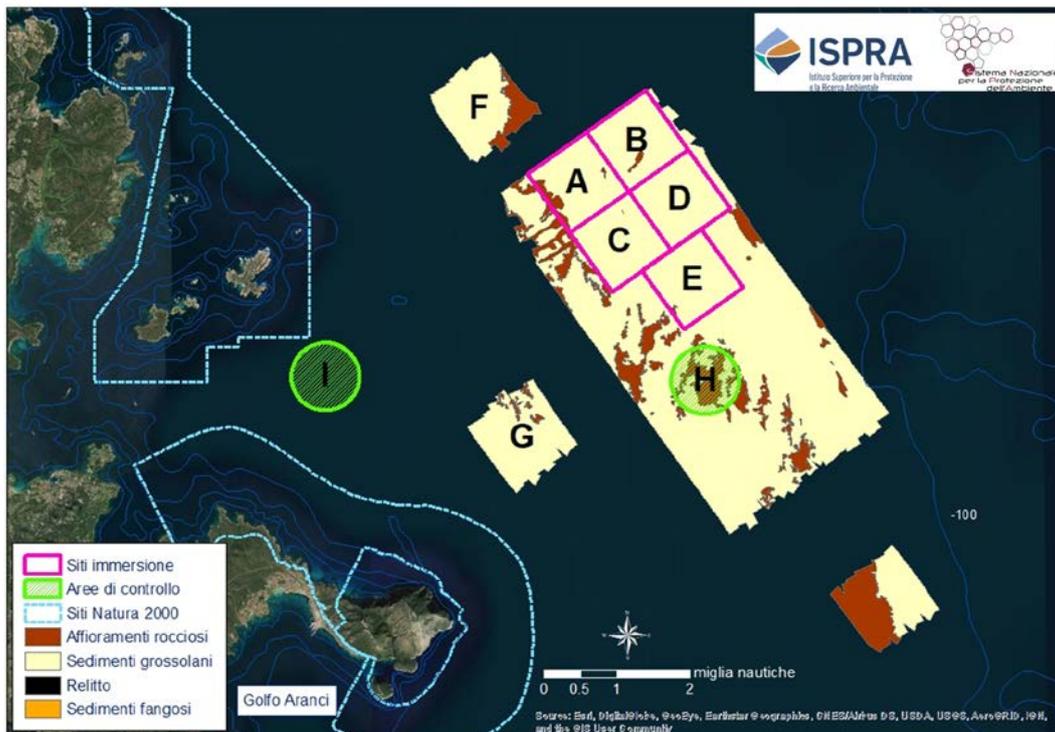


Report n.3

CARATTERIZZAZIONE DEL SITO DI IMMERSIONE DEI SEDIMENTI DA DRAGARE NEL PORTO DI OLBIA

Convenzione ISPRA - AdSP del Mar di Sardegna: “*Studio della compatibilità ambientale della movimentazione dei fondali e salvaguardia delle aree sensibili nel golfo di Olbia*”



Responsabile convenzione: *David Pellegrini*

Relazione a cura di:

Matteo Colombo, Silvia Giuliani, Lorenzo Morroni, David Pellegrini,

Maria Elena Piccione, Margherita Secci

Ottobre 2023

HANNO COLLABORATO

ISPRA Livorno

ECOTOSSICOLOGIA, GRANULOMETRIA, CHIMICA INORGANICA E SOSTANZA ORGANICA

Isabella Buttino, Gianluca Chiaretti (Roma), Stefano Ferrari, Silvia Giuliani, Simona Macchia, Lorenzo Morroni, Fabiano Pilato, Davide Sartori, Alice Scuderi, Valentina Vitiello

ELABORAZIONE CARTOGRAFICA

Maria Elena Piccione

INDAGINE DEGLI HABITAT DI FONDO DURO TRAMITE ROV

Silvia Giuliani, Michela Angiolillo (Roma), Lorenzo Rossi (Roma)

ISPRA Roma

POPOLAMENTI MACROZOOBENTONICI

Tiziano Bacci, Fabio Bertasi, Laura Grossi, Barbara La Porta, Loretta Lattanzi, Veronica Marusso, Salvatore Porrello, Monica Targusi, Paolo Tomassetti, Danilo Vani

ARPA Sardegna

IPA, PCB, PESTICIDI

Roberto Dessì, Stefano Derrù, Paola Madau

Sommario

Sommario	3
Premessa.....	4
Capitolo 1 – Campionamento	6
Capitolo 2 - Materiali e metodi di analisi	11
2.1 Analisi fisiche – granulometria	11
2.2. Analisi ecotossicologiche - saggi biologici	11
2.3 Analisi chimiche.....	17
Capitolo 3 - Risultati	19
3.1 Caratteristiche granulometriche	19
3.2 Analisi ecotossicologiche - saggi biologici	20
3.3 Analisi chimiche.....	25
Capitolo 4 - Conclusioni preliminari	31
ALLEGATO 1 - Descrizione macroscopica campioni	
ALLEGATO 2 - Relazione Benthos	
ALLEGATO 3 - Indagine degli habitat di fondo duro tramite ROV	
ALLEGATO 4 - Rapporti di Prova (analisi granulometriche)	
ALLEGATO 5 - Rapporti di Prova (PCB, Pesticidi e IPA)	

Premessa

In previsione delle attività di dragaggio del porto di Olbia, l'AdSP del Mar di Sardegna ha stipulato nel settembre 2018 una convenzione con ISPRA che prevede il supporto tecnico scientifico per diverse attività, fra le quali l'individuazione e la caratterizzazione di un'area di immersione oltre le tre miglia nautiche dalla costa, nella quale dovranno essere conferiti i volumi di sedimento da dragare ritenuti idonei.

Secondo quanto previsto nel documento “STUDIO DI FATTIBILITÀ DELL'AREA DI IMMERSIONE DEI SEDIMENTI DA DRAGARE NEL PORTO DI OLBIA” (ISPRA, luglio 2021), successivamente all'acquisizione dei dati sull'area vasta e all'individuazione dello specifico sito di immersione dei sedimenti che dovranno essere dragati nel porto di Olbia, è stata effettuata la caratterizzazione del sito, per confermarne l'idoneità e porre le basi per le successive indagini di monitoraggio ambientale, *ante*, durante e *post operam*.

Il presente report riporta i risultati della caratterizzazione, condotta secondo le indicazioni tecniche indicate nell'Allegato tecnico al DM 173/2016. Le attività di caratterizzazione, nei siti di immersione e nelle aree scelte come controllo, sono state eseguite da ISPRA con la collaborazione dell'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna (ARPAS), che si è occupata anche delle analisi dei contaminanti organici.

Lo studio ha previsto, in particolare, l'esecuzione di indagini geomorfologiche sui fondali, chimico-fisiche ed ecotossicologiche sui sedimenti, nonché l'analisi dei popolamenti macrozoobentonici dei fondi mobili.

L'analisi dei popolamenti ittici demersali, inserita nello Studio di fattibilità ISPRA sopra citato, nel quale sono state riportate le informazioni desunte dalla letteratura, verrà completata con l'esecuzione di una campagna di pesca da effettuare nel corso della fase *ante operam* del monitoraggio.

A completamento delle indagini previste dall'Allegato tecnico al DM173/2016 condotte da ISPRA, al fine di definire le caratteristiche correntometriche e idrologiche, AdSP ha incaricato rispettivamente il Dipartimento di Scienze della Terra, dell'Ambiente e della Vita (DISTAV) dell'Università di Genova e DHI di svolgere i seguenti studi, propedeutici all'attività di immersione dei sedimenti ed al relativo monitoraggio:

- Attività di ricerca su torbidità, parametri chimico-fisici della colonna d'acqua e correnti nell'area a nord di Golfo Aranci (DISTAV)

- Studio meteomarinario e modellazione della dispersione dei sedimenti durante la fase di conferimento (DHI).

La documentazione ISPRA della presente relazione riguarda quindi prioritariamente la valutazione qualitativa dei fondali del sito di immersione e delle aree limitrofe di controllo.

Nei laboratori ISPRA di Livorno sono stati eseguiti i saggi biologici, l'analisi degli elementi in tracce, le analisi granulometriche e della sostanza organica.

ARPAS ha eseguito, con la Rete dei Laboratori Agenziale, le analisi di idrocarburi (IPA e idrocarburi totali) e pesticidi presso il laboratorio di Sassari e di policlorobifenili (PCB) presso il laboratorio di Cagliari.

L'intero studio dei popolamenti macrozoobentonici di fondo molle, comprensivo della descrizione dei materiali e metodi, dei risultati e delle conclusioni, è riportato in **Allegato 2**, ed è stato effettuato presso i laboratori ISPRA di Roma.

Riguardo alla verifica della presenza di specie di interesse conservazionistico su formazioni rocciose presenti nell'area vasta (paragrafo 3.1.1 Allegato tecnico al DM173/2016), si rimanda allo specifico **Allegato 3** della presente relazione.

Capitolo 1 – Campionamento

La campagna di caratterizzazione del sito di immersione, finalizzata allo studio dei sedimenti superficiali e dei popolamenti macrozoobentonici di fondo mobile, è stata effettuata nei giorni 27-29 luglio 2021, utilizzando una benna Van Veen da 20 litri, calata da una motonave messa a disposizione dall'AdSP.

In Figura 1 si riportano l'ubicazione delle 7 sub aree di campionamento indagate, mentre in Figura 2 vengono evidenziate le stazioni per il campionamento dei sedimenti superficiali destinati alle analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche.

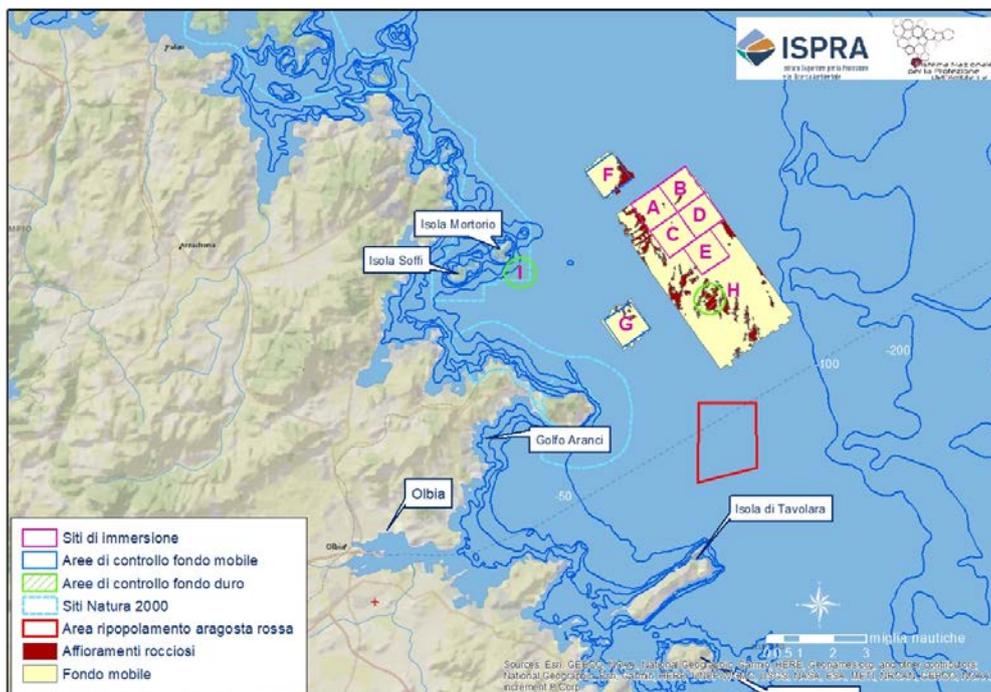


Figura 1 – Area e sub aree di campionamento del sedimento superficiale.

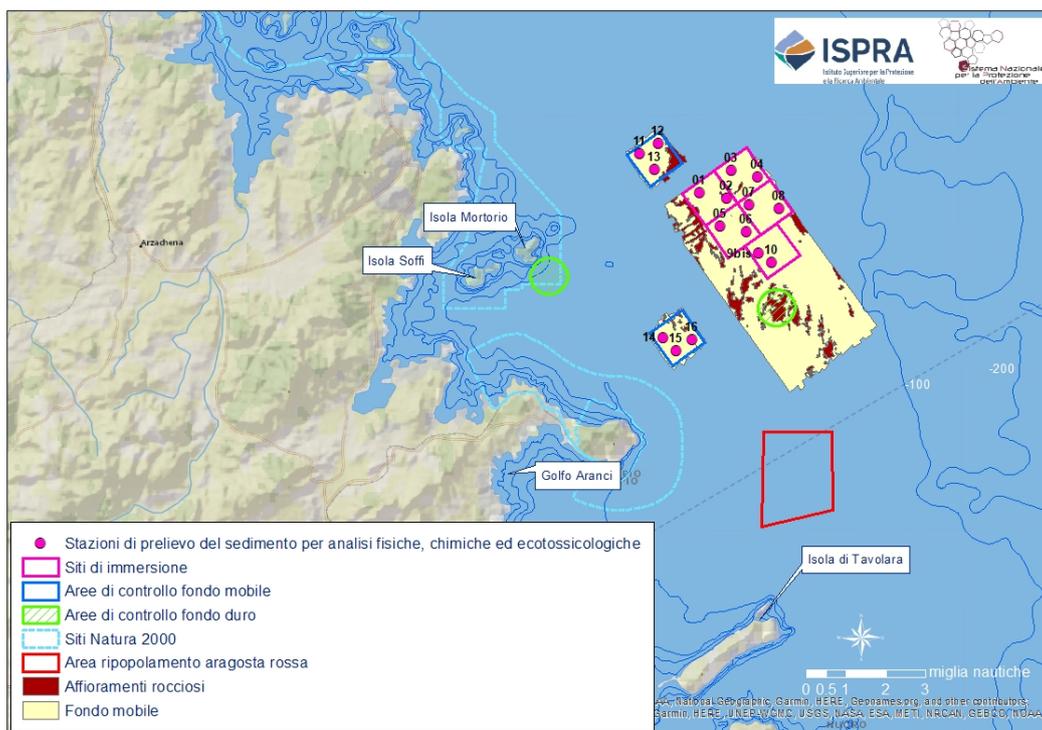


Figura 2 – Stazioni di campionamento del sedimento superficiale per le analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche

Le coordinate relative alle stazioni di prelievo dei sedimenti per le analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche vengono riportate in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata..**

Tabella 1. Sigle e coordinate delle stazioni di campionamento

Codice stazione	Longitudine	Latitudine
OE01	9,699528	41,099907
OE02	9,714773	41,097467
OE03	9,717288	41,109365
OE04	9,731815	41,106566
OE05	9,710735	41,085796
OE06	9,725116	41,083324
OE07	9,727042	41,094866
OE08	9,743594	41,092953
OE9bis (poi OE9)	9,731900	41,074383
OE10	9,739311	41,070240
OE11	9,666291	41,116711

Codice stazione	Longitudine	Latitudine
OE12	9,676839	41,121162
OE13	9,674681	41,110052
OE14	9,678567	41,039037
OE15	9,685854	41,033141
OE16	9,694555	41,038040

I sedimenti prelevati in ciascuna stazione sono stati omogeneizzati sul campo e suddivisi in aliquote, delle quali alcune utilizzate per la fase analitica ed una conservata a temperatura compresa tra -18 e -25 °C per eventuali verifiche.

Le modalità di trasporto e conservazione dei campioni sono illustrate nella seguente tabella.

Tabella 2. Modalità di conservazione e trasporto dei campioni.

PARAMETRO	CONTENITORE	TRASPORTO	CONSERVAZIONE
Granulometria	plastica	4/6 °C	4/6 °C
Sostanza organica	polietilene	4/6 °C	-18/-25 °C
Chimica organica	vetro	4/6 °C	-18/-25 °C
Metalli e inorganici	polietilene	4/6 °C	-18/-25 °C
Ecotossicologia	polietilene	4/6 °C	4/6 °C

Per le analisi fisiche, chimiche ed ecotossicologiche sono stati prelevati i primi 5 centimetri di sedimento che, una volta omogenizzati e suddivisi in aliquote, sono stati inviati ai diversi laboratori. Una sintesi della descrizione macroscopica dei diversi campioni prelevati è riportata in **Allegato 1**.

L'analisi delle comunità bentoniche di fondo mobile è stata condotta sui sedimenti prelevati in 10 stazioni, ubicate nelle stesse aree dove sono state posizionate le stazioni eseguite per le indagini sui sedimenti (Figura 3). L'intero studio dei popolamenti macrozoobentonici, come già anticipato nelle premesse, è riportato in **Allegato 2**.

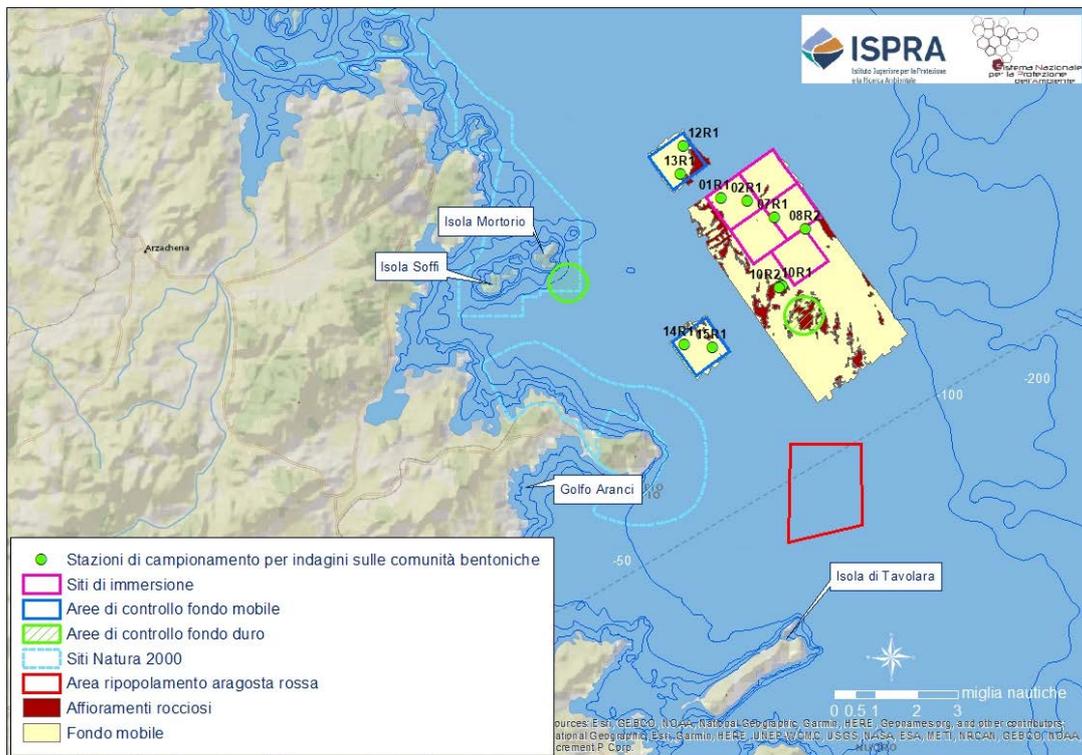


Figura 3 – Stazioni di campionamento per l'analisi del macrozoobenthos.

Per la verifica della presenza di habitat e specie di interesse conservazionistico, come già anticipato, si rimanda allo specifico **Allegato 3**. In Figura 4 si riporta l'ubicazione dei transetti ROV eseguiti in corrispondenza degli affioramenti rocciosi.

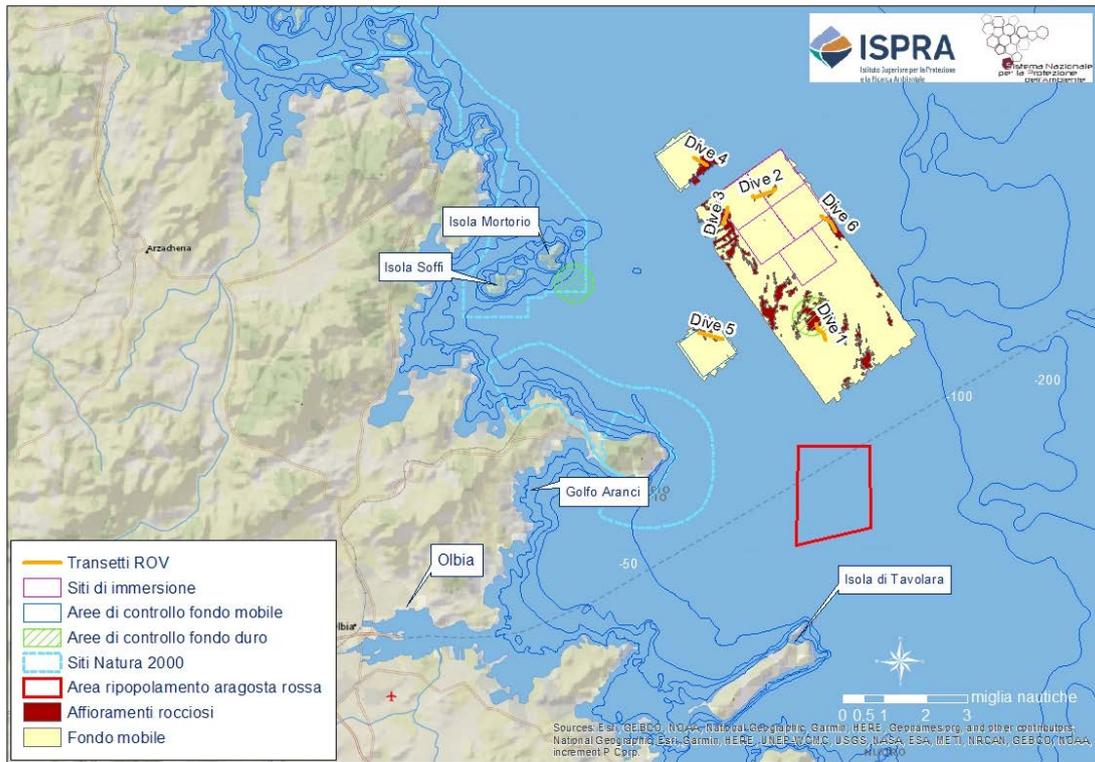


Figura 4 – Transetti ROV per la verifica della presenza di habitat e specie di interesse conservazionistico di fondo duro.

Capitolo 2 - Materiali e metodi di analisi

2.1 Analisi fisiche – granulometria

Per la determinazione delle caratteristiche granulometriche dei sedimenti marini, è stato utilizzato un granulometro a diffrazione laser Mastersizer 3000 della Malvern. La determinazione della percentuale delle varie frazioni granulometriche costituenti il campione analizzato, viene effettuata inserendo nello strumento pochi grammi di sedimento, indicati dal software in dotazione dello strumento stesso.

L'aliquota utilizzata per le analisi granulometriche, se necessario, viene preventivamente setacciata con setaccio in inox con luce 2 mm.

2.2. Analisi ecotossicologiche - saggi biologici

Per la valutazione ecotossicologica dei sedimenti superficiali del Golfo di Olbia, è stata selezionata una specifica batteria di saggi biologici. In particolare, selezionando le specie test tra quelle previste dall'Allegato Tecnico del D.M. n.173/2016, sono stati scelti 3 diversi saggi. Il saggio in fase solida con *Vibrio fischeri* è stato selezionato in modo da approfondire e dare peso ad un'eventuale tossicità legata alla matrice sedimento. Gli altri due saggi (saggio di inibizione della crescita algale con *Phaeodactylum tricornutum* e saggio di embriotossicità con *Paracentrotus lividus*) analizzano la matrice elutriato, in modo da stimare la tossicità anche dei contaminanti che possono potenzialmente rimobilizzarsi nella colonna d'acqua a seguito della movimentazione dei fondali con attività di dragaggio.

Preparazione della matrice elutriato

La preparazione degli elutriati è stata effettuata entro 10 giorni dal campionamento, partendo dalla procedura standard USEPA (1991). Ogni aliquota di sedimento è stata omogenizzata con cucchiaino in acciaio. Per ogni aliquota sono stati prelevati tra 10 e 15 grammi di sedimento, posti in stufa a 105 °C per 24 h. Trascorso questo intervallo di tempo è stato determinato il peso secco e la quantità di sedimento umido da impiegare per preparare l'elutriato combinando in peso quattro parti di acqua filtrata prelevata da una zona non contaminata con una parte di sedimento. I campioni sono stati sottoposti ad agitazione per 1 h a 22 °C e, successivamente, lasciati sedimentare per 1 h. La fase liquida è stata separata dalla matrice solida mediante aspirazione e centrifugata a 5100 g per 20 min a 4 °C. Il surnatante è stato raccolto

e vari subcampioni di elutriato sono stati conservati in bottiglie in polietilene a -20°C sino all'esecuzione dei test di tossicità.

Saggio biologico con *Aliivibrio fischeri*

Vibrio fischeri è un batterio marino Gram-negativo ed eterotrofo, appartenente alla famiglia delle Vibrionaceae. E' cosmopolita, ma con maggior diffusione nelle fasce temperate e subtropicali.

Il sistema Microtox® è un test biologico di tossicità acuta basato sull'utilizzo della bioluminescenza naturale di questa specie. Poiché in presenza di contaminanti l'emissione di luce da parte di *V. fischeri* diminuisce, la misura dell'eventuale inibizione della bioluminescenza a seguito dell'esposizione del batterio ad una sostanza nota o ad un campione naturale di acqua o sedimento, consente di valutare il grado di tossicità della sostanza o della matrice testata.

Il sistema di misura risulta piuttosto versatile in quanto è applicabile a matrici naturali, in particolare marine, acquose (acqua interstiziale, elutriato, ecc.) e solide (fanghi, sedimenti), nonché a soluzioni acquose di sostanze tossiche pure sia organiche che inorganiche.

Preparazione delle matrici ambientali

I saggi biologici sono stati applicati direttamente alla fase solida. La fase solida è stata preparata per semplice centrifugazione refrigerata (3500 rpm a 4°C per 30'), eliminando successivamente l'acqua interstiziale come sovrantante.

Protocolli di riferimento e procedura adottata

L'emissione della bioluminescenza è stata misurata all'interno del luminometro termostato M500, dotato di pozzetti termostatati a 15°C per i controlli e i campioni e a 4°C per il reagente.

I metodi utilizzati sono riconducibili al protocollo standard ISO 11348. In particolare ai campioni di sedimento centrifugato è stato applicato il protocollo Solid Phase Test (SPT) con la procedura Large Sample Method (Azur Environmental, 1995b) organizzato con 9-12 diluizioni e 3 controlli a seconda della granulometria del campione. Il test prevede una prima esposizione di 20 minuti durante i quali i batteri si trovano a diretto contatto con il sedimento ed una seconda fase di ulteriori 10 minuti in cui la risospensione batterica viene incubata nel luminometro.

La relazione dose-risposta, ovvero concentrazione del campione-inibizione della bioluminescenza, è stata elaborata mediante un software dedicato (Microtox Omni™ v. 1.16) che ha consentito di individuare la EC_{50} (concentrazione del campione cui corrisponde una riduzione della bioluminescenza pari al 50%). La EC_{50} è stata ulteriormente elaborata, esprimendola come TU (Unità Tossiche = $100/EC_{50}$), che consente di ottenere una relazione diretta fra tossicità e riduzione della bioluminescenza, e come Sediment

Toxicity Index (S.T.I.), che permette di esprimere la reale tossicità acuta del campione rispetto alla tossicità "naturale" di un campione di riferimento avente le medesime caratteristiche granulometriche (Onorati *et al.*, 1999). Al fine di esprimere il risultato del saggio nella scala S.T.I., poiché il test in fase solida viene effettivamente applicato sulla frazione granulometrica < 1 mm e poiché la componente naturale della tossicità è funzione della frazione pelitica, è stata eseguita anche un'analisi granulometrica mirata ad individuare la proporzione tra le due frazioni citate, indispensabile per la valutazione del reale livello di tossicità acuta. Le modalità utilizzate per l'individuazione di tali frazioni granulometriche si dividono in 3 fasi:

1. Trattamento del campione con una soluzione di H_2O_2 per facilitare la separazione e la disgregazione del sedimento;
2. Setacciatura su getto di acqua distillata mediante setacci ASTM da $63 \mu m$ e da 1 mm;
3. Recupero delle frazioni ottenute ed essiccamento in stufa, scartando quella $>$ di 1 mm.

La matrice solida (centrifugata) è stata giudicata tossica quando il valore di S.T.I. è risultato superiore a 1. La scala adottata per la quantificazione della tossicità è riportata in Tabella 2 (ICRAM-APAT, 2007). Sono stati inoltre calcolati i singoli HQ, calcolati secondo quanto indicato nel D.M. 173/2016.

Tabella 2 – Scala di tossicità acuta utilizzate nel saggio biologico mediante *V. fischeri*

Valore di S.T.I.	Valutazione di Tossicità
$S.T.I. \leq 3$	Assente/Trascurabile
$3 < S.T.I. \leq 6$	Presente
$6 < S.T.I. \leq 12$	Elevata
$S.T.I. > 12$	Molto elevata

Saggio biologico con *Phaeodactylum tricornutum*

I saggi con microalghe sono tra i più comunemente utilizzati per la facilità ed economicità del loro mantenimento in laboratorio e per la loro risposta rapida alla qualità dell'ambiente (Kraynukova 1988; Lewis 1995).

I primi metodi internazionali di riferimento per l'utilizzo di alghe monocellulari in prove di inibizione della crescita algale per lo studio della contaminazione di acque marine e costiere risalgono agli anni '70

(EPA, 1974; IRSA, 1978). In seguito, metodi EPA sono stati pubblicati anche per il controllo di acque di scarico (EPA, 1988). La metodica del saggio algale per organismi marini è stata aggiornata con la norma UNI EN ISO 10253 (2006) che prevede l'utilizzo di *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin e *Skeletonema costatum*. Entrambe le alghe possono essere impiegate, utilizzando tale protocollo, per saggi con elutriati o estratti da sedimento intero o con acqua sovrantante o interstiziale.

Phaeodactylum tricorutum è una diatomea Bacillariophyta ampiamente distribuita in aree estuariali e costiere e, in campo eco tossicologico, il suo impiego per la valutazione della qualità delle acque, dei sedimenti e delle acque di scarico industriali è stato riportato da numerosi autori (dos Santos *et al.*, 2002; Nash *et al.*, 2005; Zhuravel *et al.*, 2009; Morreno Garrido *et al.*, 2007; Morelli *et al.*, 2009; Okay *et al.*, 1994).

Il principio del test consiste nell'espore una coltura algale pura in fase di crescita esponenziale per diverse generazioni a concentrazioni note di campione, in condizioni fisico-chimiche standardizzate e con un definito ed omogeneo apporto di nutrienti. Al termine del periodo d'incubazione viene confrontata la crescita algale nel campione con quella del controllo.

Il saggio biologico è stato eseguito su elutriati scongelati seguendo i protocolli UNI EN ISO 10253 (2006) e ARPAT (1998), con alcune modifiche specifiche.

A partire dalla coltura madre mantenuta in laboratorio in fase di crescita esponenziale, una pre-coltura con una densità cellulare compresa tra 2×10^3 e 10^4 cells/mL è stata preparata 2-4 giorni prima dell'inizio del test ed incubata alle stesse condizioni previste per il test. Dalla pre-coltura è stata quindi preparata la coltura di inoculo a concentrazione definita ed un'aliquota di tale coltura è stata addizionata al campione da testare e ad una appropriata quantità di mezzo di coltura concentrato. La soluzione così ottenuta, con una densità cellulare compresa tra 8×10^3 e $1,2 \times 10^4$ cells/mL, è stata quindi distribuita in piastre monouso sterili a 24 pozzetti (ARPAT, 1998; UNI EN ISO 10253, 2006) e posta per 72h in camera termostatica a $20 \pm 2^\circ\text{C}$, con regime di illuminazione continua del tipo *cool white* e con una intensità compresa tra 7.000 e 8.000 lux.

Al termine del prefissato periodo di incubazione è stata determinata la densità algale di ogni replicato, previa risospensione della soluzione contenuta in ciascun pozzetto. Tutte le valutazioni della densità algale sono state effettuate tramite conta al microscopio invertito utilizzando una camera di conta cellulare Thoma.

A partire dal tasso di crescita, calcolato come riportato sul protocollo UNI EN ISO 10253 (2006), è stata quindi calcolata la Percentuale di Inibizione (I), utilizzata per esprimere il giudizio di tossicità secondo le classi di tossicità riportate nella Tabella 3.

Sono stati inoltre calcolati i singoli HQ, calcolati secondo quanto indicato nel D.M. 173/2016.

Tabella 3 - Scala di tossicità utilizzata nel saggio biologico con *P. tricornutum*

Valore di Inibizione	Valutazione di Tossicità
$I \leq -50\%$	Biostimolazione
$-50\% < I < 20\%$	Assente/Trascurabile
$20\% \leq I \leq 50\%$	Moderata
$50\% \leq I \leq 80\%$	Alta
$80\% < I \leq 100\%$	Molto Alta

Per la validazione del test sono stati presi in considerazione i parametri riportati sul protocollo UNI EN ISO 10253 (2006).

Saggio biologico con *Paracentrotus lividus*

L'affidabilità del riccio di mare come bioindicatore è riconosciuta a livello mondiale e già negli anni '80 i test di fecondazione e di sviluppo embrionale sono stati inclusi nella lista ICES (1997) dei test biologici più attendibili per il monitoraggio dell'inquinamento marino. Procedure standard per i test di fecondazione e di sviluppo embrionale sono state messe a punto per le specie della costa orientale (*Arbacia punctulata*, *Strongylocentrotus droebachiensis*) e per quelle della costa occidentale (*Strongylocentrotus purpuratus*, *Strongylocentrotus droebachiensis*, *Dendraster excentricus*) degli Stati Uniti (USEPA, 1994, 1995, 2000; ASTM, 1995, 2004) e per il Canada (Environment Canada, 1992). In Italia, la specie autoctona *Paracentrotus lividus*, ha trovato applicazione in campo ecotossicologico in particolare per quanto riguarda lo studio degli effetti sulla fecondazione e sullo sviluppo embrionale (difetti nello sviluppo e aberrazioni mitotiche) di sostanze pure e di effluenti. In effetti, il saggio biologico con *P. lividus* può essere impiegato sia nella valutazione della qualità di matrici ambientali (acque e sedimenti marini) sia nella stima della tossicità di sostanze o preparati solubili in acqua di mare. In particolare, per quanto riguarda i sedimenti marini esso è compatibile con l'acqua interstiziale e l'elutriato, come riportato in "Quaderni – Ricerca Marina n.11/2017 – Saggio di fecondazione e saggio di sviluppo embrionale con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea)", protocollo pubblicato da ISPRA nel 2017.

Matrici acquose testate

La matrice ambientale soggetta alla valutazione ecotossicologica in questo saggio biologico è l'elutriato. L'elutriato fornisce informazioni su tutte quelle componenti estraibili in acqua. Quest'ultima rappresenta una delle matrici più indicative nello studio degli effetti della movimentazione dei fondali (USACE, 1991) come nei dragaggi portuali, nei siti di discarica, ecc.

Raccolta degli organismi

Per assicurare la maturità sessuale, i ricci di mare adulti vengono raccolti tra settembre e maggio (Fenaux, 1968). Esemplari adulti sono stati prelevati da fondali rocciosi del litorale di Livorno in una zona distante da fonti di inquinamento antropico (scarichi urbani e industriali).

