive utili a valutare il cambiamento nella comunità bentonica nelle due campagne e la significatività di eventuali differenze. In primo luogo, è stato effettuato un confronto *Before-After* (B-A) con cui sono stati rapportati i dati ottenuti dalle due campagne trattate, considerando autunno, primavera ed estate come periodi a loro stanti. Questo ha permesso di definire verificare e quantificare eventuali variazioni di abbondanza che sono intercorse tra due stesse stagioni di anni differenti e di definirne la significatività (p-value: valore ≥ 0.05 non significativo, <0.05 significativo). Si è quindi potuto constatare se tale varianza fosse omogenea durante l'anno oppure concentrata in specifiche condizioni stagionali. La stessa analisi è stata poi effettuata sulle differenze B-A per singola stazione per poter individuare quali tra esse mostrasse le riduzioni più marcate e di valutare se il cambiamento riscontrato fosse distribuito tra siti differenti, e quindi associabile anche ad una marcata variabilità di fondo, oppure concentrato in aree specifiche. L'analisi

effettuata in questo caso, sempre in R, è di tipo *leave-one-out*. È una tecnica di sensibilità che consiste nel ricalcolare ripetutamente il modello rimuovendo una stazione alla volta per esaminare la natura della significatività statistica ottenuta. Questo approccio permette di verificare se l'esclusione di una determinata stazione comporta un aumento del p-value o la perdita della significatività statistica; quindi, individua i siti che contribuiscono maggiormente a questo fattore.

3.4.4 Analisi multivariata

L'analisi SIMPER (*similarity percentage analysis*) (software PRIMER - Plymouth Laboratory, Clarke e Warwick, 1996), applicata alle comunità in termini di abbondanza degli organismi facenti parte di diverse famiglie (livello tassonomico inferiore) è stata utilizzata per definire il grado di similarità all'interno di un raggruppamento o di dissimilarità tra raggruppamenti differenti.

Le diverse comunità macrobentoniche sono state studiate anche mediante l'analisi ANOSIM (*analysis of similarities*), metodo non parametrico che consente di valutare se i raggruppamenti siano significativamente differenti avvalendosi di tecniche multivariate applicate all'indice di similarità. Ai dati, precedentemente trasformati con doppia radice quadrata, è stato applicato l'indice di Bray-Curtis (1957):

$$S_{jk} = \sum_{i=1}^s (y_{ij} - y_{ik}) / \sum_{i=1}^s (y_{ij} + y_{ik})$$

dove:

- S_{jk} è la similarità tra i campioni j e k sommata sulle specie S
- y_{ij} è il numero di individui della specie i nel campione j
- y_{ik} è il numero di individui della specie i nel campione k

Una rappresentazione dei dati relativi alle comunità macrobentoniche è stata ottenuta applicando la n-MDS (*Non-metric Multidimensional Scaling*), metodo di ordinamento che cerca di costruire, in un piano, una mappa bidimensionale di rappresentazione dei campioni, avvicinando quelli più simili tra loro. Di conseguenza, due campioni dissimili presenteranno una distanza maggiore tra loro. Sono stati utilizzati gli indici strutturali della comunità (S, N, H' e J), trasformati con doppia radice quadra e trattati con l'indice di Bray-Curtis.

L'analisi della ridondanza (RDA, Zuur et al., 2007) esamina l'influenza esercitata dalla variazione di un insieme di variabili (variabili esplicative) sulla variazione di un altro insieme

di variabili (variabili risposta). L'RDA (Brodgar 2.7.5, Highland Statistics Ltd., Newburgh, Ellon, Regno Unito) è stata applicata inizialmente ad abbondanza, numero di taxa (S), diversità (H') ed equitabilità (J) e successivamente alle abbondanze dei gruppi trofici (variabili risposta). Le variabili esplicative erano, invece, le forzanti ambientali (precipitazioni cumulate a 7, 15 e 30 giorni, media sui 7 giorni per pressione atmosferica e temperatura dell'aria, valori dell'indice NAO del mese precedente al campionamento) e le caratteristiche sedimentarie (frazione pelitica, biomassa fotoautotrofa-clorofilla-a, OC e TN) e della colonna d'acqua (biomassa fotoautotrofa - clorofilla-a). Dopo normalizzazione delle variabili, è stato applicato un modello di selezione automatica "forward" per valutare l'ordine di importanza delle variabili esplicative. In particolare, sono stati calcolati gli "effetti condizionali", che indicano l'incremento della somma totale degli eigenvalues in seguito all'inserimento di una nuova variabile durante la selezione. Infine, è stato eseguito un test di permutazione (numero di permutazioni: 499) per verificare l'ipotesi nulla secondo cui la variazione spiegata fosse superiore a quella attribuibile al caso. Prima della selezione, le variabili esplicative sono state sottoposte a verifica per escludere la presenza di collinearità (utilizzando i fattori di inflazione della varianza, o VIF).

4. RISULTATI E DISCUSSIONE

Gli organismi riconosciuti appartengono a 8 tra phyla e sub-phyla. Tra gli organismi per i quali è stato possibile scendere a livelli tassonomici inferiori, per gli Annelida sono state riconosciute 2 classi, contenenti 52 famiglie, tra le quali sono state individuate 11 specie. Per il sub-phylum dei Crustacea nelle 2 classi individuate sono state riconosciute 54 famiglie, all'interno delle quali è stato possibile scendere fino a un livello tassonomico inferiore, con il riconoscimento di 115 specie. Tra le 4 classi di Mollusca, per due sono state riconosciute 30 famiglie per un totale di 75 specie.

4.1 Abbondanza totale

Nella Fig. 14 sono riportati i valori di abbondanza totali riscontrati nelle diverse stazioni analizzate prima e durante le opere di costruzione della nuova diga foranea. Come si può vedere, i campioni ante-operam (anni 2022/23) mostrano abbondanze maggiori in tutte le stazioni e in tutte le stagioni rispetto alle stazioni in corso d'opera del 2024/25 (valore medio $1246,8 \pm 145,6$ ind m^{-2} e $518,0 \pm 72,4$ ind m^{-2} rispettivamente per il primo e il secondo periodo di campionamento).

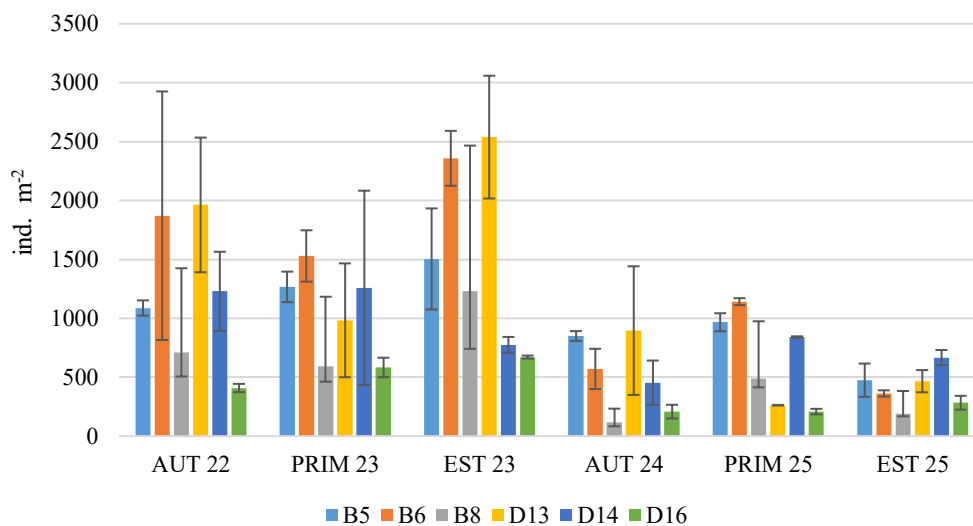


Fig. 14. Valori di abbondanza totale (media $\pm$ errore standard, ES) delle comunità macrobentoniche presenti nell'area del Porto di Genova.

Si osserva il valore di densità più elevato durante l'estate 2023 nella stazione costiera del transetto a levante (D13, $2536,0 \pm 521$ ind m^{-2}), mentre l'abbondanza minore è stata riscontrata durante l'autunno 2024 nella stazione profonda del transetto a ponente (B8, $116,7 \pm 33,3$ ind m^{-2}).

²). La perdita di abbondanza nelle comunità nelle stazioni campionate per ciascuna stagione è evidente, in particolare, per il periodo estivo (Fig. 15), con valori di decremento dal periodo ante-operam superiori al 50% (D13 (83,4%), B5 (69,6%), B6 (84,6%) e B8 (84,8 %), con l'eccezione della stazione D14, 14,2%). La stagione primaverile mostra decrementi importanti soprattutto per il transetto D, con le stazioni D13 e D16 che evidenziano un calo marcato rispettivamente del 73 e 64%, mentre le altre stazioni hanno variazioni contenute. Più irregolare è la situazione autunnale, quando le stazioni che hanno perdite di abbondanza rilevanti sono principalmente B6 (69%), B8 (82,7%), D13 (54,1%) e D14 (63,3%).

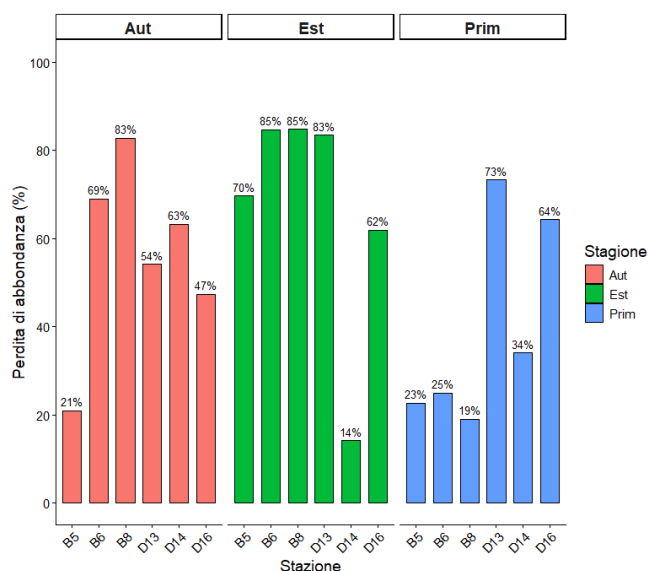


Fig. 15. Percentuali di perdita di abbondanza delle comunità macrobentoniche di tutte le stazioni in tutte le stagioni considerate.

Per verificare la significatività statistica di queste perdite è stata applicata l'analisi Before/After, calcolando i p-value di tutte le stagioni. L'autunno ha mostrato come risultato un p-value di 0,0378, quindi l'abbondanza media di questa stagione diminuisce significativamente dopo l'inizio dei lavori. La stagione primaverile ha invece un p-value più elevato, pari a 0,1161 e, di conseguenza, non vi sono differenze statisticamente significative tra le due campagne di monitoraggio. L'estate mostra invece il cambiamento più marcato tra le stagioni analizzate. Il p-value ottenuto è di 0,0067, a conferma di una differenza molto significativa tra le stagioni 2022/23 e 2024/25.

Non sono molti gli studi precedenti relativi al Mar Ligure che hanno riportato informazioni di abbondanza per la frazione >1mm. La Fig. 16 riporta un confronto quantitativo tra i risultati del presente studio (per ogni stazione è riportata la media per la campagna ante-operam e per la campagna in corso d'opera) e quelli di Albertelli et al. (1999) per il Golfo Marconi (luglio) e di

Guidetti et al. (2000) per l'area di fronte ad Arenzano (novembre), quindi rispettivamente a est e a ovest dell'area di studio del presente lavoro. Ai valori di abbondanza è stato associato il contributo pelitico sedimentario, che è strettamente relazionato con la quantità di materiale organico presente nel sedimento (Labruno et al., 2007) e dipende dalla distanza da costa e dalla profondità. Per i dati di Guidetti et al. (2000) tale valore è stato estrapolato considerando la profondità di campionamento. Tenendo conto di tutti i dati raccolti, è possibile osservare una correlazione significativa tra le variabili considerate ($r = -0,58$, $n=19$, $p<0,01$).

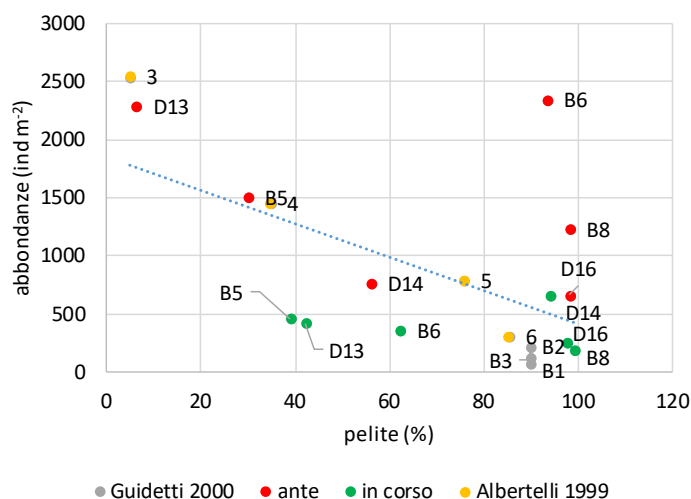


Fig. 16. Rapporti tra contributo della frazione pelitica e abbondanze macrobentoniche osservati da Albertelli et al. (1999), Guidetti et al (2000) e nel presente studio.

Risaltano alcuni outliers, come la stazione B6 del periodo ante-operam, che mostra una quantità particolarmente elevata di organismi, e le stazioni costiere B5 e D13 del periodo in corso d'opera che, al contrario, mostrano abbondanze ridotte. Nella stazione B6 nel periodo ante-operam risultano più abbondanti i policheti, prevalentemente delle famiglie Cirratulidae, Cossuridae, Nephtyidae, Spionidae e il bivalve *Axinulus alleni* (famiglia Thyasiridae). Le stazioni costiere del periodo in corso d'opera, invece, presentano un decremento dei crostacei, in particolare degli anfipodi *Ampithoe ferox*, *Aora gracilis*, *Leptocheirus bispinosus*, *Centraloecetes dellavallei*, *Hippomedon massiliensis*, *Urothoe elegans* e del tanaidaceo *Apseudopsis acutifrons*.

In linea di massima, comunque, le abbondanze del presente studio rientrano negli ambiti precedente osservati per la zona di piattaforma del Mar Ligure centrale nelle medesime condizioni ambientali (tessitura, distanza da costa e contenuto di materiale organico). L'abbondanza, pur variando in modo significativo per 2 stagioni su 3, non risulta quindi anomala né per il campionamento ante-operam né per quello in corso d'opera.

4.2 Composizione delle comunità macrobentoniche

Nel periodo ante-operam, in tutte le stazioni di tutte le stagioni, è possibile notare (Fig. 17) come il contributo maggiore all'abbondanza sia dovuto agli anellidi, seguiti da molluschi, crostacei ed infine gli altri gruppi. La dominanza degli anellidi risulta evidente soprattutto per le stazioni intermedie (50 m, B6 e D14) e profonde (100 m, B8 e D16) sia nel periodo autunnale (percentuali comprese tra il 65 e l'80%), che per quello primaverile (66-76%) ed estivo (71-87%).

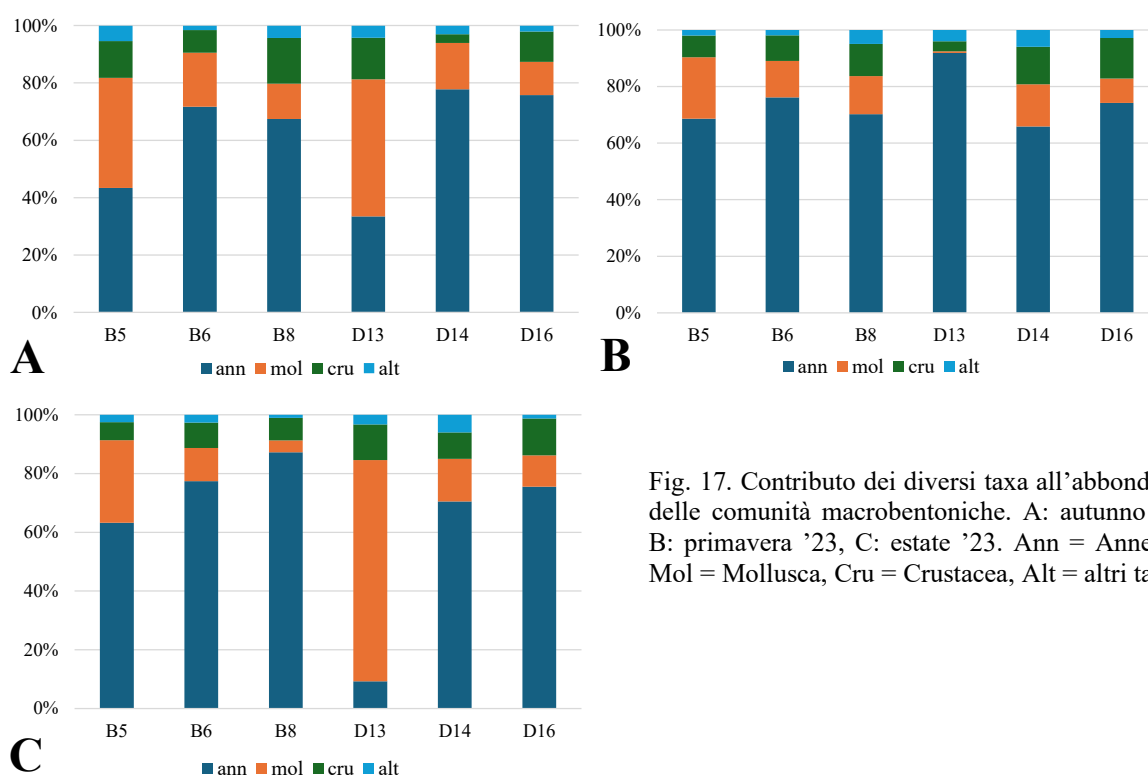


Fig. 17. Contributo dei diversi taxa all'abbondanza delle comunità macrobentoniche. A: autunno '22, B: primavera '23, C: estate '23. Ann = Annelida, Mol = Mollusca, Cru = Crustacea, Alt = altri taxa.

Le stazioni a batimetria inferiore (B5 e D13), invece, sono più irregolari, mostrando in autunno un contributo della frazione a molluschi più elevato, pari al 38-46% in autunno, dato da un'elevata abbondanza di *Lucinella divaricata*, superando gli anellidi. In primavera i molluschi sono inferiori rispetto all'autunno ed è da segnalare come nella stazione D13 primaverile costituiscano solo il 5% della comunità. Infine, nelle stazioni estive questo gruppo mostra una nuova crescita che porta il contributo al 75%, sempre nella stazione D13 per la grande quantità di *Lucinella divaricata* ma anche di *Macomangulus tenuis* e *Loripes lacteus*. Per concludere si può quindi dire che, generalmente, questo phylum sia maggiormente presente nelle stazioni più vicine alla costa piuttosto che in quelle più profonde.

Per quanto riguarda il sub-phylum Crustacea, nelle stazioni autunnali è possibile osservare una percentuale compresa tra il 3 e il 16%; nelle stazioni primaverili questo taxon mostra contributi

di circa il 10% in media per tutte le stazioni (D13 esclusa, nella quale il contributo è di pochi punti percentuali). In estate si registra un incremento di *Autonoe spiniventris* e *Apseudopsis acutifrons* che porta la percentuale a valori tra 6% (B5) e 13% (D13 e D16).

Infine, il gruppo che comprende gli organismi che non rientrano nelle altre categorie registra delle percentuali piuttosto basse in tutte le stagioni 2022/23. Le percentuali autunnali oscillano tra l'1 e il 5%.

Il contributo dei vari gruppi riconosciuti nei campioni raccolti nella campagna 2024/25, in corso d'opera, è riportato nella Fig. 18. Per quanto riguarda la stagione autunnale l'apporto dal phylum Annelida è pari, in media, al $69 \pm 12\%$, leggermente superiore alla media dell'autunno 2022 ($62 \pm 18\%$). Si osserva, inoltre, un piccolo aumento di crostacei, i quali arrivano al 29% nella stazione B8, incremento dovuto all'anfipode *Ampelisca sarsi*. Da segnalare, nel gruppo degli altri l'ofiura *Amphiura chiajei* in D13 che porta il contributo al 4%.

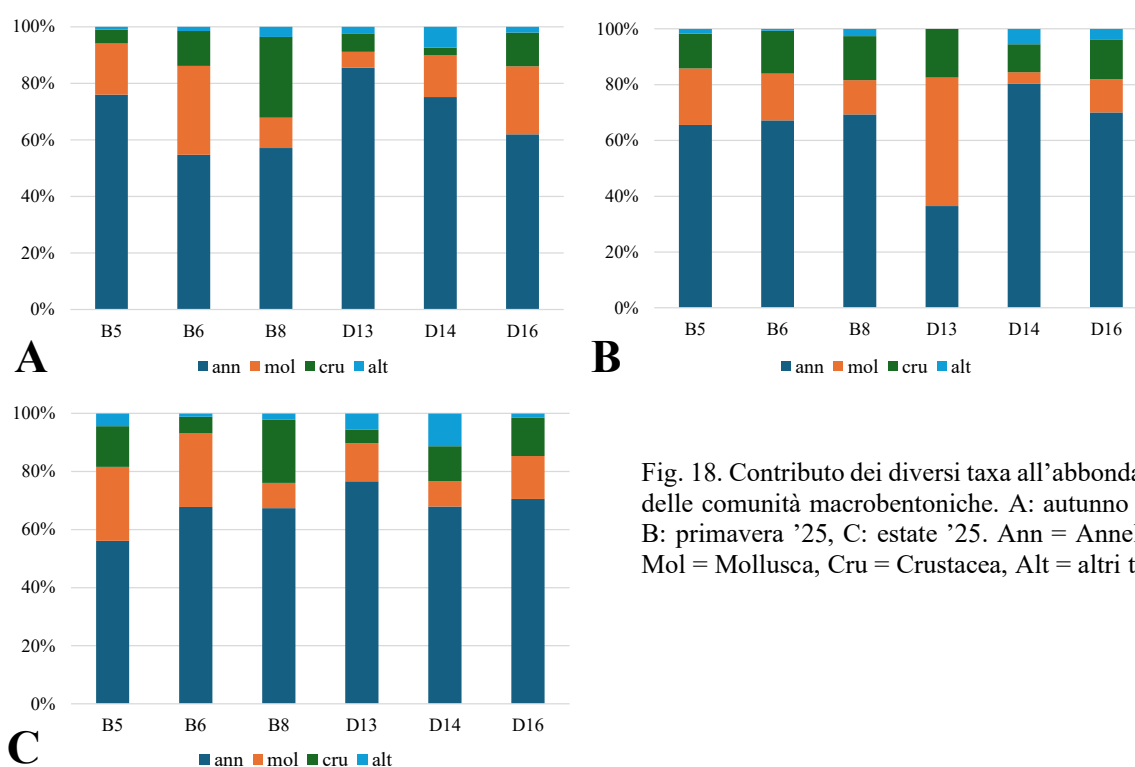


Fig. 18. Contributo dei diversi taxa all'abbondanza delle comunità macrobentoniche. A: autunno '24, B: primavera '25, C: estate '25. Ann = Annelida, Mol = Mollusca, Cru = Crustacea, Alt = altri taxa.

Durante la primavera 2025 è da evidenziare un aumento del contributo dei molluschi in D13 (46%) per via della elevata densità dei bivalvi *Lucinella divaricata* ed *Ennucula tenuis*. Per quanto riguarda gli altri taxa, viene confermato sempre lo stesso andamento dato da un contributo medio del $65 \pm 15\%$ per gli anellidi, per i quali le famiglie più rappresentative sono Onuphidae, Nepthyidae e Capitellidae. I crostacei oscillano tra il 10% (D14) e il 17% (D13), dovuti al contributo degli anfipodi *Maera grossimana*, *Autonoe spiniventris* e *Microdeutopus*.

armatus mentre il gruppo degli altri mostra una riduzione significativa con tendenza anche allo 0%, come accade nelle stazioni del transetto B in cui sono completamente assenti.

Analizzando in ultimo l'estate, il phylum Annelida risulta sempre il gruppo dominante, presenti in tutte le stazioni con un contributo medio del $71\pm 8\%$, rappresentato principalmente dalle famiglie: Capitellidae, Cirratulidae, Onuphidae e Paralacydonidae. Per quanto riguarda gli altri gruppi, è da segnalare un piccolo incremento di *Amphiura chiajei* che contribuisce all'11% degli echinodermi nella stazione D14.

Il confronto con i lavori relativi al Mar Ligure precedentemente citati evidenzia un contributo medio dei policheti simile a quello rilevato nel Golfo Marconi, anche se leggermente inferiore per le batimetriche minori, in particolare per quella dei 30 m. In queste stazioni in media i crostacei contribuiscono meno che nell'area studiata da Albertelli et al. (1999) (9% contro 16%) a causa della maggiore importanza della componente molluschi, che in media raggiunge valori del 38% contro il 3% del Golfo Marconi. Un buon contributo dei molluschi è visibile nelle diverse stazioni del presente studio in stagioni differenti, indicando che la stagionalità ha importanza, ma altre condizioni possono influire sulle dinamiche di questo phylum. Nella zona a ponente (Guidetti et al., 2000) la preponderanza dei policheti è ancora maggiore (oltre il 90%), trovandosi le stazioni oltre i 70 m di profondità. Labruno et al. (2007) nel Golfo del Leone riportarono il crescere del contributo dei policheti con le condizioni ambientali e trofiche, in accordo con quanto precedentemente riportato nel presente studio, ma osservarono comunque un contributo di molluschi non oltre al 10%, molto probabilmente legato alle fasi riproduttive e di reclutamento dato il fatto che campionarono solo nel periodo settembre-ottobre.

4.3 Diversificazione delle comunità

L'andamento del numero di taxa è riportato nella Fig. 19A. La campagna ante-operam (2022/2023) mostra un valore di questo parametro più elevato rispetto alla campagna in corso d'opera (2024/2025), con un valore medio di 45 ± 9 taxa contro 32 ± 9 . In generale, le stazioni dei 50 metri mostrano i valori più elevati in entrambi i transetti e in tutte le stagioni. Invece, quelle più povere sono frequentemente le stazioni più profonde B8 e D16 poste a 100 m. L'indice di Shannon-Wiener (Fig. 19B), evidenzia che la campagna 2022/2023 è solo leggermente più diversificata rispetto al 2024/2025 (in media $1,4\pm 0,1$ e $1,2\pm 0,2$ rispettivamente). Da notare come questo indice mostri valori più contenuti soprattutto per quanto riguarda le stazioni D13 primaverili ed estive 2025, dovute alla dominanza di *Lucinella divaricata* e della famiglia Capitellidae, rispettivamente. La stazione D14, sempre nel 2025, mostra un marcato calo primaverile dovuto alla presenza massiccia di organismi appartenenti alla famiglia Onuphidae

(425 ind. m⁻²). Come si può notare dalla Fig. 19C, in entrambe le campagne, le comunità risultano tendenzialmente ben strutturate con un valore medio di $0,82 \pm 0,07$ e $0,84 \pm 0,11$ rispettivamente per gli anni 2022-2023 e 2024-2025.

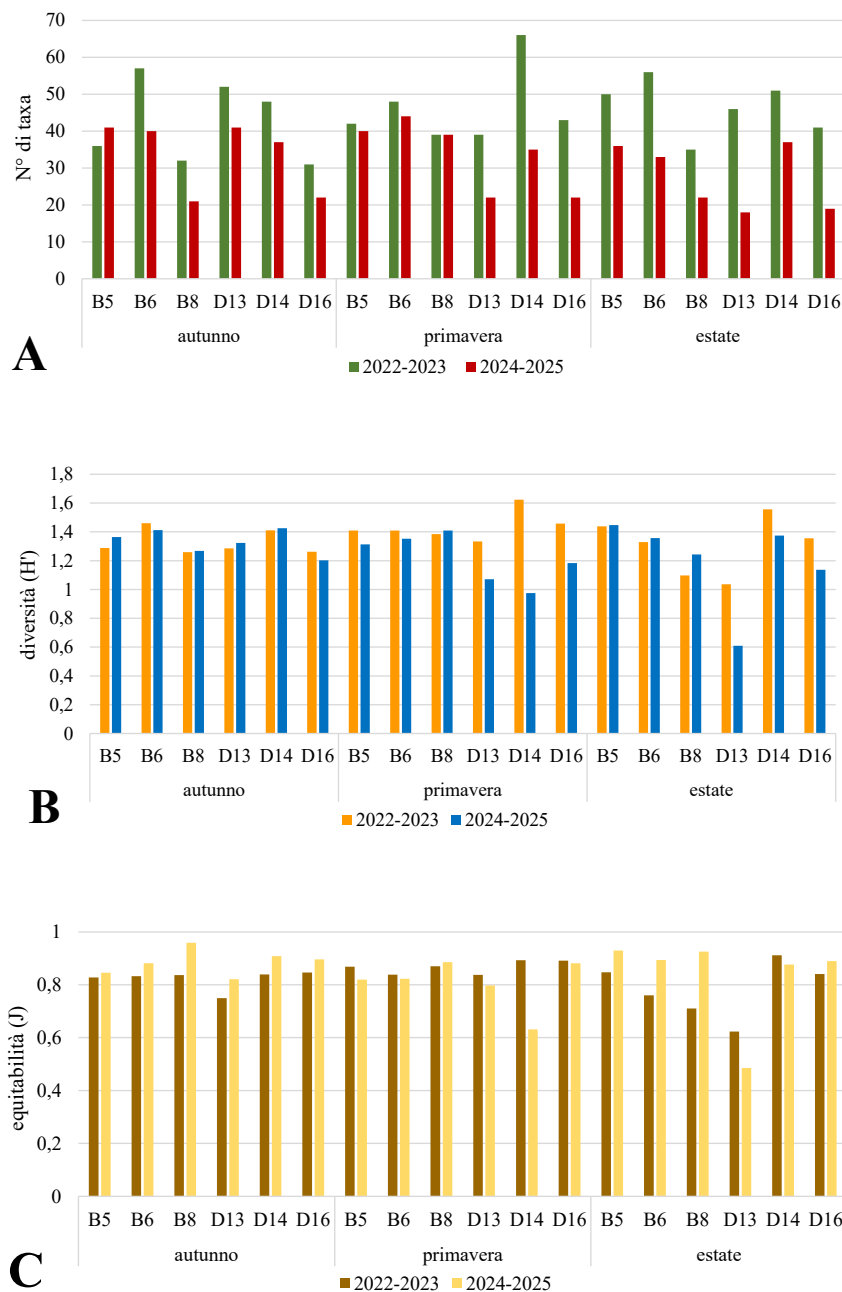


Fig. 19. Valori di numero di taxa (A), equitabilità (B) e diversità (C) calcolati per le comunità macrobentoniche presenti nelle aree esaminate.

La stazione D14 primaverile 2025 e D13 estiva risultano quelle meno strutturate con i valori più bassi di equitabilità (0,63 per D14 e D13 2023 e 0,49 per D13 2025). Durante la primavera 2025

la stazione D14 mostra una notevole abbondanza di individui appartenenti alla famiglia Onuphidae, che sbilancia la stazione. Allo stesso modo, anche la stazione D13 estiva risulta meno strutturata per via di un minor numero di taxa osservati e della rilevante abbondanza di alcuni di essi (ad esempio il mollusco *Macomangulus tenuis* e la famiglia Cirratulidae). Al contrario, la stazione B8 estiva mostra un aumento del valore di J dalla prima campagna (0,7) alla seconda (0,9) per via sempre di una minor abbondanza generale ma una miglior distribuzione delle specie trovate.

4.4 Gruppi trofici delle comunità

L'analisi dei gruppi trofici consente di studiare la comunità anche da un punto di vista delle caratteristiche funzionali. Eventuali cambiamenti del contributo dei maggiori gruppi trofici (deposivori, a strategia mista, predatori e sospensivori) possono essere legati a modifiche delle condizioni ambientali, in particolare la disponibilità alimentare.

In generale, la composizione trofica nell'autunno 2022 e nella primavera 2023 è molto simile con una dominanza di deposivori (34 ± 7 e $36\pm 3\%$ rispettivamente) e organismi a strategia trofica mista (33 ± 15 e $36\pm 8\%$ rispettivamente). Il contributo di predatori e sospensivori è nettamente inferiore al 20% (Fig. 20 A e B).

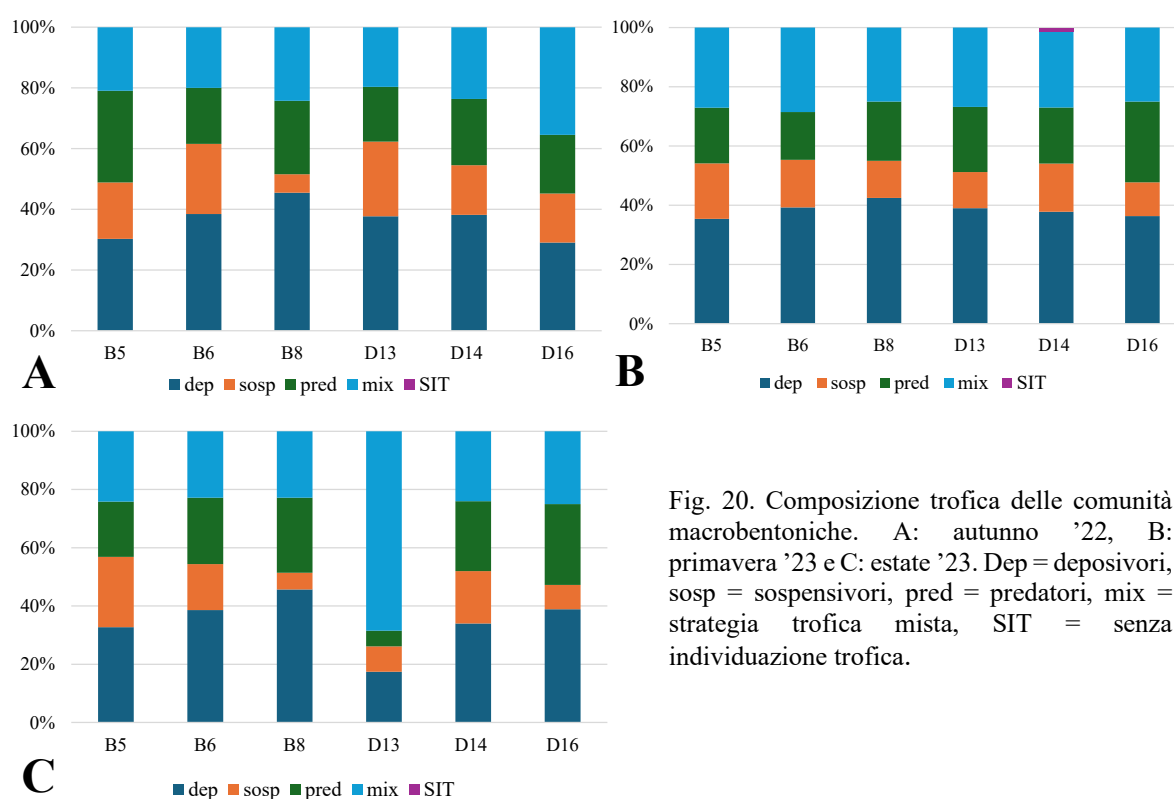


Fig. 20. Composizione trofica delle comunità macrobentoniche. A: autunno '22, B: primavera '23 e C: estate '23. Dep = deposivori, sosp = sospensivori, pred = predatori, mix = strategia trofica mista, SIT = senza individuazione trofica.

L'estate 2023 segue un pattern simile, con un valore medio leggermente superiore per i deposivori ($41\pm6\%$). Fa eccezione la stazione costiera del transetto a levante (D13) dove gli organismi a strategia mista dominano a scapito di deposivori e predatori (Fig. 20 C). I sospensivori, in generale, sono meno rappresentati nelle stazioni profonde (B8 e D16, 2-6%). Per la campagna 2024/25, il contributo delle diverse strategie trofiche delle comunità macrobentoniche si mantiene piuttosto simile a quella osservata per il periodo 2022-2023. Il gruppo dominante è quello dei deposivori ($35\pm6\%$), seguiti dagli organismi a strategia trofica mista ($32\pm5\%$), predatori ($18\pm1\%$) e infine i sospensivori che rappresentano l' $11\pm3\%$ (Fig. 21).

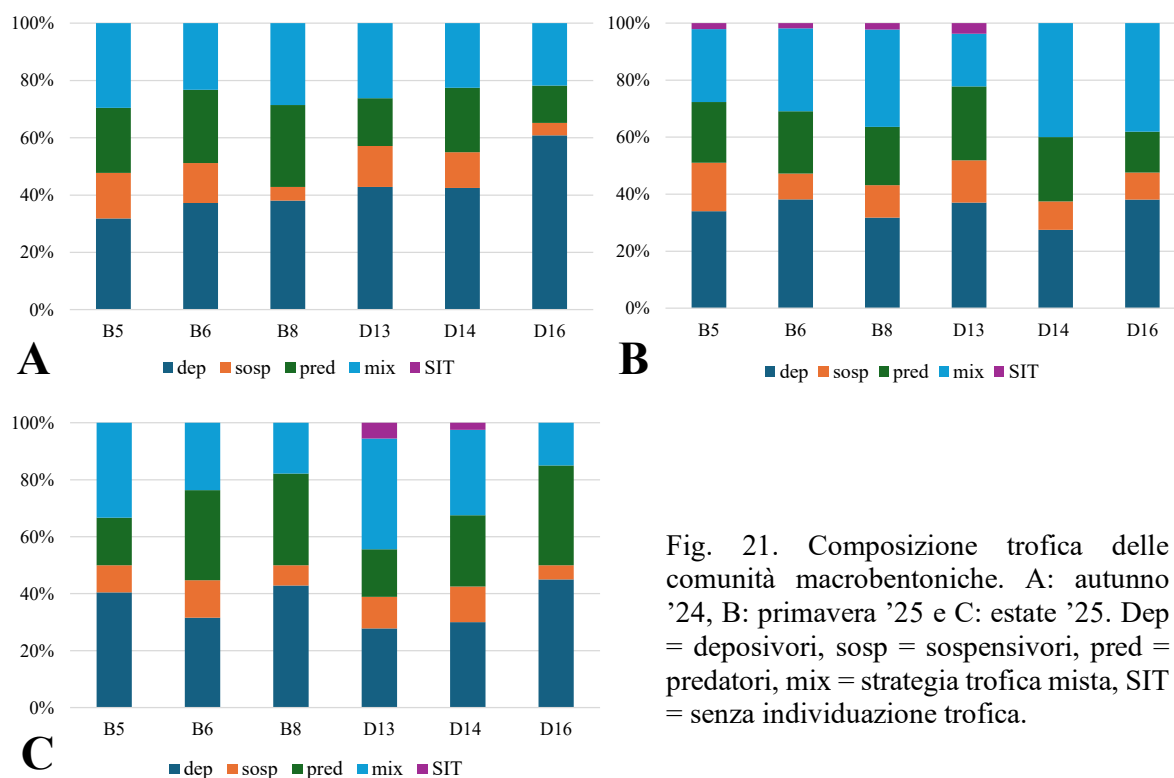


Fig. 21. Composizione trofica delle comunità macrobentoniche. A: autunno '24, B: primavera '25 e C: estate '25. Dep = deposivori, sosp = sospensivori, pred = predatori, mix = strategia trofica mista, SIT = senza individuazione trofica.

Le fluttuazioni all'interno dei transetti non sono sempre uniformi, in generale si osserva un contributo maggiore di deposivori nelle stazioni profonde ($42\pm9\%$) mentre nelle stazioni superficiali e intermedie sono più rappresentati i sospensivori (13-14% contro il 5% della zona profonda) (Fig. 21 B). Organismi a strategia trofica mista e predatori contribuiscono in modo piuttosto costante alle diverse profondità.

Si osserva, quindi, il mantenimento della struttura trofica delle comunità nei due periodi considerati, con la prevalenza dei deposivori e di organismi a strategia mista, che a sua volta è spesso deposivora unita a sospensivora o a predazione.

Anche Albertelli et al. (1999) osservarono, nel Golfo Marconi, una dominanza dei deposivori, più netta nelle stazioni più profonde (60-90 m, rispettivamente 77% e 55%). I sospensivori

contribuivano in proporzione leggermente inferiore rispetto al presente studio (1-3% dai 35 ai 90 m di profondità, con valore del 10% a 20 m), essendo tale strategia trofica caratteristica dei molluschi, che rappresentavano una frazione meno importante tra i gruppi principali.

4.5 Caratterizzazione dello stato dell'area mediante indice AMBI

Lo stato ecologico definito dall'indice AMBI calcolato sulle comunità macrobentoniche (Tabella 4) è risultato piuttosto omogeneo in tutte le stazioni e le stagioni. Lo stato ecologico è generalmente buono, anche se le comunità risultano sbilanciate (coefficiente biotico tra 1,2 e 3,3). Nelle stazioni più costiere in alcune occasioni, invece, lo stato ecologico è molto buono (coefficiente biotico tra 0,2 e 1,2), con comunità impoverite. Questi valori sono il risultato di una maggior presenza di organismi sensibili all'arricchimento organico (*Lucinella divaricata*, *Clatrotellina carnicolor*, *Serratina serrata*, *Dosinia lupinus*, *Autonoe spiniventris*, *Apseudopsis acutifrons*, *Loripes lacteus*, *Macomangulus tenuis*). Contrariamente, l'elevata quantità di Capitellidae ritrovati nella stazione D13 nell'estate 2025 determina il valore più elevato (2,4) e quindi lo stato ecologico peggiore tra tutte le osservazioni. Non sono state osservate differenze tra le valutazioni ante-operam e in corso d'opera, suggerendo il mantenimento delle medesime condizioni prima e dopo l'inizio dei lavori. Tali condizioni hanno le caratteristiche di sistemi sottoposti a un impatto cronico da parte delle attività umane, che genera adattamento e una risposta positiva da parte degli organismi, con presenza di numerose specie sensibili.

	B5	B6	B8	D13	D14	D16
Autunno 2022	1,0	1,9	1,6	1,0	1,5	1,6
Primavera 2023	1,4	1,9	1,8	1,4	1,5	1,8
Estate 2023	1,3	2,2	2,7	0,6	1,4	2,1
Autunno 2024	1,4	1,8	1,6	1,6	1,4	1,3
Primavera 2025	1,3	1,7	1,7	0,7	1,4	2,1
Estate 2025	1,2	1,5	1,5	2,4	1,5	2,0

Tabella 4: valori dell'indice AMBI della campagna ante operam (2022-2023) e della campagna in corso d'opera (2024-2025). In rosso le stazioni e stagioni con stato ecologico migliore.