I ricci vengono raccolti ad una profondità tra 1 e 3 m, posti in un contenitore di plastica e ricoperti con abbondante carta bibula umida per minimizzare lo stress da trasporto ed evitare così possibili emissioni di gameti. In laboratorio gli esemplari vengono posti in una camera termostata, in vasche di stabulazione (20 individui per 100 l di acqua) contenenti acqua di mare raccolta nello stesso sito di campionamento degli organismi e dotati di un sistema di areazione e di filtraggio. Giornalmente vengono controllati temperatura ($16 \pm 1^\circ\text{C}$), salinità (34‰ - 38‰), pH (7,8 - 8,2), ammoniaca, nitriti e nitrati. I ricci sono stabulati negli acquari, prima dell'esecuzione del test, per almeno una settimana.

Modalità di esecuzione del test di embriotossicità

Il test di embriotossicità con riccio di mare *P. lividus* è stato eseguito sulla base delle indicazioni riportate nel "Quaderni – Ricerca Marina n.11/2017 – Saggio di fecondazione e saggio di sviluppo embrionale con il riccio di mare *Paracentrotus lividus* (Lamarck) (Echinodermata: Echinoidea)".

Elaborazione dei risultati

L'effetto della sostanza testata, di cui si vuole valutare la tossicità, viene rilevato dalla percentuale di plutei normoformati rispetto a un controllo di acqua di mare (controllo negativo). Il test viene considerato accettabile se la percentuale dei plutei normoformati nel controllo negativo è superiore all'80%.

I valori ottenuti vengono confrontati con la scala di tossicità riportata in tabella xx ed il campione può essere valutato contaminato o non contaminato (ICRAM-APAT, 2007).

Per il tossico di riferimento, analogamente a quanto fatto per le matrici testate i valori di EC₅₀ sono determinati mediante il metodo della Probit Analysis (Finney, 1971). Il valore dell'EC₅₀ indica la concentrazione della sostanza di prova ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, 1000 mg/l) che causa un effetto del 50% rispetto a un controllo negativo. I valori di EC₅₀ ottenuti con il tossico di riferimento sono stati

confrontati con la carta di controllo del laboratorio in modo tale da verificare se la risposta delle prove effettuate è confrontabile con quella normalmente riscontrata nei saggi dello stesso tipo effettuati in precedenza nello stesso laboratorio di prova con lo stesso protocollo metodologico

2.3 Analisi chimiche

Elementi in traccia e sostanza organica

Il campione (circa 0.3 g s.s.) è stato mineralizzato in bombe in teflon, con l'impiego di un forno a microonde opportunamente programmato (Milestone 1200), mediante l'aggiunta di 9 ml di HNO₃ (65%) e 3 ml di HCl (30%) (Metodo EPA 3051A). Alla soluzione così ottenuta è stata aggiunta una quantità di acqua ultrapura tale da raggiungere il volume finale di 25 ml. La determinazione analitica è stata effettuata mediante l'impiego di Spettroscopia ad Assorbimento Atomico (Agilent, AAS220Z) (Metodo EPA 7010). Per il solo mercurio è stata utilizzata la Spettroscopia ad Assorbimento Atomico (metodo dei Vapori Freddi; Cetac M-7600). L'accuratezza della metodica è stata valutata impiegando il materiale standard di riferimento LGC 6137 (Promochem), che è stato processato con le stesse modalità dei campioni. Il limite di rilevabilità della metodica e il limite di quantificazione per ogni metallo analizzato è riportato in Tabella 5.

Tabella 54 - Limiti di rilevabilità e di quantificazione

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
Quantificazione (mg/L)	0,330	0,002	0,199	0,084	0,005	0,102	0,179	6,342

Per la determinazione della sostanza organica sono stati prelevati circa 7 g di peso fresco, sottoposti a tre cicli di riscaldamento: a 105°C per 24 ore e a 160°C per 6 ore in stufa, infine a 400°C in muffola per 4 ore. La quantità di sostanza organica in grammi è determinata per differenza di peso, applicando il metodo "Loss on Ignition".

Idrocarburi Policiclici Aromatici, Pesticidi e PCB

In Tabella 6 vengono elencate le metodiche utilizzate per le determinazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), pesticidi e PCB da parte dei laboratori dell'ARPAS Sardegna.

Tabella 6 - Metodi per la determinazione di Pesticidi, IPA e PCB

Analita	Metodi utilizzati
IPA	M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D (2007)
Pesticidi	EPA 3545A/2007 + EPA 8270D (2007)
PCB	Estrazione: EPA 3545 (2007) Analisi GC/MS: EPA 8270D (2014)

Per tali composti organici è stato effettuato un accorpamento dei campioni della medesima area di indagine, ciascuna contrassegnata da una lettera e riportata in Figura 1, secondo il seguente schema:

- A: OE1, OE2
- B: OE3-OE4
- C: OE5-OE6
- D: OE7-OE8
- E: OE9-OE10
- F: OE11-OE12-OE13
- G: OE14-OE15-OE16

Capitolo 3 - Risultati

3.1 Caratteristiche granulometriche

In tabella 7 sono riportati i risultati delle differenti frazioni granulometriche dei sedimenti campionati nella campagna di luglio 2021, espressi in percentuale. La tabella riporta, inoltre, la corrispondenza tra le frazioni e le principali classi granulometriche (peliti, sabbie e ghiaie).

Tabella 7 - risultati delle differenti frazioni granulometriche

CAMPIONE	PELITI (%)	SABBIE (%)					GHIAIE (%)
	<63 μm	63 - 125 μm	125 - 250 μm	250 - 500 μm	500 - 1000 μm	1000 - 2000 μm	> 2000 μm
OE 1	31,65	17,7	5,59	24,21	20,79	0,06	0
OE 2	27,73	6,51	0,02	24,47	38,86	2,41	0
OE 3	27,45	8,51	6,36	38,19	10,85	8,64	0
OE 4	19,64	8,8	16,42	23,08	24,9	7,16	0
OE 5	16,47	7,05	15,8	36,4	20,36	3,92	0
OE 6	17,24	8,11	15,74	19,29	27,35	12,27	0
OE 7	23,56	3,64	16,03	38,53	17,37	0,87	0
OE 8	26,25	13,98	9,57	22,25	27,04	0,91	0
OE 9	19,75	5,77	13,4	24,12	23,42	13,54	0
OE 10	21,11	11,67	15,56	23,68	24,4	3,58	0
OE 11	41,01	21,09	17,86	11,64	8,12	0,28	0
OE 12	23,53	14,97	26,87	29,62	5,01	0	0
OE 13	21,98	13,52	20,25	21,1	17,5	5,65	0
OE 14	77,37	13,38	2,42	3,06	3,7	0,07	0
OE 15	19,01	6,11	3,08	6,53	34,5	30,77	0
OE 16	41,17	9,16	2,89	12,96	27,36	6,46	0

Dai risultati riportati in Tabella 7 ed in Figura 5, si evidenzia l'assenza della componente ghiaiosa e la preponderanza della componente sabbiosa (vicina o superiore al 70%) in tutte le stazioni, ad eccezione della stazione OE14, più vicina alla costa, dove è stata misurata una percentuale di pelite pari al 77,3.

In particolare, la distribuzione delle classi sabbiose mostra una maggiore rappresentazione delle frazioni medio-grossolane nelle stazioni da OE1 a OE10, OE15 e OE16, probabilmente vicine a formazioni di substrato duro; mentre le stazioni OE11, OE12 e OE13 sono rappresentate principalmente dalle frazioni sabbiose medio-fini.

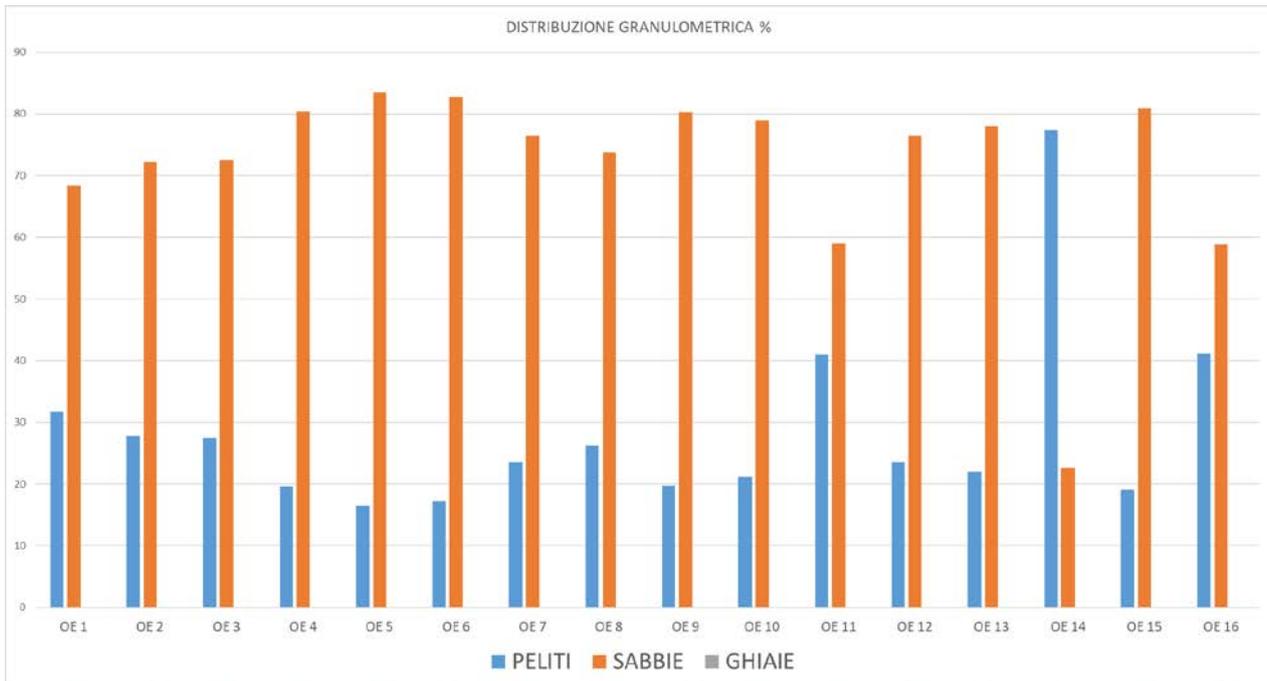


Figura 5 – Distribuzione delle classi granulometriche nei sedimenti campionati

I risultati delle analisi granulometriche eseguite con il granulometro laser ed individuate secondo la classificazione di *Udden-Wentworth* sono riportati nell'Allegato 4 – *Report Analisi granulometriche*.

3.2 Analisi ecotossicologiche - saggi biologici

Saggio biologico con *Aliivibrio fischeri*

La scala adottata per la quantificazione della tossicità è riportata in Tabella 8 (ICRAM-APAT, 2007).

Tabella 8 - Scala di tossicità acuta utilizzate nel saggio biologico mediante *A. fischeri*

Valore di S.T.I.	Valutazione di Tossicità
$S.T.I. \leq 3$	Assente/trascurabile
$3 < S.T.I. \leq 6$	Presente
$6 < S.T.I. \leq 12$	Elevata
$S.T.I. > 12$	Molto elevata

Nella Tabella 9 sono riportati i risultati del saggio con *A. fischeri* condotto sui sedimenti insieme all'HQ specifico calcolato con Sediqualsft®.

Tabella 9- Risultati del saggio con *A. fischeri*

Campione	Sabbia	Pelite (%)	Soglia Tox Naturale e (TU)	Tox Misurata (TU)	Range al 95% di confidenza		R ² (%)	S.T.I.
	< 1mm (%)							
OE 1	68,35	31,65	124	21,756	21,545	21,966	100	0,17
OE 2	72,27	27,73	112	18,784	18,295	19,274	99,99	0,17
OE 3	72,55	27,45	111	10,419	8,369	12,968	99,36	0,09
OE 4	78,85	21,15	92	7,437	6,071	9,110	99,44	0,08
OE 5	83,53	16,47	77	18,657	12,409	28,042	95,43	0,24
OE 6	82,76	17,24	79	16,455	13,955	19,382	99,5	0,21
OE 7	76,44	23,56	99	13,593	10,557	17,488	98,97	0,14
OE 8	73,75	26,25	108	32,608	22,995	46,207	97,38	0,30
OE 9	80,25	19,75	87	15,209	13,355	17,321	99,64	0,17
OE 10	78,89	21,11	91	14,641	9,692	22,104	97,16	0,16
OE 11	58,99	41,01	154	42,784	33,424	54,765	98,46	0,28
OE 12	76,47	23,53	99	22,694	18,595	27,693	99,32	0,23
OE 13	78,02	21,98	94	22,299	19,338	25,705	99,6	0,24
OE 14	22,63	77,37	268	21,902	18,449	25,987	99,51	0,08
OE 15	80,99	19,01	85	14,102	12,295	16,174	98,82	0,17
OE 16	58,83	41,17	154	18,994	16,073	22,454	99,3	0,12

I test eseguiti su tutti i campioni in oggetto hanno dato la medesima risposta, ovvero una tossicità assente o trascurabile, in quanto il risultato di S.T.I. è inferiore a 3, come si evince anche dalla tabella 11.

Saggio biologico con *Phaeodactylum tricornutum*

Nella Tabella 10 è riportata la scala di tossicità utilizzata per la determinazione della qualità dei campioni testati sulla base delle percentuali di inibizione della crescita dell'alga *Phaeodactylum tricornutum*.

Tabella 10 - Scala di tossicità* utilizzata nel saggio biologico con *P. tricornutum* (*Scala di tossicità interna ISPRA)

Valore di Inibizione	Valutazione di Tossicità
$I \leq -50\%$	Biostimolazione
$-50\% < I < 20\%$	Assente/Trascurabile
$20\% \leq I \leq 50\%$	Moderata
$50\% \leq I \leq 80\%$	Alta
$80\% < I \leq 100\%$	Molto Alta

Tabella 11 - risultati del saggio di crescita dell'alga *Phaeodactylum tricornutum*

Campione	Inibizione Crescita algale I (%)						M	DS
	1	2	3	4	5	6		
CTR	9.27	-1.08	-8.51	-4.38	2.30	2.41	0.00	6.16
OE01	2.64	4.76	1.49	3.95	0.32	1.93	2.52	1.63
OE02	-0.05	-1.35	-0.97	6.94	-2.02	9.53	2.01	4.93
OE03	4.15	3.26	0.67	-1.30	-4.77	-1.99	0.00	3.37
OE04	4.46	-0.14	1.42	8.58	-0.40	0.42	2.39	3.51
OE05	4.20	0.71	0.06	-0.02	4.11	-0.17	1.48	2.09
OE06	4.62	-1.05	0.42	2.06	3.72	-0.90	1.48	2.38
OE07	3.05	1.81	1.83	-1.57	-1.32	7.78	1.93	3.41
OE08	8.79	2.35	3.17	4.24	5.04	9.60	5.53	2.99
OE09	5.91	10.80	5.06	1.68	6.87	9.95	6.71	3.34
OE10	11.17	3.70	12.10	7.47	10.64	6.98	8.68	3.19
OE11	15.55	8.19	10.97	7.47	3.83	14.88	10.15	4.54
OE12	11.44	6.29	11.82	9.53	11.66	12.31	10.51	2.28
OE13	66.44	5.53	3.53	10.12	10.54	7.96	17.35	24.20
OE14	7.78	7.76	10.87	-1.72	5.76	8.44	6.48	4.34
OE15	5.68	-4.55	-11.18	6.35	1.37	3.72	0.23	6.84
OE16	8.58	11.31	6.27	11.52	4.50	13.55	9.29	3.46

		Risultato registrato	Risultato richiesto
Controllo Negativo	Fattore di Crescita conc. cellulare 72h	55.47	> 16
Tasso di Crescita 72h		1.34	> 0,9 d-1
Coeff. di Variazione del T. di C. 72h		1.90	< 5%
EC50 K ₂ Cr ₂ O ₇ 72h inibizione (mg/L)	Modello Ormesi	18,569 (14,778 - 22,860)	20,1 ± 5,1 (14,8 - 25,4)

Relativamente al controllo negativo, il test ha rispettato i parametri di validazione per il Controllo negativo (SW): i risultati registrati, infatti, hanno determinato valori di Fattore di Crescita (FC), Tasso di Crescita (TC) e Coefficiente di Variazione del Tasso di Crescita (CV TC) compatibili con quanto richiesto dalla norma ISO 10253, come riportato nella Tabella 13. In merito alla sensibilità al tossico di riferimento K₂Cr₂O₇, il valore di EC50 (18,569 mg/L, Intervallo di Confidenza al 95% di 14,778 – 22,860 mg/L) calcolato con le densità algali ottenute al termine del test è rientrato nell'intervallo indicato dal protocollo ISO 10253 (14,8 - 25,4 mg/L), quindi il test è stato valutato valido e i risultati ottenuti con i campioni di elutriato testati possono quindi essere considerati accettabili.

Le percentuali di Inibizione della crescita algale registrate per tutti i campioni analizzati sono risultate nell'intervallo compreso tra i valori di -50 e 20, corrispondenti ad una tossicità assente/trascurabile (Tabella 11).

Saggio biologico con *Paracentrotus lividus*

La scala di tossicità utilizzata per valutare il saggio di sviluppo embrionale con *P. lividus* è riportata in Tabella 12. Relativamente ai campioni analizzati i risultati, riportati in Tabella 13, presentano percentuali

di embrioni normoformati paragonabili al controllo e una tossicità assente, ad eccezione del campione OE08 con una tossicità bassa, evidenziando comunque una assenza di criticità in tutta l'area di indagine.

Tabella 12 – Scala di tossicità utilizzata per il saggio con *P. lividus*

Valore di Abbott	Test T	Tossicità
$A < 0$	-	Assente
$0 < A \leq 8$	$p \geq 0,05$	
$0 < A \leq 8$ $A > 8$	$p < 0,05$ $p > 0,05$	Bassa
$8 < A \leq 24$	$p < 0,05$	Media
$24 < A \leq 56$	$p < 0,05$	Alta
$A \geq 56$	$p < 0,05$	Molto alta

Tabella 53 - risultati del saggio biologico con *Paracentrotus lividus*

Codice Campione	Plutei normoformati			Plutei normoformati	Ds	Giudizio di tossicità
FSW	85	84	87	85,33	1,53	
OE01	79	80	81	80,00	1,00	ASSENTE
OE02	81	82	82	81,67	0,58	ASSENTE
OE03	80	78	82	80,00	2,00	ASSENTE
OE04	81	82	83	82,00	1,00	ASSENTE
OE05	83	80	82	81,67	1,53	ASSENTE
OE06	80	79	83	80,67	2,08	ASSENTE
OE07	80	82	82	81,33	1,15	ASSENTE
OE08	79	76	81	78,67	2,52	BASSA
OE09	80	82	81	81,00	1,00	ASSENTE
OE10	82	81	83	82,00	1,00	ASSENTE
OE11	84	81	81	82,00	1,73	ASSENTE
OE12	82	81	82	81,67	0,58	ASSENTE
OE13	81	82	83	82,00	1,00	ASSENTE
OE14	84	80	83	82,33	2,08	ASSENTE
OE15	82	84	81	82,33	1,53	ASSENTE
OE16	81	83	82	82,00	1,00	ASSENTE

3.3 Analisi chimiche

La valutazione della concentrazione dei parametri chimici (organici ed inorganici) è stata fatta confrontando i risultati con i Livelli Chimici di Riferimento (L1, L2) riportati nell'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016 (Tab.14).

Tabella 14: Livelli chimici di riferimento nazionali

PARAMETRO	L1	L2
Elementi in tracce	[mg kg⁻¹] p.s.	
Arsenico	12	20
Cadmio	0,3	0,80
Cromo	50	150
Cromo VI	2	2
Rame	40	52
Mercurio	0,3	0,80
Nichel	30	75
Piombo	30	70
Zinco	100	150
Contaminanti Organici	[µg kg⁻¹] p.s.	
Composti organostannici	5 ⁽¹⁾	72 ⁽²⁾
∑ PCB ⁽³⁾	8	60
∑ DDD ⁽⁴⁾	0,8	7,8
∑ DDE ⁽⁴⁾	1,8	3,7
∑ DDT ⁽⁴⁾	1,0	4,8
Aldrin	0,2	10 ⁷
Dieldrin	0,7	4,3
Endrin	2,7	10

Idrocarburi C>12	Non disponibile	50000
\sum IPA(16) ⁽⁵⁾	9000	4000
Fenantrene	87	544
Antracene	24	245
Fluorantene	110	1494
Pirene	153	1398
Benzo(a)- antracene	75	500
Crisene	108	846
Benzo(b)- fluorantene	40	500 ⁷
Benzo(k)- fluorantene	20	500 ⁷
Benzo(a)- pirene	30	100
Indenopirene	70	100 ⁷
Benzo(ghi)- perilene	55	100 ⁷
α -HCH	0,2	10 ⁷
β -HCH	0,2	10 ⁷
γ -HCH (Lindano)	0,2	1,0

⁽¹⁾ Riferito al solo TBT

⁽²⁾ Riferito alla sommatoria MBT, DBT, TBT

⁽³⁾ come sommatoria dei seguenti congeneri: 28,52, 77, 81, 101,118, 126,128, 138, 153, 156, 169, 180;

⁽⁴⁾ come sommatoria degli isomeri 2,4 e 4,4;

⁽⁵⁾ come sommatoria dei 16 IPA di maggior rilevanza ambientale indicati dall'USEPA (Acenaftilene, Benzo(a)antracene, Fluorantene, Naftalene, Antracene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo (g,h,i)perilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Crisene, Indeno(1,2,3, c-d)pirene

Elementi in tracce e sostanza organica

Tabella 15: Livelli degli elementi in tracce nei campioni analizzati.

Campione	As	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	Ni	Pb	Zn	METODI
OE1	12,36	0,037	20,06	2,42	6399,8	0,237	8,62	18,6	22,7	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE2	7,71	0,036	25,04	3,29	8218,2	0,172	15,28	14,3	28,1	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE3	9,40	0,031	22,28	2,62	8164,7	0,167	8,93	27,0	22,6	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE4	9,62	0,039	22,66	2,76	7403,2	0,161	9,06	20,2	22,8	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE5	13,66	0,031	20,83	2,07	6974,1	0,123	8,74	16,5	19,7	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE6	10,12	0,037	21,30	1,87	7210,2	0,274	8,34	21,4	20,6	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE7	9,01	0,041	24,50	3,34	8203,7	0,139	13,29	25,0	25,7	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE8	7,15	0,035	21,46	2,16	7059,0	0,111	13,59	35,2	26,7	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE9	14,61	0,033	25,37	1,75	8215,6	0,152	7,12	27,2	20,9	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE10	10,64	0,035	23,45	2,20	8049,8	0,218	8,55	21,0	22,7	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471A
OE11	7,11	0,041	29,24	5,07	9784,9	0,224	17,00	25,0	32,8	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°
OE12	3,61	0,027	17,04	2,02	5193,9	0,239	7,39	23,1	15,5	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°
OE13	10,74	0,031	22,25	2,73	7958,0	0,205	9,82	24,1	24,5	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°
OE14	5,42	0,026	19,17	2,09	5405,1	0,173	6,79	21,2	15,6	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°
OE15	7,30	0,029	19,55	1,30	6439,6	0,155	8,09	21,6	20,2	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°
OE16	5,85	0,033	20,79	2,25	6992,9	0,199	10,14	30,7	21,0	EPA 3051A; EPA 6010D; EPA 7471°

% RECUPERO

SRM 2703	110	109		103	98	94	110	100	108
BCR 320		90	85	108	100		107	112	113
Calibrazione laboratorio	WEPAL & QUASIMEME: circuito di intercalibrazione								
	As	Cd	Cu	Cr	Fe	Ni	Pb	Zn	Hg
LOQ (mg/L)	0,02 5	0,2	0,0 25	0,01	2	0,01	0,025	0,02 5	0,0001

L'accuratezza della metodica rispetto a materiali certificati (sedimento portuale LGC 6137 Promochem; sedimento di canale BCR®-320, Insitute for Reference Materials and Measurement, European Commission) viene riportata in coda alla Tabella 15.

I risultati dei campioni analizzati cadono tutti all'interno del range di quantificazione (LOQ) e la metodica risulta avere un'accuratezza conforme ai requisiti analitici stabiliti con intervalli di recupero compresi tra l'80% e il 120%. La valutazione della concentrazione dei metalli è stata fatta confrontando i risultati con i Livelli Chimici di Riferimento (L1, L2) riportati nell'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016 e con gli SQA-MA, riportati nel D.lgs 172/2015, riferiti alle sostanze pericolose (P) e pericolose prioritarie (PP) e corrispondenti ai valori L1.

I risultati non hanno presentato criticità con valori al di sotto di L1 in tutte le stazioni e per tutti i parametri, ad eccezione di lievi sforamenti per As (in OE1, OE4, OE9) e Pb (in OE8 e OE16).

Idrocarburi Policiclici Aromatici, Pesticidi e PCB

Per i composti organici indagati si è effettuato un accorpamento dei campioni della medesima area di indagine, così come osservabile nella figura 1.

Tabella 16: Livelli di concentrazione dei composti organici nei campioni analizzati.

CAMPIONE	U.M.	A	B	C	D	E	F	G
Aldrin	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Alfa-esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Beta-esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Diclorodifenildicloroetano (DDD)	µg/kg s.s.	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Diclorodifenildicloroetilene (DDE)	µg/kg s.s.	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Diclorodifeniltricloroetano (DDT)	µg/kg s.s.	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3	< 0.3
Dieldrin	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Endrin	µg/kg s.s.	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5

Eptacloro	µg/kg s.s.	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Eptacloro	µg/kg s.s.	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Gamma-esaclorocicloesano	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
HCB - Esaclorobenzene	µg/kg s.s.	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Antracene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Benzo(a)antracene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Benzo(a)pirene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Benzo(b)fluorantene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Benzo(g,h,i)perilene	µg/kg s.s.	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Benzo(k)fluorantene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Crisene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Dibenzo(a,h)antracene	µg/kg s.s.	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Fenantrene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Fluorantene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Indeno(1,2,3,c-d)pirene	µg/kg s.s.	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0	< 10.0
Pirene	µg/kg s.s.	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0	< 5.0
Idrocarburi C>12 (mg/kg)	mg/kg s.s.	< 5	5,7	< 5	6,1	8,8	10	8,4
PCB Sommatoria	µg/kg s.s.	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4
PCB 101	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 118	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 126	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 128	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 138	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 153	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 156	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 169	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 180	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 28	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07

PCB 52	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 77	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07
PCB 81	µg/kg s.s.	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07	< 0.07

I risultati dei campioni analizzati, riportati in Tabella 16, non evidenziano criticità, con valori al di sotto del limite di quantificazione, ad eccezione che per gli idrocarburi C<12 in D, E, F, G, con valori comunque trascurabili.

Capitolo 4 - Conclusioni preliminari

Per quanto riguarda le caratteristiche dei fondali del sito di immersione e delle aree di controllo, si rileva quanto segue:

- una composizione granulometrica dei sedimenti prevalentemente sabbiosa, con assenza della componente ghiaiosa. In particolare, la distribuzione delle classi sabbiose mostra una maggiore rappresentazione delle frazioni medio-grossolane nelle stazioni probabilmente più vicine a formazioni di substrato duro;
- le indagini ecotossicologiche mostrano una tossicità assente o trascurabile per tutti i campioni analizzati, con un'unica eccezione di un campione situato nel sito di immersione, evidenziando comunque una assenza di criticità in tutta l'area di indagine;
- le analisi dei parametri chimici non evidenziano alcuna criticità, seppure siano talvolta presenti lievi superamenti dei valori di L1 per alcuni elementi in tracce, in particolare arsenico (3 stazioni) e piombo (2 stazioni), prioritariamente sui fondali del sito di immersione e non nelle aree di controllo;
- riguardo allo studio dei popolamenti macrozoobentonici di fondo molle, si rimanda nel dettaglio alle conclusioni del report in Allegato 2 in cui si evidenzia l'assenza di specie appartenenti ad habitat sensibili;
- i rilievi eseguiti con ROV sulle formazioni di fondo duro (Allegato 3) rilevate tramite Side Scan Sonar e Multibeam, hanno messo in evidenza la presenza di alcune colonie di corallo nero nell'area di controllo H ed ai margini esterni dell'area D del sito di immersione. Tale presenza dovrà essere particolarmente attenzionata modulando opportunamente le operazioni di immersione dei sedimenti per contenere eventuali fenomeni di ricoprimento da verificare nell'ambito delle attività di monitoraggio ambientale.

ALLEGATO 1 - Descrizione macroscopica campioni

STAZIONE	PROFONDITÀ (m)	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	DESCRIZIONE
OE 1	91	/	Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 2	91	/	Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 3	90	/	Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 4	90		Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 5	89		Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.

OE 6	90		<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p>
OE 7	89		<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Detriti assenti.</p>
OE 8	89		<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p>

OE 9	88		<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p> <p><i>La stazione OE 9 inizialmente individuata nel piano di campionamento non era campionabile a causa delle condizioni meteo- marine avverse (forti correnti di fondo). La stazione effettivamente campionata è stata quindi la OE 9 BIS, rinominata OE 9.</i></p>
OE 10	88		<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di pochi residui conchigliari.</p>
OE 11	91	/	<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p>
OE 12	91	/	<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p>
OE 13	90	/	<p>Sabbia grigia leggermente infangata. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.</p>

OE 14	80	/	Sabbia grigia. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 15	81	/	Sabbia grigia. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.
OE 16	86	/	Sabbia grigia. Nessun odore. Presenza di residui conchigliari.

ALLEGATO 2 - Relazione Benthos

STUDIO PER LA CARATTERIZZAZIONE ED IL MONITORAGGIO AMBIENTALE DELL'AREA DI IMMERSIONE A MARE DEI SEDIMENTI DRAGATI NEL PORTO DI OLBIA

CARATTERIZZAZIONE PRELIMINARE

Popolamenti bentonici

Dexamine spinosa



Paralacydonia paradoxa



Paraleptopentaca tergestina



Chaetoderma nitidulum



INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. MATERIALI E METODI	4
3. RISULTATI	9
3.1 <i>Analisi strutturale del popolamento bentonico</i>	30
4. CONCLUSIONI	34
5. BIBLIOGRAFIA	37

ALLEGATO 1 - RAPPORTI DI PROVA

Autori

Dr.ssa Loretta Lattanzi

Dr.ssa Monica Targusi

Dr. Fabio Bertasi

Dr. Tiziano Bacci

Dr.ssa Laura Grossi

Dr.ssa Barbara La Porta

Dr.ssa Veronica Marusso

Dr. Salvatore Porrello

Dr. Paolo Tomassetti

Dr. Danilo Vani

1. Introduzione

La conoscenza delle principali biocenosi marine è uno strumento indispensabile per l'individuazione delle aree a maggior pregio naturalistico, per una corretta gestione della fascia costiera e nei programmi di conservazione e monitoraggio. Da un punto di vista applicativo, infatti, il criterio bionomico, aggiunto all'inquadramento ambientale ricavato con altri criteri quali quello geologico, chimico-fisico e socio-economico, costituisce una forte base conoscitiva per la valutazione dell'evoluzione a medio e lungo termine indispensabile per la valorizzazione e gestione delle risorse ambientali (Crema *et al.*, 1993).

In questo tipo di studi particolarmente utili si sono rivelate le analisi dei popolamenti animali e vegetali, con particolare riguardo alla distribuzione delle comunità bentoniche. Infatti, le comunità bentoniche, costituite dall'insieme degli organismi che popolano il fondo e che sono ad esso strettamente legati, grazie alla loro scarsa vagilità, agli stretti rapporti con il fondo e ai cicli vitali relativamente lunghi, forniscono informazioni complete e a lungo termine circa le condizioni globali dell'ambiente (Pearson e Rosenberg, 1978). Esse, mantenendo una "memoria" storica e spaziale dei fenomeni naturali e di perturbazione avvenuti nell'ambiente, possono descrivere efficacemente specifiche condizioni ambientali e sono generalmente considerate la "memoria biologica" degli ecosistemi marini (Bianchi e Zurlini, 1984) e i più adeguati descrittori sintetici dell'ambiente (Gambi *et al.*, 1982).

Nell'ambiente marino il dominio bentonico comprende tutti i fondali che si estendono dalla riva fino alle massime profondità oceaniche. Gli organismi bentonici sono distribuiti su tali fondali in diverse associazioni a seconda del tipo di substrato, della profondità e dei fattori ad essa legati (luce, salinità, gas disciolti, nutrienti, idrodinamismo e granulometria del substrato). La distribuzione della fauna bentonica non è quindi omogenea, ma varia sensibilmente e in modo spesso difficile da schematizzare. Per questo è emersa l'esigenza da parte degli studiosi di creare un modello di zonazione delle comunità – dette biocenosi bentoniche - come utile strumento operativo al fine di possedere un quadro di riferimento per poter identificare i principali elementi che caratterizzano l'ambiente in esame.

Il modello attualmente più utilizzato, tra i vari proposti per il Mar Mediterraneo, è quello di Pérès e Picard (1964) che individua sia per il sistema fitale (presenza di luce) che per quello afitale (assenza di luce) le diverse biocenosi presenti sui fondi mobili e duri. Secondo tale modello all'interno di ciascun sistema si possono individuare dei "piani" che si susseguono verticalmente e si estendono tra

due livelli “critici” entro i quali le condizioni ambientali si mantengono più o meno costanti.

All’interno di ogni piano si trovano le biocenosi tipiche dello stesso, che sono costituite da specie *caratteristiche*, *accompagnatrici* e *accidentali*. Le specie *caratteristiche* sono dette *esclusive* nel caso in cui siano legate ad un determinato biotopo e si trovino solo eccezionalmente altrove; sono dette *preferenziali* se sono nettamente più abbondanti in un determinato biotopo, ma, allo stesso tempo, possono essere accompagnatrici in un altro. Le specie *accompagnatrici* possono essere ugualmente abbondanti in diversi biotopi, in quanto sono specie distribuite nell’intero piano, oppure indicatrici di un certo fattore edafico, o ancora a larga ripartizione ecologica. Infine le specie *accidentali* sono quelle caratteristiche di un’altra biocenosi, che vengono trovate eccezionalmente nel biotopo in esame.

Lo scopo della presente relazione è quello di descrivere le caratteristiche biocenotiche ed ecologiche del popolamento macrozoobentonico di fondo mobile campionato nell’area di immersione a mare dei sedimenti dragati durante le attività di ampliamento del Porto di Olbia. Questo studio di “**Caratterizzazione Preliminare**” delle comunità macrozoobentoniche di fondi mobili, condotto in particolare su i principali gruppi tassonomici che le caratterizzano, ovvero Policheti, Molluschi, Crostacei ed Echinodermi, considerati “efficaci descrittori” di tali comunità ([Gambi et al., 1982](#)), ha quindi l’obiettivo di definire le condizioni di riferimento che caratterizzano tali popolamenti.

2. Materiali e metodi

L'area di studio è costituita da 5 siti di immersione (A, B, C, D, E), ciascuno di 1 mn² di superficie e da 2 aree di controllo (F e G) di uguale superficie (1mn²) (**Figura 1**).

La campagna di campionamento del macrozoobenthos di fondi mobili è stata effettuata nei giorni 28 e 29 luglio 2021, a bordo del peschereccio "4 OL 357".

In ciascuna area di immersione il prelievo di sedimenti per l'analisi del macrozoobenthos era originariamente previsto in due stazioni mentre nelle aree di controllo il prelievo era previsto in tre stazioni (**Figura 1; Tabella 1**).