4.6 Considerazioni sulle campagne ante-operam e in corso d'opera

Il PMA per i lavori di costruzione della nuova diga foranea prevedeva l'analisi delle caratteristiche ambientali, nello specifico in questo studio delle caratteristiche del macrobenthos, seguendo una strategia di confronto tra un periodo antecedente l'inizio dei lavori e il periodo di attività (in corso d'opera). Il presente studio ha potuto valutare le comunità ad un anno dall'inizio dei lavori, un periodo piuttosto limitato considerando la tipologia di indicatore selezionato. Tuttavia, i risultati evidenziano variazioni significative per quel che riguarda le abbondanze degli organismi, con un netto decremento del numero di individui nella seconda campagna di campionamento, in particolare considerando il periodo estivo, e variazioni nella presenza di alcuni taxa. Queste modificazioni sono diffuse a tutti i gruppi principali, che infatti mantengono in entrambe le campagne valori molto simili di contributo percentuale alla comunità. Si verificano variazioni rilevanti in particolare per le stazioni più prossime alla costa soprattutto per la componente dei molluschi. Questi organismi mostrano, in modo piuttosto irregolare in entrambe le campagne, momenti di grande incremento numerico, che corrispondono probabilmente a fenomeni reclutamento. Se queste variazioni potrebbero far pensare a sbilanciamenti e alterazioni della struttura delle comunità, è comunque da tenere in considerazione il fatto che la maggior parte di questi bivalvi appartengono a specie caratterizzate da elevata sensibilità all'impatto antropico (very sensitive secondo la classificazione AMBI). Del resto, i valori dell'indice biotico indicano la presenza di comunità sbilanciate che si sviluppano in un ambiente moderatamente inquinato, e non cambiano nel corso del tempo. Gli indicatori di biodiversità, inoltre, mostrano in alcuni casi una leggera flessione della stessa da una campagna all'altra, ma anche un miglioramento dell'equitabilità. Le proporzioni tra le diverse strategie trofiche non si modificano sostanzialmente, portando a concludere che le comunità possono essersi modificate, ma hanno mantenuto i principali caratteri funzionali e quindi il loro ruolo all'interno dell'ecosistema. Per comprendere se queste modificazioni possano derivare dai lavori di costruzione della diga o facciano parte di un andamento naturale, è stato intrapreso un confronto con dati raccolti nella medesima area nel periodo 2011-2015, prevalentemente nel mese di maggio, in occasione delle attività didattiche del corso di laurea in Scienze Ambientali e Naturali dell'Università di Genova e raccolte in una precedente tesi di laurea (de Vecchi, 2016), in modo da estendere temporalmente le osservazioni e ottenere un'analisi a lungo termine (2011-2025).

4.7 Analisi a lungo termine delle comunità macrobentoniche

Le stazioni risultano differenzialmente influenzate dai fenomeni ambientali (naturali ed antropici) a seconda della loro maggiore o minore vicinanza alla costa, sito dove soprattutto le pressioni

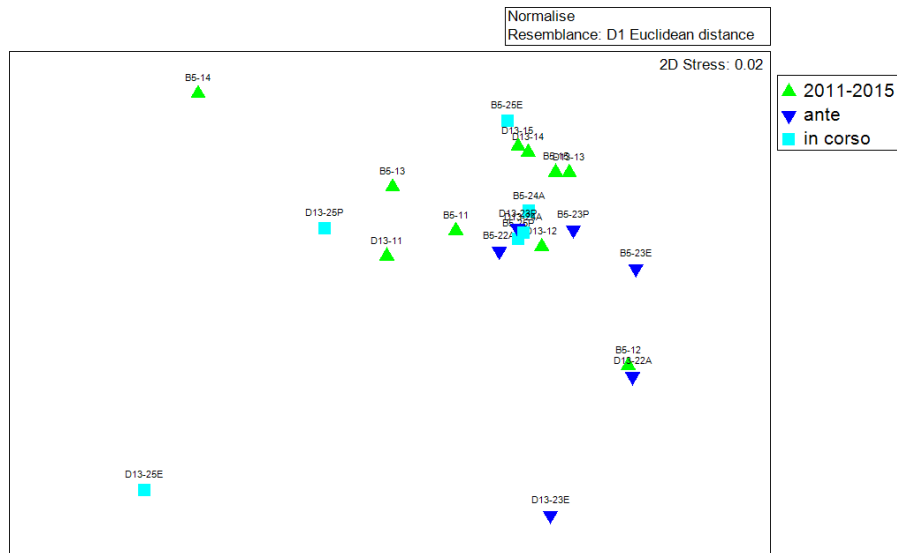
antropiche sono maggiori. È quindi opportuno procedere nel confronto con i dati pregressi separando le analisi per batimetrica.

Analizzando le comunità della batimetrica dei 30 m, il gruppo ante-operam (autunno 2022, primavera ed estate 2023) è costituito da osservazioni simili tra loro (analisi SIMPER, similarità media 59,3), mentre i gruppi in corso d'opera (autunno 2024, primavera ed estate 2025) e 2011-2015 (primavere degli anni dal 2011 al 2015) risultano più dispersi (similarità media rispettivamente 44,0 e 53,4). L'ANOSIM riconosce differenze significative tra i gruppi, in particolare tra ante-operam e 2011-2015 (Tabella 5).

Tabella 5. Risultati dell'analisi ANOSIM applicata alle comunità (famiglia come unità tassonomica inferiore) della batimetrica dei 30 m (stazioni B5 e D13) dal 2011 al 2025.

Gruppi	R statistico	significatività (%)
ante vs in corso	0,187	3,2
ante vs 2011-2015	0,383	0,2
in corso vs 2011-2015	0,296	0,9

Considerando, invece, il raggruppamento basato sulle caratteristiche e gli indici di diversità della comunità (numero di taxa, abbondanza totale, equitabilità e diversità di Shannon-Wiener), l'nMDS mostra sovrapposizione tra i gruppi (Fig. 22) e, a conferma di ciò, l'ANOSIM non evidenzia differenze significative, suggerendo il mantenimento, tra i tre periodi considerati, della diversità e del grado di omogeneità col quale gli individui sono distribuiti nelle varie famiglie che compongono la comunità, anche se le abbondanze possono essere differenti e le famiglie essere sostituite.



Per poter definire quali siano le variabili ambientali che definiscono questi andamenti, è stata effettuata un'analisi della ridondanza (RDA, Tabella 6) che ha permesso di evidenziare che sia il contributo di pelite del sedimento, di cui è una caratteristica strutturale, sia il contenuto di carbonio organico (caratteristica trofica) influenzano significativamente diversità ed abbondanza della comunità. La medesima analisi applicata ai gruppi trofici (variabili di risposta) non ha dato risultati statisticamente significativi, suggerendo che è possibile identificare variazioni strutturali ma non trofiche tra i diversi periodi.

explanatory variable	increase	F statistic	p value
clorofilla (sedimento)	0,12	2,657	0,080
TN	0,12	2,874	0,080
pelite	0,12	3,35	0,024
OC	0,12	3,691	0,048
clorofilla (acqua)	0,07	2,395	0,098

contributo nella stazione D13). Le stazioni più profonde non subiscono modificazioni sostanziali nel corso del tempo.

Come spiegazione alla variabilità osservata nelle stazioni più superficiali dei 30 metri, si deve considerare la loro vicinanza a costa che le rende soggette all'influenza continentale e dell'idrodinamismo (mareggiate) e a quella antropica. Quest'ultima, in particolare, nella stazione B5 potrebbe essere dovuta ad accidentale dispersione di detriti grossolani o fini da parte delle imbarcazioni e a causa delle attività che si svolgono in situ. Si genera un fondale non omogeneo che, quindi, può portare allo sviluppo di comunità diversamente adattate. Nella stazione D13, invece, la batimetria relativamente bassa potrebbe favorire la risospensione, e quindi l'alterazione, della matrice sedimentaria nelle zone e nei momenti in cui transitano le grandi navi. Anche se un'azione diretta su batimetriche di 30 m non è verosimile, è possibile che la risospensione di sedimenti fini a batimetriche inferiori e, successivamente, il trasporto verso il largo da parte delle correnti possano modificare la tessitura sedimentaria superficiale (Geersen et al., 2025).

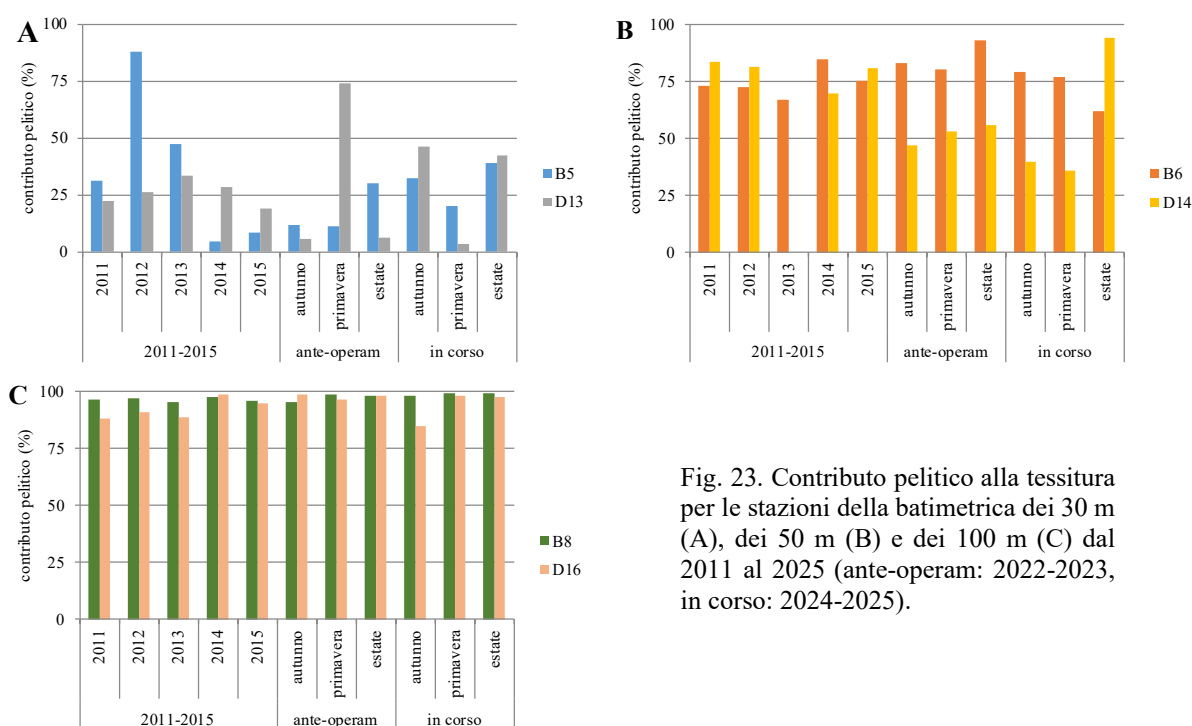


Fig. 23. Contributo pelitico alla tessitura per le stazioni della batimetria dei 30 m (A), dei 50 m (B) e dei 100 m (C) dal 2011 al 2025 (ante-operam: 2022-2023, in corso: 2024-2025).

È stata successivamente considerata la batimetria dei 50 metri. Per analizzare la similarità tra le osservazioni di questo gruppo, è stata effettuata un'analisi SIMPER da cui si è potuto osservare dei valori maggiori rispetto alle stazioni più superficiali (similarità media: 59,0 per ante-operam, 51,1 per il periodo in corso d'opera e 52,7 per il periodo 2011-2015), suggerendo

una maggiore stabilità. Per questo motivo, l'ANOSIM risulta sempre significativa soprattutto per il confronto tra ante-operam e il periodo 2011-2015 (Tabella 7).

Tabella 7. Risultati dell'analisi ANOSIM applicata alle comunità (famiglia come unità tassonomica inferiore) della batimetrica dei 50 m (stazioni B6 e D14) dal 2011 al 2025.

Gruppi	R statistico	significatività (%)
ante vs in corso	0,252	3,2
ante vs 2011-2015	0,513	0,1
in corso vs 2011-2015	0,330	0,9

Utilizzando gli indici di diversità (S, J e H') e l'abbondanza totale per definire le caratteristiche delle comunità, l'nMDS risulta robusta (Fig. 24). L'ANOSIM riporta differenze significative tra i gruppi trattati (Tabella 8), particolarmente tra la prima campagna 2022/23 e la seconda campagna 2024/25.

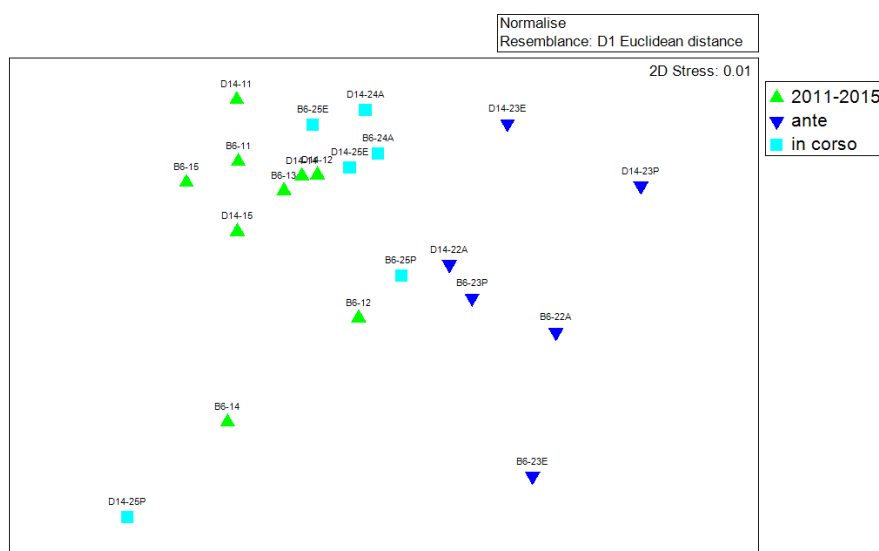


Fig. 24. nMDS relativa agli indici strutturali delle comunità (S, N, J e H') della batimetrica dei 50 m (stazioni B6 e D14) dal 2011 al 2025.

Tabella 8. Risultati dell'analisi ANOSIM applicata agli indici di diversità e all'abbondanza delle stazioni B6 e D14 (batimetrica dei 50 m) dal 2011 al 2025.

Gruppi	R statistico	significatività (%)
ante vs in corso	0,781	0,1
ante vs 2011-2015	0,189	4,8
in corso vs 2011-2015	0,365	1,1

In questo caso, l'analisi RDA (Tabella 9) non è in grado di definire le variabili responsabili delle variazioni riscontrate, mostrando una percentuale contenuta di variabilità spiegata. Questo può essere legato alla forte influenza continentale che contraddistingue questa batimetrica. Questo effetto è stato osservato sia nel levante ligure (Albertelli et al., 1999; Misic et al., 2016) che nel Golfo del Leone (Darnaude et al., 2004, Tesi et al., 2007). Le dinamiche alla base di questo effetto risiedono nel rapporto che intercorre tra gli apporti terrigeni e le forzanti idrodinamiche, che non può essere descritto delle variabili considerate. Le variazioni della tessitura della stazione D14, inoltre, dipendono da una posizione leggermente differente della stazione nel periodo 2011-2015 rispetto agli altri campionamenti. Questo spostamento, dovuto a questioni prettamente logistiche, ha evidentemente comportato una maggiore influenza dei processi che avvengono nella parte orientale dell'area di studio, dove le caratteristiche biotiche e abiotiche sono molto differenti.

Tabella 9. Risultati dell'analisi multivariata RDA (indicatori di abbondanza e diversità) relativa alle stazioni della batimetrica dei 50 m (stazioni B6 e D14) dal 2011 al 2025. Somma di tutti gli eigenvalues canonici: 0,38, eigenvalue come percentuale sul totale spiegato: 36,2. increase: incremento nella variazione spiegata dovuto all'aggiunta di una nuova variabile.

explanatory variable	increase	F statistic	p value
TN	0,14	3,141	0,054
OC	0,08	1,802	0,180
clorofilla (sedimento)	0,1	2,482	0,076
pelite	0,05	1,376	0,322
clorofilla (acqua)	0,01	0,206	0,794

Tuttavia, l'RDA applicata ai gruppi trofici (Tabella 10) evidenzia un ruolo significativo della pelite, anche se la variabilità spiegata dall'analisi è molto bassa.

Tabella 10. Risultati dell'analisi multivariata RDA relativa ai gruppi trofici delle stazioni della batimetrica dei 50 m (stazioni B6 e D14) dal 2011 al 2025. Somma di tutti gli eigenvalues canonici: 0,28, eigenvalue come percentuale sul totale spiegato: 25,8. increase: incremento nella variazione spiegata dovuto all'aggiunta di una nuova variabile. In rosso i risultati statisticamente significativi.

explanatory variable	increase	F statistic	p value
OC	0,07	1,518	0,214
pelite	0,16	3,808	0,026
clorofilla (sedimento)	0,02	0,534	0,662
TN	0,01	0,319	0,844
clorofilla (acqua)	0,01	0,112	0,958

Per quanto riguarda le stazioni più profonde (100 metri), l'analisi ANOSIM ha mostrato differenze significative nelle caratteristiche strutturali delle comunità nei diversi periodi (Tabella 11). La similarità media tra le stazioni del gruppo ante-operam è la maggiore tra tutte quelle calcolate (61,8), mentre quelle per gli altri gruppi (circa 40) evidenziano osservazioni più differenziate.

Tabella 11. Risultati dell'analisi ANOSIM applicata alle comunità (famiglia come unità tassonomica inferiore) della batimetrica dei 100 m (stazioni B8 e D16) dal 2011 al 2025.

Gruppi	R statistico	significatività (%)
ante vs in corso	0,348	0,4
ante vs 2011-2015	0,284	1,6
in corso vs 2011-2015	0,255	1,1

Analizzando la similarità fra gruppi mediante nMDS creato utilizzando gli indici di diversità (Fig. 25) e ANOSIM (Tabella 12), si evince una similarità importante tra la campagna di campionamento 2024/2025 e il pregresso (2011-2015).

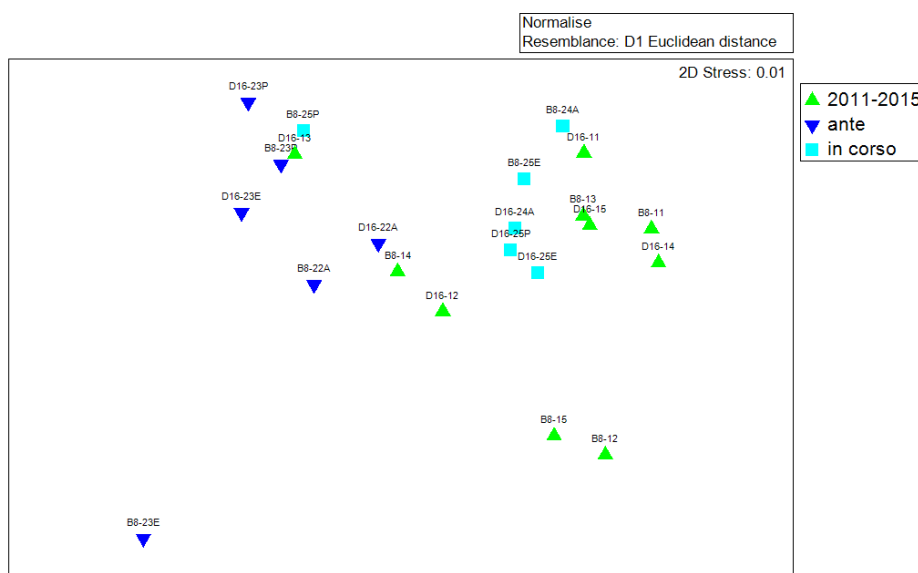


Fig. 25. nMDS relativa agli indici strutturali delle comunità (S, N, J e H') della batimetrica dei 100 m (stazioni B8 e D16) dal 2011 al 2025.

Tabella 12. Risultati dell'analisi ANOSIM applicata agli indici di diversità e all'abbondanza delle stazioni B6 e D14 (batimetrica dei 50 m) dal 2011 al 2025.

Gruppi	R statistico	significatività (%)
ante vs 2011-2015	0,485	0,3
in corso vs 2011-2015	-0,046	56,5
ante vs in corso	0,472	0,9

L'analisi RDA (Tabella 13) ha identificato nella forzante trofica (TN) una delle cause delle modificazioni delle comunità macrobentoniche. La correlazione tra TN e indicatori di diversità e abbondanza è, in realtà, negativa (S: $r = -0,64$, $n = 22$, $p < 0,01$; N: $r = -0,44$, $p < 0,05$; H': $r = -0,49$, $n = 22$, $p < 0,05$), suggerendo una limitazione del comparto bentonico data da un accumulo di materiale organico di difficile consumo.

Tabella 13. Risultati dell'analisi multivariata RDA relativa alle stazioni della batimetrica dei 30 m (stazioni B5 e D13) dal 2011 al 2025. Somma di tutti gli eigenvalues canonici: 0,40, eigenvalue come percentuale sul totale spiegato: 39,7. increase: incremento nella variazione spiegata dovuto all'aggiunta di una nuova variabile. In rosso i risultati statisticamente significativi.

explanatory variable	increase	F statistic	p value
TN	0,23	5,922	0,006
OC	0,09	2,541	0,098
clorofilla (acqua)	0,04	1,001	0,389
clorofilla (sedimento)	0,04	1,019	0,362
pelite	0,01	0,195	0,874

L'accumulo di TN (Fig. 26) risulta, in media, maggiore alle batimetriche dei 50 e 100 m (B6: $0,85 \pm 0,15 \text{ mg g}^{-1}$, B8: $0,78 \pm 0,11 \text{ mg g}^{-1}$, D14: $0,74 \pm 0,29 \text{ mg g}^{-1}$, D16: $0,76 \pm 0,12 \text{ mg g}^{-1}$) che a quelle dei 30 m (B5: $0,44 \pm 0,18 \text{ mg g}^{-1}$, D13: $0,50 \pm 0,23 \text{ mg g}^{-1}$).

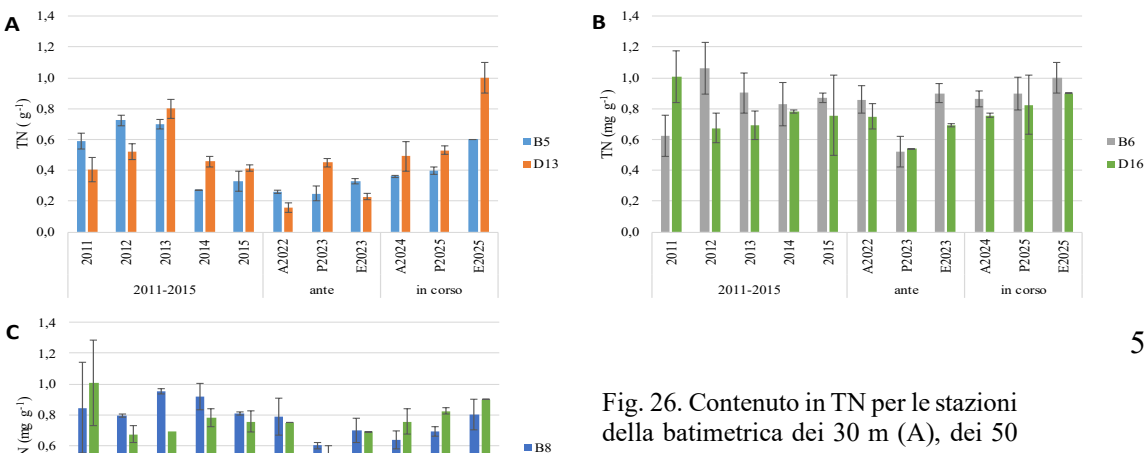


Fig. 26. Contenuto in TN per le stazioni della batimetrica dei 30 m (A), dei 50

L'attenzione è stata poi volta specificatamente verso i campionamenti primaverili, applicando l'analisi univariata di Wilcoxon (Wilcoxon paired test) su indici di diversità e abbondanza totale (Tabella 14). Questo test non mostra differenze significative tra i periodi 2011-2015 e il 2025, eccezion fatta per l'equitabilità risultante dal confronto 2013 vs 2025. Al contrario, si è vista una significatività delle differenze più frequente tra la primavera 2023 e gli altri gruppi. Questo risultato conferma che la campagna di campionamento ante operam risulta "anomala" rispetto alle altre, suggerendo che le attività di costruzione della diga foranea non hanno probabilmente avuto un ruolo significativo sulle variazioni della comunità del macrobenthos.

Tabella 14. Risultati dell'analisi univariata di Wilcoxon per il confronto fra i diversi campionamenti primaverili: 2023 e 2025 vs le primavere dal 2011 al 2015. In rosso i risultati statisticamente significativi.

			S			N			J			H'		
valid N			T	Z	p	T	Z	p	T	Z	p	T	Z	p
2023	2011	6	0,00	2,20	0,03	0,00	2,20	0,03	7,00	0,73	0,46	0,00	2,20	0,03
	2012	6	5,00	1,15	0,25	6,00	0,94	0,35	0,00	2,20	0,03	1,00	1,99	0,05
	2014	6	0,00	2,02	0,04	0,00	2,20	0,03	6,00	0,40	0,69	1,00	1,99	0,05
	2015	6	0,00	2,20	0,03	0,00	2,20	0,03	9,00	0,31	0,75	3,00	1,57	0,12
2025	2013	5	7,00	0,13	0,89	4,00	0,94	0,35	0,00	2,02	0,04	7,00	0,13	0,89
2023	2025	6	0,00	2,02	0,04	0,00	2,20	0,03	2,00	1,78	0,07	1,00	1,99	0,05

4.8 Analisi delle caratteristiche meteorologiche

Le caratteristiche meteoroclimatiche possono aiutare a spiegare le variazioni delle comunità bentoniche negli anni. Per effettuare le analisi statistiche è stato necessario ottenere valori mediati per tutta l'area di studio per le comunità. In una prima analisi RDA sono state considerate come variabili di risposta l'abbondanza totale e gli indici di diversità, in una seconda le abbondanze degli individui appartenenti ai differenti gruppi trofici. Per entrambe le analisi i valori dell'indice NAO e la cumulata delle precipitazioni a 7 gg sono risultate significative (Tabella 15).

Tabella 15. Risultati dell'analisi multivariata RDA relativa alle medie per tutte le stazioni dal 2011 al 2025. A sinistra i risultati utilizzando come response variables gli indici di diversità e l'abbondanza, a destra i gruppi trofici. Somma di tutti gli eigenvalues canonici: 0,75 per diversità e 0,71 per gruppi trofici, eigenvalue come percentuale sul totale spiegato: 72,6 per diversità e 66,7 per gruppi trofici. increase: incremento nella variazione spiegata dovuto all'aggiunta di una nuova variabile. In rosso i risultati statisticamente significativi.

Indici diversità e abbondanza				Gruppi trofici			
explanatory variable	increase	F statistic	p value	explanatory variable	increase	F statistic	p value
NAO index	0,27	3,385	0,036	NAO	0,33	4,509	0,022
pioggia 7gg	0,22	3,486	0,046	pioggia 7gg	0,2	3,356	0,034
T aria	0,13	2,437	0,158	pressione atm.	0,05	0,923	0,434
pioggia 15gg	0,02	0,411	0,584	pioggia 30gg	0,03	0,542	0,668
pioggia 30gg	0,06	1,063	0,356	pioggia 15gg	0,07	1,066	0,378
pressione atm.	0,04	0,694	0,485	T atmosfera	0,02	0,324	0,784

È stata anche osservata una correlazione negativa e significativa tra l'indice NAO e l'abbondanza media degli organismi macrobentonici ($r=-0,71$, $n=11$, $p<0,05$) e il numero di taxa S ($r=-0,61$, $n=11$, $p<0,05$). L'indice NAO mostra valori negativi soprattutto in occasione dei campionamenti della campagna ante-operam 2022/23, periodo definito "anomalo" per valori di abbondanza macrobentonica e numero di taxa (S) particolarmente elevati (Fig. 27).

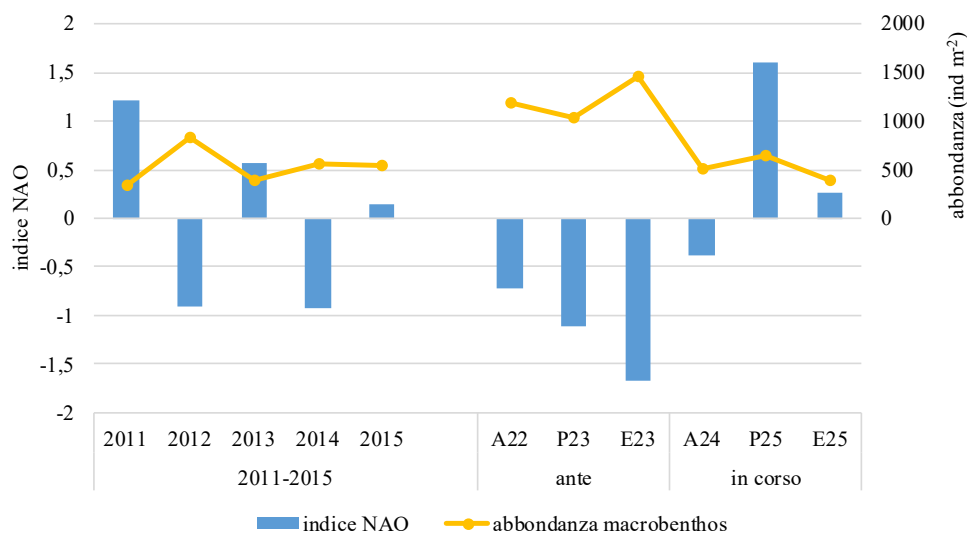


Fig. 27. Andamento dei valori dell'indice NAO e dell'abbondanza media degli organismi macrobentonici.

L'influenza delle variabili meteoroclimatiche rappresentate dall'indice NAO si può realizzare in modi differenti, andando a interessare aspetti legati al disturbo meccanico come le mareggiate derivanti da tempeste (in termini di intensità e frequenza, Armonies, 2000; Hernandez-Arana et al., 2003), ma anche alterazioni della temperatura superficiale e dei termoclini stagionali (Beukema e Dekker, 2003; Philippart et al., 2003; Strasser et al., 2003). Può essere legata a modificazioni della struttura e dei gradienti di mescolamento verticale e redistribuzione dei nutrienti. Può, quindi, interagire con l'organizzazione trofica (effetti sulla produzione primaria, Lloret et al., 2001, e secondaria Gladan et al., 2010; Pérez et al., 2010) con conseguenze a cascata sui livelli trofici superiori (Gordo et al., 2011) e sui flussi di materiali al fondo a causa di modificazioni del pelagic-benthic coupling. Eventi di mareggiata e tempeste possono avere effetti diretti sui fenomeni di risospensione e trasporto di macrobenthos (Armonies, 2000; Hernandez-Arana et al., 2003) oltre che sulle condizioni idrodinamiche della colonna d'acqua. Nel Mediterraneo nord-occidentale i primi lavori che hanno messo in relazione le caratteristiche meteoroclimatiche con il benthos sono quelli di Salen-Picard et al. (2002) e Lebrune et al. (2007). Questi ultimi autori hanno suggerito che periodi di NAO positiva sono associati a condizioni meteorologiche stabili (sporadici eventi di mare agitato o tempesta) che limitano la risospensione dei sedimenti e possono favorire il reclutamento e l'incremento di abbondanza e biomassa nei sedimenti sabbiosi. Tuttavia, le interazioni con sedimenti fini, caratteristici di zone del largo meno o per nulla influenzate dalla risospensione, non sono risultate altrettanto chiare. Nel complesso, i meccanismi attraverso i quali la NAO influenza il macrobenthos delle basse profondità variano a seconda delle diverse aree europee, come già evidenziato da Strasser et al. (2003) su scala spaziale più ridotta.

Nel presente studio, che comprende comunità già sottoposte a stress cronici e di batimetriche fino ai 100 m, risulta più accentuato il rapporto tra incremento dell'abbondanza e differenziazione delle comunità e intensità del pelagic-benthic coupling. Tale intensità è incrementata dal mescolamento della colonna d'acqua (indice NAO negativo), che favorisce la diffusione dei nutrienti, sostiene la produzione primaria e secondaria planctonica e potenzia i flussi verticali di materiali al sedimento, dove sono processati dal macrobenthos che si sviluppa con maggiore efficienza.

Il potenziale arricchimento della matrice sedimentaria dovuto ai processi precedentemente descritti è suggerito dal contenuto in biomassa fotoautotrofa (Fig. 28). Benché sia visibile una notevole variabilità (interannuale e intra-annuale), il periodo ante-operam risulta il più ricco a tutte le profondità, anche ai 100 m dove la produzione in situ è virtualmente assente.

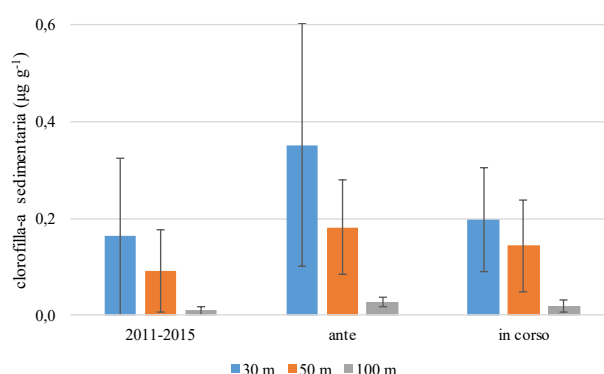


Fig. 28. Valori medi dei contenuti di clorofilla-a sedimentaria nei tre periodi considerati alle diverse quote.

Le comunità macrobentoniche rispondono a questo arricchimento in modo coordinato, con tutti i gruppi trofici che mostrano valori significativamente più elevati di abbondanza nel periodo ante-operam rispetto agli altri (Fig. 29 e Tabella 16).

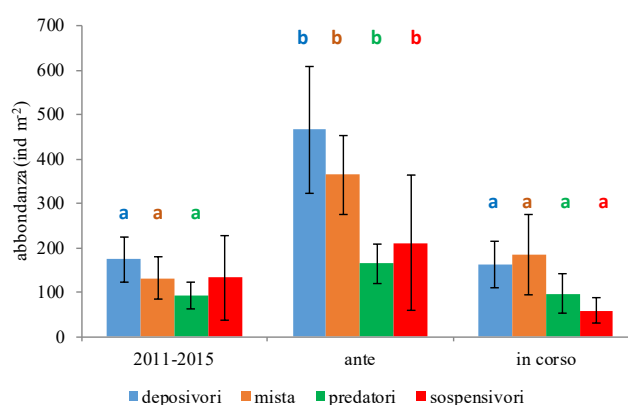


Fig. 29. Valori medi delle abbondanze ($\pm$ es) dei diversi gruppi trofici nei tre periodi considerati. Le lettere sugli istogrammi identificano le differenze significative tra le serie di dati (one-way ANOVA, vedi Tabella 16).

Tabella 16. Risultati dell'ANOVA one-way relativa ai gruppi trofici per le stazioni delle primavere dal 2011 al 2015, raggruppate secondo le diverse campagne.

			N	F	p
deposivori	2011-2015	ante	46	29,85	0,000
	2011-2015	in corso	46	0,11	0,736
	ante	in corso	35	23,70	0,000
mista	2011-2015	ante	46	36,54	0,000
	2011-2015	in corso	46	1,79	0,188
	ante	in corso	35	12,12	0,001
predatori	2011-2015	ante	46	11,44	0,001
	2011-2015	in corso	46	0,06	0,806
	ante	in corso	35	6,98	0,012
sospensivori	2011-2015	ante	46	1,26	0,268
	2011-2015	in corso	46	2,09	0,155
	ante	in corso	35	5,81	0,021

5. CONCLUSIONI

Il presente studio ha evidenziato alcune caratteristiche rilevanti delle comunità macrobentoniche analizzate nei due periodi (campagna 2022-2023 ante-operam e campagna 2024-2025 in corso d'opera):

Aspetti strutturali

- è stata osservata una perdita di abbondanza nelle comunità tra il periodo ante-operam e quello in corso d'opera, significativa considerando le stagioni autunnale ed estiva; alla diminuzione di abbondanza si è associato anche un decremento del numero di taxa,
- nel complesso, le stazioni più costiere, soprattutto quelle dei 50 metri, hanno mostrato valori più elevati di abbondanza; per contro, le stazioni più povere sono risultate quelle poste alla batimetrica dei 100 metri;
- il gruppo che, in generale, ha contribuito maggiormente all'abbondanza totale è stato, in entrambe le campagne e a tutte le profondità, quello degli anellidi, soprattutto in primavera ed estate;
- La diversificazione (indice di Shannon-Weaver) è risultata leggermente maggiore nella campagna ante-operam;
- In entrambe le campagne, le comunità risultano, comunque, ben strutturate;
- Il confronto con dati di letteratura evidenzia che le variazioni riscontrate potrebbero, comunque, rimanere all'interno della variabilità interannuale del Mar Ligure.

Aspetti funzionali

- In entrambe le campagne il gruppo trofico dominante è quello dei depositivori seguiti da organismi a strategia trofica mista, predatori e sospensivori;
- Sono state rilevate alcune eccezioni puntiformi, come ad esempio la stazione D13 nei periodi estivi, quando la strategia più diffusa è quella mista;
- Gli organismi sospensivori mostrano generalmente contributi modesti nelle stazioni profonde, mentre sono di norma più presenti in quelle più superficiali;
- I predatori mostrano un contributo piuttosto costante.

Aspetti di qualità ecologica

- L'analisi AMBI ha definito il livello di qualità ecologica generalmente buono o molto buono. Le comunità risultano, comunque sbilanciate. Le uniche eccezioni in cui le

comunità risultano solo impoverite sono le stazioni superficiali autunnali B5 e D13, entrambe del 2022/23, la stazione D13 estiva 2023 e D13 della primavera 2025.

- Le valutazioni peggiori sono state assegnate alle stazioni B8 2023 estiva e D13, sempre estiva, del 2025 per via di un'elevata quantità di policheti delle famiglie Cirratulidae e Spionidae per la prima, Capitellidae per la seconda.

I risultati mostrano, quindi, variazioni tra ante-operam e in corso d'opera, ma anche la possibilità che tali variazioni siano parziali e non siano dovute a un diretto effetto antropico ma a fluttuazioni interannuali. Per verificare queste possibilità è stato intrapreso il confronto con dati raccolti nella stessa area circa un decennio prima.

- L'analisi multivariata ha mostrato significative differenze tra i tre periodi considerati per quel che concerne la struttura delle comunità, indicando sostituzione di taxa;
- tuttavia, considerando la differenziazione dall'interno delle comunità, le stazioni più superficiali non hanno mostrato differenze significative, suggerendo il mantenimento, tra i tre periodi considerati, della diversità e del grado di omogeneità col quale gli individui sono distribuiti nei vari taxa che compongono la comunità, anche se le abbondanze possono essere differenti e le famiglie essere sostituite;
- dall'analisi della ridondanza (RDA) effettuata sui parametri ambientali riscontrati a 30 metri, è emerso che le variazioni di parametri ambientali strutturali (contributo di pelite) e trofiche (contenuto di carbonio organico) hanno un'influenza significativa sulle variazioni sia della diversità sia dell'abbondanza della comunità. Probabilmente, questa variabilità è data dalla vicinanza a costa di queste stazioni per cui sono maggiormente soggette ad influenza continentale, attività antropica e idrodinamismo;
- l'analisi RDA per le stazioni dei 50 m non ha dato risultati significativi, suggerendo che altre forzanti non determinate, legate alla complessa dinamica tra apporti continentali e idrodinamismo, possano modulare le variazioni delle comunità;
- L'analisi RDA applicata alle stazioni profonde ha identificato la forzante trofica (TN) come responsabile delle modificazioni delle comunità macrobentoniche,
- La RDA eseguita considerando le condizioni meteorologiche (in particolare indice NAO e cumulata di precipitazioni a 7 giorni) come variabili esplicative suggerisce che le variazioni delle comunità macrobentoniche possano derivare da fenomeni a larga scala.

- L'indice NAO, inoltre, ha mostrato correlazione negativa e significativa sia con l'abbondanza media degli organismi macrobentonici che col numero di taxa, indicando che periodi caratterizzati da instabilità meteorologica (indice NAO negativo), che rompono la struttura della colonna d'acqua e potenziano i flussi di materiali al fondale (incremento dell'intensità del pelagic-benthic coupling), determinano un forte sviluppo di tutte le componenti della comunità macrobentonica.
- Considerando il periodo fino all'estate 2025, le variazioni riscontrate sembrano essere, quindi, ascrivibili a fenomeni meteoclimatici e non a un effetto diretto della costruzione della nuova diga foranea.

Questo lavoro può rappresentare un punto di partenza per la creazione di una serie storica strutturata di monitoraggi nell'area genovese, finalizzata allo studio della comunità bentonica e delle fluttuazioni cui essa potrà essere soggetta negli anni futuri a causa di forzanti antropiche specifiche, come la costruzione della diga foranea, o croniche. Inoltre, il proseguimento dei monitoraggi potrà dare informazioni anche su processi a larga scala come quelli legati al cambiamento climatico.

6. BIBLIOGRAFIA

Acoz, Cédric d'Udekem d', e Marie L. Verheye. «Epimeria of the Southern Ocean with notes on their relatives (Crustacea, Amphipoda, Eusiroidea)». *European Journal of Taxonomy* 359 (2017).

Adesakin, Taiwo Adekanmi, Ehikhamele Isaac Erhomosele, Oluwaseun F. Ogunrinola, et al. «Using benthic macroinvertebrates as bioindicators to evaluate the impact of anthropogenic stressors on water quality and sediment properties of a West African lagoon». *Heliyon* 9, fasc. 9 (2023).

Akoumianaki, Ioanna, Sokratis Papaspyrou, Konstantinos Ar Kormas, e Artemis Nicolaidou. «Environmental variation and macrofauna response in a coastal area influenced by land runoff». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 132 (2013): 34–44.

Albano, Mariano J., Paulo Da Cunha Lana, Claudia Bremec, et al. «Macrobenthos and Multi-Molecular Markers as Indicators of Environmental Contamination in a South American Port (Mar Del Plata, Southwest Atlantic)». *Marine Pollution Bulletin* 73, fasc. 1 (2013): 102–114. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.032>.

Albertelli, Giancarlo, A. Covazzi-Harriague, Roberto Danovaro, Mauro Fabiano, Simonetta Frascchetti, e Antonio Pusceddu. «Differential responses of bacteria, meiofauna and macrofauna in a shelf area (Ligurian Sea, NW Mediterranean): role of food availability». *Journal of Sea Research* 42, fasc. 1 (1999): 11–26.

Anderson, Marti J., Richard B. Ford, David A. Feary, e Claire Honeywill. «Quantitative measures of sedimentation in an estuarine system and its relationship with intertidal soft-sediment infauna». *Marine Ecology Progress Series* 272 (2004): 33–48.

Armonies, Werner. «Who lives where? Macrobenthic species distribution over sediment types and depth classes in the eastern North Sea». *Helgoland Marine Research* 75, fasc. 1 (2021): 8.

Armonies, Werner, Christian Buschbaum, e Monika Hellwig-Armonies. «The seaward limit of wave effects on coastal macrobenthos». *Helgoland Marine Research* 68, fasc. 1 (2014): 1–16.

Astraldi, M., S. Balopoulos, J. Candela, et al. «The role of straits and channels in understanding the characteristics of Mediterranean circulation». *Progress in Oceanography* 44, fasc. 1–3 (1999): 65–108.

Bakun, Andrew, e Vera Natalie Agostini. «Seasonal patterns of wind-induced upwelling/downwelling in the Mediterranean Sea». *Scientia Marina* 65, fasc. 3 (2001): 243–257.

Bertolotto, R. M., F. Ghioni, M. Frignani, et al. «Polycyclic aromatic hydrocarbons in surficial coastal sediments of the Ligurian Sea». *Marine Pollution Bulletin* 46, fasc. 7 (2003): 907–913.