Durante la campagna di campionamento è emersa una notevole omogeneità nei campioni prelevati, in termini di tipologia di sedimento e di profondità del fondo, sia nelle aree di immersione che nelle aree di controllo, a conferma di quanto riportato nel rapporto ([ISPRA, 2021](#)).

Pertanto, al fine di ottimizzare lo sforzo di campionamento e di replicare efficacemente nel tempo e nello spazio il disegno di campionamento, si è ritenuto opportuno razionalizzare il numero di campioni da sottoporre alla successiva analisi di laboratorio e ridurre il numero di siti/aree da indagare. Sono stati, pertanto, indagati 3 siti di immersione (A, D ed E) e le 2 aree di controllo (F e G).

Ciascun sito e area selezionati (A, D, E, F e G), sono stati assimilati ad un'unica stazione, in virtù dell'elevata omogeneità dei campioni prelevati, pertanto all'interno di ciascun sito e area sono stati effettuati due prelievi, assimilabili ciascuno ad una replica, rappresentativi dell'intera area di studio.

In **Figura 2** si riportano in carta i prelievi di sedimenti per l'analisi del macrozoobenthos analizzati in ciascun sito e area e in **Tabella 2** le coordinate reali e la profondità di ciascun punto prelievo. Si fa notare che sebbene nell'area E i due prelievi siano stati effettuati al di fuori dei limiti dell'area, in considerazione di quanto emerso nel rapporto [ISPRA, 2021](#) essi sono stati ritenuti idonei per la successiva fase di analisi.

I campioni di sedimento per lo studio del popolamento bentonico sono stati raccolti mediante benna Van Veen della capacità di 25 litri e con un'area di presa di 0,1 m².

Il prelievo dei campioni di sedimento per la caratterizzazione del macrozoobenthos di fondi mobili, effettuato in un totale di 10 stazioni, è stato eseguito secondo quanto riportato nel "Protocollo di campionamento del macrozoobenthos di fondi mobili" (IO.CN-LAB.BIO.03.01rev01 del 04/06/2020).

I campioni raccolti, costituiti dal sedimento e dagli organismi che vivono sopra e all'interno di esso,

sono stati successivamente vagliati utilizzando un setaccio con vuoto di maglia di 1 mm per eliminare la frazione di sedimenti più fine.

La frazione trattenuta (superiore ad 1 mm, corrispondente alla definizione di macrozoobenthos, (Stim, 1982) è stata raccolta in contenitori di plastica e fissata con formalina al 10% neutralizzata con carbonato di calcio.

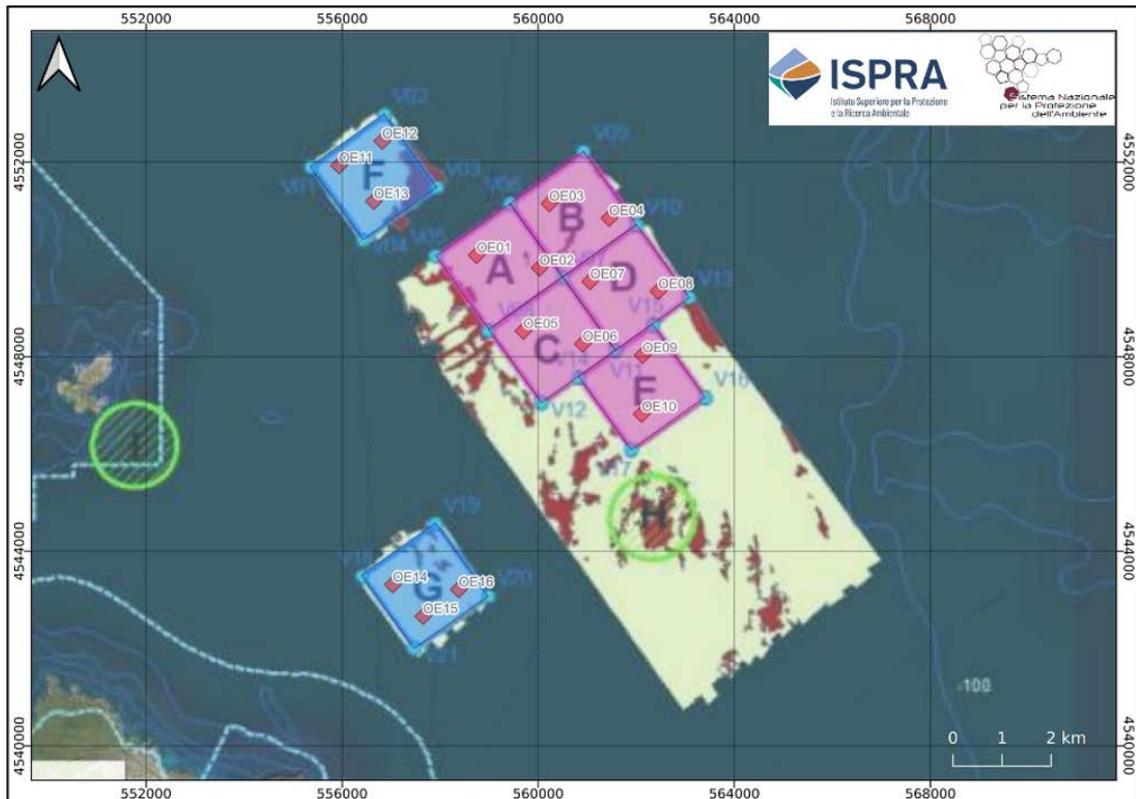


Figura 1 - Disegno di campionamento dei siti di immersione (A, B, C, D, E) e delle aree di controllo (F e G).

Tabella 1 - Coordinate reali delle stazioni di prelievo del macrozoobenthos originariamente previste dal piano di campionamento.

Cod. Stazione	E WGS 84 - UTM 32N	N WGS 84 - UTM 32N	Longitudine (WGS84, gradi decimali)	Latitudine (WGS84, gradi decimali)
OE01	558743	4550084	9.699528	41.099907
OE02	560025	4549823	9.714773	41.097467
OE03	560225	4551146	9.717288	41.109365
OE04	561448	4550845	9.731815	41.106566
OE05	559697	4548525	9.710735	41.085796
OE06	560907	4548260	9.725116	41.083324
OE07	561058	4549543	9.727042	41.094866
OE08	562450	4549342	9.743594	41.092953
OE09	562130	4548028	9.739651	41.081142
OE10	562111	4546818	9.739311	41.070240
OE11	555937	4551927	9.666291	41.116711
OE12	556819	4552428	9.676839	41.121162
OE13	556647	4551193	9.674681	41.110052
OE14	557035	4543312	9.678567	41.039037
OE15	557653	4542663	9.685854	41.033141
OE16	558380	4543212	9.694555	41.038040

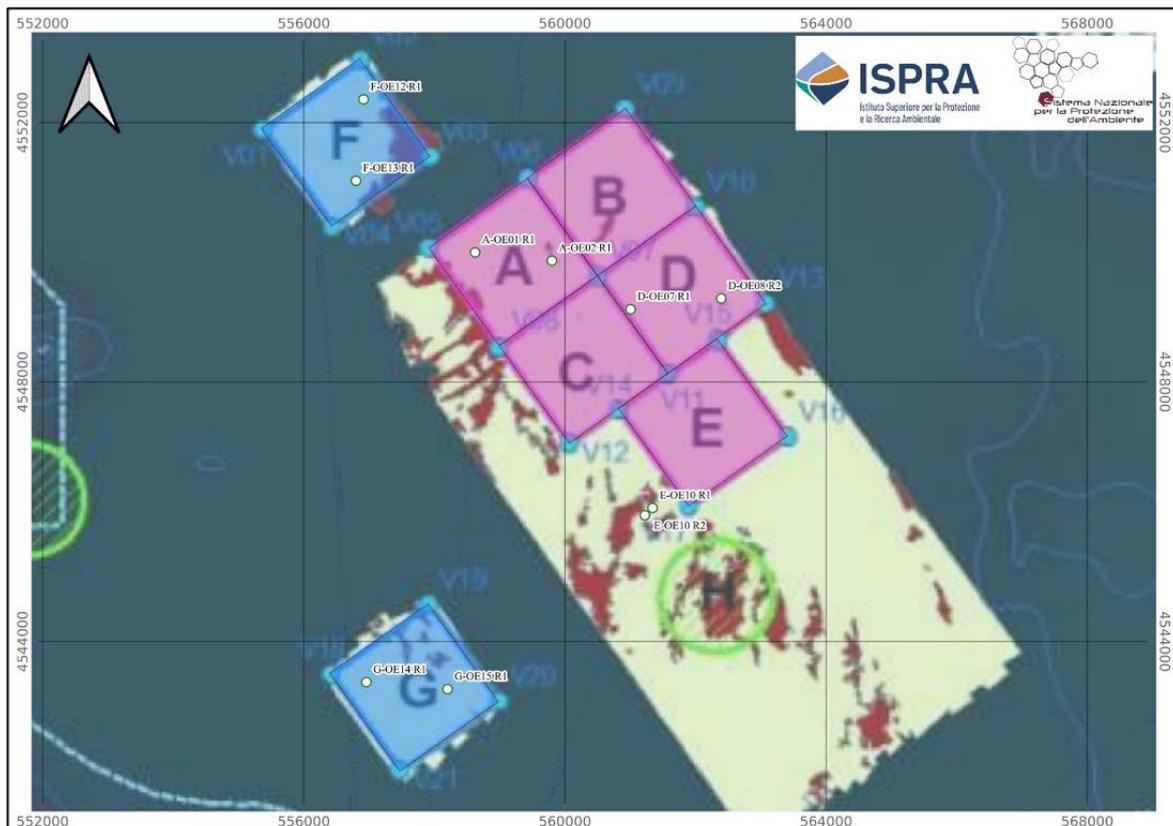


Figura 2 - Prelievi dei sedimenti per l'analisi del macrozoobentos dei siti di immersione (A, D, E) e delle aree di controllo (F e G).

SITO-AREA	STAZIONE	REPLICA	COORDINATE				PROFONDITA'
			E_WGS84 (gradi decimali)	N_WGS84 (gradi decimali)	E_UTM 32N	N_UTM 32N	
A	OE01	R1	9,698102	41,09915	558624	4549998	91 m
	OE02	R1	9,712102	41,09791	559800	4549870	90 m
D	OE07	R1	9,726372	41,09108	561005	4549122	89 m
	OE08	R2	9,74321	41,08645	562424	4548620	89 m
E	OE10	R1	9,730086	41,06345	561343	4546057	88 m
	OE10	R2	9,728665	41,06245	561224	4545945	88 m
F	OE13	R1	9,676485	41,10923	556800	4551104	90 m
	OE12	R1	9,67797	41,12052	556915	4552358	91 m
G	OE14	R1	9,677666	41,03958	556959	4543372	80 m
	OE15	R1	9,692449	41,03852	558202	4543264	80 m

Tabella 2 - Coordinate reali e profondità di ciascun punto prelievo.

Come tutti i campioni che pervengono all'Area BIO (forniti da enti/organizzazioni esterne) anche questi sono stati sottoposti alle operazioni di verifica e accettazione da parte del personale tecnico scientifico del Laboratorio di Ecologia del Benthos (LEB) dell'ISPRA di Roma, dove sono state svolte anche le attività analitiche di smistamento ed identificazione degli organismi delle comunità bentoniche secondo quanto riportato nel "Protocollo di analisi del macrozoobenthos di fondi mobili" (IO.CN-LAB.BIO.04.01rev01 del 04/06/2020) e in conformità alla norma UNI EN ISO 9001:2018. Gli organismi ritrovati nei campioni di sedimento marino sono stati inizialmente suddivisi nei principali *taxa* (Polychaeta, Mollusca, Crustacea ed Echinodermata), per poi essere identificati, fino al più basso livello tassonomico, ove possibile (LPT, Lowest Possible Taxon) (Castelli *et al.*, 2003). Per l'inserimento delle specie secondo l'ordine sistematico e la nuova nomenclatura sono state consultate le liste presenti nel sito WoRMS (<http://www.marinespecies.org/>).

La comunità macrozoobentonica è stata analizzata mediante indici strutturali calcolati sulla matrice di specie/abbondanza. Gli indici utilizzati sono stati:

1. indice di diversità (H') (Shannon e Weaver, 1963), il cui valore è compreso tra 0 e teoricamente $+\infty$ che tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie;

2. indice di equiripartizione o “*evenness*” (J) (Pielou, 1966), è compreso tra 0 ed 1 e prende in considerazione la distribuzione degli individui nell’ambito delle varie specie che compongono una comunità. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, mentre presenta valori bassi nel caso in cui ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare;
3. indice di ricchezza specifica (d) (Margalef, 1958), è funzione del rapporto tra il numero di specie totali ed il numero totale di individui. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà il suo valore.

La qualità ecologica delle 5 aree (A-D-E-F-G) è stata valutata mediante l'applicazione dell'indice macrobentonico M-AMBI (Muxika *et al.*, 2007) alla matrice di specie/abbondanza della macrofauna. L'indice M-AMBI consiste in un'analisi statistica multivariata in cui l'analisi fattoriale combina i valori di AMBI, con quelli di diversità di Shannon-Wiener (H') e numero di specie (S). Il software con cui viene calcolato è il medesimo di AMBI (www.azti.es) da applicarsi con l'ultimo aggiornamento già disponibile della lista delle specie. Per il calcolo dello stato di qualità è stata utilizzata il software M-AMBI (v.5), con aggiornamento della libreria a giugno 2022.

Per quanto fin qui esposto, nella presente relazione i risultati e la loro discussione vengono presentati per le aree del sito di immersione e per le aree di controllo. Per fare ciò i dati dell'analisi faunistica dei due prelievi di ciascuna area sono stati sommati ed è stata predisposta un'apposita matrice specie x area sulla quale sono state effettuate le elaborazioni statistiche.

3. Risultati

Di seguito si riportano i risultati del popolamento bentonico rinvenuto nei 3 siti di immersione (A-D-E) e nelle 2 aree di controllo (F-G).

Nel complesso l'analisi tassonomica ha portato all'identificazione di 739 individui per un totale di 182 *taxa* e 154 specie appartenenti ai gruppi sistematici dei Mollusca (118; 20), Polychaeta (514; 97), Crustacea (99; 32), Echinodermata (8;5).

In **Tabella 3** si riporta la lista dei *taxa* rinvenuti nei punti prelievo le relative abbondanze, mentre in **Tabella 4** si riporta la lista delle specie rinvenute.

In **Allegato 1** si riportano i Rapporti di Prova, consistenti in matrici di specie/abbondanza, dove per ogni punto prelievo vengono riportate le liste tassonomiche e le relative abbondanze (**vedi Tabella 3**).

Tabella 3 - Lista dei *taxa* e delle relative abbondanze rinvenute in ciascun punto di prelievo.

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
MOLLUSCA												
CAUDOFOVEATA												
<i>Chaetoderma</i> cfr. <i>nitidilum</i>	Lovén, 1844	0	0	0	0	1	5	5	0	0	0	11
GASTROPODA												
<i>Turritellinella tricarinata</i>	(Brocchi, 1814)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pusillina</i> ind.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Calyptraea chinensis</i>	(Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
<i>Gibberula</i> ind.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
BIVALVIA												
<i>Saccella commutata</i>	(Philippi, 1844)	1	0	1	1	0	0	2	2	1	1	9
<i>Ledella messaniensis</i>	(Jeffreys, 1870)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Yoldiella philippiana</i>	(Nyst, 1845)	3	1	0	0	1	0	2	0	0	1	8
<i>Batharca pectunculoides</i>	(Scacchi, 1835)	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	4
<i>Flexopecten hyalinus</i>	(Poli, 1795)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Hemilepton nitidum</i>	(Turton, 1822)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
<i>Centrocardita aculeata</i>	(Poli, 1795)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Astarte fusca</i>	(Poli, 1795)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Gonilia calliglypta</i>	(Dall, 1903)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Goodallia triangularis</i>	(Montagu, 1803)	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Phaxas pellucidus</i>	(Pennant, 1777)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Abra prismatica</i>	(Montagu, 1808)	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Papillicardium minimum</i>	(Philippi, 1836)	0	1	0	2	0	0	1	1	0	4	9
<i>Pitar rudis</i>	(Poli, 1795)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Timoclea ovata</i>	(Pennant, 1777)	0	2	6	9	5	2	24	2	0	4	54
<i>Varicorbula gibba</i>	(Olivi, 1792)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Bivalvia ind.		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SCAPHOPODA												
<i>Antalis panorma</i>	(Chenu, 1843)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
		8	4	7	14	15	9	39	5	1	16	118
POLYCHAETA												
<i>Notomastus aberans</i>	Day, 1957	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Notomastus lineatus</i>	Claparède, 1869	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Leiocapitella dollfusi</i>	(Fauvel, 1936)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Leiocapitella glabra</i>	Hartman, 1947	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Neopseudocapitella brasiliensis</i>	Rullier & Amoureux, 1979	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Peresiella clymenoides</i>	Harmelin, 1968	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	6
<i>Clymenella</i> sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Chirimia biceps</i>	(M. Sars, 1861)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Euclymene oerstedii</i>	(Claparède, 1863)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Praxillella gracilis</i>	(M. Sars, 1861)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Maldane</i> cfr. <i>glebifex</i>	Grube, 1860	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
Maldanidae ind.		0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Opheliidae ind.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Scalibregma inflatum</i>	Rathke, 1843	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Aricidea (Acmira) assimilis</i>	Tebble, 1959	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
<i>Aricidea (Acmira) catherinae</i>	Laubier, 1967	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aricidea (Acmira) laubieri</i>	Hartley, 1981	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Aricidea (Acmira) wassi</i>	Pettibone, 1965	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
<i>Aricidea sp.</i>		0	0	0	1	9	0	1	0	0	2	13
<i>Levinsenia flava</i>	(Strelzov, 1973)	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4
<i>Paradoneis armata</i>	Glémarec, 1966	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Paradoneis ilvana</i>	Castelli, 1985	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Paradoneis lyra</i>	(Southern, 1914)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Aphelochaeta marioni</i>	(Saint-Joseph, 1894)	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Aphelochaeta sp.</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Chaetozone cfr. elakata</i>	Blake & Lavesque, 2017	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Chaetozone sppl.</i>		0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	6
<i>Kirkegaardia heterochaeta</i>	(Laubier, 1961)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Kirkegaardia sppl.</i>		0	0	0	2	4	2	11	0	0	9	28
Cirratulidae ind.		1	0	1	0	1	3	1	0	0	0	7
<i>Arichlidon reyssii</i>	(Katzmann, Laubier & Ramos, 1974)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Nereididae ind.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Litocorsa stremma</i>	Pearson, 1970	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Pilargis verrucosa</i>	Saint-Joseph, 1899	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Myrianida prolifera</i>	(O.F. Müller, 1788)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Myrianida</i> spp.		0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Paraehlersia</i> cfr. <i>dionisi</i>	(Núñez & San Martín, 1991)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Exogone</i> cfr. <i>verugera</i>	(Claparède, 1868)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Paraxogone hebes</i>	(Webster & Benedict, 1884)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Parapionosyllis</i> cfr. <i>brevicirra</i>	Day, 1954	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Haplosyllis spongicola</i>	(Grube, 1855)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Syllis</i> cfr. <i>alternata</i>	Moore, 1908	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	4
<i>Syllis</i> cfr. <i>cruzi</i>	Núñez & San Martín, 1991	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Syllis</i> cfr. <i>licheri</i>	Ravara, San Martín & Moreira, 2004	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Syllis</i> cfr. <i>parapari</i>	San Martín & López, 2000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Syllis profunda</i>	Cognetti, 1955	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Syllidae ind.		0	0	0	0	1	0	3	0	2	0	6
<i>Glycera alba</i>	(O.F. Müller, 1776)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Glycera oxycephala</i>	Ehlers, 1887	0	1	0	1	5	0	0	0	0	0	7
<i>Glycera tridactyla</i>	Schmarda, 1861	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3
<i>Glycera unicornis</i>	Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Goniada</i> ind.		0	0	0	0	1	2	1	0	0	3	7
<i>Nephtys hombergii</i>	Savigny in Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	Fauvel, 1913	0	0	0	0	2	6	2	0	0	1	11
<i>Eulalia brunnea</i>	(Hartmann-Schröder, 1963)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Eulalia (Sige) cfr. venustissima</i>	Banse, 1959	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Eulalia tripunctata</i>	McIntosh, 1874	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phyllodoce</i> sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Leodice harassii</i>	(Audouin & Milne Edwards, 1833)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Leodice</i> sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lysidice unicornis</i>	(Grube, 1840)	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	4
<i>Lumbrinerides cfr. crassicephala</i>	(Hartman, 1965)	0	1	0	3	1	2	3	1	0	1	12
<i>Lumbrineris latreilli</i>	Audouin & Milne Edwards, 1833	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Drilonereis</i> sp.1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Drilonereis</i> sp.3		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<i>Aponuphis bilineata</i>	(Baird, 1870)	1	1	0	3	8	4	3	2	0	0	22
<i>Aponuphis brementi</i>	(Fauvel, 1916)	2	0	0	1	3	0	1	2	0	0	9
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	(O.F. Müller, 1776)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Nothria cfr. conchylega</i>	(Sars, 1835)	0	0	0	0	1	0	3	3	0	0	7
<i>Paradiopatra</i> ind.		0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4
<i>Pseudofabriciola longipyga</i>	Fitzhugh, Giangrande & Simbora, 1994	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dialychone cfr. arenicola</i>	(Langerhans, 1880)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
<i>Dialychone dunerificta</i>	(Tovar-Hernández, Licciano, Giangrande, 2007)	1	1	0	3	3	0	0	1	0	2	11
<i>Dialychone</i> sp.		0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
<i>Euchone anceps</i>	Giangrande, Wasson, Lezzi & Licciano, 2017	0	0	0	3	0	1	0	0	0	2	6
<i>Euchone rubrocincta</i>	(Sars, 1862)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Euchone</i> sppl.		0	0	0	3	5	0	6	0	0	3	17

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Jasmineira</i> cfr. <i>elegans</i>	Saint-Joseph, 1894	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	5
Sabellidae ind.		0	0	0	0	6	3	2	0	1	6	18
<i>Filogranula</i> cfr. <i>calyculata</i>	(O. G. Costa, 1861)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Spiraserpula massiliensis</i>	(Zibrowius, 1968)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Hydroides norvegica</i>	Gunnerus, 1768	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Galathowenia oculata</i>	(Zachs, 1923)	1	0	0	9	13	3	1	0	0	1	28
<i>Amphictene auricoma</i>	(O.F. Müller, 1776)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Adercodon pleijeli</i>	Mackie, 1994	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Amage adspersa</i>	(Grube, 1863)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ampharete</i> cfr. <i>lindstroemi</i>	Malmgren, 1867 sensu Hesse, 1917	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	10
<i>Ampharete</i> sp.1		0	0	0	1	19	4	0	0	0	5	29
<i>Amphicteis</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Auchenoplax crinita</i>	Ehlers, 1887	0	0	0	6	12	8	6	4	1	14	51
<i>Euclysippe</i> sp.		0	0	0	2	6	6	5	3	0	16	38
<i>Lysippe labiata</i>	Malmgren, 1866	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
<i>Sosane sulcata</i>	Malmgren, 1866	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
Ampharetidae ind.		0	0	0	0	3	1	3	2	0	5	14
<i>Melinna palmata</i>	Grube, 1870	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
<i>Terebellides stroemii</i>	Sars, 1835	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Lanice conchilega</i>	(Pallas, 1766)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pista</i> cfr. <i>colini</i>	Labruno, Lavesque, Bonifácio & Hutchings, 2019	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4
<i>Pista</i> sp.		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Amaeana</i> ind.		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Streblosoma</i> sp.		0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Terebellidae ind.		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Trophoniella</i> cfr. <i>fiegei</i> juv.	Salazar-Vallejo, 2012	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Aonides paucibranchia</i>	Southern, 1914	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	5
<i>Aonides</i> sp.		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dipolydora</i> cfr. <i>armata</i>	(Langerhans, 1880)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Microspio</i> sp.		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Prionospio dubia</i>	Day, 1961	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Prionospio</i> ind.		0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Pseudolopydora paucibranchiata</i>	(Okuda, 1937)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Rhynchospio</i> sp.		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Spiophanes</i> sp.		0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Magelona minuta</i>	Eliason, 1962	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
		12	16	2	63	147	72	73	23	12	94	514
CRUSTACEA												
CUMACEA												
<i>Bodotria scorpiodes</i>	Montagu, 1804	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Iphinoe tenella</i>	Sars, 1878	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Diastylis</i> cfr. <i>lucifera</i>	(Krøyer, 1837)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TANAIDACEA												
<i>Apseudopsis acutifrons</i>	(G.O. Sars, 1882)	0	0	1	1	2	1	2	2	0	2	11

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
ISOPODA												
<i>Gnathia</i> ind.		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Eurydice spinigera</i>	Hansen, 1890	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Ptianthura</i> cfr. <i>tenuis</i>	Harger, 1878	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
AMPHIPODA												
<i>Ampelisca brevicornis</i>	(Costa, 1853)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
<i>Ampelisca diadema</i>	(Costa, 1853)	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	5
<i>Ampelisca pseudosarsi</i>	Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	8
<i>Ampelisca truncata</i>	Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Ampelisca typica</i>	(Bate, 1856)	1	0	0	1	2	0	4	1	1	0	10
<i>Ampelisca</i> sp.		0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Ampelisca</i> ind.		1	0	0	2	1	1	2	1	0	2	10
<i>Ampelisca</i> juv.		1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
<i>Haploops dellavallei</i>	Stebbing, 1893	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Haploops nirae</i>	Kaim-Malka, 1976	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Aoridae ind.		0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Corophium</i> ind.		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Leptocheirus mariae</i>	Karaman, 1973	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Leptocheirus pectinatus</i>	(Norman, 1869)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Dexamine spinosa</i>	(Montagu, 1813)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Hippomedon massiliensis</i>	Bellan-Santini, 1965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Deflexilodes acutipes</i>	(Ledoyer, 1983)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Perioculodes aequimanus</i>	(Kossmann, 1880)	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Halicoides walkeri</i>	(Ledoyer, 1973)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Paraphoxus oculatus</i>	(G.O. Sars, 1879)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Urothoe elegans</i>	Bate, 1857	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Photis longicaudata</i>	(Bate & Westwood, 1862)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pedoculina bacescui</i>	Carausus, 1940	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
<i>Phtisica marina</i>	Slabber, 1769	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
DECAPODA												
<i>Anapagurus breviaculeatus</i>	Fenizia, 1937	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Anapagurus chiroacanthus</i>	(Liljeborg, 1856)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
<i>Anapagurus laevis</i>	(Bell, 1845)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Anapagurus</i> juv.		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Ebalia</i> cfr. <i>tuberosa</i>	(Pennant, 1777)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Macropodia linaresi</i>	Forest & Zariquiey Álvarez, 1964	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eurynome aspera</i>	(Pennant, 1777)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Majidae juv.		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		10	9	3	12	18	9	14	6	4	14	99
ECHINODERMATA												
HOLOTHUROIDEA												
<i>Paraleptopentacta tergestina</i>	(Sars, 1859)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Oestergrenia digitata</i>	(Montagu, 1815)	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
ASTEROIDEA												

specie	AUTORI	A_OE01	A_OE02	D_OE07	D_OE08	E_OE10	E_OE10	F_OE12	F_OE13	G_OE14	G_OE15	Tot
		R1	R1	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R1	R1	.
<i>Amphipholis squamata</i>	(Delle Chiaje, 1828)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Ophiura grubei</i>	Heller, 1863	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Ophiura juv.</i>		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ECHINOIDEA												
<i>Spatangus subinermis</i>	Pomel, 1887	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		1	0	0	1	3	0	3	0	0	0	8

Tabella 4 - Lista specie rinvenute nei punti prelievo.

MOLLUSCA

CAUDOFOVEATA

Chaetoderma cfr. *nitidulum* Lovén, 1844

GASTROPODA

Turritellinella tricarinata (Brocchi, 1814)

Calyptraea chinensis (Linnaeus, 1758)

BIVALVIA

Saccella commutata (Philippi, 1844)

Ledella messaniensis (Jeffreys, 1870)

Yoldiella philippiana (Nyst, 1845)

Bathyarca pectunculoides (Scacchi, 1835)

Flexopecten hyalinus (Poli, 1795)

Hemilepton nitidum (Turton, 1822)

Centrocardita aculeata Poli, 1795)

Astarte fusca (Poli, 1795)

Gonilia calliglypta Dall, 1903)

Goodallia triangularis (Montagu, 1803)

Phaxas pellucidus (Pennant, 1777)

Abra prismatica (Montagu, 1808)

Papillicardium minimum (Philippi, 1836)

Pitar rudis (Poli, 1795)

Timoclea ovata (Pennant, 1777)

Varicorbula gibba (Olivi, 1792)

SCAPHOPODA

Antalis panorma (Chenu, 1843)

POLYCHAETA

Notomastus aberans Day, 1957

Notomastus lineatus Claparède, 1869

Leiocapitella dollfusi (Fauvel, 1936)

Leiocapitella glabra Hartman, 1947

Neopseudocapitella brasiliensis Rullier & Amoureux, 1979

Peresiella clymenoides Harmelin, 1968

Clymenella sp.

Chirimia biceps (M. Sars, 1861)

Euclymene oerstedii (Claparède, 1863)

Praxillella gracilis (M. Sars, 1861)

Maldane cfr. *glebifex* Grube, 1860

Scalibregma inflatum Rathke, 1843

Aricidea (*Acmira*) *assimilis* Tebble, 1959

Aricidea (*Acmira*) *catherinae* Laubier, 1967

Aricidea (*Acmira*) *laubieri* Hartley, 1981

Aricidea (*Acmira*) *wassi* Pettibone, 1965

Aricidea sp.

Levinsenia flava (Strelzov, 1973)

Paradoneis armata Glémarec, 1966
Paradoneis ilvana Castelli, 1985
Paradoneis lyra (Southern, 1914)
Aphelochaeta marioni Saint-Joseph, 1894)
Aphelochaeta sp.
Chaetozone cfr. *elakata* Blake & Lavesque, 2017
Kirkegaardia heterochaeta (Laubier, 1961)
Arichlidon reyssii (Katzmann, Laubier & Ramos, 1974)
Litocorsa stremma Pearson, 1970
Pilargis verrucosa Saint-Joseph, 1899
Myrianida prolifera (O.F. Müller, 1788)
Paraehlersia cfr. *dionisi* (Núñez & San Martín, 1991)
Exogone cfr. *verugera* (Claparède, 1868)
Parexogone hebes (Webster & Benedict, 1884)
Parapionosyllis cfr. *brevicirra* Day, 1954
Haplosyllis spongicola (Grube, 1855)
Syllis cfr. *alternata* Moore, 1908
Syllis cfr. *cruzi* Núñez & San Martín, 1991
Syllis cfr. *licheri* Ravara, San Martín & Moreira, 2004
Syllis cfr. *parapari* San Martín & López, 2000
Syllis profunda Cognetti, 1955
Glycera alba (O.F. Müller, 1776)
Glycera oxycephala Ehlers, 1887
Glycera tridactyla Schmarda, 1861
Glycera unicornis Lamarck, 1818
Nephtys hombergii Savigny in Lamarck, 1818
Paralacydonia paradoxa Fauvel, 1913
Eulalia brunnea (Hartmann-Schröder, 1963)
Eulalia (*Sige*) cfr. *venustissima* Banse, 1959
Eulalia tripunctata McIntosh, 1874
Phyllodoce sp.
Leodice harassii (Audouin & Milne Edwards, 1833)
Leodice sp.
Lysidice unicornis (Grube, 1840)
Lumbrinerides cfr. *crassicephala* (Hartman, 1965)
Lumbrineris latreilli Audouin & Milne Edwards, 1833
Drilonereis sp.1
Drilonereis sp.3
Aponuphis bilineata (Baird, 1870)
Aponuphis brementi (Fauvel, 1916)
Hyalinoecia tubicola (O.F. Müller, 1776)
Nothria cfr. *conchylega* (Sars, 1835)
Pseudofabriciola longipyga Fitzhugh, Giangrande & Simbhora, 1994
Dialychone cfr. *arenicola* (Langerhans, 1880)
Dialychone dunerificta (Tovar-Hernández, Licciano, Giangrande, 2007)
Dialychone sp.
Euchone anceps Giangrande, Wasson, Lezzi & Licciano, 2017
Euchone rubrocincta (Sars, 1862)

Jasmineira cfr. *elegans* Saint-Joseph, 1894
Filogranula cfr. *calyculata* (O. G. Costa, 1861)
Spiraserpula massiliensis (Zibrowius, 1968)
Hydroides norvegica Gunnerus, 1768
Galathowenia oculata (Zachs, 1923)
Amphictene auricoma (O.F. Müller, 1776)
Adercodon pleijeli Mackie, 1994
Amage adspersa (Grube, 1863)
Ampharete cfr. *lindstroemi* Malmgren, 1867 sensu Hessle, 1917
Ampharete sp.1
Amphicteis sp.
Auchenoplax crinite Ehlers, 1887
Euclysippe sp.
Lysippe labiata Malmgren, 1866
Sosane sulcata Malmgren, 1866
Ampharetidae ind.
Melinna palmata Grube, 1870
Terebellides stroemii Sars, 1835
Lanice conchilega (Pallas, 1766)
Pista cfr. *colini* Labruno, Lavesque, Bonifácio & Hutchings, 2019
Pista sp.
Streblosoma sp.
Trophoniella cfr. *fiegei* juv. Salazar-Vallejo, 2012
Aonides paucibranchia Southern, 1914
Aonides sp.
Dipolydora cfr. *armata* (Langerhans, 1880)
Microspio sp.
Prionospio dubia Day, 1961
Pseudolopydora paucibranchiata (Okuda, 1937)
Rhynchospio sp.
Spiophanes sp.
Magelona minuta Eliason, 1962

CRUSTACEA

CUMACEA

Bodotria scorpiodes Montagu, 1804
Iphinoe tenella Sars, 1878
Diastylis cfr. *lucifera* (Krøyer, 1837)

TANAIDACEA

Apseudopsis acutifrons (G.O. Sars, 1882)

ISOPODA

Eurydice spinigera Hansen, 1890
Ptianthura cfr. *tenuis* Harger, 1878

AMPHIPODA

Ampelisca brevicornis (Costa, 1853)
Ampelisca diadema (Costa, 1853)
Ampelisca pseudosarsi Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977
Ampelisca truncata Bellan-Santini & Kaim-Malka, 1977

Ampelisca typica (Bate, 1856)
Ampelisca sp.
Haploops dellavallei Stebbing, 1893
Haploops nirae Käim-Malka, 1976
Leptocheirus mariae Karaman, 1973
Leptocheirus pectinatus (Norman, 1869)
Dexamine spinosa (Montagu, 1813)
Hippomedon massiliensis Bellan-Santini, 1965
Deflexilodes acutipes (Ledoyer, 1983)
Perioculodes aequimanus (Kossman, 1880)
Halicoides walkeri (Ledoyer, 1973)
Paraphoxus oculatus (G.O. Sars, 1879)
Urothoe elegans Bate, 1857
Photis longicaudata (Bate & Westwood, 1862)
Pedoculina bacescui Carausu, 1940
Phthisica marina Slabber, 1769

DECAPODA

Anapagurus breviaculeatus Fenizia, 1937
Anapagurus chiroacanthus (Liljeborg, 1856)
Anapagurus laevis (Bell, 1845)
Ebalia cfr. *tuberosa* (Pennant, 1777)
Macropodia linaresi Forest & Zariquiey Álvarez, 1964
Eurynome aspera (Pennant, 1777)

ECHINODERMATA

HOLOTHUROIDEA

Paraleptopentacta tergestina (Sars, 1859)
Oostergrenia digitata (Montagu, 1815)

ASTEROIDEA

Amphipholis squamata (Delle Chiaje, 1828)
Ophiura grubei Heller, 1863

ECHINOIDEA

Spatangus subinermis Pomel, 1887

SITO DI IMMERSIONE A

In questo sito di immersione il popolamento bentonico è costituito da 60 individui appartenenti a 34 specie (Figura 3).

I Policheti sono risultati il gruppo con il maggior numero di individui (28) e specie (20). Le specie più numerose sono rappresentate da *Syllis* cfr. *alternata* (3 individui), *Paradoneis lyra*, *Aponuphis bilineata*, *A. brementi* e *Dialychone dunerificta*, con 2 individui ciascuna. Le restanti 15 specie sono presenti con un solo individuo ciascuna. Infine, 10 specie sono state rinvenute esclusivamente in questo sito (*Aricidea (Acmira) catherinae*, *P. lyra*, *Kirkegaardia heterochaeta*, *Exogone* cfr. *verugera*, *Parapionosyllis* cfr. *brevicirra*, *Eulalia tripunctata*, *Hydroides norvegica*, *Aonides* sp., *Prionospio dubia* e *Pseudolopydora paucibranchiata*).

Il gruppo dei Crostacei risulta composto da 19 individui e 7 specie. Le specie con il maggior numero di individui sono gli anfipodi *Ampelisca pseudosarsi* (7 individui) e *Halicoides walkeri* (2), le rimanenti 5 specie sono presenti con un solo individuo. *H. walkeri* e *Macropodia linaresi* sono risultate presenti solo in questa sito. I Molluschi sono presenti con 12 individui e 7 specie. *Yoldiella philippiana* (4) e *Timoclea ovata* (2) sono le specie più abbondanti. Gli Echinodermi, infine, presentano un solo individuo e nessuna specie.

Le specie più abbondanti rinvenute nei popolamenti di questo sito sono riportate in Figura 4; le specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagate in Figura 5.

SITO DI IMMERSIONE D

Il presente sito di immersione D mostra un popolamento bentonico composto da 102 individui e 38 specie (Figura 3).

I Policheti sono, anche in questo sito, il *taxon* più rappresentato sia per il numero di individui (65) sia per le specie (24). Le specie più numerose sono *Galathowenia oculata* (9 individui), *Ampharete* cfr. *lindstroemi* (8), *Auchenoplax crinita* (6). Sono ben rappresentate anche le specie *Lumbrinerides* cfr. *crassicephala*, *Aponuphis bilineata*, *Dialychone dunerificta*, *Euchone anceps* e *Pista* cfr. *colini* con 3 individui e *Chaetozone* cfr. *elakata*, *Eulalia (Sige)* cfr. *venustissima*, *Lysidice unicornis* e *Euclysippe* sp., con 2 individui. Sono state campionate solo in questo sito 6 specie, *C.* cfr. *elakata*, *Syllis* cfr. *licheri*, *E. (Sige)* cfr. *venustissima*, *Lumbrineris latreilli*, *Adercodon pleijeli*, *Lanice conchilega* e *Pista* sp..

Tra i restanti gruppi tassonomici i Molluschi mostrano un totale di 21 individui appartenenti a 5 specie, *Timoclea ovata* con 15 individui è la specie più abbondante. *Centrocardita aculeata* è la specie presente esclusivamente in questo sito. I Crostacei sono rappresentati da 15 individui e 8 specie, le specie più numerose sono l'anfipode *Ampelisca diadema* (3 individui) e il tanaidaceo *Apseudopsis acutifrons* (2). *Ebalia cfr. tuberosa* e *Eurynome aspera* sono le specie prelevate nei campioni di questo sito. Infine, gli Echinodermi sono rappresentati da una sola specie l'echinoide *Spatangus subinermis* (1 individuo), campionato esclusivamente in questo sito.

Le specie più abbondanti rinvenute nei popolamenti di questo sito sono riportate in **Figura 4**; le specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagate in **Figura 5**.

SITO DI IMMERSIONE E

Questo sito mostra il popolamento bentonico più ricco di individui (273) e specie (80) (**Figura 3**).

I valori di abbondanza degli individui appartenenti ai quattro *taxa* hanno evidenziato che il gruppo dei Policheti è dominante su tutti gli altri sia per il più alto numero di individui (219) sia di specie (80). Le specie dominanti sono risultate, *Ampharete* sp.1 (23 individui), *Auchenoplax crinita* (20), *Galathowenia oculata* (16), *Aponuphis bilineata* e *Euclysippe* sp. (12); con numeri più bassi fanno seguito *Aricidea* sp. (9), *Paralacydonia paradoxa* (8) e con 5 individui ciascuna, *Glycera oxycephala*, *Peresiella clymenoides* e *Jasmineira cfr. elegans*. Sono risultate presenti solo in questo sito 21 specie (*Notomastus aberans*, *Leiocapitella glabra*, *Clymenella* sp., *Chirimia biceps*, *Euclymene oerstedii*, *Pilargis verrucosa*, *Parexogone hebes*, *Haplosyllis spongicola*, *Nephtys hombergii*, *Phyllodoce* sp., *Eulalia brunnea*, *Leodice harassii*, *Leodice* sp., *Hyalinoecia tubicola*, *Pseudofabricioloa longipyga*, *Euchone rubrocincta*, *Streblosoma* sp., *Trophoniella cfr. fiegei* juv., *Dipolydora cfr. armata*, *Microspio* sp. e *Spiophanes* sp.).

Il *taxon* dei Molluschi è presente con 24 individui e 9 specie. Come specie più rappresentate troviamo, *Timoclea ovata* (7 individui) e *Chaetoderma cfr. nitidulum* (6). I bivalvi *Hemilepton nitidum*, *Astarte fusca* e *Goodallia triangularis*, sono stati rinvenuti esclusivamente nei campioni prelevati in questo sito. I Crostacei sono rappresentati da 27 individui e 16 specie. Il tanaidaceo *Apseudopsis acutifrons* e l'anfipode *Ampelisca* sp. con 3 individui ciascuno e *Bodotria scorpiodes*, *Ptianthura cfr. tenuis*, *Ampelisca typica*, *Dexamine spinosa* e *Pedoculina bacescui* (2) sono risultati i crostacei più numerosi. Dieci sono le specie presenti solo questo sito (*B. scorpiodes*, *P. cfr. tenuis*, *A. truncata*, *Ampelisca* sp., *Leptocheirus pectinatus*, *D. spinosa*, *Deflexilodes acutipes*, *Paraphoxus oculatus*, *Anapagurus*

breviaculeatus e *A. laevis*). Infine, gli Echinodermi sono presenti con 3 individui e 1 specie, l'oloturia *Oestergrenia digitata* presente solo in questo sito.

Le specie più abbondanti rinvenute nei popolamenti di questo sito sono riportate in **Figura 4**; le specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagate in **Figura 5**.

AREA DI CONTROLLO F

La presente area di controllo mostra un popolamento bentonico composto da 163 individui e 46 specie (**Figura 3**).

Il gruppo dei Policheti è risultato il più abbondante per il più alto numero di individui (96) e di specie (27). Le specie più numerose sono *Auchenoplax crinita* (10 individui), *Euclysippe* sp. (8), *Nothria* cfr. *conchylega* (6), *Aponuphis bilineata* (5) e *Lumbrinerides* cfr. *crassicephala* (4). Le specie *Praxillella gracilis*, *Maldane* cfr. *glebifex*, *Paradoneis armata*, *Litocorsa stremma*, *Paraehlersia* cfr. *dionisi*, *Syllis* cfr. *parapari*, *Syllis profunda*, *Spiraserpula massiliensis* *Amphictene auricoma* e *Rhynchospio* sp., rinvenute solo in questa area.

Il *taxon* dei Molluschi è presente con 44 individui e 9 specie. La specie più numerosa è risultata il bivalve *Timoclea ovata*, con 26 individui. *Turritellinella tricarinata* e *Ledella messaniensis* sono state rinvenute solo nei campioni prelevati in questa area. I Crostacei sono rappresentati da 20 individui e 7 specie. Le specie più numerose sono risultate l'anfipode *Ampelisca typica* (5 individui), il tanaidaceo *Apseudopsis acutifrons* (4) e l'anfipode *Perioculodes aequimanus* (2). *Iphinoe tenella*, *Eurydice spinigera* e *Haploops nirae* sono le specie rinvenute esclusivamente nei campioni prelevati nell'area F. Infine, gli Echinodermi sono rappresentati da 3 individui e 3 specie, l'oloturia *Paraleptopentacta tergestina*, e gli asteroidei *Amphipholis squamata* e *Ophiura grubei*, che sono presenti solo in questa area.

Le specie più abbondanti rinvenute nei popolamenti di questa area sono riportate in **Figura 4**; le specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagate in **Figura 5**.

AREA DI CONTROLLO G

L'area G presenta un popolamento bentonico composto da 141 individui e 46 specie (**Figura 3**).

I Policheti sono costituiti da 106 individui con 26 specie. Le specie più numerose sono *Euclysippe* sp. (16 individui) e *Auchenoplax crinita* (15). Le specie esclusive sono risultate 11 (*Notomastus lineatus*, *Leiocapitella dollfusi*, *Scalibregma inflatum*, *Paradoneis ilvana*, *Aphelochaeta* sp.,

Myrianida prolifera, *Glycera alba*, *Drilonereis* sp.1, *Amage adspersa*, *Terebellides stroemi* e *Magelona minuta*).

Nei restanti gruppi tassonomici i Molluschi mostrano un totale di 17 individui e 10 specie. I bivalvi *Papillicardium minimum* (4 individui), *Timoclea ovata* (4) e *Saccella commutata* (2) sono risultate le specie più numerose, mentre 3 sono le specie presenti solo nell'area G rappresentate dai bivalvi *Phaxas pellucidus*, *Pitar rudis* e *Varicorbula gibba*. I Crostacei sono presenti con 18 individui e 10 specie. *Haploops dellavallei* (3 individui), *Apseudopsis acutifrons*, *Leptocheirus mariae* e *Phtisica marina* con 2 individui ciascuna, sono le specie più rappresentate. Quattro le specie rinvenute solo in questa area G (*Diastylis* cfr. *lucifera*, *H. dellavallei*, *L. mariae* e *Hippomedon massiliensis*). Il gruppo degli Echinodermi è risultato assente.

Le specie più abbondanti rinvenute nei popolamenti di questa area sono riportate in **Figura 4**; le specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagate in **Figura 5**.

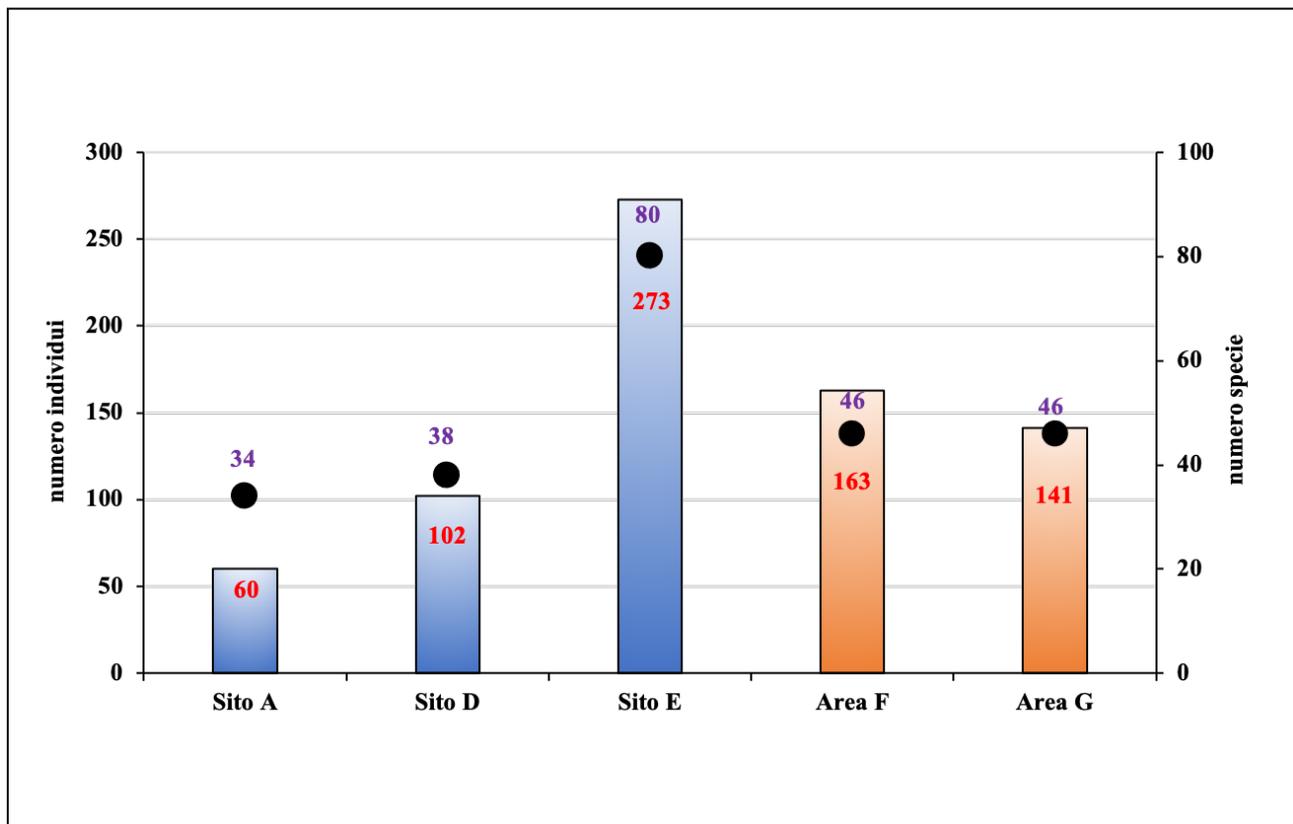


Figura 3 - Numero di individui e specie rinvenuti nei siti di immersione in blu (A, D, E) e nelle aree di controllo in arancione (F e G).

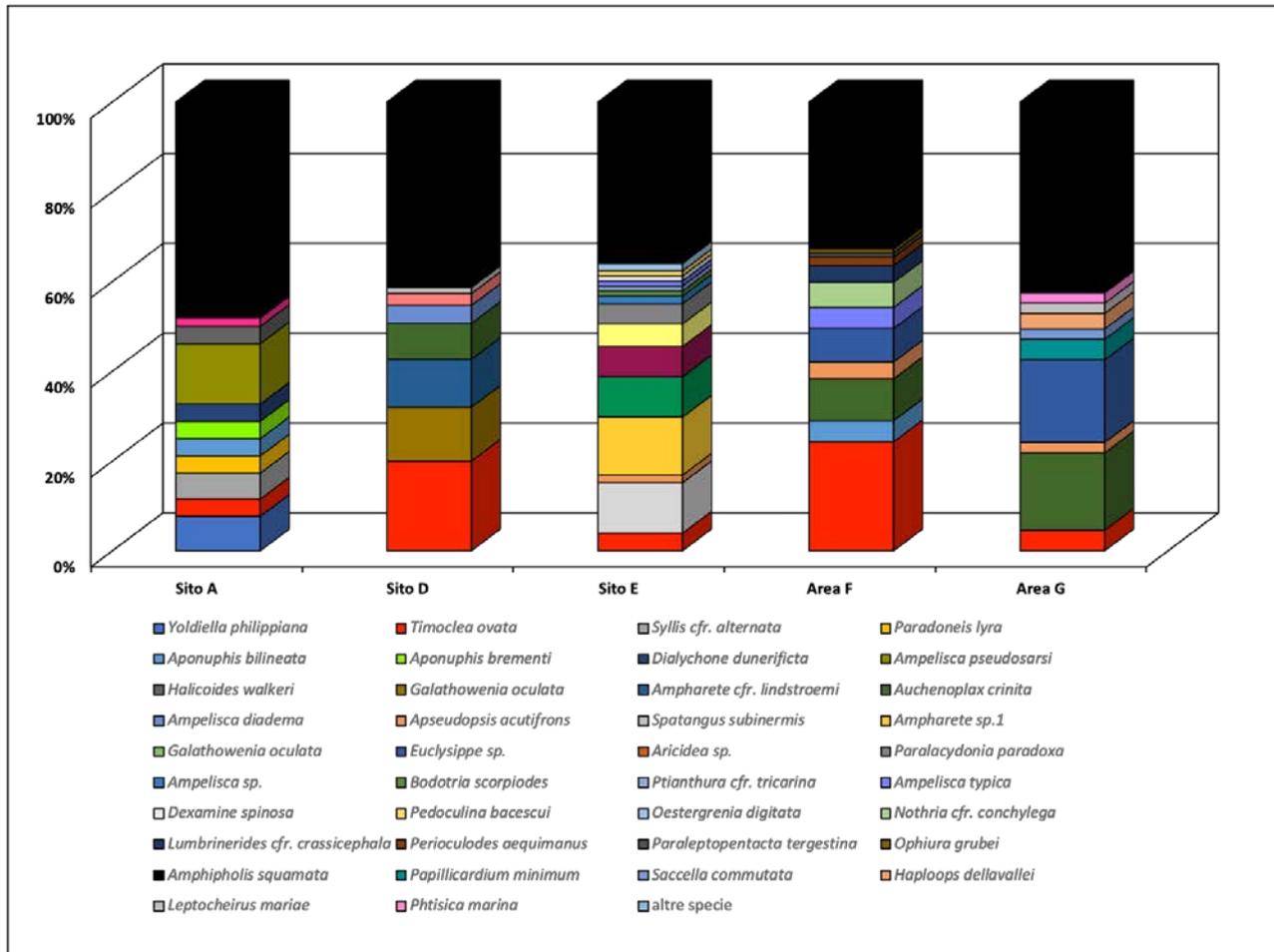


Figura 4 - Specie con il maggior numero di individui nei siti e aree indagati.

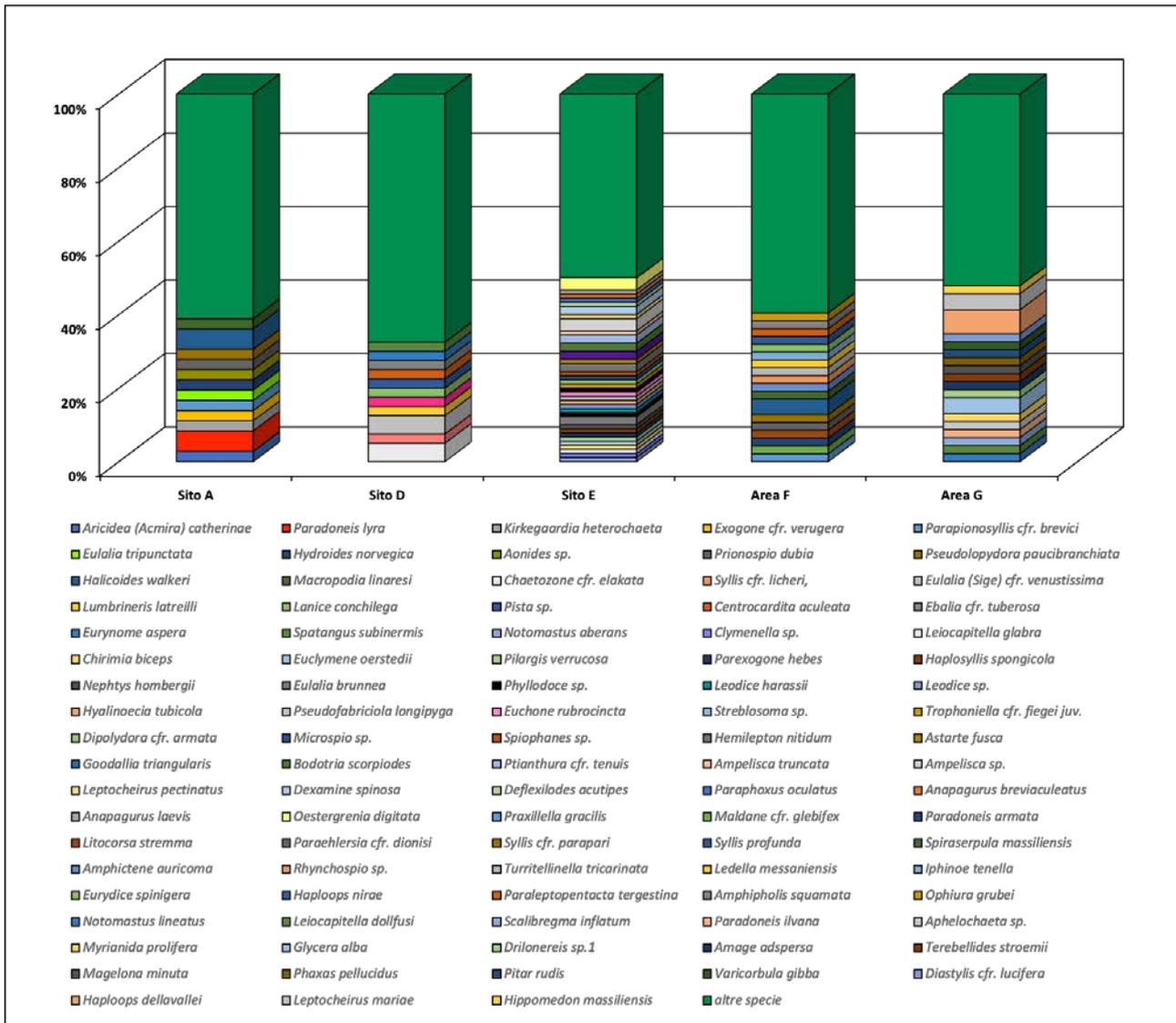


Figura 5 - Specie rinvenute esclusivamente nei diversi siti e aree indagati.

3.1 Analisi strutturale del popolamento bentonico

La struttura del popolamento bentonico è stata valutata attraverso l'analisi del numero di specie (S) e del numero di individui (N) totali per ciascun prelievo (Figura 3) e tramite tre diversi indici di comunità ovvero l'indice di ricchezza specifica di Margalef (d), l'indice di equiripartizione di Pielou (J') e l'indice di diversità di Shannon-Wiener (H') (Figure 6, 7, 8).

I valori dell'indice di ricchezza specifica di Margalef (d) sono massimi nel sito di immersione E, mentre nelle rimanenti aree i valori sono più bassi e simili tra loro (Figura 6).

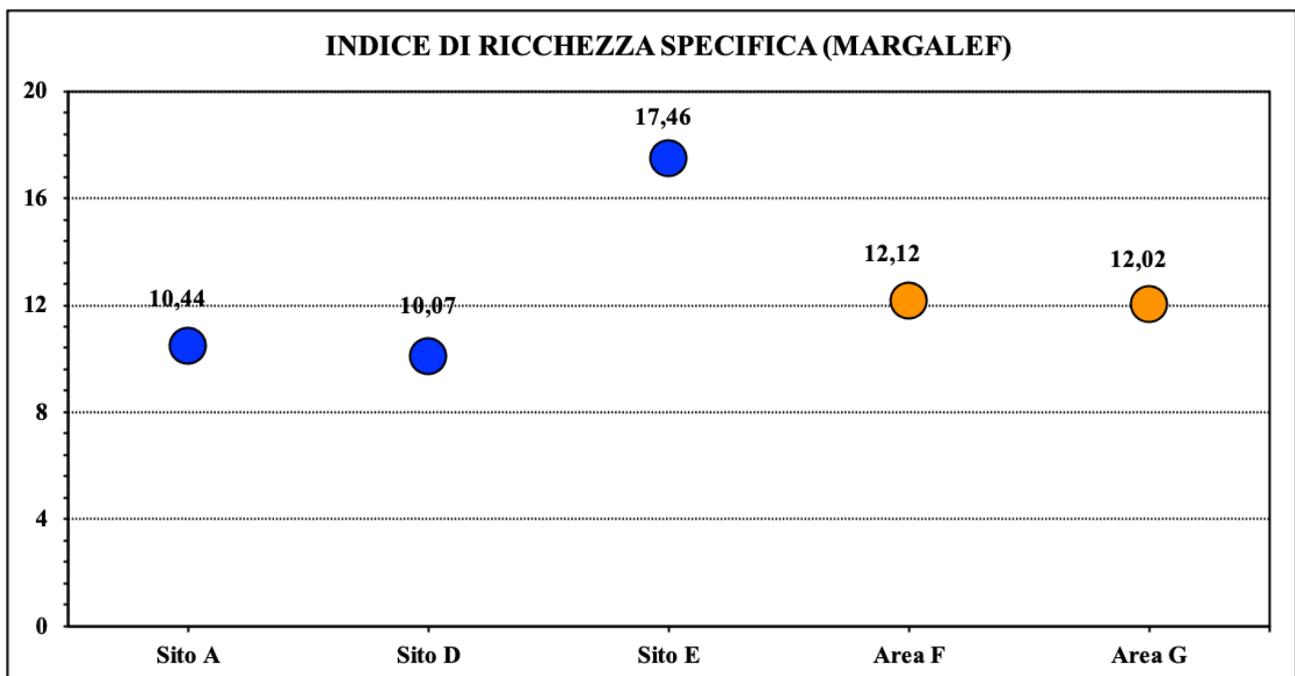


Figura 6 - Valori dell'Indice di Ricchezza Specifica (Margalef) nei siti di immersione (in blu) e nelle aree di controllo indagate (in arancione).

I valori dell'indice di equiripartizione di Pielou (J') sono elevati e prossimi al valore massimo (1) e sostanzialmente simili tra i siti e le aree indagate (Figura 7).

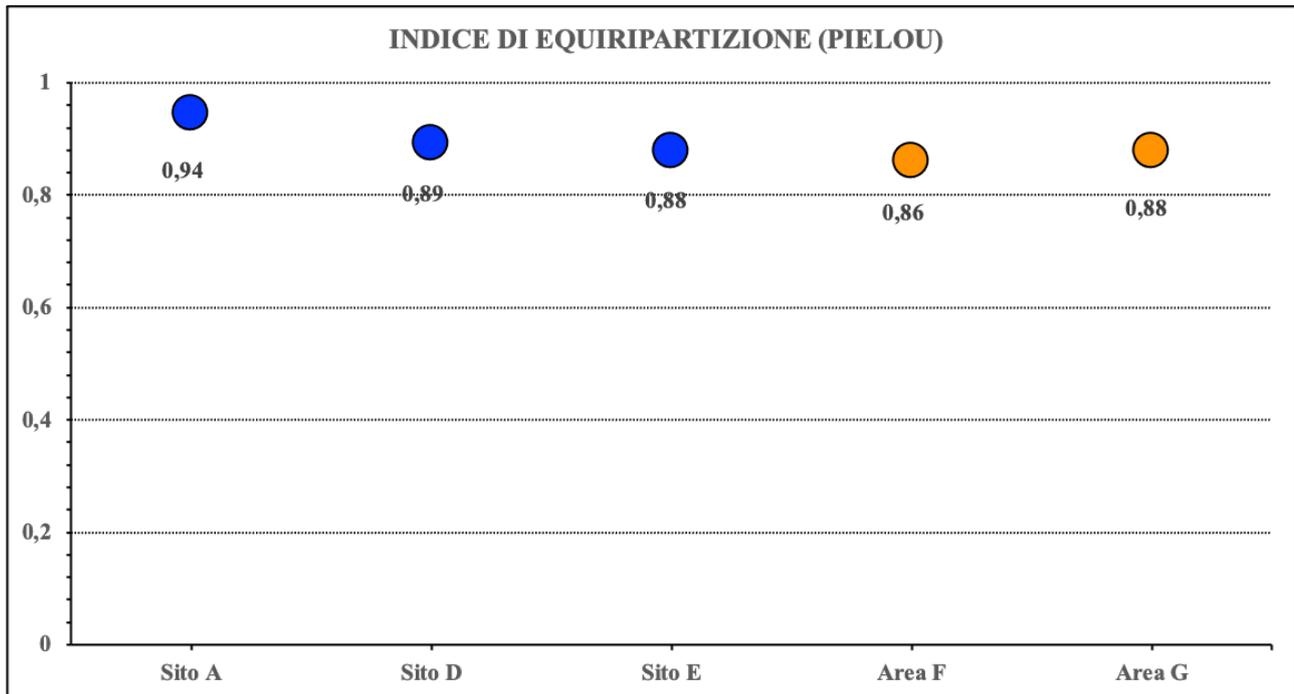


Figura 7 - Valori dell'Indice di Equiripartizione (Pielou) nei siti di immersione (in blu) e nelle aree di controllo indagate (in arancione).

I risultati dell'indice di diversità di Shannon-Wiener, mostrano valori più alti nel sito di immersione E, mentre risultano sostanzialmente simili tra i siti e le aree rimanenti (**Figura 8**).

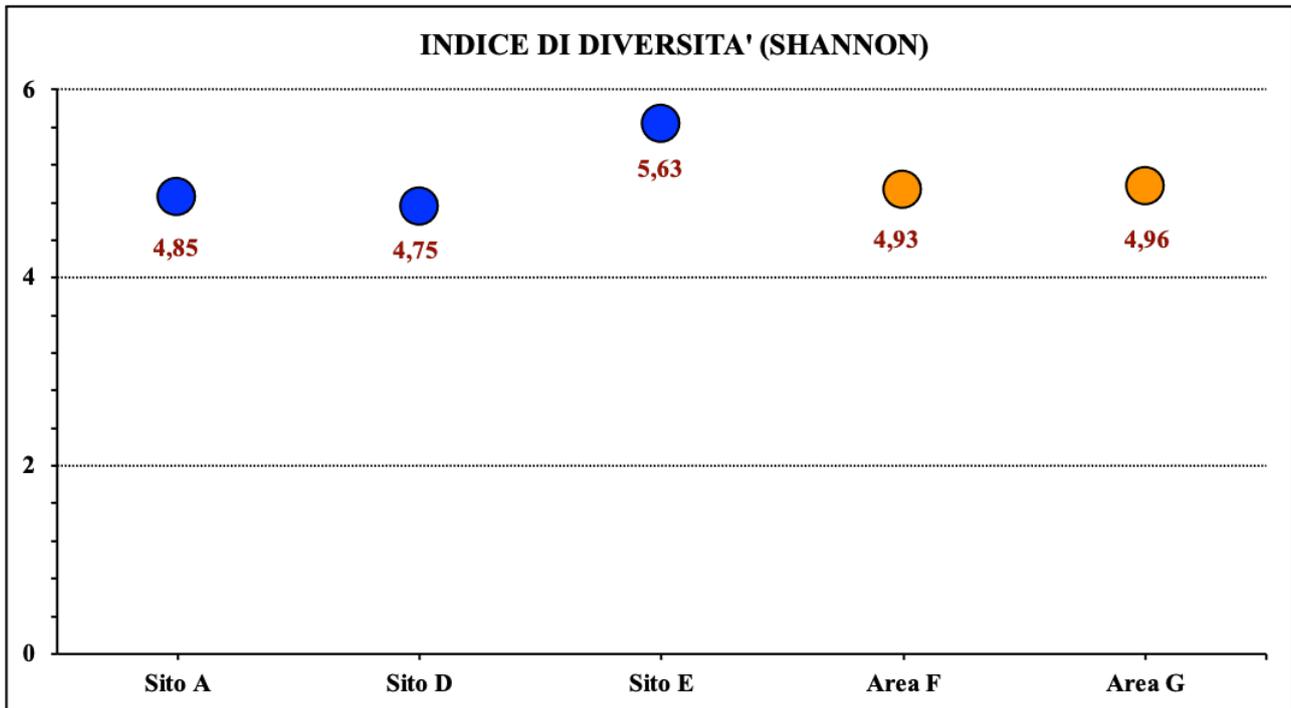


Figura 8 - Valori dell'Indice di Diversità (Shannon-Wiever) nei siti di immersione (in blu) e nelle aree di controllo indagate (in arancione).

L'applicazione dell'indice biotico M-AMBI ha evidenziato una diversa qualità ecologica tra i siti e le aree indagate. In particolare, i risultati del calcolo dell'indice hanno collocato il sito di immersione A e l'area di controllo F nella classe di qualità ecologica "*ottima*" e il sito di immersione E nella "*buona*". Per quanto riguarda il sito di immersione D e l'area di controllo G si deve fare un distinguo, infatti, pur ricadendo rispettivamente nelle classi "*buona*" e "*ottima*", il risultato ottenuto non è congruo in quanto la percentuale di specie non assegnate è superiore al limite del 20% (**Figura 9**).

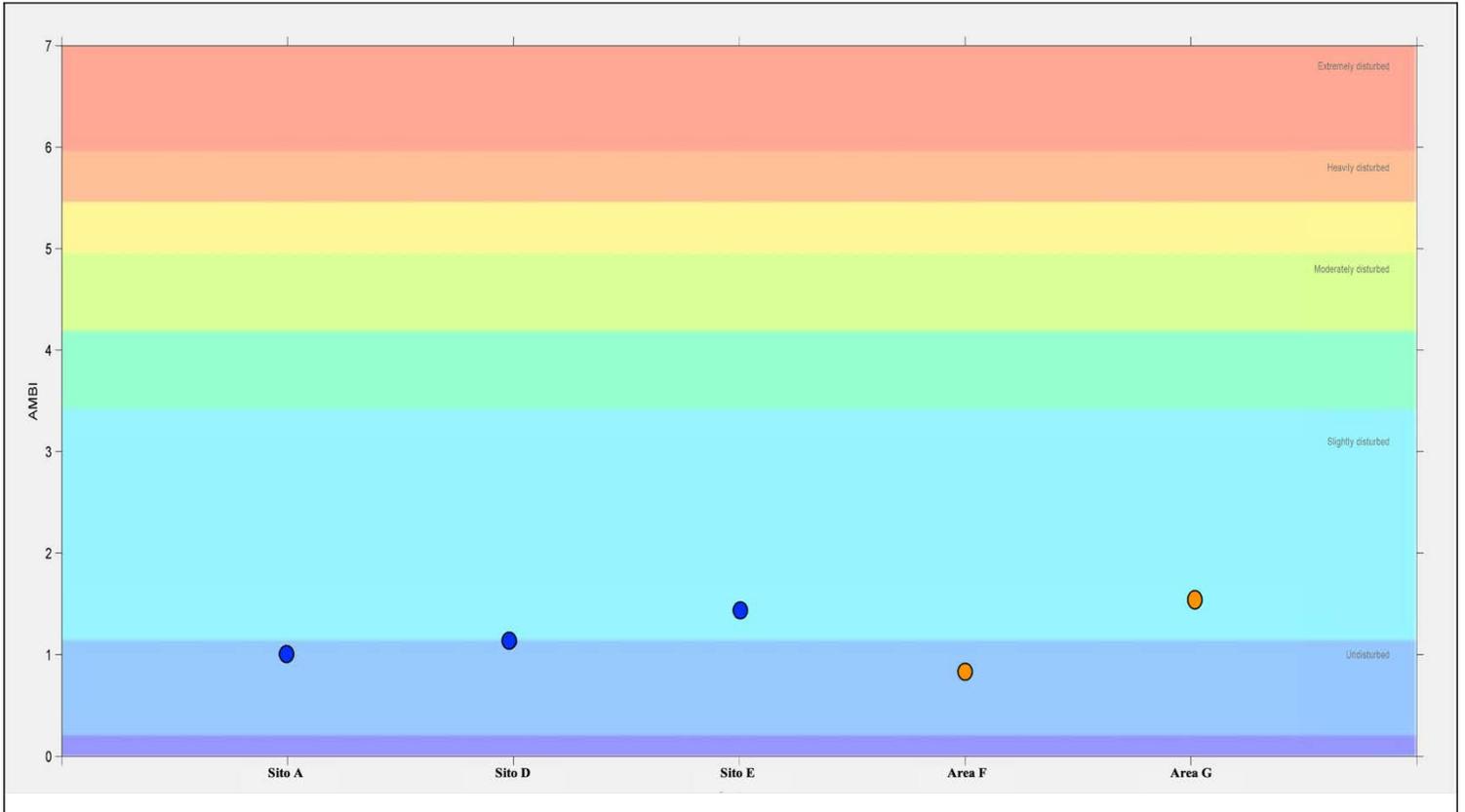


Figura 9 - Risultati dell'applicazione dell'M-AMBI. In particolare, per l'area di immersione D (in blu) e per l'area di controllo G (in arancione) il risultato ottenuto non è congruo, in quanto la percentuale di specie non assegnate è superiore al limite del 20%.