- Bonaglia, Stefano, F. J. A. Nascimento, Marco Bartoli, Isabell Klawonn, e Volker Brüchert. «Meiofauna increases bacterial denitrification in marine sediments». *Nature Communications* 5, fasc. 1 (2014): 5133.
- Bongers, Tom, e Howard Ferris. «Nematode community structure as a bioindicator in environmental monitoring». *Trends in Ecology & Evolution* 14, fasc. 6 (1999): 224–228.
- Borja, A., J. Franco, e V. Pérez. «A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments». *Marine Pollution Bulletin* 40, fasc. 12 (2000): 1100–1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8).
- Boudaya, Lobna, Nawfel Mosbahi, Jean-Claude Dauvin, e Lassad Neifar. «Structure of the Benthic Macrofauna of an Anthropogenic Influenced Area: Skhira Bay (Gulf of Gabès, Central Mediterranean Sea)». *Environmental Science and Pollution Research* 26, fasc. 13 (2019): 13522–13538. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04809-8>.
- Bremner, J., S. I. Rogers, e C. L. J. Frid. «Matching biological traits to environmental conditions in marine benthic ecosystems». *Journal of Marine Systems* 60, fasc. 3–4 (2006): 302–316.
- Cacabelos, Eva, Marta Domínguez, e Jesús S. Troncoso. «Trophic structure of soft-bottom macrobenthos in an inlet in north-western Spain». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89, fasc. 3 (2009): 439–447.
- Caetano, Miguel, Maria-João Madureira, e Carlos Vale. «Metal remobilisation during resuspension of anoxic contaminated sediment: short-term laboratory study». *Water, Air, and Soil Pollution* 143, fasc. 1 (2003): 23–40.
- Casoli, Edoardo, Andrea Bonifazi, Giandomenico Ardizzone, et al. «Comparative analysis of mollusc assemblages from different hard bottom habitats in the central tyrrhenian sea». *Diversity* 11, fasc. 5 (2019): 74.
- Chatzinikolaou, Eva, Manolis Mandalakis, Panagiotis Damianidis, et al. «Spatio-Temporal Benthic Biodiversity Patterns and Pollution Pressure in Three Mediterranean Touristic Ports». *Science of the Total Environment* 624 (2018): 648–660. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.111>.
- Clarke, K. Robert. «Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure». *Australian Journal of Ecology* 18, fasc. 1 (1993): 117–143.
- Dahl, Erick. «Crustacea Leptostraca, principles of taxonomy and a revision of European shelf species». *Sarsia* 70, fasc. 2–3 (1985): 135–165.
- Davenport, John. «Observations on the ecology, behaviour, swimming mechanism and energetics of the neustonic grapsid crab, *Planes minutus*». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 72, fasc. 3 (1992): 611–620.
- Dauvin, Jean-Claude, Eric Thiébaud, José Luis Gomez Gesteira, et al. «Spatial structure of a subtidal macrobenthic community in the Bay of Veys (western Bay of Seine, English Channel)». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 307, fasc. 2 (2004): 217–235.

Doglioli, Andrea M., Annalisa Griffo, e Marcello G. Magaldi. «Numerical study of a coastal current on a steep slope in presence of a cape: The case of the Promontorio di Portofino». *Journal of Geophysical Research: Oceans* 109, fasc. C12 (2004).

Dworschak, P. C. «Feeding behaviour of *Upogebia pusilla* and *Callinassa tyrrhena* (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea)». *Investigación Pesquera* 51, fasc. 1 (1987): 421–429.

Ekeröth, Nils, Sven Blomqvist, e Per O. J. Hall. «Nutrient fluxes from reduced Baltic Sea sediment: effects of oxygenation and macrobenthos». *Marine Ecology Progress Series* 544 (2016): 77–92.

Ellingsen, Kari Elsa. «Soft-sediment benthic biodiversity on the continental shelf in relation to environmental variability». *Marine Ecology Progress Series* 232 (2002): 15–27.

Elosegi, Arturo, Joserra Díez, e Michael Mutz. «Effects of hydromorphological integrity on biodiversity and functioning of river ecosystems». *Hydrobiologia* 657, fasc. 1 (2010): 199–215.

Fanning, Kent A., Kendall L. Carder, e Peter R. Betzer. «Sediment resuspension by coastal waters: a potential mechanism for nutrient re-cycling on the ocean's margins». *Deep Sea Research Part A: Oceanographic Research Papers* 29, fasc. 8 (1982): 953–965.
[https://doi.org/10.1016/0198-0149\(82\)90020-6](https://doi.org/10.1016/0198-0149(82)90020-6).

Fauvel, P. «Un nouveau serpulien d'eau saumâtre, *Mercierella* sp. nov., enigmatica, n. sp.». *Bulletin de la Société zoologique de France* (1923).

Feller, R. J., e B. C. Coull. «Non-selective ingestion of meiobenthos by juvenile spot (*Leiostomus xanthurus*) (Pisces) and their daily ration». *Vie et Milieu / Life & Environment* (1995): 49–59.

Fernández de Puellas, M. Luz, e Juan Carlos Molinero. «North Atlantic climate control on plankton variability in the Balearic Sea, western Mediterranean». *Geophysical Research Letters* 34, fasc. 4 (2007).

Fish, Susan. «The biology of *Eurydice pulchra* [Crustacea: Isopoda]». *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 50, fasc. 3 (1970): 753–768.

Fishelson, Lev, e Yossef Loya. «Preliminary observations on a population of *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden) (Mysidacea, Gastrosaccinae) on a Mediterranean sand beach of Israel». *Crustaceana* (1968): 149–152.

Flock, Mark E., e Thomas L. Hopkins. «Species composition, vertical distribution, and food habits of the sergestid shrimp assemblage in the eastern Gulf of Mexico». *Journal of Crustacean Biology* (1992): 210–223.

Gamfeldt, Lars, Jonathan S. Lefcheck, Jarrett E. K. Byrnes, Bradley J. Cardinale, J. Emmett Duffy, e John N. Griffin. «Marine biodiversity and ecosystem functioning: what's known and what's next?». *Oikos* 124, fasc. 3 (2015): 252–265.

Gaudêncio, Maria José, e H. N. Cabral. «Trophic structure of macrobenthos in the Tagus estuary and adjacent coastal shelf». *Hydrobiologia* 587, fasc. 1 (2007): 241–251.

Gebremikael, Mesfin T., Hanne Steel, David Buchan, Wim Bert, e Stefaan De Neve. «Nematodes enhance plant growth and nutrient uptake under C and N-rich conditions». *Scientific Reports* 6, fasc. 1 (2016): 32862.

Gerlach, Sebastian A. «Food-chain relationships in subtidal silty sand marine sediments and the role of meiofauna in stimulating bacterial productivity». *Oecologia* 33, fasc. 1 (1978): 55–69.

Gogina, Mayya, e Michael L. Zettler. «Diversity and distribution of benthic macrofauna in the Baltic Sea: Data inventory and its use for species distribution modelling and prediction». *Journal of Sea Research* 64, fasc. 3 (2010): 313–321.

Gollner, Sabine, Breea Govenar, Charles R. Fisher, e Monika Bright. «Size matters at deep-sea hydrothermal vents: different diversity and habitat fidelity patterns of meio-and macrofauna». *Marine Ecology Progress Series* 520 (2015): 57–66.

Gómez, F., e G. Gorsky. «Microplankton annual cycles in the Bay of Villefranche, Ligurian Sea, NW Mediterranean». *Journal of Plankton Research* 25 (2003): 323–339.

Goutx, Madeleine, André Momzikoff, L. Striby, V. Andersen, J. C. Marty, e I. Vescovali. «High-frequency fluxes of labile compounds in the central Ligurian Sea, northwestern Mediterranean». *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 47, fasc. 3 (2000): 533–556.

Grall, Jacques, e Laurent Chauvaud. «Marine eutrophication and benthos: the need for new approaches and concepts». *Global Change Biology* 8, fasc. 9 (2002): 813–830.

Griffiths, Jennifer R., Martina Kadin, Francisco J. A. Nascimento, et al. «The Importance of Benthic–Pelagic Coupling for Marine Ecosystem Functioning in a Changing World». *Global Change Biology* 23, fasc. 6 (2017): 2179–2196. <https://doi.org/10.1111/gcb.13642>.

Guerra-García, José Manuel, J. M. Tierno de Figueroa, Carlos Navarro-Barranco, M. Ros, Juan Emilio Sánchez-Moyano, e J. Moreira. «Dietary analysis of the marine Amphipoda (Crustacea: Peracarida) from the Iberian Peninsula». *Journal of Sea Research* 85 (2014): 508–517.

Gutperlet, R., R. M. Capperucci, A. Bartholomä, e I. Kröncke. «Benthic Biodiversity Changes in Response to Dredging Activities during the Construction of a Deep-Water Port». *Marine Biodiversity* 45, fasc. 4 (2015): 819–839. <https://doi.org/10.1007/s12526-014-0298-0>.

Halpern, Benjamin S., Melanie Frazier, John Potapenko, et al. «Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean». *Nature Communications* 6, fasc. 1 (2015): 7615.

Hedges, John I., e Jeffrey H. Stern. «Carbon and nitrogen determinations of carbonate-containing solids 1». *Limnology and Oceanography* 29, fasc. 3 (1984): 657–663.

Heidemann, Kerstin, Annika Hennies, Johanna Schakowske, et al. «Free-living nematodes as prey for higher trophic levels of forest soil food webs». *Oikos* 123, fasc. 10 (2014): 1199–1211.

Herbert, Roger J. H. «Performance and habitat of the mantis shrimp *Rissoides desmaresti* (Stomatopoda: Squillidae) near the range border on the south coast of England». *Journal of Crustacean Biology* 31, fasc. 3 (2011): 416–423.

Hily, Christian, e Marc Bouteille. «Modifications of the specific diversity and feeding guilds in an intertidal sediment colonized by an eelgrass meadow (*Zostera marina*) (Brittany, France)». *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Series III: Sciences de la Vie* 322, fasc. 12 (1999): 1121–1131.

Holm-Hansen, Osmund, Carl J. Lorenzen, Robert W. Holmes, e John D. H. Strickland. «Fluorometric determination of chlorophyll». *ICES Journal of Marine Science* 30, fasc. 1 (1965): 3–15.

Holterman, Martijn, Michaela Schratzberger, e Johannes Helder. «Nematodes as evolutionary commuters between marine, freshwater and terrestrial habitats». *Biological Journal of the Linnean Society* 128, fasc. 3 (2019): 756–767.

Iken, Katrin, Bodil Bluhm, e Kenneth Dunton. «Benthic food-web structure under differing water mass properties in the southern Chukchi Sea». *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 57, fasc. 1–2 (2010): 71–85.

Ingham, Russell E., J. A. Trofymow, Elaine R. Ingham, e David C. Coleman. «Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant growth». *Ecological Monographs* 55, fasc. 1 (1985): 119–140.

Juan, Silvia de, Judi Hewitt, Simon Thrush, e Debbie Freeman. «Standardising the assessment of Functional Integrity in benthic ecosystems». *Journal of Sea Research* 98 (2015): 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.06.001>.

Jumars, Peter A., Kelly M. Dorgan, e Sara M. Lindsay. «Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds». *Annual Review of Marine Science* 7, fasc. 1 (2015): 497–520.

Kang, Chang-Keun, Jeong Bae Kim, Kun-Seop Lee, Jong Bin Kim, Pil-Yong Lee, e Jae-Sang Hong. «Trophic importance of benthic microalgae to macrozoobenthos in coastal bay systems in Korea: dual stable C and N isotope analyses». *Marine Ecology Progress Series* 259 (2003): 79–92.

Khatri, Nitasha, Sanjiv Tyagi, Deepak Rawtani, e Maithri Tharmavaram. «Assessment of river water quality through application of indices: a case study River Sabarmati, Gujarat, India». *Sustainable Water Resources Management* 6, fasc. 6 (2020): 101.

Koutsoubas, Drosos. «Molluscan diversity along a Mediterranean soft bottom sublittoral ecotone». *Scientia Marina* (2006).

Kristensen, Erik, Gil Penha-Lopes, Matthieu Delefosse, Thomas Valdemarsen, Cintia O. Quintana, e Gary T. Banta. «What is bioturbation? The need for a precise definition for fauna in aquatic sciences». *Marine Ecology Progress Series* 446 (2012): 285–302.

Kristensen, Erik, Matthieu Delefosse, Cintia O. Quintana, Mogens R. Flindt, e Thomas Valdemarsen. «Influence of benthic macrofauna community shifts on ecosystem functioning in shallow estuaries». *Frontiers in Marine Science* 1 (2014): 41.

Labrune, C., A. Grémare, K. Guizien, e J. M. Amouroux. «Long-Term Comparison of Soft Bottom Macrobenthos in the Bay of Banyuls-Sur-Mer (North-Western Mediterranean Sea): A

Reappraisal». *Journal of Sea Research* 58, fasc. 2 (2007): 125–143.
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2007.02.006>.

Lacroix, Genevieve J., Nikolay P. Nezlin, e Salim Djenidi. «Ecosystem response to the atmospheric forcing in the Southern Ligurian Sea in 1997–1999». *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* 36 (2001): 72.

Lalzar, Maya, Tal Zvi-Kedem, Yael Kroin, Stephane Martinez, Dan Tchernov, e Dalit Meron. «Sediment microbiota as a proxy of environmental health: discovering inter-and Intrakingdom dynamics along the eastern Mediterranean continental shelf». *Microbiology Spectrum* 11, fasc. 1 (2023): e02242-22.

Lam-Gordillo, Orlando, Ryan Baring, e Sabine Dittmann. «Ecosystem functioning and functional approaches on marine macrobenthic fauna: A research synthesis towards a global consensus». *Ecological Indicators* 115 (2020): 106379.

Le Hir, P., W. Roberts, O. Cazaillet, M. Christie, P. Bassoullet, e C. Bacher. «Characterization of intertidal flat hydrodynamics». *Continental Shelf Research* 20, fasc. 12–13 (2000): 1433–1459.

Lee, Jae Seong, Jeong Hee Han, Sung-Uk An, Taehee Na, Jung No Kwon, e Eun-Soo Kim. «Sedimentary organic carbon budget of coastal sediments and the importance of benthic-pelagic coupling off Namhae Island in the South Sea of Korea». *Ocean Science Journal* 49, fasc. 4 (2014): 433–447. <https://doi.org/10.1007/s12601-014-0041-6>.

Levinton, J. S., D. E. Martinez, M. M. McCartney, e M. L. Judge. «The effect of water flow on movement, burrowing, and distributions of the gastropod *Ilyanassa obsoleta* in a tidal creek». *Marine Biology* 122, fasc. 3 (1995): 417–424.

Lim, Dhong-il, Jin-Woo Choi, Hyeon Ho Shin, Do Hyun Jeong, e Hoi Soo Jung. «Toxicological Impact Assessment of Heavy Metal Contamination on Macrobenthic Communities in Southern Coastal Sediments of Korea». *Marine Pollution Bulletin* 73, fasc. 1 (2013): 362–368.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.05.037>.

Mancinelli, Giorgio, Letizia Sabetta, e Alberto Basset. «Colonization of ephemeral detrital patches by vagile macroinvertebrates in a brackish lake: a body size-related process?» *Oecologia* 151, fasc. 2 (2007): 292–302.

Manousis, Thanasis, e Sofia Galinou-Mitsoudi. «New and uncommon Bivalvia Mollusca of Thermaikos Gulf (NW Aegean Sea)». *Journal of Biological Research* 20 (2013): 339.

Mariani, Stefano, Valerio Ketmaier, Marina Cobolli, e Elvira De Matthaeis. «Strutturazione genetica e dispersione in popolazioni mediterranee di *Cerastoderma glaucum* (Bivalvia: Cardiidae)». *Biogeographia – The Journal of Integrative Biogeography* 22 (2001).
<https://doi.org/10.21426/B6110123>.

Meysman, Filip J. R., Jack J. Middelburg, e Carlo H. R. Heip. «Bioturbation: a fresh look at Darwin's last idea». *Trends in Ecology & Evolution* 21, fasc. 12 (2006): 688–695.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.08.002>.

Michaud, Emma, Gaston Desrosiers, Florian Mermillod-Blondin, Bjorn Sundby, e Georges Stora. «The functional group approach to bioturbation: II. The effects of the *Macoma balthica*

community on fluxes of nutrients and dissolved organic carbon across the sediment–water interface». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 337, fasc. 2 (2006): 178–189.

Misic, Cristina, Luigi Gaozza, Mario Petrillo, e Anabella Covazzi Harriague. «The Allochthonous Material Input in the Trophodynamic System of the Shelf Sediments of the Gulf of Tigullio (Ligurian Sea, NW Mediterranean)». *Marine Environmental Research* 120 (2016): 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.07.001>.

Moreira, Juan, Murat Sezgin, Tuncer Katağan, Onur Gönülal, e Bülent Topaloğlu. «First record of a bathyal leptostracan, *Nebalia abyssicola* Fage, 1929 (Crustacea: Malacostraca: Phyllocarida), in the Aegean Sea, eastern Mediterranean». *Turkish Journal of Zoology* 36, fasc. 3 (2012): 351–360.

Narayanaswamy, Bhavani E., Paul E. Renaud, Gerard C. A. Duineveld, et al. «Biodiversity trends along the western European margin». *PLoS ONE* 5, fasc. 12 (2010): e14295.

Navarro-Barranco, Carlos, Alejandro Martínez, Juan Sempere-Valverde, et al. «Amphipods in mediterranean marine and anchialine caves: new data and overview of existing knowledge». *Diversity* 15, fasc. 12 (2023): 1180.

Neher, D. A., T. R. Weicht, e M. E. Barbercheck. «Linking invertebrate communities to decomposition rate and nitrogen availability in pine forest soils». *Applied Soil Ecology* 54 (2012): 14–23.

Noisette, F., C. Pansch, M. Wall, M. Wahl, e C. L. Hurd. «Role of hydrodynamics in shaping chemical habitats and modulating the responses of coastal benthic systems to ocean global change». *Global Change Biology* 28, fasc. 12 (2022): 3812–3829.

Oakden, James M. «Feeding and Substrate Preference in Five Species of Phoxocephalid Amphipods from Central California». *Journal of Crustacean Biology* 4, fasc. 2 (1984): 233–247. <https://doi.org/10.2307/1548020>.

Parikh, Garvita, Deepak Rawtani, e Nitasha Khatri. «Insects as an indicator for environmental pollution». *Environmental Claims Journal* 33, fasc. 2 (2021): 161–181.

Pascal, Pierre-Yves, Christine Dupuy, Pierre Richard, Clarisse Mallet, Eric Armynot du Châtelet, e Nathalie Niquilb. «Seasonal variation in consumption of benthic bacteria by meio- and macrofauna in an intertidal mudflat». *Limnology and Oceanography* 54, fasc. 4 (2009): 1048–1059.

Patel, Anil, Neeraj Rastogi, Utsav Gandhi, e Nitasha Khatri. «Oxidative potential of atmospheric PM10 at five different sites of Ahmedabad, a big city in Western India». *Environmental Pollution* 268 (2021): 115909.

Peharda, Melita, Chris A. Richardson, Ivona Mladineo, et al. «Age, growth and population structure of *Modiolus barbatus* from the Adriatic». *Marine Biology* 151, fasc. 2 (2007): 629–638.

Pennati, Roberta. «Effetti degli interferenti endocrini sulle comunità di invertebrati marini». Istituto Lombardo – Accademia di Scienze e Lettere, Incontri di Studio, pubblicazione online ad accesso anticipato (29 dicembre 2022). <https://doi.org/10.4081/incontri.2022.803>.

Pesce, M., A. Critto, S. Torresan, et al. «Modelling climate change impacts on nutrients and primary production in coastal waters». *Science of the Total Environment* 628 (2018): 919–937.

Poore, Alistair G. B., Nicole A. Hill, e Erik E. Sotka. «Phylogenetic and geographic variation in host breadth and composition by herbivorous amphipods in the family Ampithoidae». *Evolution* 62, fasc. 1 (2008): 21–38.

Purchon, Richard Denison. «The stomach in the Bivalvia». *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 316, fasc. 1177 (1987): 183–276.

Purushothaman, Atchuthan, e Anju Krishnan. «Impact Assessment of Ports and Effluent Discharge on Macrobenthic Communities in Indian Coastal Ecosystems: A Comprehensive Review». *Environmental Quality Management* 34, fasc. 2 (2024): e22341. <https://doi.org/10.1002/tqem.22341>.

Reiss, Julia, Jon R. Bridle, Jose M. Montoya, e Guy Woodward. «Emerging horizons in biodiversity and ecosystem functioning research». *Trends in Ecology & Evolution* 24, fasc. 9 (2009): 505–514.

Rhoads, Donald C., Donald F. Boesch, Tang Zhican, Xu Fengshan, Huang Liqiang, e Karl J. Nilsen. «Macrobenthos and sedimentary facies on the Changjiang delta platform and adjacent continental shelf, East China Sea». *Continental Shelf Research* 4, fasc. 1–2 (1985): 189–213.

Ritter, Carmen J., e David G. Bourne. «Marine amphipods as integral members of global ocean ecosystems». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 572 (2024): 151985.

Rodil, I. F., M. Lastra, e Jesús López. «Macroinfauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in sandy beaches (NW Spain)». *Hydrobiologia* 579, fasc. 1 (2007): 301–316.

Rosenberg, Rutger, Mats Blomqvist, Hans C. Nilsson, Hans Cederwall, e Anna Dimming. «Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive». *Marine Pollution Bulletin* 49, fasc. 9–10 (2004): 728–739.

Rudman, William B. «Structure and functioning of the gut in the Bullomorpha (Opisthobranchia). Part 3. Philinidae». *Journal of Natural History* 6, fasc. 4 (1972): 459–474.

Salvini-Plawen, Luitfried von. «Zur Morphologie und Phylogenie der Mollusken: Die Beziehungen der Caudofoveata und der Solenogastres als Aculifera, als Mollusca und als Spiralia (nebst einem Beitrag zur Phylogenie der coelomatischen Räume)». *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Abteilung A*, fasc. 3–4 (1972).

Sarà, Michele. «Specie ed ambiente negli animali marini del bentos fisso». *Bollettino di Zoologia* 28, fasc. 2 (1961): 97–123. <https://doi.org/10.1080/11250006109438327>.

Schratzberger, Michaela, Martijn Holterman, Dick van Oevelen, e Johannes Helder. «A worm's world: Ecological flexibility pays off for free-living nematodes in sediments and soils». *BioScience* 69, fasc. 11 (2019): 867–876.

Schratzberger, Michaela, e Jeroen Ingels. «Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 502 (2018): 12–25.