4. CONCLUSIONI

Nell'ambito dei tre siti di immersione indagati (A-D-E), l'area E è risultata quella caratterizzata da un popolamento con alti valori di abbondanza e di diversità specifica, come evidenziano anche gli elevati valori dell'indice di Margalef (Figura 6), per la presenza del maggior numero di specie rinvenute (80), di cui ben il 43,7% risulta presente solo in quest'area (Figura 5). I policheti sono il *taxon* dominante, con 219 individui e 54 specie. Il popolamento bentonico nel suo complesso è risultato composto sia da specie caratteristiche di fondi detritici come i policheti *Auchenoplax crinita* e *Galathowenia oculata* (Guille & Soyer, 1974; Bianchi *et al.*, 1993a; Chimenz *et al.*, 2001), sia da specie più strettamente sabulicole e/o di fanghi sabbiosi (come i policheti *Peresiella clymenoides*, *Glycera unicornis*, *Dialychone dunerificta* e il tanaidaceo *Apseudopsis acutifrons* (Bianchi *et al.*, 1993a; Chimenz *et al.*, 2001; Tovar-Hernandez *et al.*, 2007). Sono state, infine, ritrovate specie ascrivibili ai fondi duri (come l'anfipode *Dexamine spinosa*), specie legate alle alghe coralline rosse (come il polichete *Aponuphis bilineata*) e specie caratteristiche di sedimenti fangosi (come i policheti *Paralacydonia paradoxa* e *Levinsenia flava* e l'echinoderma *Oestergrenia digitata*) (Bellan-Santini *et al.*, 1982; Bianchi *et al.*, 1993a,b; Chimenz *et al.*, 2001; Simonini *et al.*, 2004; Manoukian *et al.*, 2010; Riera *et al.*, 2012) e/o indicatrici di arricchimento organico (come il mollusco *Chaetoderma* cfr. *nitidilum*) (Jones & Baxter, 1987).

I siti di immersione A e D mostrano un popolamento con bassi numeri di individui e specie (Figura 3), come si vede anche dai più bassi valori dell'indice di ricchezza specifica (Figura 6). Il *taxon* dei policheti è sempre il più rappresentato da un punto di vista quali-quantitativo.

Il sito A, il più povero in assoluto, presenta alcune specie legate a fondi detritici come i molluschi bivalvi *Abra prismatica* e *Gonilia calliglypta* (Zenetos, 1996). Sono, inoltre, presenti specie legate a fondi sabbiosi e/o a sabbie infangante (come i policheti *Aricidea (Acmira) catherinae*, *D. dunerificta*, *G. oculata* e l'anfipode *Ampelisca pseudosarsi*) (Bellan-Santini *et al.*, 1982; Sezgin *et al.*, 2007; Tovar-Hernandez *et al.*, 2007; Aguirrezabalega & Gil, 2008).

Il sito D mostra sempre un popolamento eterogeneo con la presenza di specie caratteristiche di fondi detritici (come i policheti *A. crinita*, *G. oculata* il mollusco bivalve *G. calliglypta*) (Zenetos, 1996; Guille & Soyer, 1974; Bianchi *et al.*, 1993a; Chimenz *et al.*, 2001) e di sedimenti fangosi (come i policheti *Chaetozone* cfr. *elakata* e *Ampharete* cfr. *lindstroemi*) (Blake & Lavesque, 2017).

Le 2 aree di controllo F e G (di controllo) mostrano un popolamento con numeri simili in termini di valori di abbondanze e di ricchezza specifica (Figura 3), come si vede anche dai valori dell'indice di

Margalef molto simili tra loro (Figura 6). Il *taxon* dei policheti è sempre dominante sia per il numero degli individui che di specie.

L'area F presenta un popolamento costituito sia da specie caratteristiche di fondi detritici, più o meno infangati, (come i policheti *A. crinita*, *G. oculata*, e l'oloturia *Paraleptopentacta tergestina*) (Guille & Soyer, 1974; Bianchi *et al.*, 1993a; Chimenz *et al.*, 2001; Mezali *et al.*, 2020), sia di sedimenti sabbiosi grossolani (come i policheti *Nothria* cfr. *conchylega*, *Lumbrinerides* cfr. *crassicephala*) (Simonini *et al.*, 2004; Ravara & Moreira, 2013). Sono, inoltre, presenti specie legate ad ambienti sabulicoli e/o di fanghi sabbiosi (come il polichete *D. dunerificta* e i crostacei *A. acutifrons* e *Ampelisca typica*) (Bianchi *et al.*, 1993a; Bellan-Santini *et al.*, 1982; Tovar-Hernandez *et al.*, 2007) accompagnate da specie tipiche di sedimenti fangofili e/o indicatrici di arricchimento organico (come il polichete *P. paradoxa* e il mollusco *C. cfr. nitidulum*) (Jones & Baxter, 1987; Manoukian *et al.*, 2010).

L'area G presenta un popolamento in cui sono presenti specie caratteristiche di ambienti detritici (come i policheti *A. crinita*, *G. oculata*, e l'anfipode *Haploops dellavallei*) (Guille & Soyer, 1974; Bianchi *et al.*, 1993a; Chimenz *et al.*, 2001) e specie di sabbia infangata (come i crostacei *A. acutifrons* e *Hippomedon massiliensis*) (Bianchi *et al.*, 1993a; Bellan-Santini *et al.*, 1989).

Infine, la classificazione ecologica effettuata con l'indice M-AMBI ha evidenziato, nelle 5 aree indagate, una qualità ecologica tra il buono e l'ottimo, con le aree D e G che riportano un risultato non congruo in quanto la percentuale di specie non assegnate è superiore al limite del 20% (Figura 9).

L'intera area di studio è caratterizzata da popolamenti poco abbondanti, così come ci si aspetta dai popolamenti presenti ad elevate profondità come quelli analizzati. Tuttavia tali popolamenti, contrariamente a quanto ci si aspetterebbe, mostrano elevati valori di ricchezza specifica. Nel complesso i popolamenti sono quindi molto ben strutturati, ovvero c'è un'equa ripartizione degli individui tra le varie specie (come si evince dai valori prossimi a 1 dell'indice di Pielou) (Figura 7) e non evidenziano dominanze di specie opportuniste o indicatrici di una qualche forma di disturbo (come messo in evidenza dai risultati dell'indice M-AMBI) (Figura 9). La natura dei sedimenti e della morfo-batimetria dell'area indagata concorre a determinare un'elevata diversificazione all'interno del popolamento stesso, caratterizzato da un mosaico di specie tipiche di ambienti detritici più o meno infangati, da specie legate ai fondi duri e da specie tipiche di sedimenti fangosi e/o sabbiosi.

Un popolamento bentonico così peculiare, ricco di microambienti e di gradienti ecologici, con un numero elevato di specie presenti esclusivamente nei diversi siti/aree indagate (nessuna delle quali appartenente ad *habitat* sensibili), può, comunque, risultare estremamente delicato e vulnerabile.

5. BIBLIOGRAFIA

Agurreirezabalega F. & Gil J. (2008) - Paraonidae (Anellida: Polichaeta) of the inlet of Zarautz (Basque Coast, Bay of Biscay), with the new records from the Atlantic and the Iberian Coasts. *Cah. Biol. Mar.*, **49**: 37-57.

Bellan-Santini D., Karaman G., Krapp-Schickel G., Ledoyer M., Myers A., Ruffo S., Schiecke U. (1982) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part 1: Gammaridae (Acanthonotozomatidae to Gammaridae). Ruffo (ed.). *Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco*, **13**: 1-360

Bellan-Santini D., Diviaco G., Krapp-Schickel G., Myers A., Ruffo S. (1989) - The Amphipoda of the Mediterranean. Part 2: Gammaridea (Haustoriidae to Lysianassidae). Ruffo (ed.). *Mémoires de l'Institut océanographique, Monaco*, **13**: 365-575.

Bianchi C.N., Zurlini G. (1984) - Criteri e prospettive di una classificazione ecotipologica dei sistemi marini costieri italiani. *Acqua e aria*, **8**: 785-796.

Bianchi C. N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F. e Morri C. (1993a) - Benthos dei mari toscani. I: Livorno - isola d'Elba (crociera Enea 1985). In: O. Ferretti, F. Immordino e V. Damiani (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico. ENEA, Roma, Serie Studi Ambientali: 263-290.

Bianchi C. N., Ceppodomo I., Cocito S., Aliani S., Dell'Amico F., Cattaneo-Vietti R. e Morri C., (1993b) - Benthos dei mari toscani. III: La Spezia - Livorno (crociera Enea 1987). In: O. Ferretti, F. Immordino e V. Damiani (a cura di), Arcipelago Toscano. Studio oceanografico, sedimentologico, geochimico e biologico. ENEA, Roma, Serie Studi Ambientali: 317-337.

Blake J.A. & Lavesque N. (2017) - A new species of Chaetozone (Polychaeta, Cirratulidae) from the Bay of Biscay offshore France, together with a review of *Chaetozone* species from the North Atlantic and adjacent waters. *Zootaxa* 4312 (3): 565-579.

Castelli A., Lardicci C., Tagliapietra D. (2003) - Il macrobenthos di fondo molle. - In Manuale di metodologia di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo.

Chimenz Gusso C., Gravina M., Maggiore F. (2001) - Temporal variations in soft bottom benthic communities in central Tyrrhenian Sea (Italy). *Archivio di Oceanografia e Limnologia*, **22**: 175-182.

Crema R., Castelli A., Bonvicini-Pagliai A.M., Zunarelli-Vandini R., Prevedelli D., Albani L. (1993) - Studio delle comunità bentoniche di fondi molli infralitorali dell'Alto Tirreno Toscano. A cura di Nuccio C., Regione Toscana - Università di Firenze, Dip. Biol. Vegetale, Laboratorio di Ecologia: 445-488.

Gambi M.C., Fresi E., Giangrande A. (1982) - Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Naturalista Siciliano*, S. IV, VI (suppl.), **3**: 489-497.

Guille A., Soyer J. (1974) - Bionomie benthique du plateau continental de la côte Catalane Française. 8. Macrofaune et Meiofaune, Rapports Quanti- Tatifs et Biocénétiques. *Vie et Milieu*, Observatoire Océanologique - Laboratoire Arago, **XXIV**: 301-320.

ISPRA, 2021 - Studio di fattibilità dell'area di immersione dei sedimenti da dragare nel Porto di Olbia. Convenzione ISPRA-AdSP del Mar di Sardegna - 2018 - Report 2 -: 45pp.

Jones A.M. and Baxter J.M. (1987) - Molluscs: Caudofedata, Solenogasters, Polyplacophora and Scaphopoda. *The Linnean Society of London and the Estuarine and Brackish-Water Sciences Association*, **37**: 90pp.

Manoukian S., Spagnolo A., Scarcella G., Punzo E., Angelini R. and Fabi G. (2010) - Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (NW Adriatic Sea, Italy). *Marine Environmental Research*, **70** (5): 402.pp. 10.1016/j.marenvres.2010.08.004

Margalef R. (1958) - Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3:36 7 1. *Transl. from Mem. R. Acad. Cienc. Artes. Barc.* **32**: 373-449.

Mezali K., Thandar A.S. & Khodja I. (2020) - *Paraleptopentacta*, a new Mediterranean and NW Atlantic Sea cucumber genus, with the first record of *P. tergestina* n. comb. (Echinodermata: Dendrochirotida: Cucumariidae) from the NW Algerian coast. *Zootaxa* **4860** (2): 199-210.

Muxika, I., Borja, Á., and Bald, J. (2007) - Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* **55**, 16-29.

Pearson, T.H., and Rosemberg, R. (1978) - Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* **16**, 229-311.

Pielou E. (1975) - *Ecological Diversity*. John Wiley. New York. N.Y. 165.

Ravara A., Moreira M.H. (2013) - Polychaeta (Annelida) from the continental shelf off Aveiro (NW Portugal): Species composition and community structure. *Check List* **9**(3): 533-539.

Riera R., Delgado J.D., Rodriguez M., Monterroso O. and Ramos E. (2012) - Effects of thermal pollution on the soft-bottoms surrounding a power station in the Canary Islands (NE Atlantic Ocean). *Acta Oceanol.*, Vol. **31**, No. 1: 98-105. DOI: 10.1007/s13131-012-0181-4

Sezgin M., Katagan T., Kirkim F. and Aydemir E. (2007) - Soft-bottom crustaceans from the Saros Bay (NEAegean Sea). *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **38**: 2pp.

Shannon C. E. & Weaver W. (1963) - The mathematical theory of Communication. University of Illinois Press. Urbana. Illinois. 117 pp.

Simonini R., Ansaloni I., Bonvicini Pagliai A.M. and Prevedelli D. (2004) - Organic enrichment and structure of the macrozoobenthic community in the northern Adriatic Sea in an area facing Adige and Po mouths. *ICES Journal of Marine Science*, **61**: 871-881 doi:10.1016/j.icesjms.2004.06.018

Stirn J. (1982) - Manuel des methodes de recherche sur l'environnement aquatique. *FAO Document technique n° 209*: 75 pp.

Tovar-Hernández M.A., Licciano M. and Giangrande A. (2007) - Revision of *Chone* Krøyer, 1856 (Polychaeta: Sabellidae) from the eastern central Atlantic and Mediterranean Sea with descriptions of two new species. *Scientia Marina* **71**(2): 315-338.

Zenetos A. (1996) - Classification and interpretation of the established Mediterranean biocoenoses based solely on bivalve mollusks. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, **76**: 403-416.

ALLEGATO 1

RAPPORTI DI PROVA

Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos	
ISPRA	Rapporto di analisi n. 11-2022

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione: Comunità macrozoobentoniche			
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 273/2021
Codice stazione e n° replica: A_OE_01_I_R

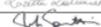
Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crostacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani 

Monica Targusi 

Veronica Marusso 

Loretta Lattanzi 

Paolo Tomassetti 

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti

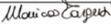
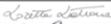
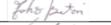

	Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos	
ISPRA	Rapporto di analisi n. 12-2022	

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione: Comunità macrozoobentoniche			
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 275/2021
Codice stazione e n° replica: A_OE_02_I_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crostacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani 
 Monica Targusi 
 Veronica Marusso 
 Loretta Lattanzi 
 Paolo Tomassetti 
 Fabio Bertasi 
 Laura Grossi 

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti



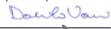
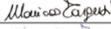
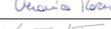
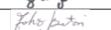
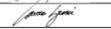
	Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos
ISPRA	Rapporto di analisi n. 13-2022

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 270/2021
Codice stazione e n° replica: D_OE_07_I_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crostacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Danilo Vani 
 Monica Targusi 
 Veronica Marusso 
 Loretta Lattanzi 
 Paolo Tomassetti 
 Fabio Bertasi 
 Laura Grossi 

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti




Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos

ISPRA	Rapporto di analisi n. 14-2022
--------------	--------------------------------

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 269/2021
Codice stazione e n° replica: D_OE_08_II_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crostacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Danilo Vani *Danilo Vani*
 Monica Targusi *Monica Targusi*
 Veronica Marusso *Veronica Marusso*
 Loretta Lattanzi *Loretta Lattanzi*
 Paolo Tomassetti *Paolo Tomassetti*
 Fabio Bertasi *Fabio Bertasi*
 Laura Grossi *Laura Grossi*

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti
Paolo Tomassetti

	Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos	
	ISPRA	Rapporto di analisi n. 15-2022

Codice Attività:	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 278/2021
Codice stazione e n° replica: E_OE_10_I_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crosteacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani *Daniilo Vani*
 Monica Targusi *Monica Targusi*
 Veronica Marusso *Veronica Marusso*
 Loretta Lattanzi *Loretta Lattanzi*
 Paolo Tomassetti *Paolo Tomassetti*
 Fabio Bertasi *Fabio Bertasi*
 Laura Grossi *Laura Grossi*

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti
Paolo Tomassetti



Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos

ISPRA

Rapporto di analisi n. 16-2022

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 272/2021

Codice stazione e n° replica: E_OE_10_II_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crosteacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani 
 Monica Targusi 
 Veronica Marusso 
 Loretta Lattanzi 
 Paolo Tomassetti 
 Fabio Bertasi 
 Laura Grossi 

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti





Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos

ISPRA

Rapporto di analisi n. 17-2022

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO: 276/2021

Codice stazione e n° replica: F_OE_12_I_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crostacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani 
 Monica Targusi 
 Veronica Marusso 
 Loretta Lattanzi 
 Paolo Tomassetti 
 Fabio Bertasi 
 Laura Grossi 

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti



	Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos	
ISPRA	Rapporto di analisi n. 18-2022	
Codice Attività: A20/2021	Responsabile Attività: Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi	
Descrizione campione: Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento: 21/07/2021	Modalità di campionamento: Benna Van Veen	
Data di fine analisi: 22/04/2022		
Codice campione in accettazione Area BIO: 274/2021		
Codice stazione e n° replica: F_OE_13_I_R		
Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crosteacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	
<p>Analisi effettuate da (Firma Operatore):</p> <p>Daniilo Vani </p> <p>Monica Targusi </p> <p>Veronica Marusso </p> <p>Loretta Lattanzi </p> <p>Paolo Tomassetti </p> <p>Fabio Bertasi </p> <p>Laura Grossi </p>		
		Data di emissione: 02/05/2022
		Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti 
<p>Modello PS.CN-LAB.BIO.07.04 rev. 03 del 06/07/2020</p> <p style="text-align: right;">Attività svolte con Sistema di Gestione per la Qualità ai sensi della UNI EN ISO 9001:2015</p>		



Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos

ISPRA

Rapporto di analisi n. 19-2022

Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività:	Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche		
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento:	Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022		

Codice campione in accettazione Area BIO:271/2021

Codice stazione e n° replica: G_OE_14_I_R

Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crosteacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	

Analisi effettuate da (Firma Operatore):

Daniilo Vani _____
 Monica Targusi _____
 Veronica Marusso _____
 Loretta Lattanzi _____
 Paolo Tomassetti _____
 Fabio Bertasi _____
 Laura Grossi _____

Data di emissione: 02/05/2022

Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti



Rapporto di analisi - Area BIO-LEB Ecologia dei Benthos		
 ISPRA	Rapporto di analisi n. 20-2022	
Codice Attività	A20/2021	Responsabile Attività: Fabio Bertasi, Loretta Lattanzi, Monica Targusi
Descrizione campione:	Comunità macrozoobentoniche	
Data Campionamento:	21/07/2021	Modalità di campionamento: Benna Van Veen
Data di fine analisi:	22/04/2022	
Codice campione in accettazione Area BIO:277/2021		
Codice stazione e n° replica: G_OE_15_I_R		
Lista dei Taxa	Rif. Foglio elettronico e/o cartaceo	NOTE
Molluschi	Olbia_benthos_luglio_2021	
Policheti	Olbia_benthos_luglio_2021	
Crosteacei	Olbia_benthos_luglio_2021	
Echinodermi	Olbia_benthos_luglio_2021	
<p>Analisi effettuate da (Firma Operatore):</p> <p>Daniilo Vani _____</p> <p>Monica Targusi _____</p> <p>Veronica Marusso _____</p> <p>Loretta Lattanzi _____</p> <p>Paolo Tomassetti _____</p> <p>Fabio Bertasi _____</p> <p>Laura Grossi _____</p>		
		<p>Data di emissione: 02/05/2022 _____</p> <p>Responsabile Area Biologia Paolo Tomassetti _____</p>
<p>Modello PS-CN-LAB.BIO.07.04 rev. 03 del 06/07/2020</p> <p style="text-align: right;">Attività svolte con Sistema di Gestione per la Qualità ai sensi della UNI EN ISO 9001:2015</p>		

ALLEGATO 3 - Indagine degli habitat di fondo duro tramite ROV

ALLEGATO 3 - Indagine degli habitat di fondo duro tramite ROV

L'area ipotizzata per lo sversamento dei sedimenti di dragaggio del golfo di Olbia e le relative aree di controllo, sono state indagate mediante Side Scan Sonar (SSS) dall'AdSP del Mare di Sardegna con supervisione di personale ISPRA.

La tecnica del SSS, che si basa sul telerilevamento acustico, permette lo studio indiretto della morfologia dei fondali marini e delle facies geologiche e biologiche che li caratterizzano. Questo approccio va tuttavia integrato da approfondimenti visivi mirati al fine di accertare la natura dei segnali raccolti, ivi compresa l'eventuale presenza di comunità bentoniche di particolare pregio conservazionistico.

A tal fine ISPRA ha condotto una campagna ROV (Remote Operating Vehicle) che ha permesso di condurre una verifica "visiva" di dettaglio rispetto a quanto rilevato mediante SSS.

In particolare sono stati effettuati 6 transetti lungo tratti di discontinuità del fondale, in cui si è passati da sedimenti sabbiosi, con predominanza di frazioni medio-grossolane in talune aree, o medio fini in altre, ad affioramenti di materiali coesi di natura rocciosa. L'approfondimento delle indagini in corrispondenza degli affioramenti rocciosi ha avuto come obiettivo l'individuazione di specie bentoniche sensibili tipiche di fondi duri.

Dei 6 transetti eseguiti (Fig.1), il transetto n.2 è stato posizionato all'interno del sito di immersione, il 3 ed il 6 ai margini, mentre i transetti 1, 4 e 5, sono stati ubicati in corrispondenza delle aree di controllo.

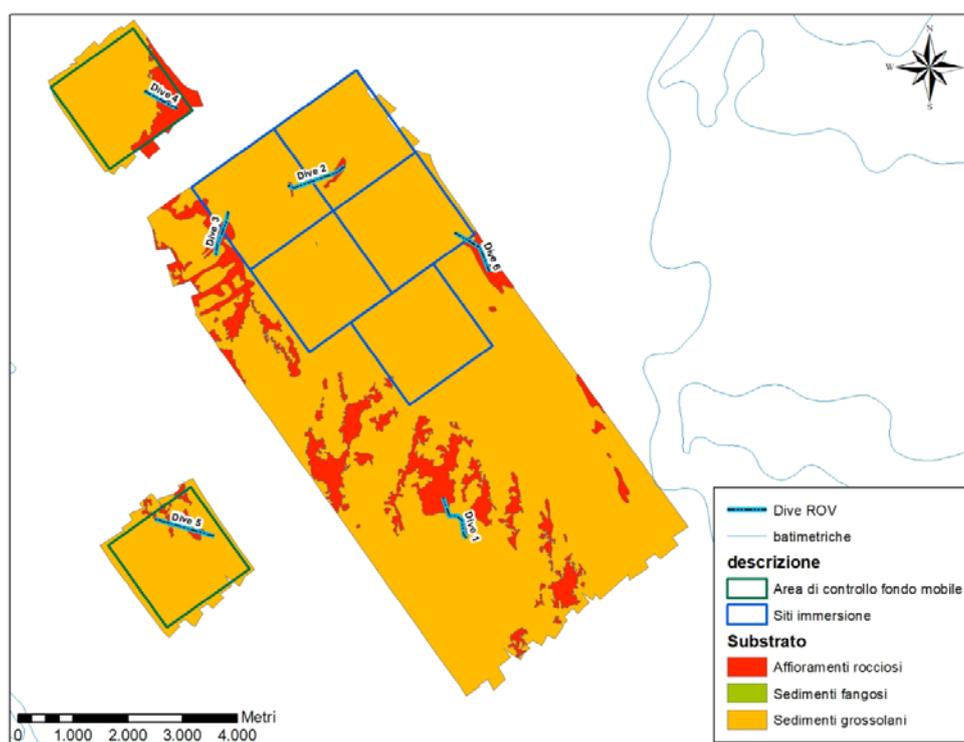


Fig.1 – ubicazione dei transetti eseguito con il ROV

Le suddette indagini sono state eseguite nelle giornate del 13 e 14 luglio 2022, con l'ausilio di un ROV modello Pollux III, operato dalla M/N Vega Uno, un'imbarcazione di 16 metri allestita per la ricerca scientifica e tecnologica (Fig.2).



Fig.2 - M/N Vega Uno

Di seguito sono riportate le immagini di maggiore interesse tratte dalle riprese ROV effettuate lungo i transetti.

Transetto 1

Il transetto è compreso tra una profondità di 84 agli 89 metri di profondità. Il Fondale perlopiù sabbioso con biodetrito caratterizzato dalla presenza di varie specie di echinodermi (Fig. 3, Fig. 4, Fig. 5), pennatulacei (Fig. 6) e di policheti fossori che ne favoriscono la bioturbazione. Presenza di affioramenti rocciosi isolati o più estesi a formare dei “plateau”, colonizzati da organismi appartenenti a varie specie di poriferi, briozoi incrostanti e ad accrescimento verticale e gorgonacei. In particolare è da attenzionare la presenza delle specie *Eunicella verrucosa* (Fig. 6) e *Antipathella subpinnata* (corallo nero) (Fig. 7), inseriti nella lista rossa IUCN https://www.iucn.it/pdf/Comitato_IUCN_Lista_Rossa_dei_coralli_italiani_2014.pdf. Anche se appartenenti ad un livello giudicato di “minor preoccupazione (LC)” la scarsa capacità di dispersione delle fasi larvali e l'isolamento delle popolazioni che si insediano su fondali rocciosi frammentati, fanno sì che molte popolazioni abbiano difficoltà di diffusione e risultino vulnerabili.

Il corallo nero in particolare, si insedia su fondale rocciosi con scarsa sedimentazione, (dove questa è più consistente le colonie sono più piccole) e oltre ad avere bassa dispersione larvale è caratterizzato da tassi di crescita e tempi di generazione lenti.



Fig. 3 - *Echinus* sp. (Echinodermata, Echinoidea)

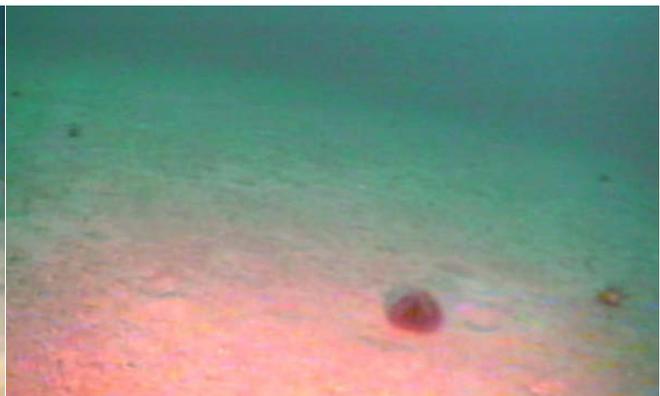


Fig. 4 - Spatangide (Echinodermata, Echinoidea)

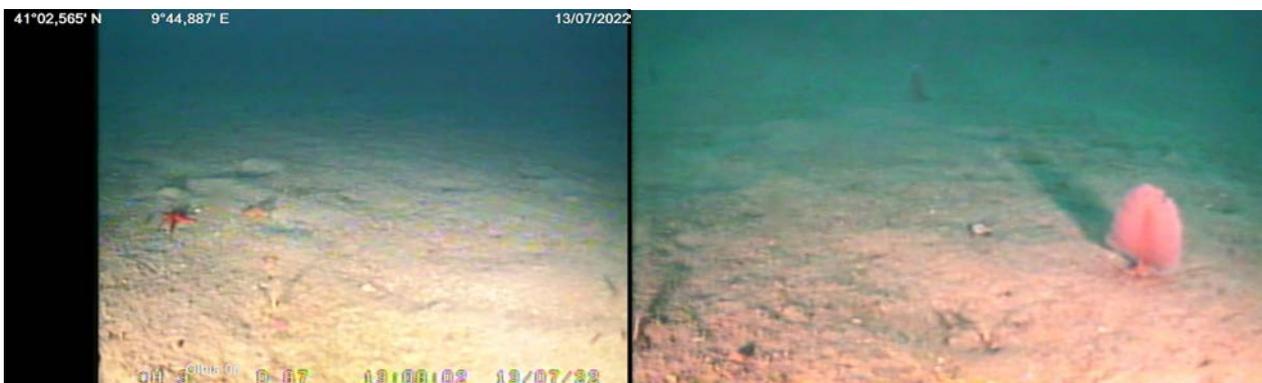


Fig. 5 – Asteroidei e Pennatula (Cnidaria, Octocorallia)

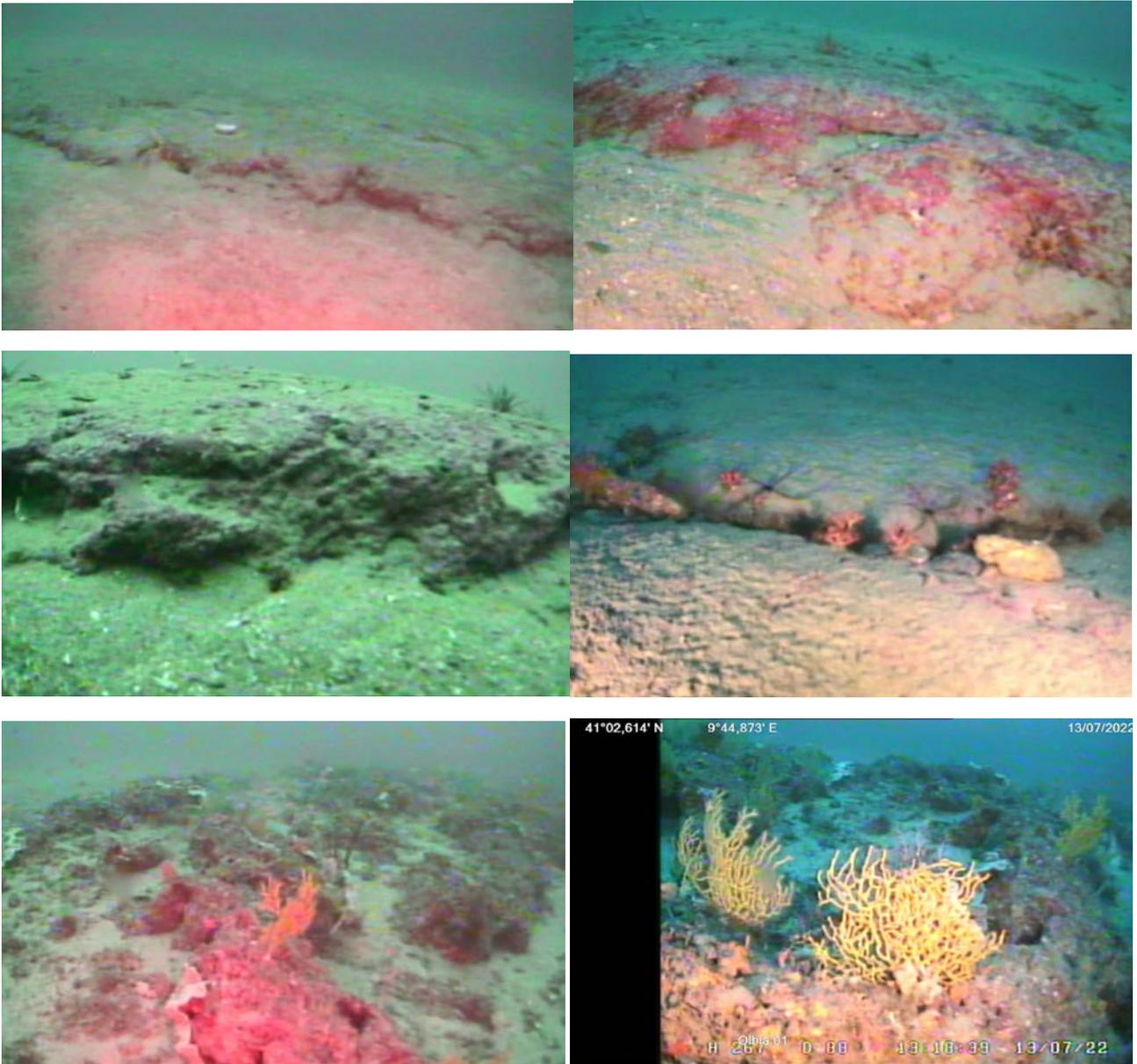


Fig. 6- Affioramenti rocciosi a 80 metri di profondità colonizzati da colonie di *Eunicella verrucosa* (Pallas, 1766)

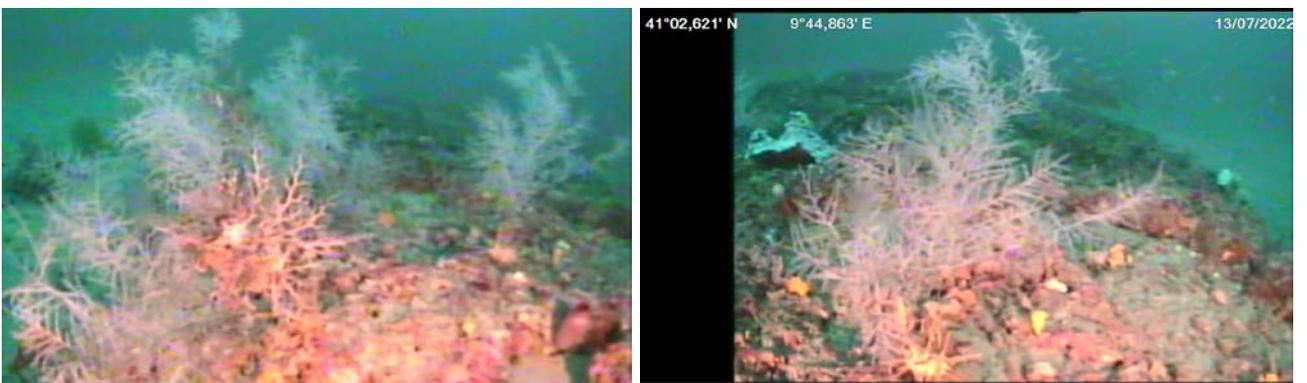


Fig. 8 - Corallo nero *Antipathella subpinnata* (Ellis and Solander, 1786)

Transetto 2

Transetto con profondità comprese tra i 71 a 84 metri caratterizzato da un fondale sabbioso biodetritico con predominanza di echinodermi. Presenza di sistemi rocciosi isolati di altezza variabile ospitanti organismi di fondo duro incrostanti o colonie verticali quali gorgonacei e poriferi, ascidiacei. Presenza di grossa rete adagiata sul fondale in corrispondenza di affioramenti rocciosi.

Di seguito si riportano alcune foto rappresentative della morfologia del fondale, degli organismi e dei rifiuti antropici osservati.