Serra, Guillermo Guerao. «Feeding habits of the prawns *Procambarus edulis* and *Palaemon adspersus* (Crustacea, Decapoda, Caridea) in Alfacs Bay, Ebro Delta (NW Mediterranean)». *Miscel·lània Zoològica* (1993): 115–122.

Siokou-Frangou, Ioanna, Urania Christaki, Maria Grazia Mazzocchi, et al. «Plankton in the open Mediterranean Sea: a review». *Biogeosciences* 7, fasc. 5 (2010): 1543–1586.

Soetaert, K., J. Vanaverbeke, e C. Heip. «Nematode distribution in ocean margin sediments of the Goban Spur (northeast Atlantic) in relation to sediment geochemistry». *Oceanographic Literature Review* 6, fasc. 45 (1998): 937.

Sorbe, Jean Claude. «Deep-sea macrofaunal assemblages within the benthic boundary layer of the Cap-Ferret Canyon (Bay of Biscay, NE Atlantic)». *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 46, fasc. 10 (1999): 2309–2329.

Sprovieri, Mario, Maria Luisa Feo, Lidia Prevedello, et al. «Heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated biphenyls in surface sediments of the Naples harbour (southern Italy)». *Chemosphere* 67, fasc. 5 (2007): 998–1009.

Sumudumali, R. G. I., e J. M. C. K. Jayawardana. «A Review of Biological Monitoring of Aquatic Ecosystems Approaches: with Special Reference to Macroinvertebrates and Pesticide Pollution». *Environmental Management* 67, fasc. 2 (2021): 263–276. <https://doi.org/10.1007/s00267-020-01423-0>.

Sundback, K., P. Nilsson, C. Nilsson, e B. Jonsson. «Balance between autotrophic and heterotrophic components and processes in microbenthic communities of sandy sediments: a field study». *Oceanographic Literature Review* 5, fasc. 44 (1997): 489.

Svensson, Urban, e Lars Rahm. «Modeling the Near-Bottom Region of the Benthic Boundary Layer». *Journal of Geophysical Research* 93, fasc. C6 (1988): 6909–6915. DiVA.

Teixidó, Núria, Edgar Casas, Emma Cebrian, Cristina Linares, e Joaquim Garrabou. «Impacts on coralligenous outcrop biodiversity of a dramatic coastal storm». *PLoS ONE* 8, fasc. 1 (2013): e53742.

Travizi, A., I. Balković, T. Bacci, et al. «Macrozoobenthos in the Adriatic Sea Ports: Soft-Bottom Communities with an Overview of Non-Indigenous Species». *Marine Pollution Bulletin* 147 (2019): 159–170. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.016>.

Vafeiadou, Anna-Maria, Patrick Materatski, Helena Adao, Marleen De Troch, e Tom Moens. «Food sources of macrobenthos in an estuarine seagrass habitat (*Zostera noltii*) as revealed by dual stable isotope signatures». *Marine Biology* 160, fasc. 9 (2013): 2517–2523.

Verhoef, H. A., e L. Brussaard. «Decomposition and nitrogen mineralization in natural and agroecosystems: the contribution of soil animals». *Biogeochemistry* 11, fasc. 3 (1990): 175–211.

Vietti, R. Cattaneo, Giancarlo Albertelli, S. Aliani, et al. «The Ligurian Sea: present status, problems and perspectives». *Chemistry and Ecology* 26, fasc. S1 (2010): 319–340.

Voultsiadou, Eleni, Maria-Myrto Pyrounaki, e Chariton Chintiroglou. «The habitat engineering tunicate *Microcosmus sabatieri* Roule, 1885 and its associated peracarid epifauna». *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74, fasc. 1–2 (2007): 197–204.

Wahl, Martin. «Ecological lever and interface ecology: epibiosis modulates the interactions between host and environment». *Biofouling* 24, fasc. 6 (2008): 427–438.

Wells, Peter G. «Biomonitoring the health of coastal marine ecosystems—the roles and challenges of microscale toxicity tests». *Marine Pollution Bulletin* 39, fasc. 1–12 (1999): 39–47.

West, Ronald R. «Organism-substrate relations: terminology for ecology and palaeoecology». *Lethaia* 10, fasc. 1 (1977): 71–82.

Wilcoxon, Frank. «Individual comparisons by ranking methods». *Biometrics Bulletin* 1, fasc. 6 (1945): 80–83.

Yuen, Benedict, Julia Polzin, e Jillian M. Petersen. «Organ transcriptomes of the lucinid clam *Loripes orbiculatus* (Poli, 1791) provide insights into their specialised roles in the biology of a chemosymbiotic bivalve». *BMC Genomics* 20, fasc. 1 (2019): 820.

Atkinson, R. James A., e Lucas B. Eastman. «Burrow dwelling in Crustacea». In *The Natural History of the Crustacea*, vol. 2 (2015): 78–117.

Dworschak, Peter C. «The burrows of *Callianassa candida* (Olivi 1792) and *C. whitei* Sakai 1999 (Crustacea: Decapoda: Thalassinidea)». In *The Vienna School of Marine Biology: A Tribute to Jörg Ott* (2002): 63–71.

Estrada, Marta, e Dolors Vaqué. «Microbial components». In *The Mediterranean Sea: Its History and Present Challenges*. Springer (2013).

Gori, A., G. Bavestrello, J. Grinyó, C. Dominguez, S. Ambroso, e M. Bo. «Animal forests in deep coastal bottoms and continental shelf of the Mediterranean Sea». In *Marine Animal Forests* (2017): 1–27.

Neher, D. A., e B. J. Darby. «General community indices that can be used for analysis of nematode assemblages». In *Nematodes as Environmental Indicators*. CABI, Wallingford, Regno Unito (2009).

Olesen, Jørgen. «Crustacean life cycles—developmental strategies and environmental adaptations». In *The Natural History of the Crustacea: Life Histories*, vol. 5 (2018): 1–34.

Ramasamy, Santhanam. «Biology and ecology of edible marine bivalve molluscs». In *Biology and Ecology of Edible Marine Bivalve Molluscs*, a cura di R. Santhanam (2018): 15–23.

Rodriguez-Lazaro, Julio, e Francisco Ruiz-Muñoz. «A general introduction to ostracods: morphology, distribution, fossil record and applications». In *Developments in Quaternary Sciences*, vol. 17. Elsevier (2012).

Scheltema, A. M. «Mollusca: Aplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Cephalopoda». In *Mollusca: Aplacophora, Polyplacophora, Scaphopoda, Cephalopoda*, vol. 17. CSIRO Publishing (2001).

Snelgrove, P. V. R., e C. A. Butman. Animal-Sediment Relationships Revisited: Cause versus Effect. In *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, vol. 32 (1994).

Walag, A. M. P. «Understanding the World of Benthos: An Introduction to Benthology». In *Ecology and Biodiversity of Benthos*, a cura di P. S. Godson, S. G. T. Vincent e S. Krishnakumar. Elsevier, Amsterdam (2022).

Bellan-Santini, Denise, Gordon Karaman, Gertraud Krapp-Schickel, et al. The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1: Gammaridae (Acanthonotozomatidae to Gammaridae) (1982).

Bellan-Santini, Denise, G. Diviacco, G. Krapp-Schickel, e S. Ruffo. The Amphipoda of the Mediterranean. Part 2: Gammaridea (Haustoriidae to Lysianassidae) (1989).

Dame, Richard F. *Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*. CRC Press (2016).
Fauchald, Ole Kristian, e Peter A. Jumars. *The Diet of Worms: A Study of Polychaete Feeding Guilds*. Vol. 17. Aberdeen University Press, Aberdeen, Scozia (1979).

Ferreira, Maria Clarisse Silva. *Abundância e diversidade de Crustáceos dos canhões portugueses*. Tesi, Universidade de Aveiro, Portogallo (2009).

Gili, Josep Maria, Begoña Vendrell Simón, Wolf E. Arntz, Francesc Sabater, e Joandomènec Ros. *The Benthos: The Ocean's Last Boundary?* (2020).

Gosling, Elizabeth. *Bivalve Molluscs: Biology, Ecology and Culture*. John Wiley & Sons (2008).

Graham, Alastair. *Molluscs: Prosobranch and Pyramidellid Gastropods: Keys and Notes for the Identification of the Species*. Vol. 2. Brill (2023).

Gray, John S., e Michael Elliott. *Ecology of Marine Sediments: From Science to Management*. Oxford University Press (2009).

Heip, Carlo, Magda Vincx, e Guido Vranken. *The Ecology of Marine Nematodes* (1985).

Hill, J. M., S. Marzialetti, B. Pearce, e R. Newell. *Recovery of Seabed Resources Following Marine Aggregate Extraction*. Marine ALSF Science Monograph Series 2 (2011).

Ledoyer, M. *Contribution à l'étude de l'écologie de la faune vagile profonde de la Méditerranée nord-occidentale. I. Les Gammariniens (Crustacea, Amphipoda)* (1977).

Parenzan, Pietro. *Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo*. Vol. 1. Bios Taras (1970).

Rodrigues-dos-Santos-Domingues, Pedro Miguel, Rafael Forés, Philip Turk, Philip Lee, e Jose Pedro Andrade. *Mysid Culture: Lowering Costs with Alternative Diets*. Centro Oceanográfico de Vigo (2000).

Ruffo, Sandro, e Musée Océanographique. *The Amphipoda of the Mediterranean* (1989).

Salabao, Louraine. Evolution and Diversification of Amphipoda in the Polar Regions: The Case Study of Eusirus Genus. Tesi, Université de Liège, Belgio (2023).

Tebble, Norman. British Bivalve Seashells: A Handbook for Identification (1976).

Zariquiey Alvarez, Ricardo. Crustáceos decápodos ibéricos (1968).

Zuur, Alain F., Elena N. Ieno, Neil J. Walker, Anatoly A. Saveliev, e Graham M. Smith.

Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. Vol. 574. Springer (2009).

.

RINGRAZIAMENTI

Pensare che questo percorso sia giunto ad una conclusione mi fa un certo effetto. È stato un viaggio lungo, impegnativo ma bellissimo per l'esperienza vissuta, per tutto ciò che ho imparato e per le persone meravigliose che ho conosciuto e con cui ho condiviso esperienze che rimarranno per sempre nel mio cuore.

Innanzitutto, desidero ringraziare chi mi ha seguito e ha permesso il raggiungimento di questo traguardo. Mi riferisco quindi alle professoresse Cristina Misic e Anabella Covazzi Harriague: il vostro supporto ed il vostro spirito (senza dimenticare le nostre pause caffè) sono stati fondamentali nella realizzazione di questo progetto e hanno alleggerito il peso del lavoro che abbiamo svolto, non vi dimenticherò. Dopodiché, tengo a ringraziare anche i mitici Peppe ed Hervé per l'aiuto e il tempo passato tutti assieme. Anche voi avete contribuito a rendere le giornate in laboratorio meno pesanti e decisamente più divertenti.

Un grazie speciale va alla mia famiglia e, in particolare, ai miei genitori Daniela e Francesco per avermi sempre assecondato ed incoraggiato nelle mie scelte e per avermi ascoltato nei momenti di bisogno. Nessuno dei tre si sarebbe mai immaginato che sarei arrivato a questo obiettivo, per questo sono ancora più felice e fiero di avervi fatto questo regalo. Anche se non lo dimostro abbastanza, vi voglio un bene infinito.

Ringrazio tutti i colleghi, nonché amici, che l'università mi ha dato la fortuna di conoscere sia in triennale che in magistrale. Ne abbiamo fatte di cose assieme eh? Tra pandemie, DAD, scleri prima degli esami (ma anche dopo), pause caffè, aperitivi, serate, passeggiate e snorkelate, il pensiero di non vedervi più regolarmente come prima certamente mi intristisce ma, allo stesso tempo, son sicuro che i legami che abbiamo instaurato rimarranno a lungo anche se saremo tutti sparsi per il mondo.

Ringrazio tutti i miei amici più stretti a partire dalle tigri della Rovereto Duri. Siamo cresciuti assieme, abbiamo vissuto uniti tutti i traguardi del gruppo e sono quindi grato di aver aggiunto questo ulteriore tassello alla nostra storia. Spero di poterne condividere altri, sempre con voi.

Ringrazio Andrea e Lorenzo, amici fin dalla nascita (letteralmente). Vedere che il nostro legame è rimasto lo stesso fin da quando siamo bambini, mi riempie il cuore. Passando per innumerevoli camminate e tempo passato a giocare assieme (pallavolo "spettacolo" nel cuore), è bellissimo vedere che, nonostante siano passati diversi anni, siamo sempre disponibili e presenti gli uni per gli altri. Figure sempre presenti nella mia vita, spero di non perdervi mai. Vi voglio bene.

Ringrazio Vanessa e Mattia, ragazzi conosciuti per caso sul campo da pallavolo e diventati, successivamente, per me imprescindibili. Siete entrati in punta di piedi per poi mostrarvi per le splendide persone che siete e sapete che io son molto selettivo nei rapporti. Il bello dello sport è anche questo, creare legami che rimangono sia dentro che fuori dal rettangolo di gioco. Dai ritiri

fatti a Valmalenco ad oggi, è stato un susseguirsi continuo di risate a non finire, prese in giro, sostegno e amicizia smisurata che hanno permesso di unirvi e creare un legame che son certo durerà a lungo. Vi voglio bene.

Un ringraziamento speciale, in quanto persona fondamentale per me e la mia crescita, va ad Alessia. Se ora sono quel che sono, gran parte è anche merito tuo per tutto ciò che mi hai insegnato, per tutto ciò che abbiamo vissuto e per la tua anima limpida e smisurata come il mare. Nonostante ora siamo più lontani, sono grato di aver mantenuto un rapporto profondo di amicizia e rispetto e di sapere di poter contare sempre su di te (e viceversa). Ti voglio un bene gigante e ti auguro tutto il meglio possibile. Grazie per sempre Ninni.

Ringrazio anche il gruppo delle vigevanine: Camilla, Alice ed Alessia. Destino ha voluto che il mare rientrasse anche nella nostra amicizia. Grazie per tutte le risate e i momenti passati assieme, dalle spiagge liguri ai capodanni lombardi passando per feste e ricordi che porterò sempre con me. Un grazie speciale va anche ai miei nonni, Marisa con Luigi e Giovanna con Angelo. Purtroppo, il tempo che ci è stato concesso assieme è stato davvero pochissimo, se non addirittura nullo, ma sono felice nell'immaginarvi fieri di me in questo momento.

Per ultimo ringrazio me stesso (eccoci qua) in primis per aver scritto dei ringraziamenti così lunghi (cosa strabiliante ed inattesa), poi per non aver mai mollato nonostante più di una volta avrei voluto lanciare tutto per aria. Per quanto non mi piaccia autoelogiarmi, questa volta devo riconoscere di aver conseguito un risultato degno di nota, soprattutto per uno come me. Come dice Capa in una sua canzone «Non è vero che non sei capace, che non c'è una chiave». Bravo davvero.

ALLEGATI

Autunno 2023 (ind m⁻²)

Phylum	Classe/Ordine	Famiglia	Genere, specie	B5	es	B6	es	B8	es	D13	es	D14	es	D16	es
Annelida	Polychaeta	Acoetidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampharetidae		0,0	0,0	20,8	20,8	4,2	4,2	8,3	8,3	8,3	8,3	29,2	12,5
		Arenicolidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Capitellidae		75,0	25,0	120,8	4,2	8,3	0,0	70,8	45,8	95,8	45,8	8,3	8,3
		Chrysopetalidae	<i>Chrysopetalum debile</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Cirratulidae		0,0	0,0	141,7	75,0	37,5	12,5	25,0	16,7	29,2	12,5	4,2	4,2
		Cirratulidae	Ctenodrilinae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cossuridae	<i>Cossura soyeri</i>	0,0	0,0	141,7	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0
		Cytheruridae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Dorvilleidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
		Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha</i> sp.	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Eunicidae		16,7	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	54,2	20,8	4,2	4,2
		Fauveliopsidae		0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	25,0	25,0	8,3	8,3
		Flabelligeridae		0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Glyceridae		25,0	8,3	8,3	8,3	16,7	0,0	8,3	0,0	33,3	16,7	8,3	0,0
		Goniadidae		12,5	4,2	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Hesionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Iospilidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lacydoniidae	<i>Lacydonia miranda</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lumbrineridae		0,0	0,0	79,2	37,5	25,0	8,3	25,0	25,0	41,7	0,0	12,5	4,2
		Magelonidae	<i>Magelona</i> sp.	0,0	0,0	37,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Maldanidae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	4,2	29,2	12,5	4,2	4,2
		Nephtyidae		0,0	0,0	158,3	16,7	16,7	0,0	20,8	20,8	0,0	0,0	4,2	4,2
		Nereididae		4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oenonidae		4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Onuphidae		33,3	0,0	79,2	4,2	25,0	8,3	29,2	20,8	133,3	41,7	45,8	20,8
		Opheliidae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	16,7	16,7
		Orbiniidae		66,7	33,3	45,8	4,2	8,3	0,0	120,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
		Oweniidae		58,3	16,7	87,5	62,5	158,3	66,7	33,3	33,3	175,0	66,7	16,7	8,3

		Paralacydoniidae		0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	4,2	0,0	0,0
		Paraonidae		37,5	4,2	137,5	62,5	20,8	12,5	141,7	50,0	79,2	12,5	0,0	0,0
		Pectinariidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phyllodocidae		8,3	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	12,5	4,2	8,3	8,3	4,2	4,2
		Pilargidae		12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Pisionidae		0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Pectinariidae		0,0	0,0	20,8	20,8	29,2	12,5	4,2	4,2	4,2	4,2	12,5	12,5
		Poecilochaetidae		20,8	12,5	29,2	4,2	12,5	4,2	4,2	4,2	16,7	16,7	4,2	4,2
		Sabellidae		8,3	8,3	29,2	12,5	0,0	0,0	4,2	4,2	8,3	0,0	0,0	0,0
		Scalibregmatidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Serpulidae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sigalionidae		29,2	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	41,7	16,7	4,2	4,2	0,0	0,0
		Sphaerodoridae	<i>Sphaerodorum gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Spionidae		54,2	29,2	120,8	95,8	87,5	29,2	70,8	62,5	8,3	8,3	95,8	4,2
		Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Syllidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	83,3	8,3	0,0	0,0
		Terebellidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0
		Trichobranchidae		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Typhloscolecidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	8,3	12,5	4,2
		Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma (Phascolosoma) agassizii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
			<i>Phascolosoma (Phascolosoma) granulatum</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	12,5	4,2	0,0	0,0	16,7	16,7	8,3	0,0
Arthropoda/	Copepoda			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	Malacostraca	Alpheidae	<i>Athanas nitescens</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Alpheoidea	<i>Synalpheus gambarelloides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca brevicornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca ledoyeri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sarsi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca typica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Ampithoidae	<i>Ampithoe ferox</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Ampithoidae	<i>Pleonexes helleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Anthuridae	<i>Apanthura corsica</i>	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Aoridae	<i>Autonoe spiniventris</i>	25,0	16,7	12,5	12,5	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	8,3	8,3
Aoridae	<i>Microdeutopus algicola</i>	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aoridae	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	33,3	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Apseudopsis elisae</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Apseudopsis latreillii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Arcturidae	<i>Astacilla cf. dilatata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aristiidae	<i>Perrierella audouiniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Atylidae	<i>Nototropis swammerdamei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Bodotriidae	<i>Bodotria pulchella</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0
Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	4,2	4,2	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bodotriidae	<i>Iphinoe tenella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Callianassidae	<i>Gilvossius candidus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Callianassidae	<i>Necallianassa truncata</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cancridae	<i>Cancer</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caprellidae	<i>Phtisica marina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Carangoliopsidae	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	37,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Corophiidae	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	50,0	41,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Dexaminidae	<i>Dexamine spinosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Diastylidae	<i>Diastylis neapolitana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eusiridae	<i>Eusirus longipes</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Galatheidae	<i>Galathea intermedia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gammaridae	<i>Pectenogammarus foxi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gnathiidae	<i>Gnathia maxillaris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Inachidae	<i>Archaeus cranchii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Inachidae	<i>Inachus thoracicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Ischyroceridae	<i>Centraloecetes dellavallei</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	45,8	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Kamakidae	<i>Cerapopsis longipes</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0

		Leptocheliidae	<i>Chondrochelia savignyi</i>	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	4,2	4,2
		Leuconidae	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leuconidae	<i>Leucon (Leucon) mediterraneus</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leucosiidae	<i>Ebalia nox</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leucothoidae	<i>Leucothoe occulta</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Maeridae	<i>Maera grossimana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nannastacidae	<i>Cumella (Cumella) limicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nannastacidae	<i>Nannastacus longirostris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nebaliidae	<i>Nebalia strausi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Kroyera carinata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Periculodes longimanus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Pontocrates arenarius</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Synchelidium haplocheles</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	4,2	4,2	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Paguridae	<i>Cestopagurus timidus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Paraphoxus oculatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia crenulata</i>	0,0	0,0	45,8	45,8	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2	16,7	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia dellavallei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Processidae	<i>Processa edulis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Processidae	<i>Processa macrodactyla</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Stenothoidae	<i>Stenothoe elachista</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tryphosidae	<i>Hippomedon massiliensis</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tryphosidae	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Urothoidae	<i>Urothoe elegans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Urothoidae	<i>Urothoe grimaldii</i>	29,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Urothoidae	<i>Urothoe pulchella</i>	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ostracoda	Leptocytheridae	<i>Leptocythere</i> sp.	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda/ Insecta				0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cnidaria	Actiniaria			4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0

		Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Loveniidae	<i>Echinocardium cordatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura albida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Ophiuridae	<i>Ophiuroidea</i> juv	16,7	8,3	20,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	<i>Acanthocardia aculeata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Cerastoderma edule</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Carditidae	<i>Cardita aculeata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Papillicardium papillosum</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	4,2	0,0	0,0
		Corbulidae	<i>Varicorbula gibba</i>	0,0	0,0	25,0	8,3	0,0	0,0	16,7	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0
		Cuspidariidae	<i>Cardiomya costellata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lasaeidae	<i>Tellimya ferruginosa</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Loripes lacteus</i>	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	54,2	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Loripinus fragilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i>	158,3	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	570,8	179,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	0,0	0,0	83,3	41,7	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0
		Mactridae	<i>Spisula subtruncata</i>	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Mytilidae	<i>Modiolus barbatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Mytilidae	<i>Musculus discors</i>	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nuculanidae	<i>Saccella commutata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nuculidae	<i>Linucula hartvigiana</i>	4,2	4,2	16,7	0,0	16,7	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	8,3	0,0
		Semelidae	<i>Abra alba</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Semelidae	<i>Abra nitida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Semelidae	<i>Abra prismatica</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	16,7	16,7	37,5	20,8	0,0	0,0
		Semelidae	<i>Scrobicularia plana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Tellinidae	<i>Clathrotellina carnicolor</i>	91,7	91,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tellinidae	<i>Macomangulus tenuis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tellinidae	<i>Moerella donacina</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Tellinidae	<i>Moerella pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Oudardia compressa</i>	20,8	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Peronidia albicans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Serratina serrata</i>	79,2	20,8	16,7	8,3	0,0	0,0	83,3	8,3	0,0	0,0	0,0
	Thraciidae	<i>Thracia phaseolina</i>	16,7	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp..	0,0	0,0	75,0	58,3	29,2	29,2	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0
	Veneridae	<i>Callista chione</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Clausinella fasciata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0
	Veneridae	<i>Dosinia lupinus</i>	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	70,8	4,2	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Gouldia minima</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Mysia undata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Pitar rudis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	8,3
	Veneridae	<i>Timoclea ovata</i>	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	4,2	4,2	20,8	12,5	4,2
Gastropoda	Calyptraeidae	<i>Calyptraea chinensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0
	Cylichnidae	<i>Cylichna cylindracea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0
	Cystiscidae	<i>Cystiscus vidae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
	Haminoeidae	<i>Haminoea hydatis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0
	Naticidae	<i>Euspira catena</i>	8,3	8,3	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Naticidae	<i>Euspira pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0
	Naticidae	<i>Notocochlis dillwynii</i>	4,2	4,2	12,5	12,5	0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0
	Ringiculidae	<i>Ringicula auriculata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scaphopoda	Dentaliidae	<i>Antalis dentalis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis inaequicostatum</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis vulgare</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fustiariidae	<i>Fustiaria rubescens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0
	Gadilidae	<i>Cadulus jeffreysii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0
	Gadilidae	<i>Dischides cf politus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	4,2
Solenogastres			0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nematoda			37,5	12,5	8,3	8,3	29,2	4,2	70,8	4,2	20,8	4,2	4,2
Nemertea			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Turbellaria			4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Primavera 2023 (ind m⁻²)

Phylum	Classe/Ordine	Famiglia	Genere, specie	B5	es	B6	es	B8	es	D13	es	D14	es	D16	es
Annelida	Polychaeta	Acoetidae		4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	16,7	16,7	4,2	4,2
		Ampharetidae		0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	16,7	8,3
		Arenicolidae		0,0	0,0	29,2	29,2	8,3	8,3	0,0	0,0	29,2	29,2	16,7	16,7
		Capitellidae		108,3	33,3	112,5	12,5	4,2	4,2	70,8	12,5	16,7	8,3	12,5	12,5
		Chrysopetalidae	<i>Chrysopetalum debile</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	0,0	0,0
		Cirratulidae		50,0	33,3	175,0	58,3	58,3	0,0	12,5	4,2	79,2	4,2	37,5	12,5
		Cirratulidae	Ctenodrilinae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cossuridae	<i>Cossura soyeri</i>	0,0	0,0	83,3	66,7	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Dorvilleidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	12,5	12,5	0,0	0,0
		Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Eunicidae		33,3	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	70,8	12,5	20,8	4,2	4,2	4,2
		Fauveliopsidae		4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Flabelligeridae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0
		Glyceridae		54,2	4,2	20,8	4,2	12,5	4,2	54,2	4,2	41,7	25,0	20,8	4,2
		Goniadidae		45,8	20,8	12,5	12,5	4,2	4,2	20,8	4,2	8,3	0,0	8,3	0,0
		Hesionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
		Lacydoniidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lumbrineridae		8,3	8,3	91,7	8,3	25,0	8,3	8,3	0,0	33,3	8,3	12,5	12,5
		Magelonidae	<i>Magelona</i> sp.	70,8	4,2	50,0	8,3	0,0	0,0	75,0	50,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Maldanidae		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	25,0	25,0	20,8	12,5	8,3	0,0
		Nephtyidae		16,7	0,0	91,7	25,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nereididae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0
		Oenonidae		12,5	12,5	4,2	4,2	0,0	0,0	20,8	12,5	20,8	20,8	0,0	0,0
		Onuphidae		54,2	20,8	108,3	50,0	54,2	29,2	83,3	66,7	8,3	8,3	41,7	16,7
		Opheliidae		0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
		Orbiniidae		37,5	12,5	20,8	4,2	8,3	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oweniidae		50,0	33,3	20,8	20,8	8,3	0,0	58,3	16,7	58,3	25,0	25,0	16,7
		Paralacydoniidae		0,0	0,0	45,8	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	12,5	4,2	4,2
		Paraonidae		154,2	4,2	79,2	12,5	8,3	0,0	158,3	41,7	79,2	29,2	45,8	20,8

		Pectinariidae		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	12,5	20,8	12,5
		Phyllodocidae		8,3	8,3	0,0	0,0	8,3	0,0	12,5	12,5	29,2	20,8	0,0	0,0
		Pilargidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2
		Pisionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Poecilochaetidae		8,3	8,3	4,2	4,2	29,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5
		Sabellaridae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sabellidae		29,2	12,5	79,2	20,8	0,0	0,0	12,5	12,5	25,0	25,0	4,2	4,2
		Scalibregmatidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Serpulidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sigalionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sigalionidae	Pholoinae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Sphaerodoridae	<i>Sphaerodorum gracilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Spionidae		29,2	12,5	79,2	29,2	83,3	25,0	20,8	4,2	20,8	12,5	83,3	50,0
		Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Syllidae		8,3	8,3	12,5	4,2	0,0	0,0	45,8	45,8	100,0	66,7	0,0	0,0
		Terebellidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Trichobranchidae		0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	4,2	4,2	37,5	29,2	12,5	4,2
		Typhloscolecidae		0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	70,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	66,7	33,3	45,8	37,5	8,3	8,3
		Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma (Phascolosoma) agassizii</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	33,3	8,3	4,2	4,2	20,8	20,8	25,0	25,0
			<i>Phascolosoma (Phascolosoma) granulatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda/	Copepoda			8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	Malacostraca	Alpheidae	<i>Athanas nitescens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Alpheoidea	<i>Synalpheus gambarelloides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca brevicornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca ledoyeri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sarsi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	16,7	16,7
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2	12,5	12,5	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca typica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampithoidae	<i>Ampithoe ferox</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	16,7	16,7	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0
		Ampithoidae	<i>Pleonexes helleri</i>	41,7	25,0	4,2	4,2	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	4,2

Anthuridae	<i>Apanthura corsica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Aoridae	<i>Autonoe spiniventris</i>	8,3	8,3	12,5	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0
Aoridae	<i>Microdeutopus algicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aoridae	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	8,3	8,3	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Apseudidae	<i>Apseudopsis elisae</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Apseudopsis latreillii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Apseudidae	<i>Paradoxapseudes cf. intermedius</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arcturidae	<i>Astacilla cf. dilatata</i>	0,0	0,0	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Aristiidae	<i>Perrierella audouiniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Atylidae	<i>Nototropis swammerdamei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0
Atylidae	<i>Nototropis vedlomensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Bodotriidae	<i>Bodotria pulchella</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	8,3	8,3
Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Bodotriidae	<i>Iphinoe tenella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Callianassidae	<i>Gilvossius candidus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Callianassidae	<i>Necallianassa truncata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cancridae	<i>Cancer</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
Caprellidae	<i>Phtisica marina</i>	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carangoliopsidae	<i>Carangoliopsis spinulosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Corophiidae	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0
Dexaminidae	<i>Dexamine spinosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Diastylidae	<i>Diastylis neapolitana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Eusiridae	<i>Eusirus longipes</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
Galatheididae	<i>Galathea intermedia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Gammaridae	<i>Pectenogammarus foxi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gnathiidae	<i>Gnathia maxillaris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Grapsidae	<i>Planes minutus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Inachidae	<i>Archaeus cranchii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Inachidae	<i>Inachus thoracicus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0

Ischyroceridae	<i>Centraloecetes dellavallei</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Kamakidae	<i>Cerapopsis longipes</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Leptocheliidae	<i>Chondrochelia savignyi</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Leuconidae	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Leuconidae	<i>Leucon (Leucon) mediterraneus</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Leucosiidae	<i>Ebalia nux</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Leucothoidae	<i>Leucothoe occulta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Maeridae	<i>Maera grossimana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Nannastacidae	<i>Cumella (Cumella) limicola</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nannastacidae	<i>Nannastacus longirostris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Nebaliidae	<i>Nebalia abyssicola</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Kroyera carinata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Monoculodes sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Periculodes longimanus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Pontocrates arenarius</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Synchelidium haplocheles</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oedicerotidae	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Paguridae	<i>Cestopagurus timidus</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoxocephalidae	<i>Paraphoxus oculatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoxocephalidae	<i>Harpinia crenulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Phoxocephalidae	<i>Harpinia dellavallei</i>	0,0	0,0	29,2	12,5	16,7	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2
Processidae	<i>Processa edulis</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
Processidae	<i>Processa macrodactyla</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Processidae	<i>Processa macrophthalma</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Stenothoidae	<i>Stenothoe elachista</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	29,2	29,2	0,0	0,0
Tryphosidae	<i>Hippomedon massiliensis</i>	12,5	12,5	25,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tryphosidae	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urothoidae	<i>Urothoe elegans</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urothoidae	<i>Urothoe grimaldii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Urothoidae	<i>Urothoe pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cytheruridae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Ostracoda	Leptocytheridae	<i>Leptocythere</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arthropoda/ Insecta				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Chordata	Asciacea			0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Leptocardii	Branchiostomatidae	<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cnidaria	Actiniaria			4,2	4,2	12,5	4,2	0,0	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0
		Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Loveniidae	<i>Echinocardium cordatum</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura albida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiuroidea</i> juv	8,3	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	<i>Acanthocardia aculeata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Acanthocardia echinata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Cerastoderma edule</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Papillicardium papillosum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Parvicardium exiguum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0
		Corbulidae	<i>Varicorbula gibba</i>	16,7	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cuspidariidae	<i>Cardiomya costellata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Glycymeridae	<i>Glycymeris glycymeris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lasaeidae	<i>Tellimya ferruginosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>	25,0	25,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Lucinidae	<i>Loripes lacteus</i>	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Loripinus fragilis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i>	75,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	8,3	8,3	112,5	20,8	0,0	0,0	16,7	0,0	83,3	75,0	0,0	0,0
		Mactridae	<i>Spisula subtruncata</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Mytilidae	<i>Modiolus barbatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Mytilidae	<i>Musculus discors</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

	Mytilidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
	Nuculanidae	<i>Saccella commutata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
	Nuculidae	<i>Linucula hartvigiana</i>	12,5	4,2	0,0	0,0	33,3	8,3	0,0	0,0	12,5	12,5	16,7	0,0
	Semelidae	<i>Abra alba</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Semelidae	<i>Abra nitida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Semelidae	<i>Abra prismatica</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	4,2	4,2
	Semelidae	<i>Scrobicularia plana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	20,8	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Clathrotellina carnicolor</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Macomangulus tenuis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Moerella donacina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Moerella pulchella</i>	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Oudardia compressa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Peronidia albicans</i>	12,5	12,5	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Serratina serrata</i>	16,7	16,7	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thraciidae	<i>Thracia phaseolina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp..	0,0	0,0	29,2	12,5	12,5	12,5	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Callista chione</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Clausinella fasciata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Dosinia lupinus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Gouldia minima</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Mysia undata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Pitar rudis</i>	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Ruditapes decussatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Timoclea ovata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	12,5	4,2	4,2
Gastropoda	Calyptraeidae	<i>Calyptraea chinensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cylichnidae	<i>Cylichna cylindracea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cystiscidae	<i>Cystiscus vidae</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Haminoeidae	<i>Haminoea hydatis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Mangeliidae	<i>Bela</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Naticidae	<i>Euspira catena</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Naticidae	<i>Euspira pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Naticidae	<i>Notocochlis dillwynii</i>	4,2	4,2	8,3	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0

	Pyramidellidae	<i>Odostomia</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ringiculidae	<i>Ringicula auriculata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scaphopoda	Dentaliidae	<i>Antalis agile</i>	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis dentalis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis inaequicostatum</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis vulgare</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Fustiariidae	<i>Fustiaria rubescens</i>	41,7	41,7	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Gadilidae	<i>Cadulus jeffreysii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Gadilidae	<i>Dischides cf politus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solenogastres			0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7
Nematoda			12,5	12,5	0,0	0,0	25,0	8,3	16,7	16,7	45,8	12,5	12,5	12,5
Nemertea			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2
Turbellaria			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Estate 2023 (ind m⁻²)

Phylum	Classe/Ordine	Famiglia	Genere, specie	B5	es	B6	es	B8	es	D13	es	D14	es	D16	es
Annelida	Oligochaeta			0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0	0
	Polychaeta	Acoetidae		0	0	4	4	0	0	0	0	4	4	4	4
		Ampharetidae		4	4	0	0	8	0	0	0	0	0	25	8
		Arenicolidae		0	0	17	8	8	8	0	0	0	0	0	0
		Capitellidae		113	88	8	8	21	13	25	8	8	0	8	0
		Cirratulidae		96	4	463	179	413	254	4	4	46	38	104	13
		Cirratulidae	Ctenodrilinae	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cossuridae	<i>Cossura soyeri</i>	0	0	42	33	4	4	0	0	0	0	0	0
		Dorvilleidae	<i>Ophryotrocha</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Eunicidae		13	4	0	0	0	0	4	4	29	21	4	4
		Fauveliopsidae		0	0	0	0	0	0	0	0	33	33	0	0
		Flabelligeridae		0	0	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0
		Glyceridae		33	25	46	4	54	38	0	0	21	13	17	8
		Goniadidae		8	8	4	4	21	21	0	0	8	8	8	8
		Hesionidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Iospilidae		4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lacydoniidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Longosomatidae		0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lumbrineridae		21	4	54	21	17	17	4	4	38	29	13	4
		Magelonidae	<i>Magelona</i> sp.	88	13	150	33	0	0	4	4	4	4	4	4
		Maldanidae		8	0	33	25	4	4	0	0	54	29	8	8
		Nephtyidae		58	8	13	4	21	4	8	8	4	4	17	8
		Nereididae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Oenonidae		8	0	4	4	0	0	0	0	25	0	4	4
		Onuphidae		46	29	33	17	13	13	4	4	38	13	13	4
		Opheliidae		0	0	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0
		Orbiniidae		13	4	8	0	21	13	4	4	0	0	13	4
		Oweniidae		46	46	79	4	83	0	4	4	50	17	75	33

		Paralacydoniidae		0	0	46	29	21	4	8	8	13	4	0	0
		Paraonidae		79	29	250	75	38	38	25	25	13	4	21	21
		Pectinariidae		4	4	0	0	4	4	4	4	4	4	0	0
		Phyllodocidae		13	4	0	0	4	4	29	13	8	8	0	0
		Pilargidae		33	8	13	13	21	21	4	4	8	8	0	0
		Poecilochaetidae		21	21	0	0	38	4	0	0	4	4	21	13
		Sabellaridae		4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sabellidae		17	17	13	4	0	0	0	0	4	4	0	0
		Serpulidae		13	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
		Sigalionidae		0	0	0	0	0	0	17	8	4	4	0	0
		Sigalionidae	Pholoinae	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sphaerodoridae	<i>Sphaerodorum gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Spionidae		17	8	367	58	233	92	75	58	17	8	108	0
		Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	0	0	13	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Syllidae		17	17	88	4	0	0	8	8	46	46	0	0
		Terebellidae		0	0	29	13	0	0	0	0	0	0	0	0
		Trichobranchidae		0	0	0	0	4	4	0	0	8	8	4	4
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	158	8	13	13	0	0	0	0	21	13	8	8
		Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma (Phascolosoma) granulum</i>	4	4	4	4	25	8	4	4	0	0	25	0
Arthropoda/Chelicerata		Nymphonidae	<i>Nymphon brevirostre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda/	Copepoda			0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Crustacea	Malacostraca	Alpheidae	<i>Alpheus glaber</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sarsi</i>	0	0	8	8	8	0	0	0	8	8	8	8
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca typica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
		Ampithoidae	<i>Ampithoe ferox</i>	0	0	0	0	13	13	0	0	0	0	0	0
		Ampithoidae	<i>Cymadusa crassicornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
		Ampithoidae	<i>Pleonexes helleri</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Anthuridae	<i>Apanthura corsica</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	8
		Aoridae	<i>Autonoe spiniventris</i>	17	8	0	0	4	4	83	83	4	4	0	0
		Apseudidae	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	25	25	17	17	0	0	108	83	0	0	0	0

Apseudidae	<i>Apseudopsis elisae</i>	0	0	29	21	0	0	0	0	0	0	4	4
Atylidae	<i>Nototropis guttatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
Bodotriidae	<i>Bodotria pulchella</i>	0	0	17	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Bodotriidae	<i>Eocuma ferox</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	0	0	4	4	0	0	21	13	0	0	0	0
Bodotriidae	<i>Iphinoe tenella</i>	0	0	4	4	0	0	4	4	0	0	0	0
Callianassidae	<i>Callianassa subterranea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Caprellidae	<i>Phthisica marina</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corophiidae	<i>Leptocheirus mariae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Corophiidae	<i>Medicorophium runcicorne</i>	13	13	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Eriopisidae	<i>Eriopisa elongata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Gnathiidae	<i>Gnathia maxillaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i>	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
Ischyroceridae	<i>Centraloecetes dellavallei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kamakidae	<i>Cerapopsis longipes</i>	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0	4	4
Leptocheliidae	<i>Chondrochelia savignyi</i>	0	0	33	8	0	0	0	0	0	0	0	0
Leuconidae	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
Leucothoidae	<i>Leucothoe serraticarpa</i>	0	0	4	4	0	0	25	8	0	0	0	0
Leucothoidae	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	8	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Lysianassidae	<i>Lysianassa costae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0
Maeridae	<i>Maera grossimana</i>	0	0	0	0	8	0	0	0	8	8	0	0
Nannastacidae	<i>Nannastacus longirostris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Nannastacidae	<i>Campylaspis glabra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oedicerotidae	<i>Monoculodes gibbosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
Oedicerotidae	<i>Pontocrates altamarinus</i>	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	13	13	0	0
Paguridae	<i>Pagurus chevreuxi</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Phoxocephalidae	<i>Harpinia dellavallei</i>	0	0	38	13	8	8	0	0	0	0	4	4
Phoxocephalidae	<i>Metaphoxus</i> sp.	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	4	4
Processidae	<i>Processa macrodactyla</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Processidae	<i>Processa macrophthalma</i>	0	0	21	21	0	0	0	0	0	0	8	8

		Processidae	<i>Processa</i> sp.	0	0	0	0	4	4	0	0	8	8	0	0
		Tryphosidae	<i>Hippomedon massiliensis</i>	0	0	13	4	0	0	17	8	0	0	0	0
		Tryphosidae	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
		Tryphosidae	<i>Lysianella dellavallei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Upogebiidae	<i>Upogebia pusilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
		Upogebiidae	<i>Upogebia tipica</i>	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0
		Urothoidae	<i>Urothoe pulchella</i>	0	0	0	0	4	4	13	13	0	0	0	0
	Ostracoda	Leptocytheridae	<i>Leptocythere</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		indet.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caudofoveata				0	0	25	17	13	4	0	0	0	0	17	0
Cnidaria	Actiniaria			0	0	4	4	0	0	8	8	0	0	0	0
Echinodermata	Asteroidea	Asterinidae	<i>Asterina</i> sp. juv.	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
		Astropectinidae	<i>Astropecten</i> sp.	13	13	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ophiuroidea	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4	0	0
		Amphiuridae	<i>Amphiura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Loveniidae	<i>Echinocardium cordatum</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
		Ophiuridae	<i>Ophiura ophiura</i>	0	0	0	0	0	0	29	29	0	0	0	0
		Ophiuridae	<i>Ophiuroidea</i> juv	21	21	29	13	0	0	21	21	25	0	0	0
Mollusca	Bivalvia	Arcidae	<i>Tetarca tetragona</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8	0	0
		Cardiidae	<i>Acanthocardia echinata</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cardiidae	<i>Cerastoderma edule</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
		Cardiidae	<i>Papillicardium minumum</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Cardiidae	<i>Papillicardium papillosum</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	21	4	0	0
		Corbulidae	<i>Varicorbula gibba</i>	4	4	0	0	0	0	58	0	8	0	17	8
		Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	0	0	8	0	0	0	25	0	0	0	0	0
		Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Lucinidae	<i>Loripes lacteus</i>	4	4	17	8	0	0	250	75	0	0	4	4
		Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i>	33	8	0	0	0	0	788	129	0	0	0	0
		Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	25	17	67	8	0	0	0	0	21	4	0	0
		Mactridae	<i>Spisula subtruncata</i>	13	4	0	0	0	0	50	17	0	0	0	0
		Nuculanidae	<i>Saccula commutata</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	8	8