Fig. 9 - Riccio della sabbia (Echinodermata, Echinoidea) Fig. 10 - Biodetrito

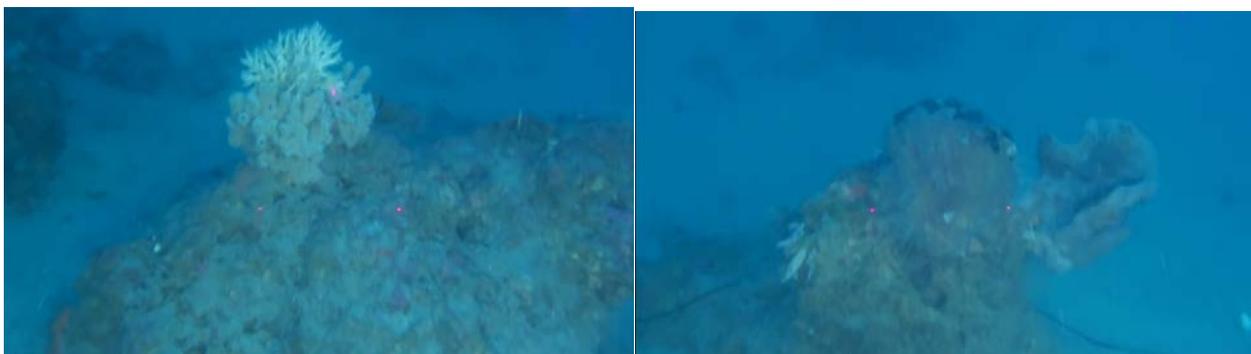


Fig. 11 - Policheti (*Filograna implexa* Berkeley, 1835) e poriferi



Fig. 12 - Poriferi e tunicati



Fig. 13 - Tunicato (*Halocynthia papillosa*)



Fig. 14 - Sabbie grossolane bioturbate



Fig. 15 - Rifiuti antropici colonizzati da echinoidi, ofiure, poriferi e alghe incrostanti



Fig. 16 - Echinodermi (Ophiuroidea a sinistra, spatangidi a destra)

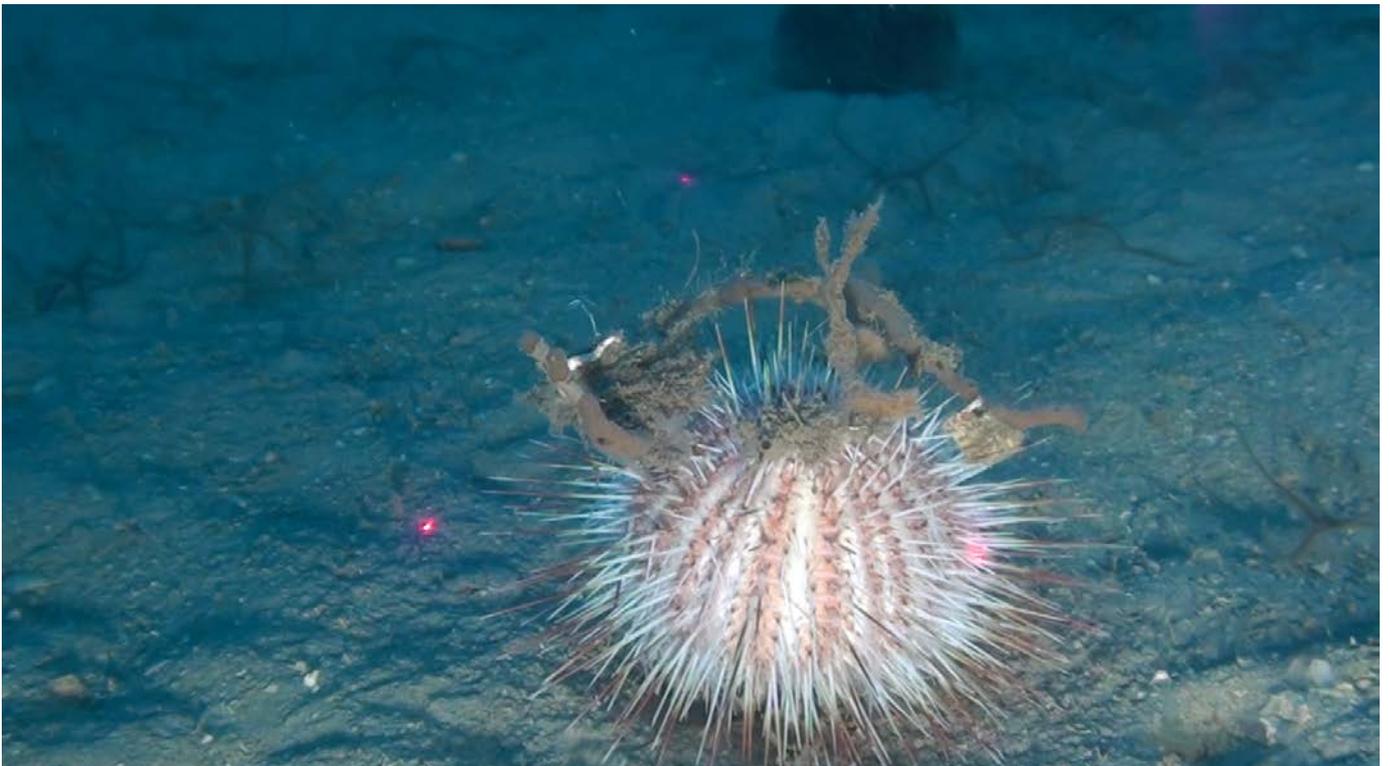


Fig. 17 - *Echinus* sp. (Echinodermata, Echinoidea)



ig. 18 - Spatangidi e cidaridi (Echinodermata, Echinoidea)



Fig. 19 - Astrospartus sp. (Ophiuroidea), poriferi e il serranide *Serranus cabrilla* sullo sfondo



Fig. 20 - Echinodermi su affioramenti rocciosi a 84 metri di profondità (da sx a dx: *Astrospartus* sp., Cidaridae e Holothuroidea)



Fig. 21 - Rete e sabbia grossolana organogena con frammenti di spugne



Fig. 22 – rete da pesca abbandonata su fondo sabbioso, colonizzata da poriferi



Fig. 23 – *Eunicella cavolinii* (Cnidaria, Octocorallia)



Fig. 24 – Polichete sabellide

Transetto 3

Transetto compreso tra 94 e 86 metri di profondità caratterizzato dalla prevalenza di sabbie grossolane biodetritiche popolate da echinoidi. Presenza di plateau rocciosi difficilmente apprezzabili a causa del ricoprimento sedimentario e sparse formazioni rocciose solitarie. Riscontrati rifiuti antropici.

Di seguito si riportano alcune foto descrittive di quanto rilevato.



Fig. 25 – Sabbie grossolane, biodetrito

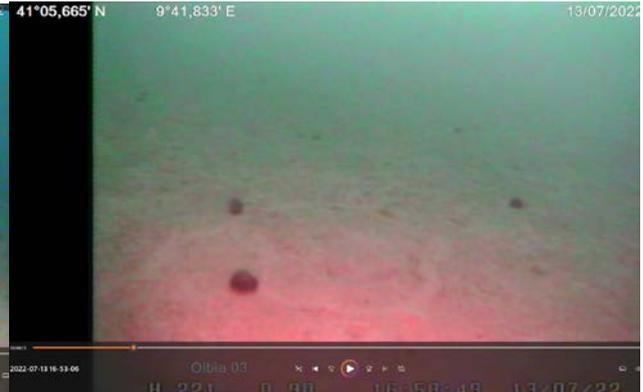


Fig. 26 – Spatangidi su fondo sabbioso



Fig. 27 – Plateau rocciosi discontinui, con spessore dai 10 a 30 cm e presenza di poriferi ed echinodermi



Fig. 28 – *Spatangus purpureus* (Echinodermata, Echinoidea)



Fig. 29 – Echinodermata, Cidaridae



Fig 30 - Rifiuti antropici



Fig 31 - Poriferi e asteroidei

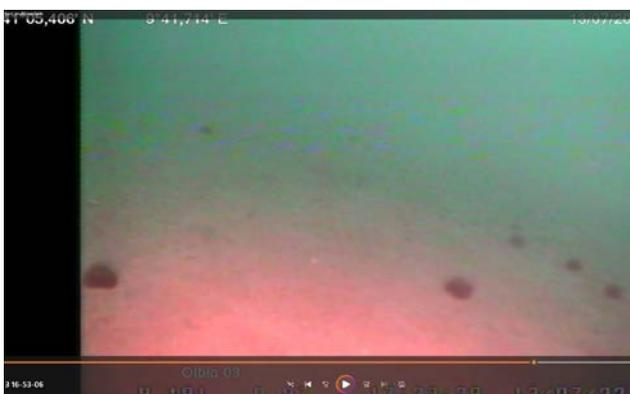


Fig 32 - Ricci della sabbia (spatangidi)



Fig 33 - *Stylocidaris* sp. (Echinoidea, Cidaridae)

Transetto 4

Profondità compresa tra gli 92 e 86 metri. Fondale perlopiù omogeneo bioturbato con sabbia mista a biodetrito. Gli organismi maggiormente rappresentati in questo ambiente sono gli echinodermi e i policheti fossori. Lungo il transetto si annotano formazioni rocciose di varia grandezza, in una delle quali è impigliata una grande rete variamente colonizzata da gorgonie, policheti e ofiuridi. Anche se di difficile osservazione in quanto coperto da sedimenti, in alcuni tratti del transetto è visibile un plateau roccioso di basso spessore.



Fig 34 – spatangidi su fondo sabbioso



Fig 35 – Sabbie grossolane miste bioturbate



Fig 36 – Rete da pesca abbandonata



Fig 37 – *Serranus cabrilla* (Chordata, Teleostei)



Fig 38 – *Bonellia viridis* (Annelida, Echiura)

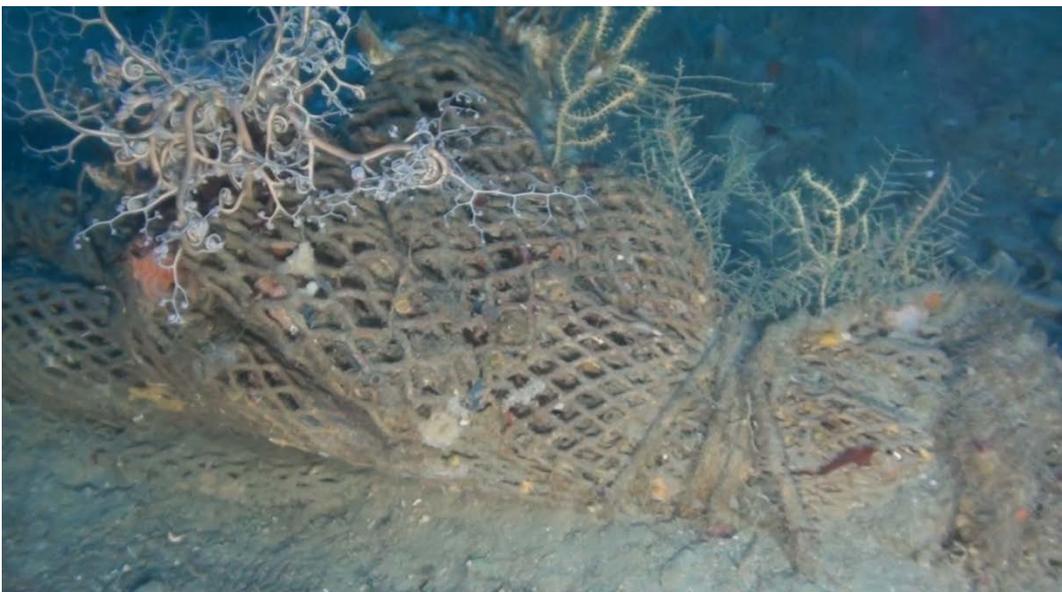


Fig 39 – Rete colonizzata da briozoi, gorgonacei ed ofiuroidi



Fig 40 – *Myriapora truncata* (Briozoa, Myriaporidae)

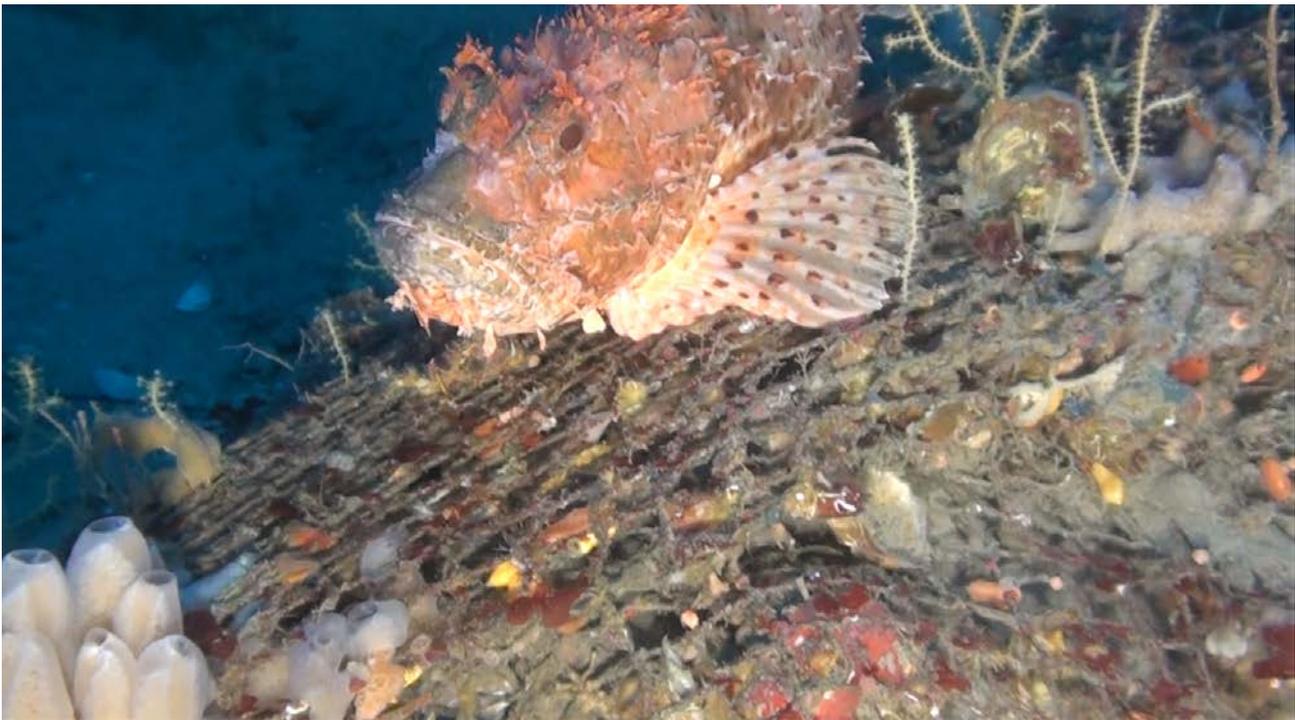


Fig 41 – Tunicati e il teleosteo *Scorphaena* sp. su rete



Fig 42 – *Palinurus elephas* (Crustacea, Decapoda)



Fig 43 – *Paramuricea* sp. (Cnidaria, Octocorallia)



Fig 44 – Plateau roccioso



Fig 45 – *Serranus cabrilla* (Chordata, Teleostei)



Fig 46 –Particolare affioramento roccioso



Fig 47 –Rete abbandonata su fondo sabbioso, con crescita di poriferi

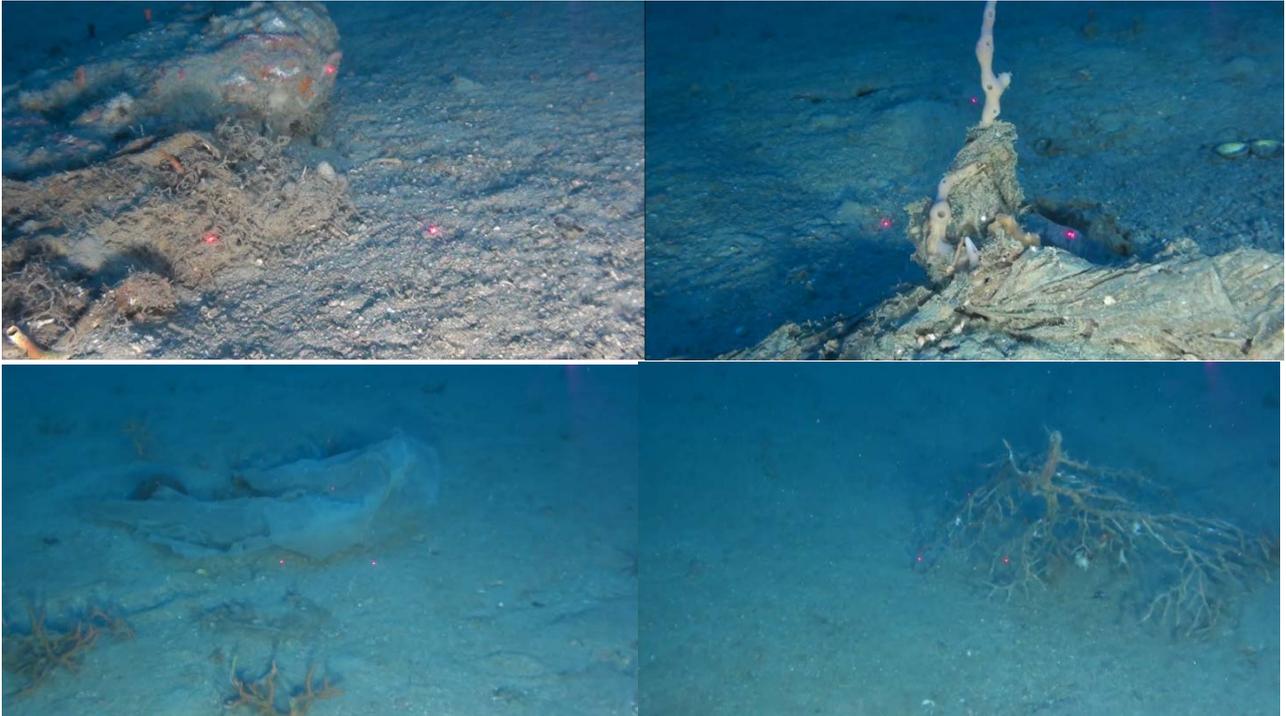


Fig 48 –Rifiuti antropici da reti, organismi bentonici strappati



Fig 49 – Riccio della sabbia e oloturia su fondo sabbioso bioturbato



Fig 50 – Rifiuto antr., pennatula, spatangide e poriferi

Fig 51 –*Trigla lyra* (Chordata, Teleostei)



Fig 52 –*Echinus* sp. (Echinodermata, Echinoidea)

Transetto 5

Il transetto si sviluppa ad una profondità compresa tra 82 e 89 metri. Lungo il percorso ROV è possibile apprezzare un sedimento di tipo misto sabbioso/biodetritico con una marcata presenza di ofiuridi. Lungo il transetto sono visibili basse formazioni rocciose alternate a distese sedimentarie. Oltre ai resti di rifiuti antropici, si segnala la presenza di un cavo (probabilmente trattasi del cavo a fibra ottica Olbia-Civitavecchia) che si presenta a tratti interrato e a tratti scoperto come si osserva dalle foto che seguono.



Fig 53 –Biodetrito sabbioso



Fig 53 –*Trachinus* sp. (Cordata, Trachinidae)



Fig 54 –Affioramenti rocciosi discontinui su fondo sabbioso



Fig 55 – Fondo sabbioso bioturbato

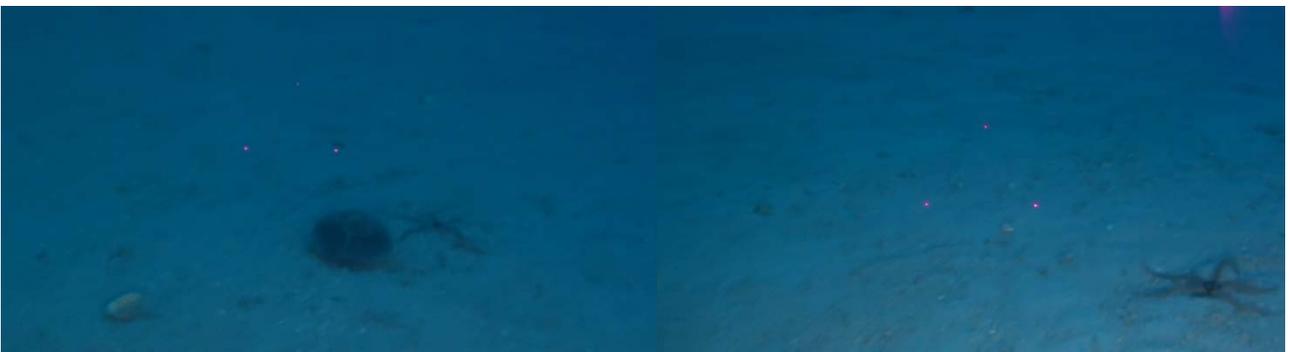


Fig 56 –Fondale ad echinodermi (echinoidei e ofiuroidi)



Fig 57 – Pennatula (Cnidaria, Octocorallia)



Fig 58 – Cavo in fibra ottica che corre tra Olbia e Civitavecchia



Fig 59 – Rifiuti antropici su fondo di sabbia grossolana con *Serranus cabrilla*



Fig 60 – polichete tubicolo (Annelida, Polychaeta) su affioramenti rocciosi discontinui



Fig 61 – Echinoderma ofiuroideo infossato nel sedimento (in primo piano) e Echinodermi crinoidei (in secondo piano)



Fig 62 – Poriferi



Fig 63 – Echinodermata, Crinoidea



Fig 64 – Echinodermi crinoidi e ofiuroidi

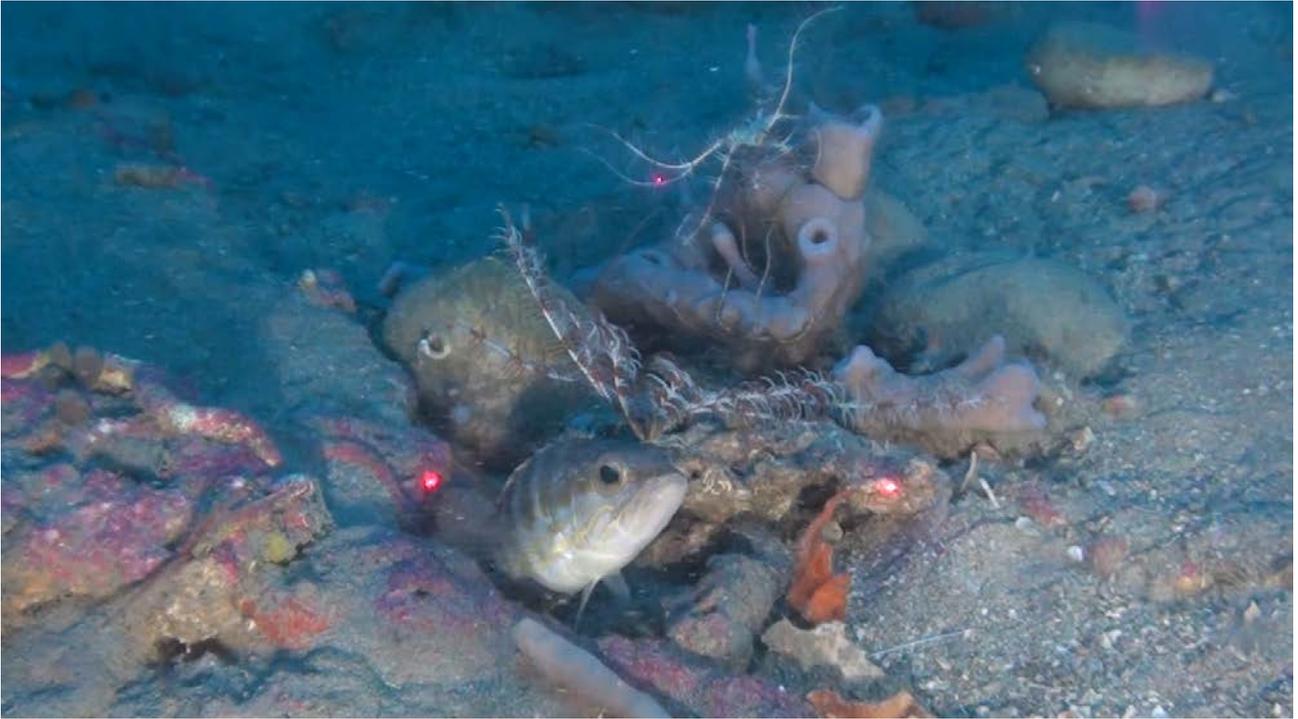


Fig 65 – Poriferi, crinoidi e *S. cabrilla* su affioramento roccioso



Fig 66 – Poriferi, Echinodermi cicaridi e spatangoidi su fondo sabbioso misto a rocce

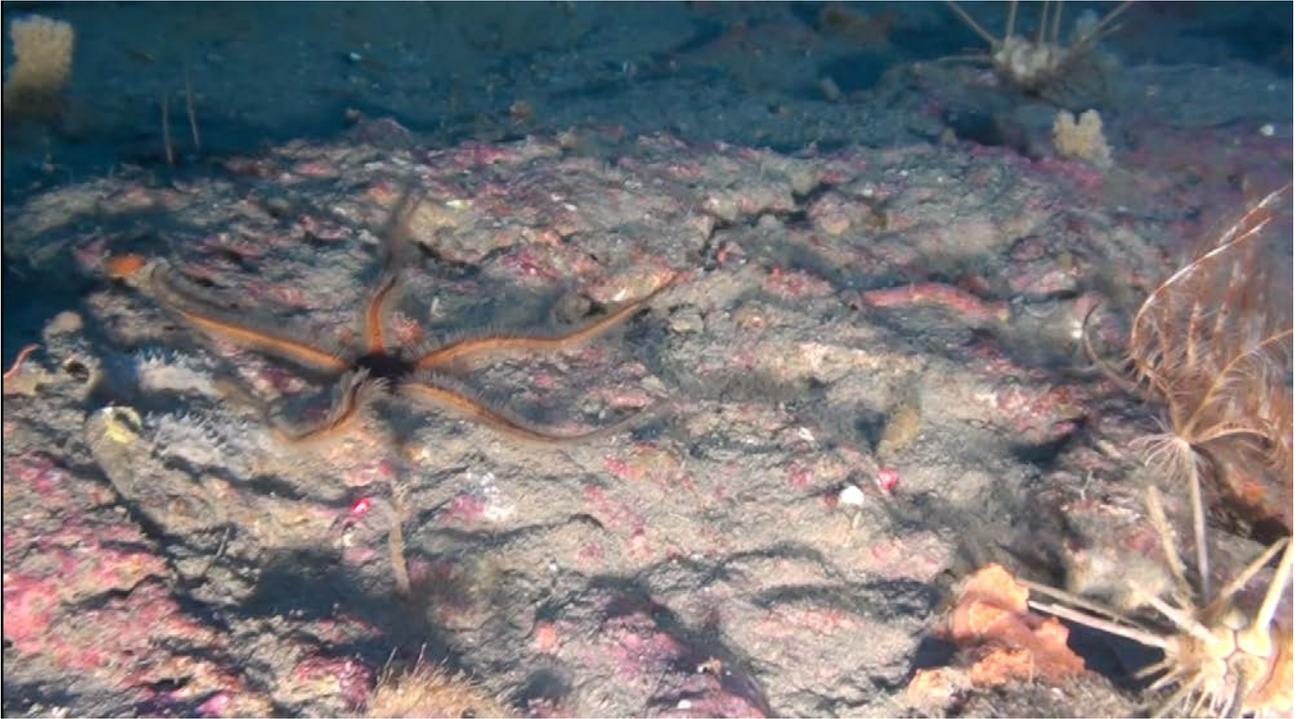


Fig 67 – Echinodermi ofiuroidi, crinoidi e cicaridi su affioramento roccioso



Fig 68 – *Peltaster placenta* (Echinodermata, Asteroidea)

Transetto 6

Il transetto 6 compreso tra la batimetrica dei 79 e 89 metri, è caratterizzato da una eterogeneità morfologica del fondale. Questo si presenta disseminato di sistemi rocciosi di varia estensione e di varia altezza comprendenti plateau frastagliati e rocce alte massicce che possono presentarsi isolate o a formare delle creste continue. In quest'ultime formazioni sono state riscontrate colonie ben strutturate di corallo nero (*Antipathella subpinnata*).



Fig. 69 – *Bonellia viridis* (Annelida, Echiura) che trova riparo in un affioramento roccioso



Fig. 70 – fondale di sabbia grossolana con spatangidi e pennatulacei



Fig. 71 – affioramenti rocciosi su fondo sabbioso



Fig. 72 – echinodermi e poriferi su affioramenti rocciosi

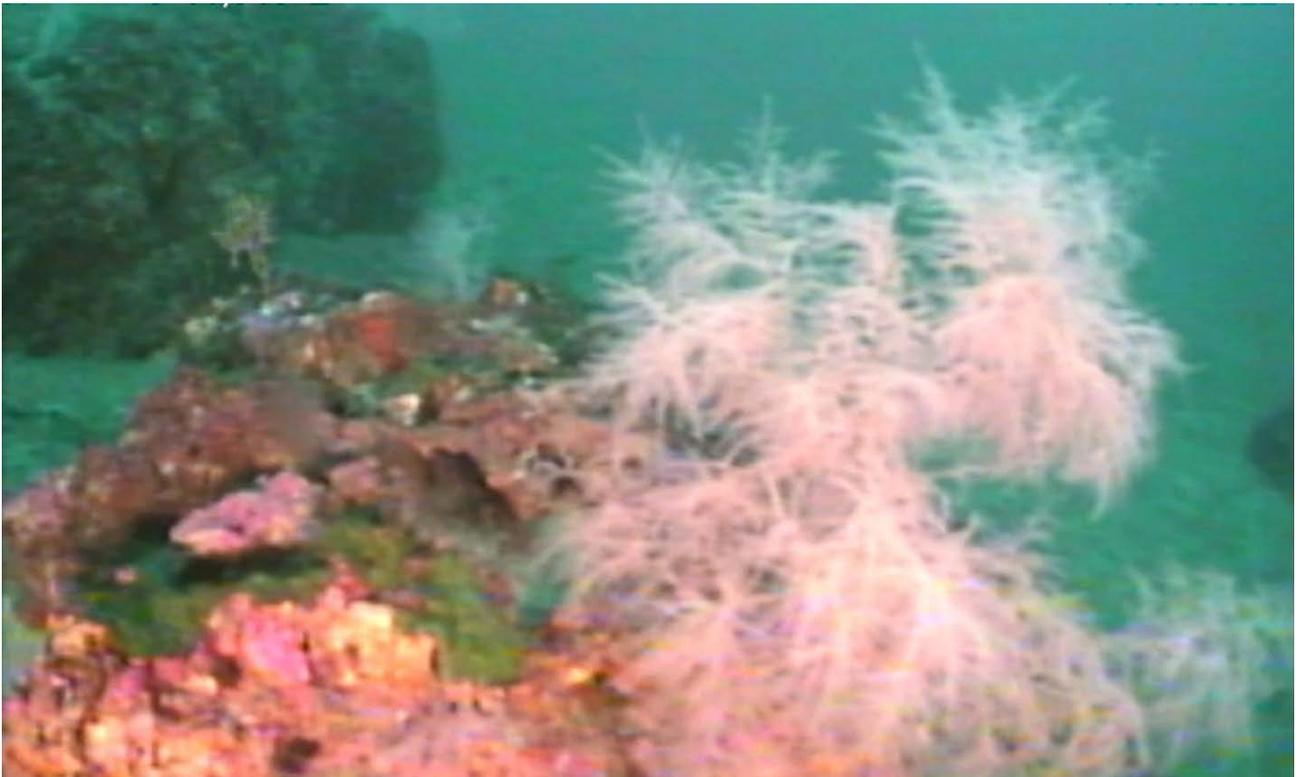


Fig. 73 – colonia di corallo nero (*Antipathella subpinnata*)

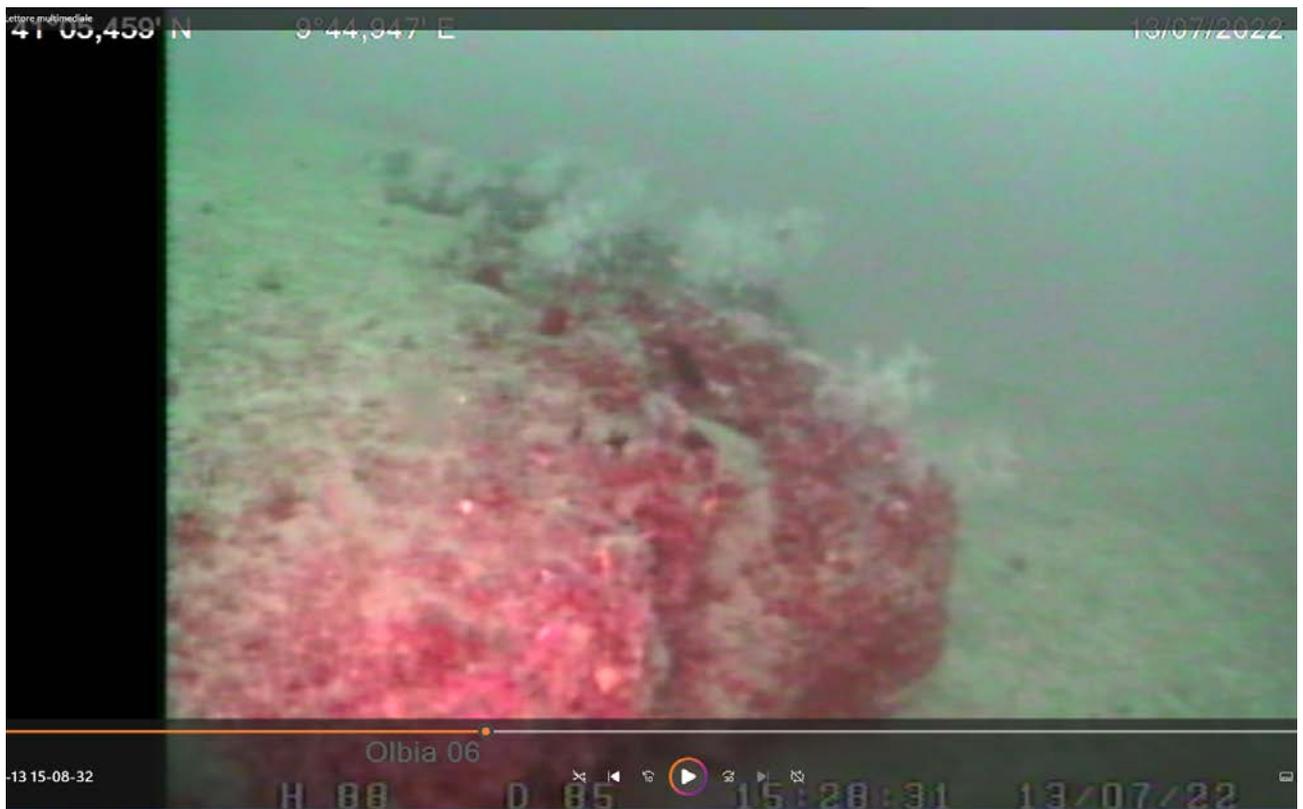


Fig. 74 – Colonie di corallo nero (*Antipathella subpinnata*) su affioramenti rocciosi

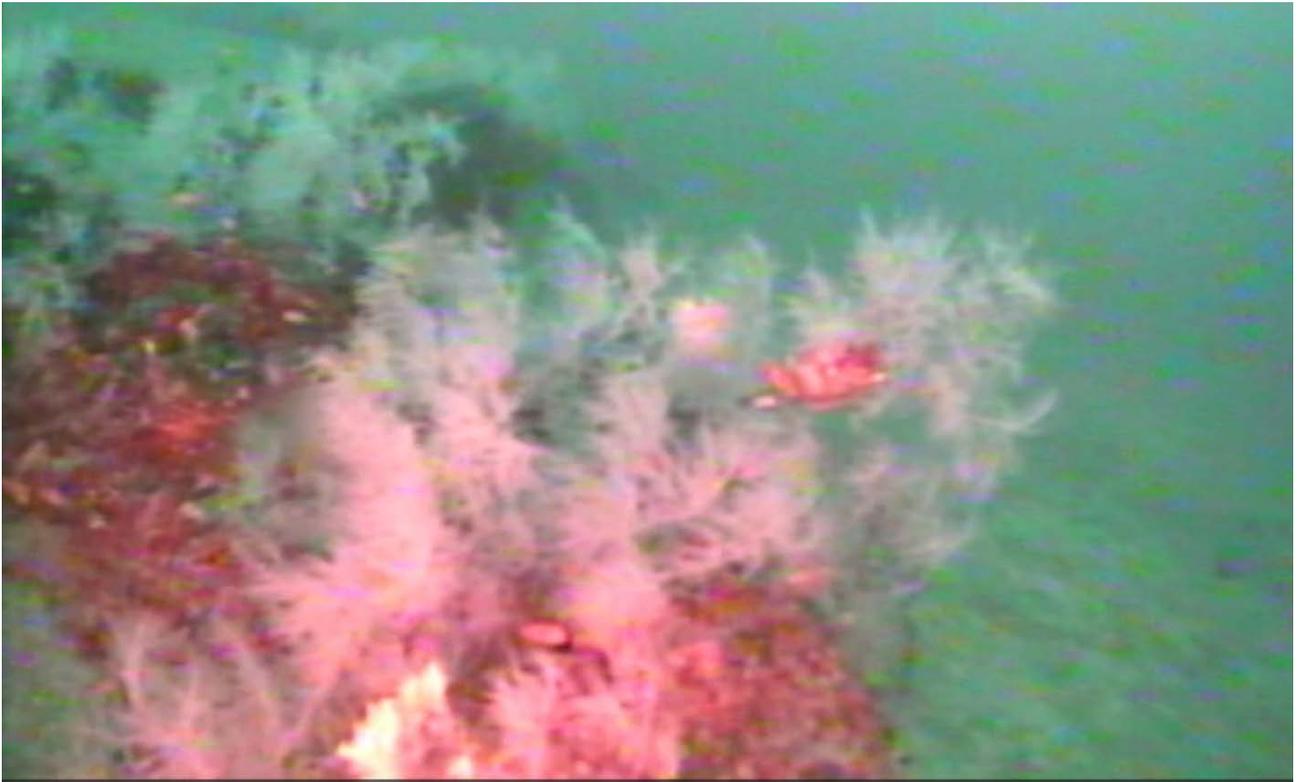


Fig. 75 – colonie di corallo nero (*Antipathella subpinnata*) su affioramenti rocciosi



Fig. 76 – affioramenti rocciosi dal fondale sabbioso



Fig. 77 – Affioramento roccioso popolato da poriferi e *Anthias anthias* (Chordata, Serranidae)



Fig. 78 - *Eunicella cavolinii* (Cnidaria, Octocorallia)



Fig. 79 – affioramento roccioso colonizzato da poriferi

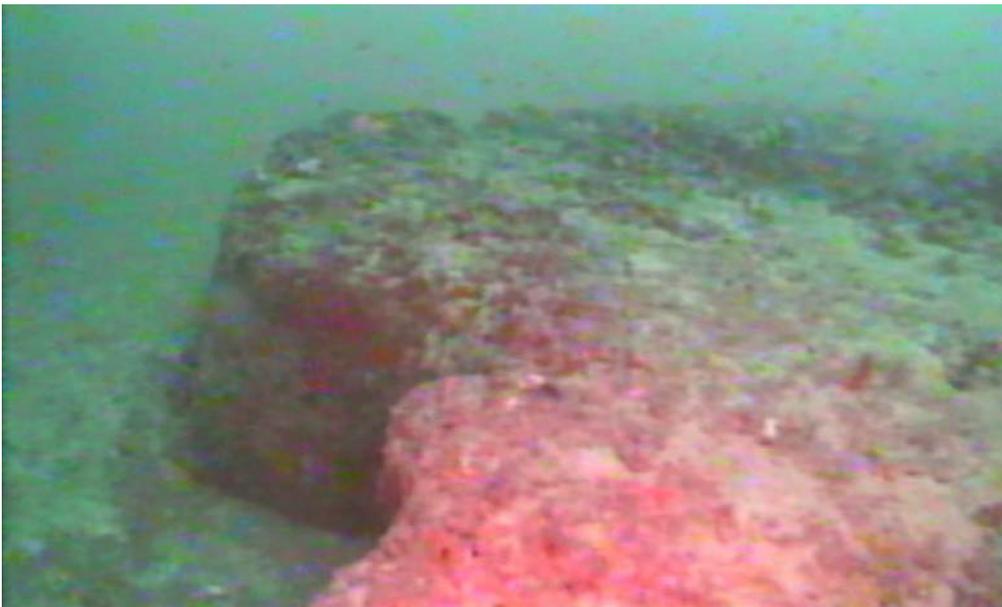


Fig. 80 – affioramento roccioso di circa un metro di altezza



Fig. 81 – Affioramento roccioso popolato da poriferi, cnidari e teleostei



Fig. 82 – roccia su fondo sabbioso popolata da poriferi, echinodermi asteroidei e echinoidei



Fig.83 – affioramento roccioso popolato da numerose colonie di corallo nero (*Antipathella subpinnata*)



Fig.84 – particolare di corallo nero



Fig. 85 – affioramento roccioso con echinodermi, poriferi, colonia di corallo nero con capsula di elasmobranco



Fig.86 – affioramenti rocciosi su fondale sabbioso



Fig.87: zoom dell'affioramento in fig 83, colonizzato da poriferi ed echinodermi echinoidi (Cicaridi), Fig.88 esemplare di *Mola mola*



Fig. 89: affioramenti rocciosi su fondale sabbioso popolati da echinodermi

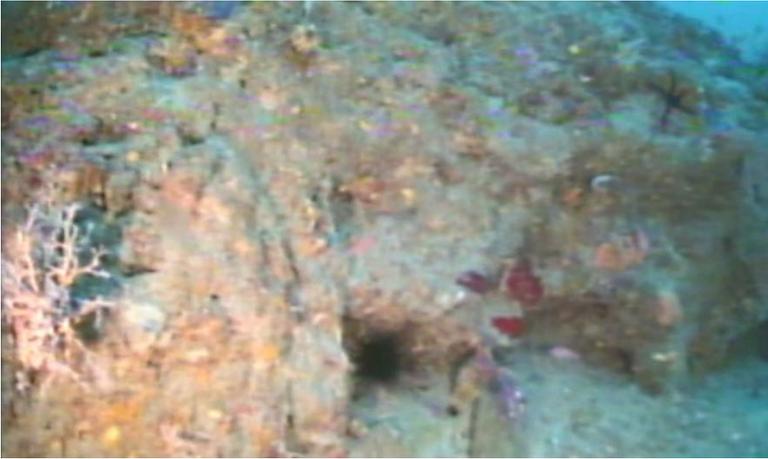


Fig. 90: zoom dell'affioramento in fig 86, dove è possibile osservare echinodermi (*Astrospartus* sp.) (Echinodermata, Ophiuroidea) poriferi e alghe incrostanti



Fig. 91: dettaglio dell'affioramento roccioso di fig. 86 con *Eunicella* sp. (Cnidaria, Octocorallia) a destra, poriferi e alghe rosse incrostanti



Fig. 92: roccia e fondale sabbioso colonizzati da poriferi ed echinodermi echinoidi



Fig. 93: roccia e fondale sabbioso colonizzati da poriferi ed echinodermi echinoidi



Fig. 94 - affioramento roccioso colonizzato da poriferi e *Anthias anthias* (Chordata, Serranidae)



Fig. 95 – poriferi, echinodermi asteroidei, alghe incrostanti e *Anthias anthias* su roccia



Fig. 96 – poriferi su fondo sabbioso



Fig. 97 – affioramenti rocciosi su fondo sabbioso



Fig. 98 - roccia colonizzata da echinodermi echinoidei ed ofiuroidi, alghe incrostanti, policheti tubicoli e teleostei

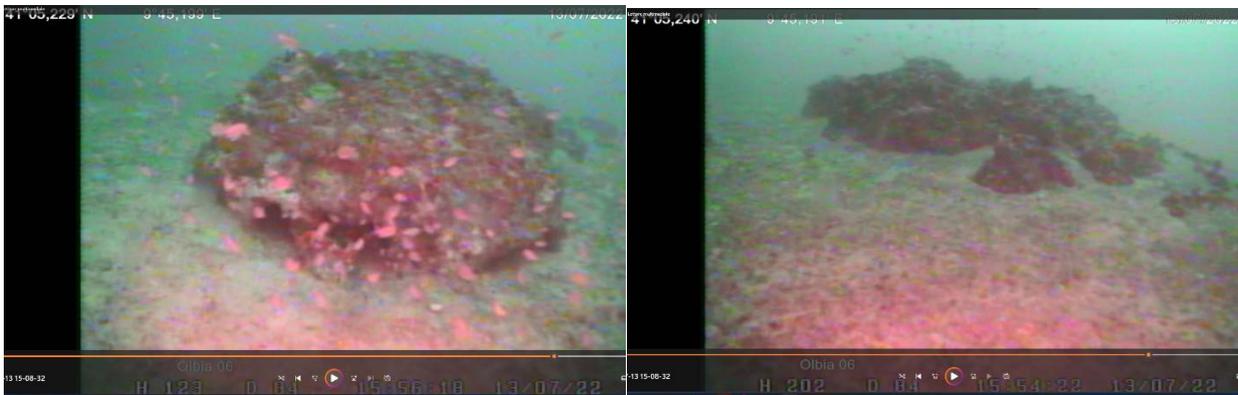


Fig. 99 - Rocce frequentate da molti *Anthias anthias* (Chordata, Serranidae)

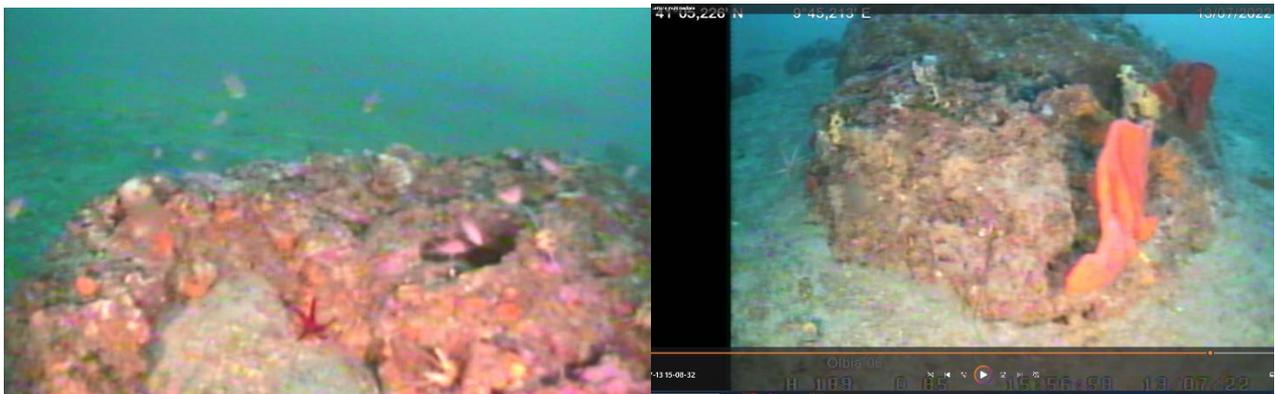


Fig. 100 - Affioramenti rocciosi con poriferi, briozoi, *Anthias anthias* ed echinodermi asteroidei

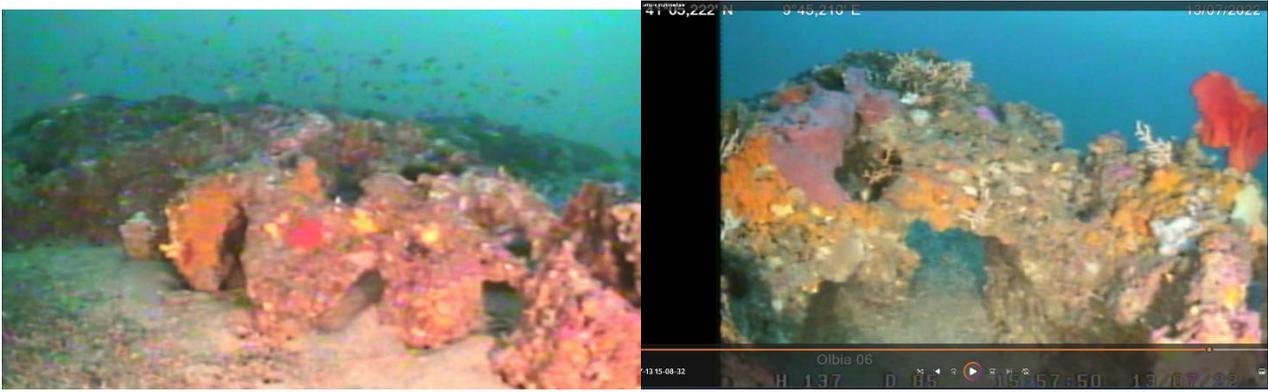


Fig. 101 Rocce con poriferi, briozoi e *Anthias anthias*

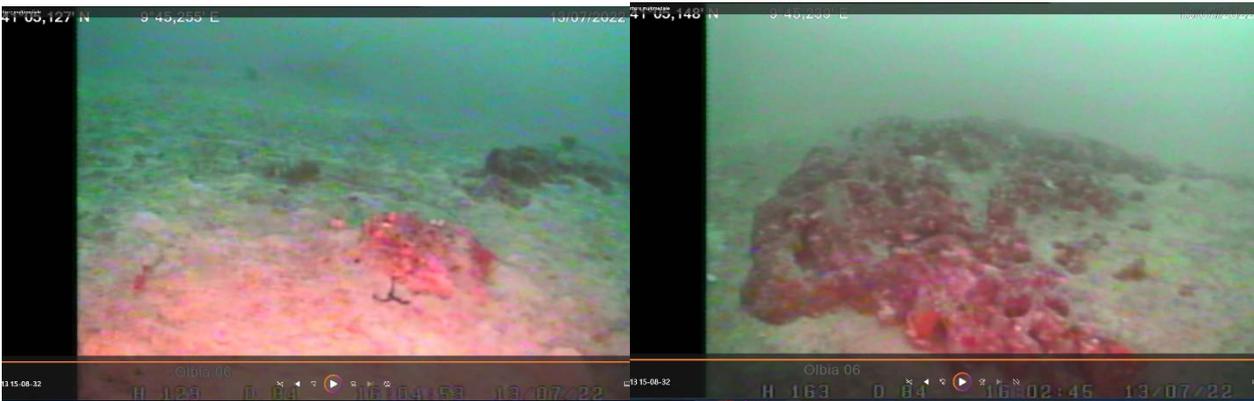


Fig. 102 - Affioramenti rocciosi in cui trova riparo una *Bonellia viridis* (Annelida, Echiura) (foto a sinistra)



Fig. 101- poriferi su rocce discontinue

Fig. 102- poriferi su substrato roccioso

ALLEGATO 4 - Rapporti di Prova (analisi granulometriche)

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 1'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

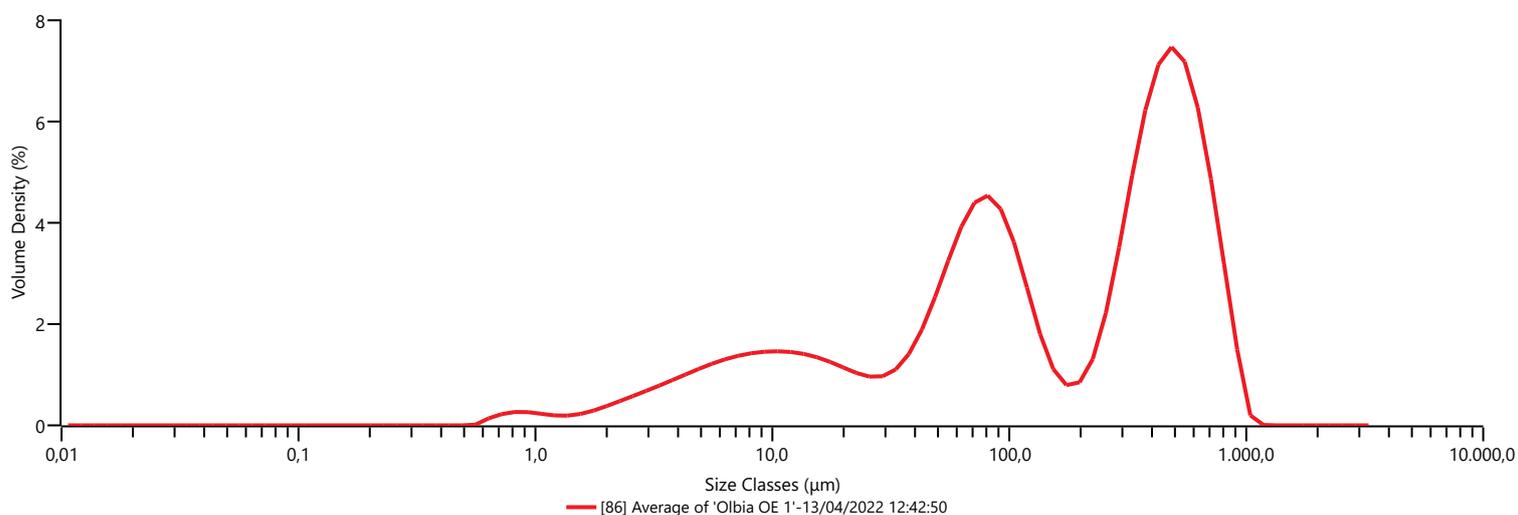
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 2.30 %
Laser Obscuration 18.68 %

Result

Concentration 0.0544 %
Span 4.779
Uniformity 1.635
Specific Surface Area 304.1 m²/kg
D [3,2] 19.731 μm
D [4,3] 261.752 μm
Dv (10) 7.748 μm
Dv (50) 131.173 μm
Dv (90) 634.647 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	26.86
63.000	17.70
125.000	5.59
250.000	24.21
500.000	20.79
1000.000	0.06
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 2'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

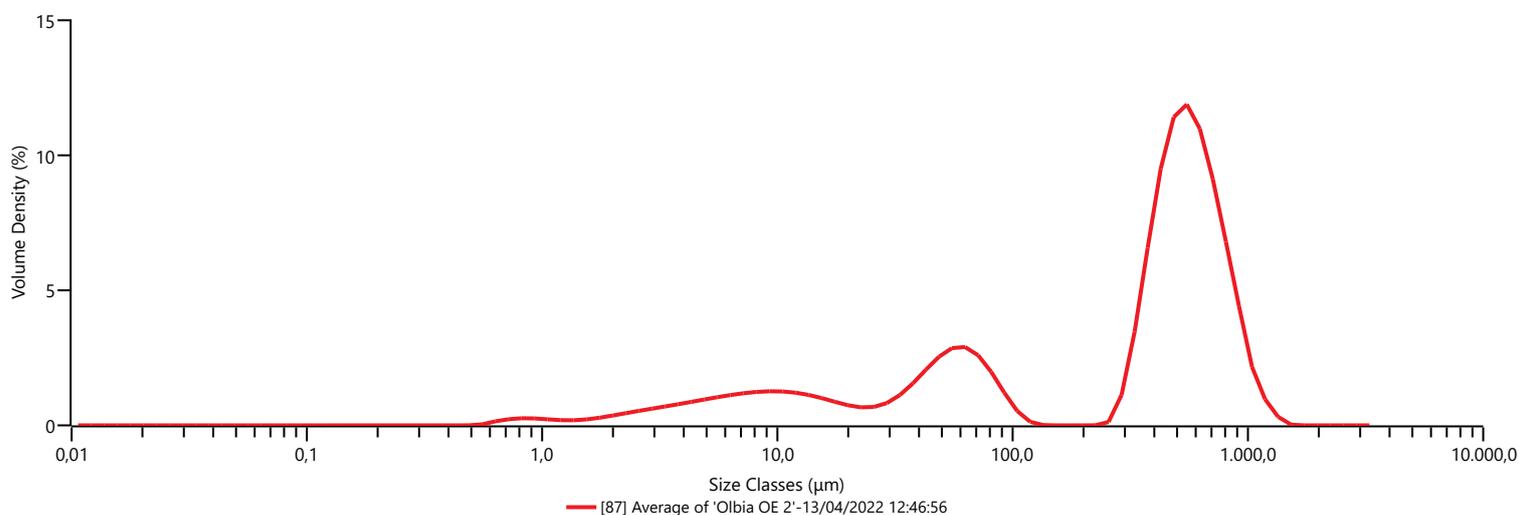
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 3.98 %
Laser Obscuration 18.61 %

Result

Concentration 0.0597 %
Span 1.767
Uniformity 0.581
Specific Surface Area 275.5 m²/kg
D [3,2] 21.778 μm
D [4,3] 401.023 μm
Dv (10) 8.753 μm
Dv (50) 443.577 μm
Dv (90) 792.718 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	23.19
63.000	6.51
125.000	0.02
250.000	24.47
500.000	38.86
1000.000	2.41
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 3'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

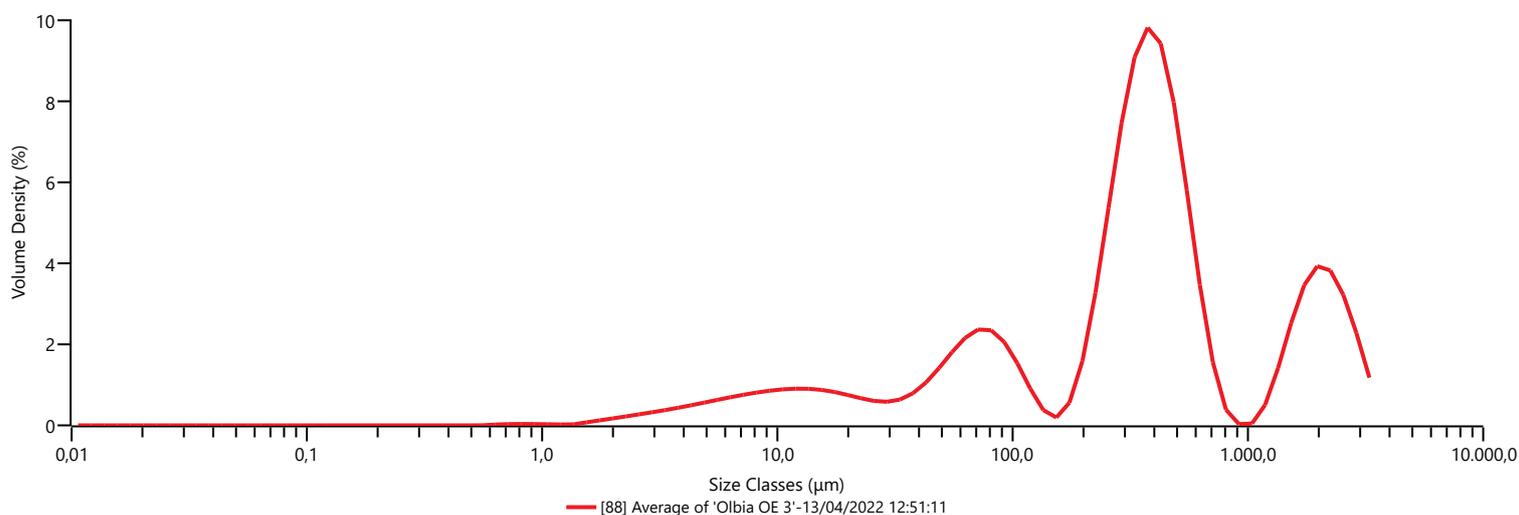
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 3.37 %
Laser Obscuration 19.08 %

Result

Concentration 0.1328 %
Span 5.576
Uniformity 1.312
Specific Surface Area 130.8 m²/kg
D [3,2] 45.883 μm
D [4,3] 626.392 μm
Dv (10) 20.711 μm
Dv (50) 356.416 μm
Dv (90) 2007.943 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	15.55
63.000	8.51
125.000	6.36
250.000	38.19
500.000	10.85
1000.000	8.64
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 4'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

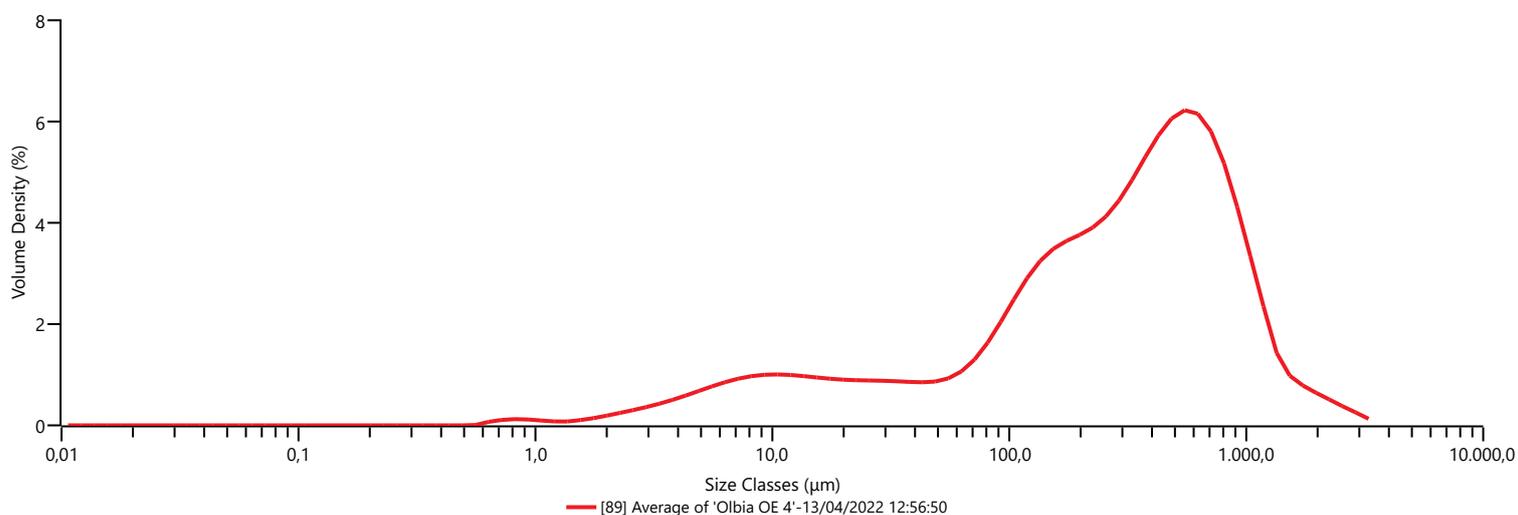
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.09 %
Laser Obscuration 15.59 %

Result

Concentration 0.0808 %
Span 2.953
Uniformity 0.975
Specific Surface Area 174.5 m²/kg
D [3,2] 34.378 μm
D [4,3] 425.712 μm
Dv (10) 15.059 μm
Dv (50) 313.441 μm
Dv (90) 940.729 μm

Frequency (compatible)



Result

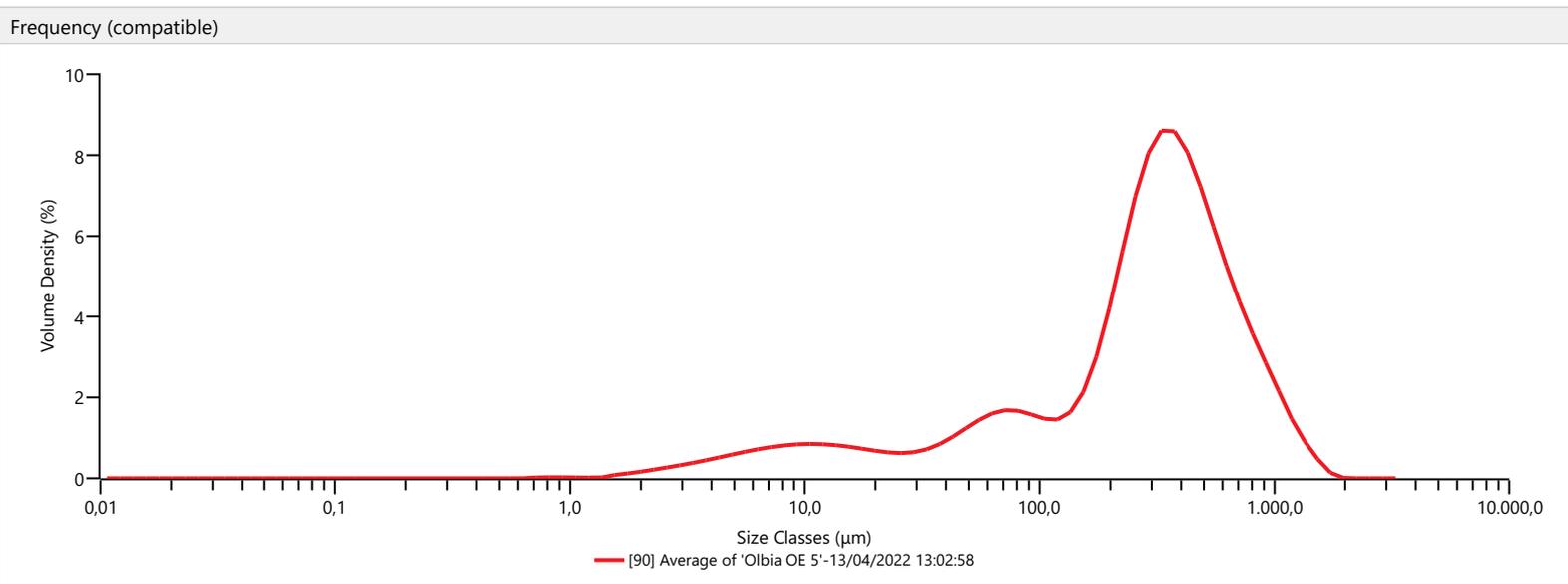
Size (μm)	% Volume In
4.000	15.95
63.000	8.80
125.000	16.42
250.000	23.08
500.000	24.90
1000.000	7.16
2000.000	

Measurement Details
Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 5'

Measurement Details
Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

Analysis
Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.85 %
Laser Obscuration 15.85 %

Result
Concentration 0.1008 %
Span 2.339
Uniformity 0.698
Specific Surface Area 127.7 m ² /kg
D [3,2] 46.986 μm
D [4,3] 358.116 μm
Dv (10) 22.369 μm
Dv (50) 309.565 μm
Dv (90) 746.450 μm



Size (μm)	% Volume In
4.000	14.73
63.000	7.05
125.000	15.80
250.000	36.40
500.000	20.36
1000.000	3.92
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 6'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

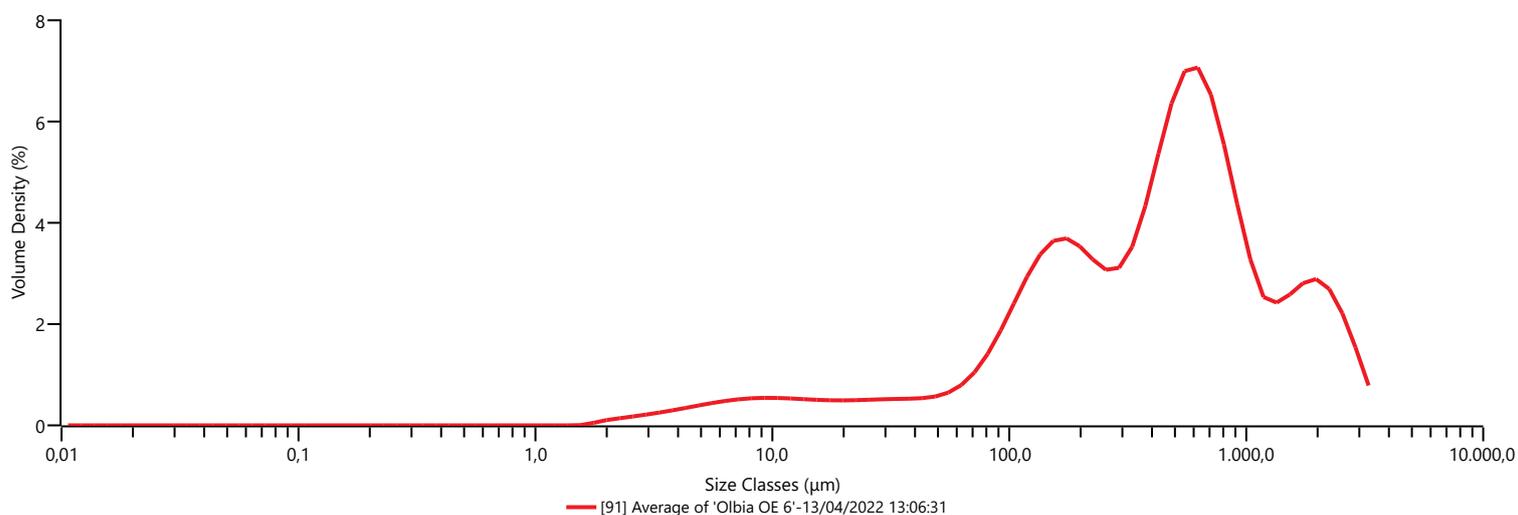
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 2.04 %
Laser Obscuration 18.68 %

Result

Concentration 0.1865 %
Span 3.566
Uniformity 1.007
Specific Surface Area 82.04 m²/kg
D [3,2] 73.134 μm
D [4,3] 654.776 μm
Dv (10) 60.093 μm
Dv (50) 461.054 μm
Dv (90) 1704.138 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	9.23
63.000	8.11
125.000	15.74
250.000	19.29
500.000	27.35
1000.000	12.27
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 7'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

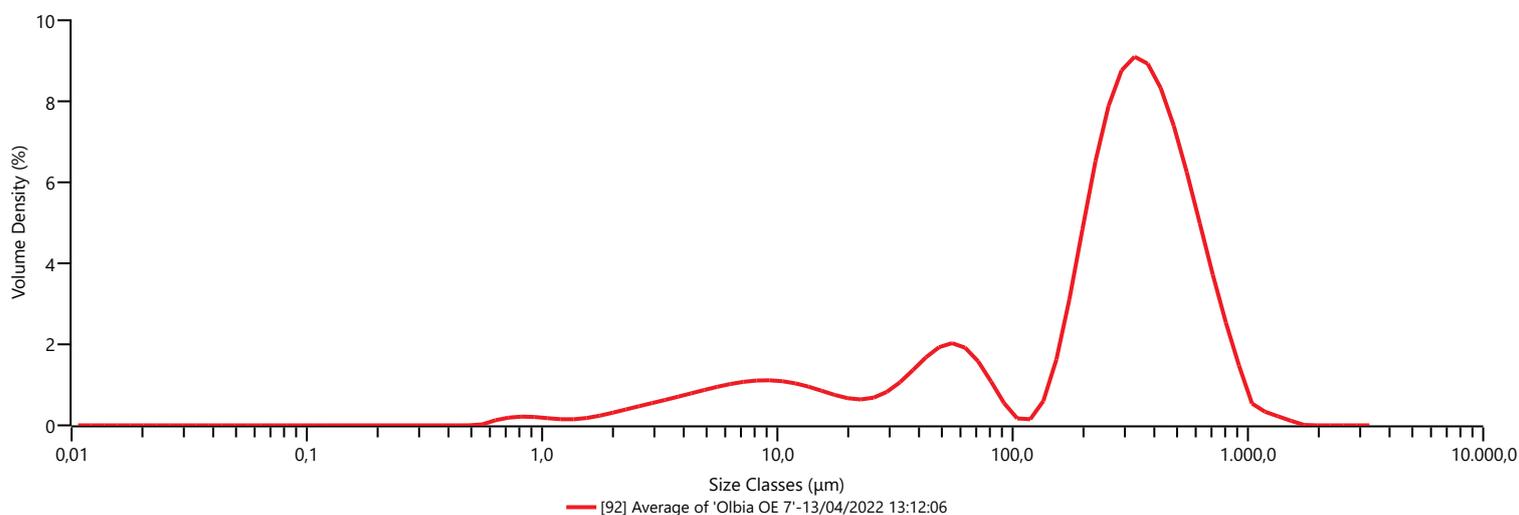
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.20 %
Laser Obscuration 18.25 %