	Nuculidae	<i>Linucula hartvigiana</i>	13	4	4	4	29	4	4	4	8	8	13	4
	Pharidae	<i>Phaxas pellucidus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Semelidae	<i>Abra alba</i>	0	0	13	13	0	0	21	21	8	8	0	0
	Semelidae	<i>Abra prismatica</i>	4	4	0	0	0	0	38	21	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Bosemprella incarnata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Macomangulus tenuis</i>	83	0	0	0	0	0	317	267	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Moerella donacina</i>	0	0	0	0	0	0	25	25	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Moerella pulchella</i>	13	13	0	0	0	0	29	29	4	4	0	0
	Tellinidae	<i>Oudardia compressa</i>	0	0	0	0	0	0	46	29	0	0	0	0
	Tellinidae	<i>Peronidia albicans</i>	13	13	0	0	0	0	67	67	0	0	4	4
	Tellinidae	<i>Serratina serrata</i>	17	8	0	0	0	0	88	71	0	0	0	0
	Thraciidae	<i>Thracia phaseolina</i>	8	0	0	0	0	0	13	4	0	0	0	0
	Thyasiridae	<i>Axinulus alleni</i>	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	0
	Thyasiridae	<i>Thyasira biplicata</i>	0	0	67	33	0	0	0	0	0	0	8	0
	Ungulinidae	<i>Diplodonta brocchi</i>	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ungulinidae	<i>Microstagon trigonum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
	Veneridae	<i>Clausinella fasciata</i>	0	0	0	0	0	0	17	8	0	0	0	0
	Veneridae	<i>Dosinia lupinus</i>	0	0	0	0	0	0	54	38	0	0	0	0
	Veneridae	<i>Pitar rudis</i>	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Veneridae	<i>Timoclea ovata</i>	21	21	38	29	0	0	0	0	25	17	0	0
Gastropoda	Naticidae	<i>Notocochlis dillwynii</i>	13	13	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pyramidellidae	<i>Odostomia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Raphitomidae	<i>Raphitoma purpurea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ringiculidae	<i>Ringicula auriculata</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Scaphopoda	Dentaliidae	<i>Antalis agile</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0
	Dentaliidae	<i>Antalis dentalis</i>	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dentaliidae	<i>Antalis inaequicostatum</i>	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dentaliidae	<i>Antalis vulgare</i>	71	71	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
	Dentaliidae	<i>Antalis</i> sp.	46	46	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
	Pulsellidae	<i>Pulsellum</i> cf. <i>lofotense</i>	0	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Nematoda			0	0	25	8	13	13	13	13	8	0	8	8

Nemertea	4	4	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0
Totale	1504	429	2358	233	1233	492	2538	521	775	67	671	13

Autunno 2024 (ind m⁻²)

Phylum	Classe/ Ordine	Famiglia	Genere, specie	B5	es	B6	es	B8	es	D13	es	D14	es	D16	es
Annelida	Polychaeta	Acoetidae		16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	16,7	8,3	4,2	4,2
		Ampharetidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Amphinomidae	<i>Eurythoe complanata</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Arenicolidae		4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Capitellidae		54,2	20,8	16,7	0,0	0,0	0,0	108,3	108,3	4,2	4,2	12,5	12,5
		Cirratulidae		0,0	0,0	37,5	12,5	4,2	4,2	12,5	12,5	0,0	0,0	12,5	12,5
		Cossuridae	<i>Cossura soyeri</i>	0,0	0,0	33,3	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Dorvilleidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	8,3	8,3	0,0	0,0
		Eunicidae		70,8	45,8	4,2	4,2	8,3	0,0	95,8	45,8	20,8	20,8	0,0	0,0
		Flabelligeridae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Glyceridae		4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	12,5	16,7	8,3	4,2	4,2
		Goniadidae		25,0	25,0	4,2	4,2	4,2	4,2	29,2	12,5	4,2	4,2	0,0	0,0
		Lumbrineridae		25,0	25,0	12,5	4,2	4,2	4,2	33,3	25,0	16,7	8,3	0,0	0,0
		Magelonidae	<i>Magelona sp.</i>	4,2	4,2	8,3	8,3	0,0	0,0	20,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Maldanidae		25,0	25,0	8,3	8,3	4,2	4,2	29,2	29,2	20,8	12,5	0,0	0,0
		Nephtyidae		54,2	12,5	33,3	25,0	4,2	4,2	25,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0
		Nereididae		0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oeononidae		8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Onuphidae		158,3	8,3	62,5	29,2	16,7	0,0	187,5	45,8	41,7	25,0	12,5	12,5
		Opheliidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Orbiniidae		37,5	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	12,5	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oweniidae		12,5	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	25,0	25,0	8,3	8,3	4,2	4,2
		Paralacydoniidae		4,2	4,2	25,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	16,7	0,0	0,0
		Paraonidae		25,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	20,8	37,5	37,5	4,2	4,2
		Pectinariidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2
		Phyllodocidae		33,3	16,7	12,5	12,5	0,0	0,0	12,5	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0
		Pilargidae		4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7	8,3	8,3	0,0	0,0
		Poecilochaetidae		8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sabellidae		4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0

		Spionidae		4,2	4,2	20,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Syllidae		16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	16,7	33,3	8,3	0,0	0,0
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon</i> (<i>Aspidosiphon</i>) <i>muelleri muelleri</i> <i>Phascolosoma</i> (<i>Phascolosoma</i>) <i>agassizii</i>	41,7	16,7	4,2	4,2	4,2	4,2	12,5	12,5	4,2	4,2	25,0	25,0
		Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma</i> (<i>Phascolosoma</i>) <i>granulatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	8,3	8,3
				0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	29,2	4,2	33,3	16,7
Arthropoda/	Hexapoda			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	Malacostraca	Alpheidae	<i>Alpheus glaber</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sarsi</i>	0,0	0,0	12,5	12,5	12,5	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampithoidae	<i>Pleonexes helleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	8,3	8,3
		Apseudidae	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Apseudidae	<i>Apseudopsis elisae</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	12,5
		Bodotriidae	<i>Bodotria pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bodotriidae	<i>Cumopsis goodsir</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Callianassidae	<i>Necallianassa truncata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Caprellidae	<i>Phtisica marina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Diastylidae	<i>Diastylis neapolitana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Gnathiidae	<i>Gnathia maxillaris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leptocheliidae	<i>Chondrochelia savignyi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0
		Leuconidae	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leucothoidae	<i>Leucothoe serraticarpa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Maeridae	<i>Maera grossimana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
		Oedicerotidae	<i>Perioculodes longimanus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0

		Paguridae	larva	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia dellavallei</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia pectinata</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Processidae	<i>Processa edulis</i>	0,0	0,0	16,7	16,7	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Processidae	<i>Processa</i> sp.	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Squillidae	<i>Rissoides desmaresti</i>	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Squillidae	<i>Squilla mantis</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caudofoveata				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	16,7	12,5	4,2	0,0	0,0
		Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Amphiuridae	<i>Amphiura</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Ophiuridae	<i>Ophiura</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiuroidea</i> juv	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	<i>Acanthocardia echinata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2
		Cardiidae	<i>Papillicardium papillosum</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	8,3	8,3	0,0	0,0
		Corbulidae	<i>Varicorbula gibba</i>	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cuspidariidae	<i>Cardiomya costellata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
		Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lasaeidae	<i>Tellimya ferruginosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Loripes lacteus</i>	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i>	20,8	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Lucinoma borealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	29,2	29,2	62,5	54,2	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0
		Mactridae	<i>Spisula subtruncata</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Nuculanidae	<i>Saccella commutata</i>	4,2	4,2	8,3	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	12,5	4,2
		Nuculidae	<i>Linucula hartvigiana</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	8,3
		Semelidae	<i>Abra alba</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
		Semelidae	<i>Abra prismatica</i>	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Semelidae	<i>Scrobicularia plana</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2
		Tellinidae	<i>Macomangulus tenuis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tellinidae	<i>Moerella pulchella</i>	12,5	12,5	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0

	Tellinidae	<i>Oudardia compressa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Serratina serrata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thraciidae	<i>Thracia phaseolina</i>	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Axinulus allenii</i>	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Thyasira biplicata</i>	0,0	0,0	37,5	37,5	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Thyasira subovata</i>	0,0	0,0	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Pitar rudis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Timoclea ovata</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0
Gastropoda	Nassariidae	<i>Tritia incrassata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	Naticidae	<i>Notocochlis dillwynii</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2
	indet.		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Nudibranchia			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Scaphopoda	Dentaliidae	<i>Antalis dentalis</i>	0,0	0,0	4,2	4,2	4,2	4,2	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis vulgare</i>	8,3	8,3	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dentaliidae	<i>Antalis</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2
	Fustiariidae	<i>Fustiaria rubescens</i>	8,3	8,3	16,7	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	8,3	0,0	0,0
	Gadiidae	<i>Dischides cf politus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Nematoda			0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,2	0,0	0,0	16,7	8,3	0,0	0,0
totale			850,0	41,7	570,8	170,8	116,7	33,3	895,8	545,8	454,2	187,5	208,3	58,3

Primavera 2025 (ind. m⁻²)

Phylum	Classe/ Ordine	Famiglia	Genere, specie	B5	es	B6	es	B8	es	D13	es	D14	es	D16	es
Annelida		Ampharetidae		0,0	0,0	8,3	5,9	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	5,9
		Capitellidae		16,7	5,9	33,3	11,8	37,5	14,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cirratulidae		45,8	8,8	95,8	20,6	50,0	11,8	0,0	0,0	4,2	2,9	33,3	5,9
		Cossuridae	<i>Cossura soyeri</i>	0,0	0,0	33,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Dorvilleidae		0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	17,7	0,0	0,0
		Eunicidae		8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Flabelligeridae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Glyceridae		91,7	11,8	33,3	11,8	16,7	5,9	16,7	5,9	25,0	0,0	12,5	2,9
		Goniadidae		8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lacydoniidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lumbrineridae		50,0	5,9	75,0	23,6	20,8	2,9	4,2	2,9	8,3	0,0	0,0	0,0
		Magelonidae	<i>Magelona sp.</i>	50,0	17,7	8,3	5,9	4,2	2,9	4,2	2,9	12,5	2,9	0,0	0,0
		Maldanidae		4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	37,5	26,5	0,0	0,0
		Nephtyidae		45,8	20,6	116,7	29,5	4,2	2,9	0,0	0,0	8,3	0,0	8,3	5,9
		Nereididae		20,8	14,7	0,0	0,0	12,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oeonidae		16,7	5,9	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Onuphidae		179,2	44,2	158,3	47,1	12,5	8,8	4,2	2,9	425,0	41,2	8,3	5,9
		Opheliidae		0,0	0,0	8,3	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Orbiniidae		0,0	0,0	12,5	2,9	8,3	5,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Oweniidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Paralacydoniidae		12,5	2,9	29,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0
		Paraonidae		12,5	2,9	45,8	26,5	0,0	0,0	29,2	20,6	4,2	2,9	4,2	2,9
		Pectinariidae		4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phyllodocidae		8,3	0,0	12,5	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	29,2	2,9	0,0	0,0
		Pilargidae		8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Poecilochaetidae		4,2	2,9	8,3	0,0	25,0	17,7	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9
		Sabellidae		4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sigalionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	8,3	5,9	0,0	0,0
		Spionidae		8,3	0,0	45,8	8,8	66,7	5,9	16,7	0,0	0,0	0,0	41,7	17,7

		Sternaspidae	<i>Sternaspis scutata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Syllidae		0,0	0,0	8,3	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	41,7	0,0	0,0	0,0
		Terebellidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0
		Trichobranchidae		0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	5,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	25,0	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	5,9
		Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma (Phascolosoma) granulatum</i>	8,3	0,0	4,2	2,9	37,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9
Arthropoda/	Copepoda			0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Crustacea	Malacostraca	Alpheidae	<i>Alpheus glaber</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca brevicornis</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca pseudosarsi</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca sarsi</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ampeliscidae	<i>Ampelisca tenuicornis</i>	4,2	2,9	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0
		Amphilochidae	<i>Amphilochus planierensis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Aoridae	<i>Autonoe spiniventris</i>	33,3	17,7	8,3	5,9	0,0	0,0	4,2	2,9	16,7	11,8	0,0	0,0
		Aoridae	<i>Microdeutopus armatus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0
		Apseudinae	<i>Apseudopsis elisae</i>	33,3	23,6	45,8	14,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Bathyporeiidae	<i>Bathyporeia phaiophthalmia</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bodotriidae	<i>Bodotria arenosa</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bodotriidae	<i>Bodotria scorioides</i>	8,3	5,9	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Caprellidae	<i>Phtisica marina</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
		Cirolanidae	<i>Eurydice pulchra</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	8,3	5,9	8,3	0,0	0,0	0,0
		Corophiidae	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Corophiidae	<i>Medicorophium runcicorne</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Epimeriidae	<i>Epimeria (Epimeria) cornigera</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Galatheididae	<i>Galathea strigosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Goneplacidae	<i>Goneplax rhomboides</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ischyroceridae	<i>Centraloecetes dellavallei</i>	12,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Leucothoidae	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Liljeborgiidae	<i>Idunella cf. excavata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Liljeborgiidae	<i>Liljeborgia (Liljeborgia) dellavallei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0

		Maeridae	<i>Maera grossimana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	2,9	0,0	0,0
		Maeridae	<i>Othomaera schmidtii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Mysidae	<i>Gastrosaccus sanctus</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0
		Mysidae	<i>Leptomysis buergii</i>	8,3	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Nannastacidae	<i>Cumella (Cumella) limicola</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Photidae	<i>Megamphopus cornutus</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia crenulata</i>	4,2	2,9	33,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia dellavallei</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia pectinata</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Harpinia</i> sp.	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Metaphoxus fultoni</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Phoxocephalidae	<i>Metaphoxus simplex</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Processidae	<i>Processa edulis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Sergestidae	<i>Eusergestes arcticus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Stenothoidae	<i>Stenothoe marina</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tryphosidae	<i>Hippomedon massiliensis</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tryphosidae	<i>Hippomedon</i> sp.	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tryphosidae	<i>Lysianella dellavallei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Urothoidae	<i>Urothoe grimaldii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Larva decapodi		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
Echinodermata	Ophiuroidea	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	2,9	0,0	0,0
		Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9
		Amphiuridae	<i>Amphiura</i> sp.juv.	8,3	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0
		Amphiuridae	<i>Amphipholis</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Asterinidae	<i>Asterina</i> sp.juv.	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura ophiura</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Ophiuridae	<i>Ophiura</i> sp.juv.	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
Mollusca	Bivalvia	Cardiidae	<i>Papillicardium papillosum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cuspidariidae	<i>Cardiomya costellata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0

	Gouldiinae	<i>Gouldia minima</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
	Lucinidae	<i>Ctena decussata</i>	8,3	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Lucinidae	<i>Loripes orbiculatus</i>	58,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	Lucinidae	<i>Lucinella divaricata</i>	25,0	11,8	8,3	5,9	12,5	8,8	79,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	37,5	2,9	112,5	32,4	4,2	2,9	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0
	Mactridae	<i>Spisula subtruncata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nuculanidae	<i>Saccella commutata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>	12,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nuculidae	<i>Nucula sulcata</i>	20,8	14,7	41,7	17,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	8,8
	Pharidae	<i>Phaxas pellucidus</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Psammobiidae	<i>Gari fervensis</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Semelidae	<i>Abra prismatica</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Bivalve indet.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Macomangulus tenuis</i>	16,7	5,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Moerella distorta</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Oudardia compressa</i>	4,2	2,9	12,5	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tellinidae	<i>Tellina sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Parathyasira granulosa</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Thyasiridae	<i>Thyasira flexuosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Veneridae	<i>Pitar rudis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
	Scaphopoda	Dentaliidae	<i>Antalis sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0
Nematoda			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9
totale			966,7	76,6	1141,7	29,5	487,5	73,7	262,5	2,9	841,7	5,9	208,3	23,6

Estate 2025 (ind. m⁻²)

Phylum/ Sub phylum	Classe/ Ordine	Famiglia	Specie	B5		B6		B8		D13		D14		D16	
				media	es	media	es	media	es	media	es	media	es	media	es
Annelida		Ampharetidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	12,5	8,8
		Capitellidae		8,3	5,9	8,3	0,0	0,0	0,0	291,7	170,9	4,2	2,9	0,0	0,0
		Cirratulidae		29,2	14,7	16,7	5,9	25,0	17,7	0,0	0,0	20,8	2,9	50,0	23,6
		Cossuridae		0,0	0,0	20,8	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	2,9	0,0	0,0
		Dorvellidae		0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Eunicidae		12,5	8,8	8,3	5,9	4,2	2,9	0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0
		Fauveliopsidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Glyceridae		20,8	14,7	12,5	2,9	16,7	11,8	4,2	2,9	20,8	8,8	29,2	2,9
		Gonionidae		8,3	5,9	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Lumbrineridae		8,3	5,9	4,2	2,9	20,8	14,7	4,2	2,9	4,2	2,9	8,3	5,9
		Magelonidae		20,8	14,7	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Maldanidae		4,2	2,9	12,5	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	25,0	5,9	0,0	0,0
		Nephtyidae		29,2	20,6	29,2	8,8	4,2	2,9	0,0	0,0	16,7	5,9	4,2	2,9
		Oeonidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,5	20,6	4,2	2,9
		Onuphidae		50,0	35,4	54,2	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	53,0	0,0	0,0
		Ophelidae		0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Orbiniidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	2,9
		Paralacydonidae		0,0	0,0	16,7	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	58,3	11,8	0,0	0,0
		Paraonidae		12,5	8,8	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0
		Phyllodocidae		12,5	8,8	8,3	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	12,5	2,9	0,0	0,0
		Poecilochaetidae		4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	8,3	0,0	16,7	0,0
		Priapulidae		4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Sabellidae		0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Serpulidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Sigalionidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Spionidae		8,3	5,9	4,2	2,9	12,5	8,8	12,5	2,9	20,8	8,8	25,0	11,8
		Sternapsidae		0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0

Mollusca		Syllidae		8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	8,8	41,7	5,9	4,2	2,9
		Terebellidae		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
	Sipuncula	Aspidosiphonidae	<i>Aspidosiphon (Aspidosiphon) muelleri muelleri</i>	16,7	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
			<i>Phascolosoma (phascolosoma) agassizii</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0
		Phascolomatidae	<i>Phascolosoma (phascolosoma) stephensoni</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	20,8	8,8
	Caudofoveat			0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
	Lucinida	Lucinidae	<i>Myrtea spinifera</i>	25,0	11,8	37,5	2,9	0,0	0,0	16,7	11,8	45,8	20,6	0,0	0,0
			<i>Ctena decussata</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Thyasiridae	<i>Thyasira sarsii</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	14,7
	Nuculida	Cuspidariidae	<i>Cardiomya costellata</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Venerida	Nuculidae	<i>Nucula sulcata</i>	25,0	5,9	20,8	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	8,3	0,0
	Littorinimorph	Veneridae	<i>Polititapes aureus</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Naticidae	<i>Notocochlis dillwyni</i>	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Dentaliida		<i>Euspira nitida</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0
		Dentaliidae	<i>Antalis dentalis</i>	12,5	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cardiida		<i>Antalis panorma</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Fustiariidae	<i>Pseudantalis rubescens</i>	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Tellinidae	<i>Serratina serrata</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Moerella pulchella</i>	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Oudardia compressa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Macomangulus tenuis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2	20,6	0,0	0,0	0,0	0,0
		Cardiidae	<i>Fulvia laevigata</i>	8,3	5,9	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Acanthocardia echinata</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Nuculanida		<i>Cerastoderma edule</i>	12,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Arcida		<i>Papillicardium minimum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Venerida	Nuculanidae	<i>Saccella commutata</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
		Arcidae	<i>Bathyarca glacialis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Veneridae	<i>Venus casina</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Arthropoda/ Crustacea	Myida	Corbuliidae	<i>Varicorbula gibba</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
	Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus glaber</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Athanas nitescens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0
		Paguridae	<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Anapagurus bicorniger</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	11,8	0,0	0,0
		Callianassidae	<i>Necallianassa truncata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Processoidea	<i>Processa elegantula</i>	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Processa edulis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0
		Upogebiidae	<i>Upogebia</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9
	Amphipoda	Lysianassida-Ampeliscidae	<i>Ampelisca typica</i>	0,0	0,0	12,5	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	4,2	2,9
			<i>Ampelisca tenuicornis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0
			<i>Ampelisca</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
		Lysianassida-Uristidae	<i>Tmetonyx nardonis</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lysianassida-Tryphosidae	<i>Hippomedon massiliensis</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Lysianassida-Phoxocephalidae	<i>Harpinia crenulata</i>	8,3	5,9	0,0	0,0	12,5	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Corophiida-Aoridae	<i>Autonoe spiniventris</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Corophiida-Corophiidae	<i>Medicorophium rotundirostre</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Leptocheirus bispinosus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
		Corophiida-Amphitoidae	<i>Ampithoe ferox</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Pleonexes helleri</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0
		Maeridae	<i>Maera sodalis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Monoculodes</i> sp juv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Cumacea	Caprellidae	<i>Phtisica marina</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Pseudocuma (pseudocuma) longicorne</i> juv	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		Bodotriidae	<i>Iphinoe serrata</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Bodotria pulchella</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Tanaidacea	Leuconidae	<i>Leucon (Epileucon) longirostris</i>	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Apseudopsis elisae</i>	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
			<i>Apseudopsis acutifrons</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0
	Isopoda	Cirolanidae	<i>Natatolana borealis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

		Anthuridae	<i>Apanthura corsica</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,8	2,9	4,2	2,9
		Arcturidae	indet.	4,2	2,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Echinodermata	Ophiurida	Ophiuridae	<i>Ophiura ophiura</i>	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			juv.	8,3	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	12,5	8,8	0,0	0,0
			indet.	4,2	2,9	4,2	2,9	0,0	0,0	4,2	2,9	20,8	2,9	0,0	0,0
	Amphilepidida	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			<i>Amphiura filiformis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	33,3	5,9	0,0	0,0
	Paxillosida		<i>Astropecten</i> sp juv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,9	0,0	0,0
Nematoda				0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	2,1	37,5	2,9	8,3	0,0	4,2	2,9
tot				475,0	141,4	362,5	26,5	191,7	23,6	466,7	94,3	666,7	64,8	283,3	58,9