Result

Concentration 0.0667 %
Span 2.128
Uniformity 0.651
Specific Surface Area 241.3 m²/kg
D [3,2] 24.860 μm
D [4,3] 302.350 μm
Dv (10) 10.253 μm
Dv (50) 283.665 μm
Dv (90) 614.010 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	19.66
63.000	3.64
125.000	16.03
250.000	38.53
500.000	17.37
1000.000	0.87
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 8'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

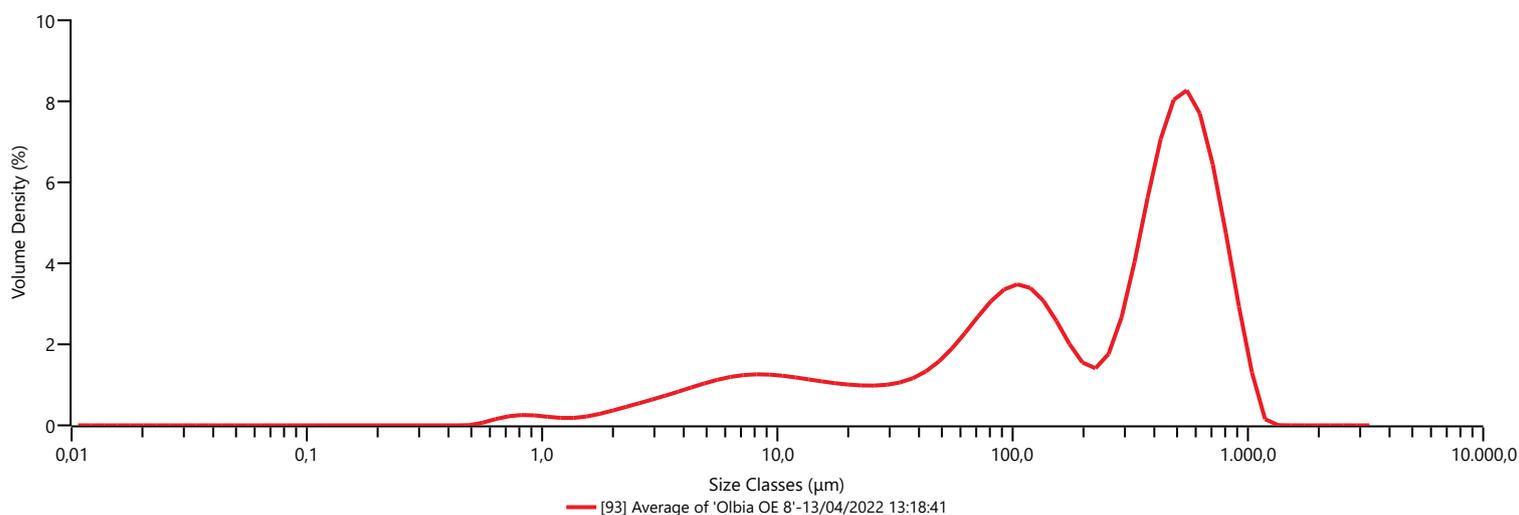
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 2.90 %
Laser Obscuration 19.34 %

Result

Concentration 0.0595 %
Span 2.769
Uniformity 0.953
Specific Surface Area 286.8 m²/kg
D [3,2] 20.923 μm
D [4,3] 312.541 μm
Dv (10) 8.341 μm
Dv (50) 254.425 μm
Dv (90) 712.817 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	21.64
63.000	13.98
125.000	9.57
250.000	22.25
500.000	27.04
1000.000	0.91
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 9'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

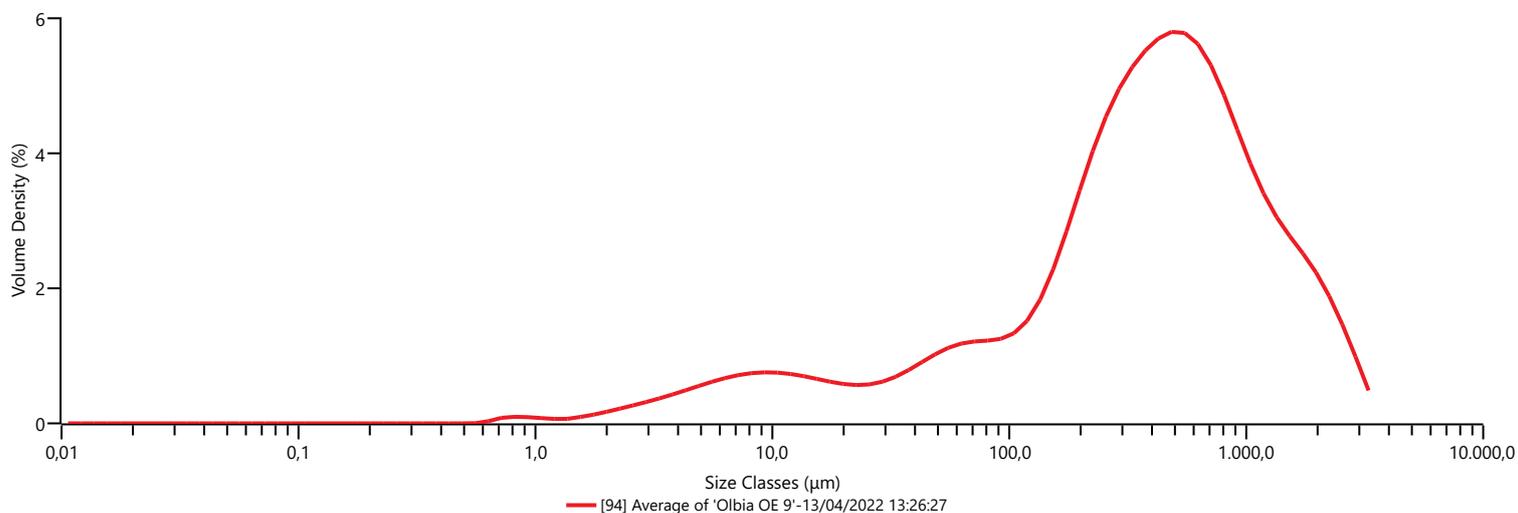
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 0.84 %
Laser Obscuration 19.11 %

Result

Concentration 0.1177 %
Span 3.569
Uniformity 1.059
Specific Surface Area 140.4 m²/kg
D [3,2] 42.741 μm
D [4,3] 594.492 μm
Dv (10) 25.995 μm
Dv (50) 400.896 μm
Dv (90) 1456.641 μm

Frequency (compatible)



Result

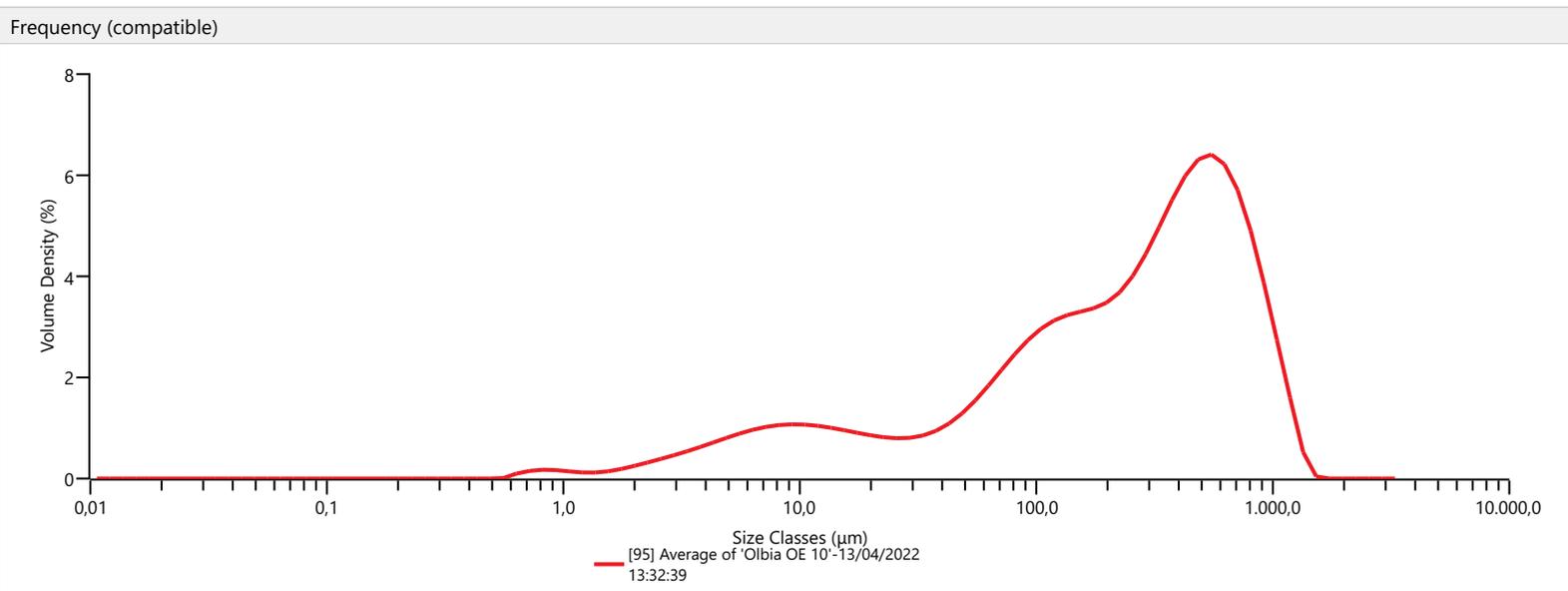
Size (μm)	% Volume In
4.000	12.94
63.000	5.77
125.000	13.40
250.000	24.12
500.000	23.42
1000.000	13.54
2000.000	

Measurement Details
Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 10'

Measurement Details
Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

Analysis
Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.76 %
Laser Obscuration 19.72 %

Result
Concentration 0.0806 %
Span 2.916
Uniformity 0.922
Specific Surface Area 213.5 m ² /kg
D [3,2] 28.101 μm
D [4,3] 341.336 μm
Dv (10) 11.939 μm
Dv (50) 266.428 μm
Dv (90) 788.845 μm



Result	
Size (μm)	% Volume In
4.000	17.91
63.000	11.67
125.000	15.56
250.000	23.68
500.000	24.40
1000.000	3.58
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 11'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

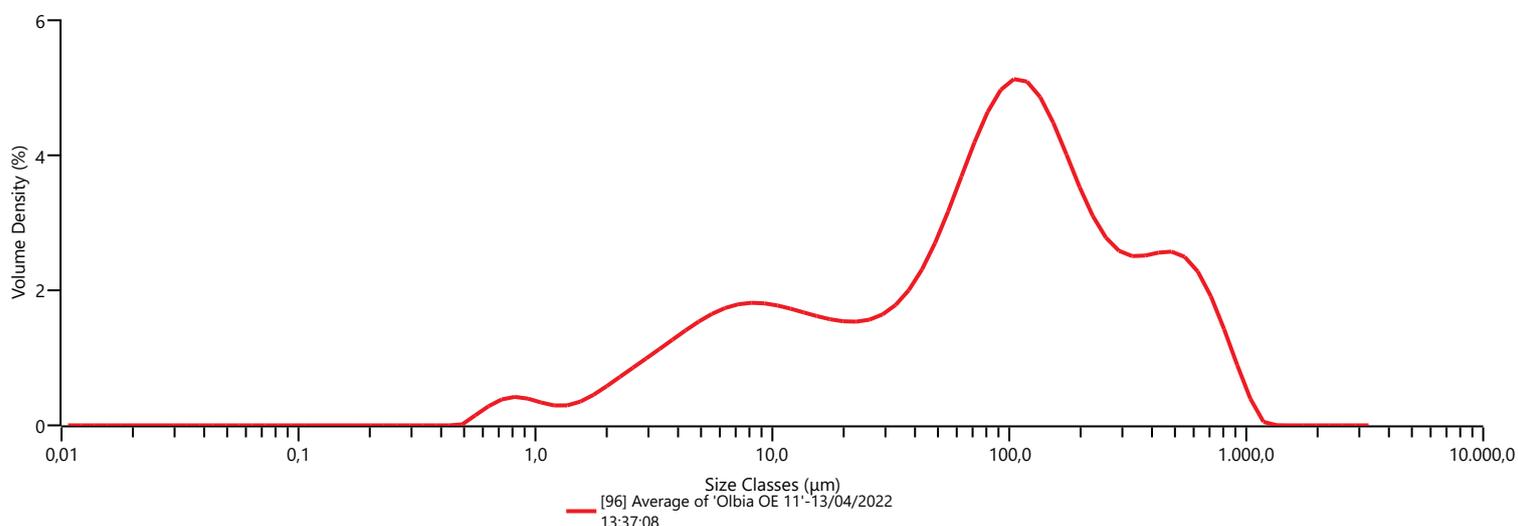
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 0.37 %
Laser Obscuration 29.51 %

Result

Concentration 0.0625 %
Span 5.177
Uniformity 1.472
Specific Surface Area 448.8 m²/kg
D [3,2] 13.368 μm
D [4,3] 158.243 μm
Dv (10) 5.265 μm
Dv (50) 86.792 μm
Dv (90) 454.580 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	33.66
63.000	21.09
125.000	17.86
250.000	11.64
500.000	8.12
1000.000	0.28
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 12'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

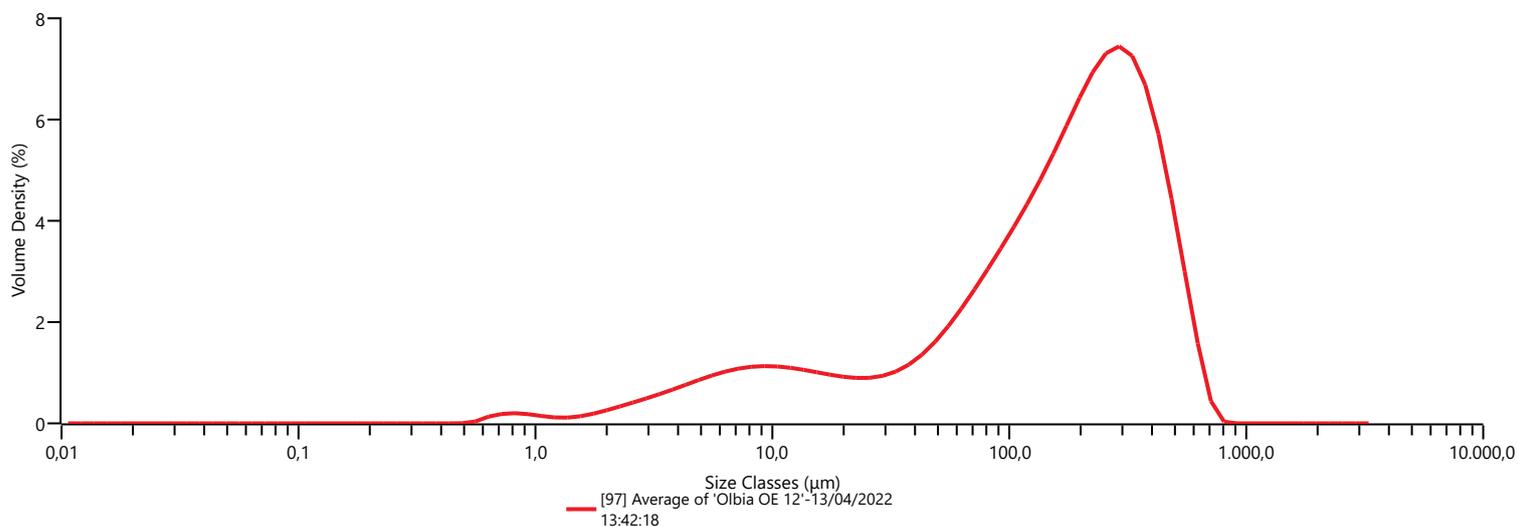
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.54 %
Laser Obscuration 20.86 %

Result

Concentration 0.0778 %
Span 2.381
Uniformity 0.732
Specific Surface Area 238.2 m²/kg
D [3,2] 25.185 μm
D [4,3] 201.141 μm
Dv (10) 10.920 μm
Dv (50) 175.312 μm
Dv (90) 428.293 μm

Frequency (compatible)



Result

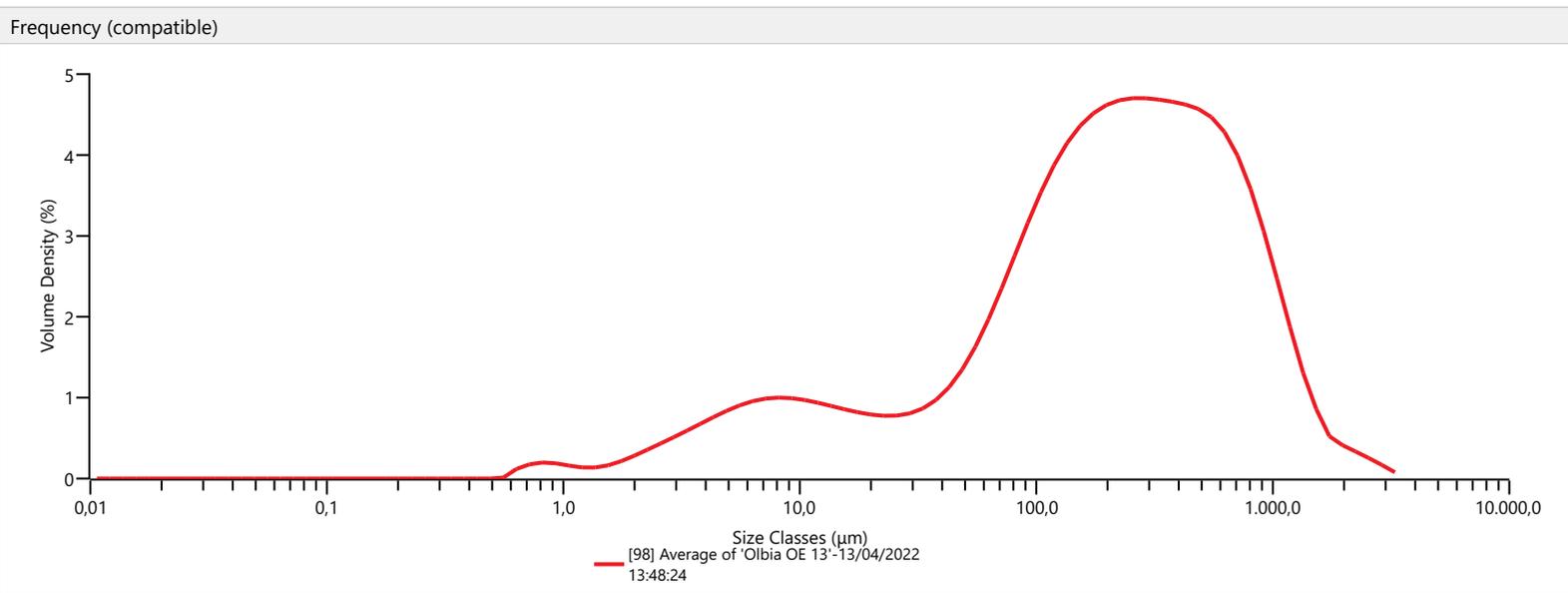
Size (μm)	% Volume In
4.000	20.09
63.000	14.97
125.000	26.87
250.000	29.62
500.000	5.01
1000.000	0.00
2000.000	

Measurement Details	
Operator Name	LAB
Sample Name	Average of 'Olbia OE 13'

Measurement Details	
Instrument Type	Mastersizer3000
Software Version	3.81.1908.020

Analysis	
Particle Name	Default
Particle Refractive Index	1.520
Particle Absorption Index	0.100
Dispersant Name	Water
Dispersant Refractive Index	1.330
Scattering Model	Mie
Analysis Model	General Purpose
Weighted Residual	0.43 %
Laser Obscuration	21.05 %

Result	
Concentration	0.0814 %
Span	3.884
Uniformity	1.224
Specific Surface Area	228.3 m ² /kg
D [3,2]	26.280 μm
D [4,3]	345.463 μm
Dv (10)	11.559 μm
Dv (50)	212.847 μm
Dv (90)	838.241 μm



Result	
Size (μm)	% Volume In
4.000	17.57
63.000	13.52
125.000	20.25
250.000	21.10
500.000	17.50
1000.000	5.65
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 14'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

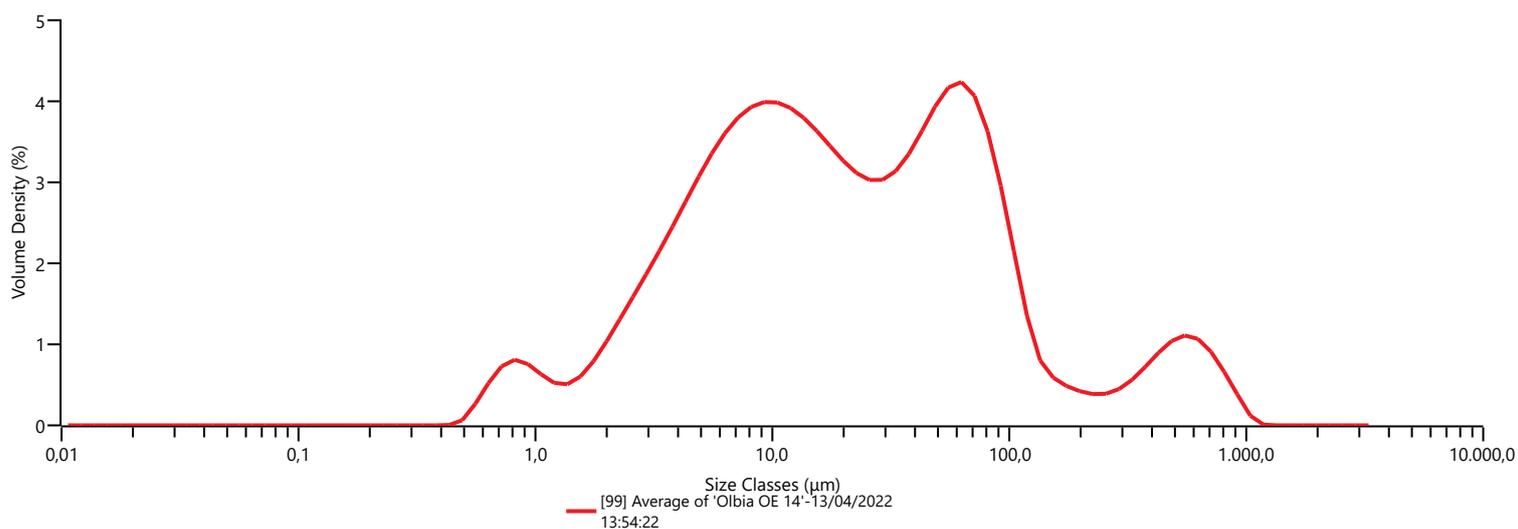
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.24 %
Laser Obscuration 24.34 %

Result

Concentration 0.0311 %
Span 5.957
Uniformity 3.167
Specific Surface Area 832.4 m²/kg
D [3,2] 7.208 μm
D [4,3] 66.947 μm
Dv (10) 3.128 μm
Dv (50) 18.715 μm
Dv (90) 114.606 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	63.69
63.000	13.38
125.000	2.42
250.000	3.06
500.000	3.70
1000.000	0.07
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 15'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

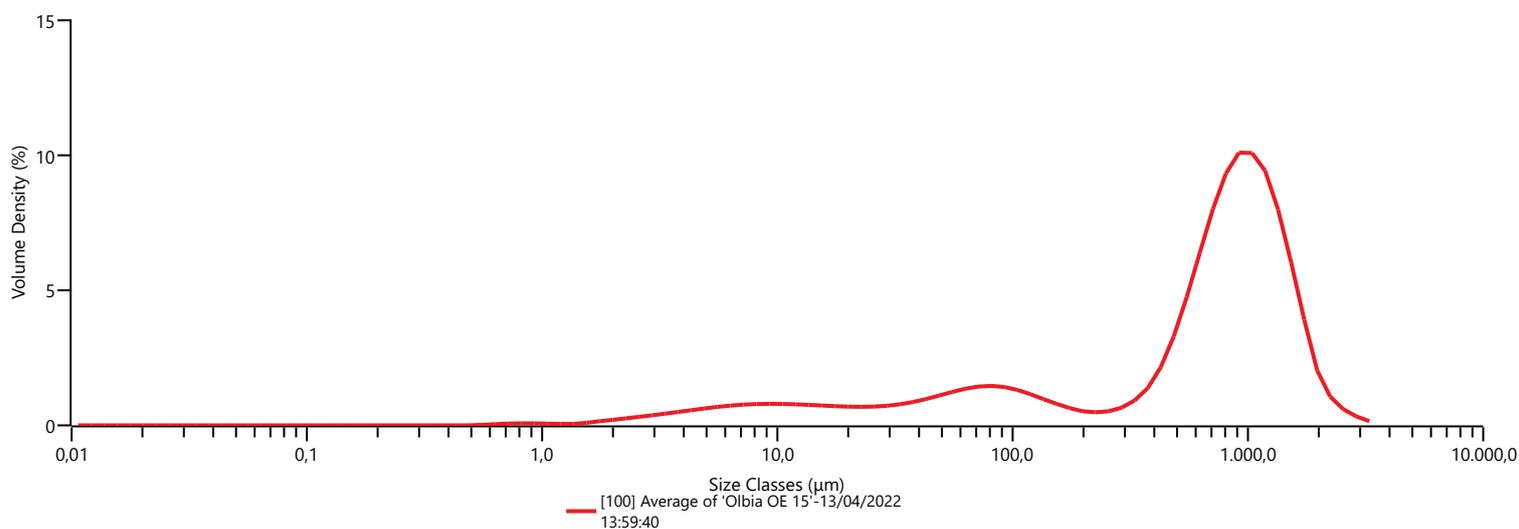
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 6.70 %
Laser Obscuration 20.92 %

Result

Concentration 0.1870 %
Span 1.915
Uniformity 0.597
Specific Surface Area 145.9 m²/kg
D [3,2] 41.124 μm
D [4,3] 767.155 μm
Dv (10) 20.393 μm
Dv (50) 768.736 μm
Dv (90) 1492.801 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	14.36
63.000	6.11
125.000	3.08
250.000	6.53
500.000	34.50
1000.000	30.77
2000.000	

Measurement Details

Operator Name LAB
Sample Name Average of 'Olbia OE 16'

Measurement Details

Instrument Type Mastersizer3000
Software Version 3.81.1908.020

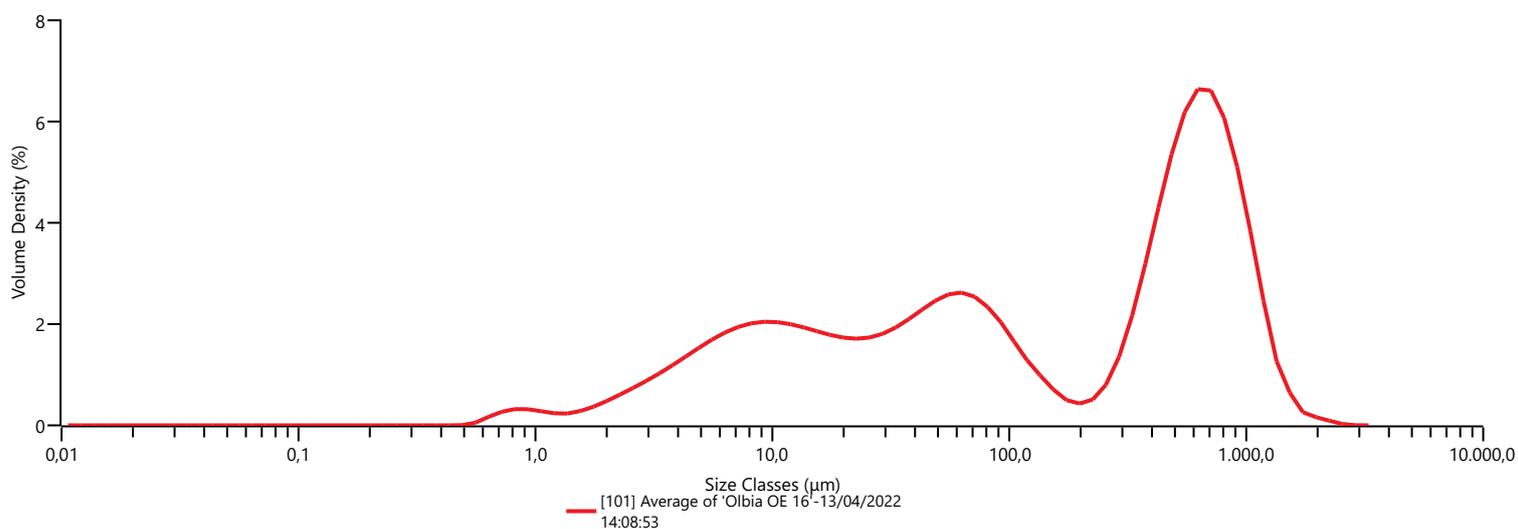
Analysis

Particle Name Default
Particle Refractive Index 1.520
Particle Absorption Index 0.100
Dispersant Name Water
Dispersant Refractive Index 1.330
Scattering Model Mie
Analysis Model General Purpose
Weighted Residual 1.20 %
Laser Obscuration 20.97 %

Result

Concentration 0.0802 %
Span 7.294
Uniformity 2.588
Specific Surface Area 386.1 m²/kg
D [3,2] 15.539 μm
D [4,3] 348.511 μm
Dv (10) 5.911 μm
Dv (50) 122.351 μm
Dv (90) 898.294 μm

Frequency (compatible)



Result

Size (μm)	% Volume In
4.000	34.89
63.000	9.16
125.000	2.89
250.000	12.96
500.000	27.36
1000.000	6.46
2000.000	

ALLEGATO 5 - Rapporti di Prova (PCB, Pesticidi e IPA)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03552 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione A	Data prelievo:	27/07/2021
Punto Prelievo:	//	Prelevato da:	ISPRA
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Data inizio prove:	30/07/2021	Data accettazione:	30/07/2021
Data fine prove:	08/10/2021		

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03552 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione A	Data prelievo:	27/07/2021
Punto Prelievo:	//	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	< 5	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03553 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione B	Data prelievo:	
Punto Prelievo:	B	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03553 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione B	Data prelievo:	
Punto Prelievo:	B	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	5.7	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENTZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03554 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione C	Data prelievo:	27/07/2021
Punto Prelievo:	C	Prelevato da:	ISPRA
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Data inizio prove:	30/07/2021	Data accettazione:	30/07/2021
Data fine prove:	08/10/2021		

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03554 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione C	Data prelievo:	27/07/2021
Punto Prelievo:	C	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	< 5	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03555 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione D	Data prelievo:	29/07/2021
Punto Prelievo:	D	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03555 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione D	Data prelievo:	29/07/2021
Punto Prelievo:	D	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	6.1	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03556 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione E	Data prelievo:	29/07/2021
Punto Prelievo:	E	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03556 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione E	Data prelievo:	29/07/2021
Punto Prelievo:	E	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	8.8	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03557 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione F	Data prelievo:	28/07/2021
Punto Prelievo:	F	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03557 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	n.i.
Descrizione:	campione F	Data prelievo:	28/07/2021
Punto Prelievo:	F	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	10	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03558 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione: Sedimenti marino costieri stato ambientale

Descrizione: campione G

Punto Prelievo: G

Richiedente: ISPRA
Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma

Data inizio prove: 30/07/2021 **Data fine prove:** 08/10/2021

Verbale prelievo:

Data prelievo: 27/07/2021

Prelevato da: ISPRA

Procedura prelievo: Rif. verbale prelievo

Data accettazione: 30/07/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Aldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
HCB - Esaclorobenzene EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.4	
Dieldrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Beta-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifeniltricloroetano (DDT) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.3	---	µg/kg	1.0	
Gamma-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Endrin EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Eptacloro EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg		
Diclorodifenildicloroetilene(DDE) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.5	---	µg/kg	1.8	
Diclorodifenildicloroetano(DDD) EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.2	---	µg/kg	0.8	
Alfa-esaclorocicloesano EPA 3545A/2007 + EPA 8270D/2007	< 0.1	---	µg/kg	0.2	
Antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	24	
Benzo(g,h,i)perilene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	55	
Indeno(1,2,3,c-d)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg	70	
Benzo(a)pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	30	
Dibenzo(a,h)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 10.0	---	µg/kg		
Fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	110	
Crisene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Benzo(k)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	20	
Benzo(b)fluorantene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg	40	



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

AGENZIA REGIONALE PRO S'AMPARU DE S'AMBIENTE DE SARDIGNA
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Rete laboratori e misure in campo
Laboratorio Sassari

Data emissione: 12/10/2021

RAPPORTO DI PROVA N° 21SS03558 Rev_0

Riferimento pratica n: 21-001817 del 02/08/2021

Campione:	Sedimenti marino costieri stato ambientale	Verbale prelievo:	
Descrizione:	campione G	Data prelievo:	27/07/2021
Punto Prelievo:	G	Prelevato da:	ISPRA
		Procedura prelievo:	Rif. verbale prelievo
Richiedente:	ISPRA Via Vitaliano Brancati 48 00144 Roma	Data accettazione:	30/07/2021
Data inizio prove:	30/07/2021	Data fine prove:	08/10/2021

Parametro e metodo analitico	Valore	Incertezza	Unità di misura	Limiti di legge	Note
Benzo(a)antracene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Pirene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Fenantrene M.I. ARPA SS 01/17+ EPA 8270D/2007	< 5.0	---	µg/kg		
Idrocarburi C>12 ISPRA 75/2011 Manuali e Linee Guida	8.4	---	mg/kg		

Limiti di legge riferiti a:

I risultati si riferiscono al campione così come è stato ricevuto dal laboratorio.

Le informazioni relative a campione, punto prelievo, data ed ora prelievo, procedura prelievo, prelevatori ed eventuali trattamenti di stabilizzazione in campo sono state fornite dal cliente. Il laboratorio declina la propria responsabilità sulle informazioni fornite dal cliente.

I campioni analizzati, salvo specifici accordi intrapresi con il laboratorio o situazioni particolari, sono alienati dopo l'emissione del rapporto di prova.

Le registrazioni tecniche relative alle prove sono conservate per 60 mesi, salvo specifici accordi intrapresi con il cliente

Il recupero, ove previsto, se non diversamente indicato, è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità del metodo ed il risultato non viene corretto per il recupero ottenuto.

L'incertezza estesa di misura, ove riportata è calcolata utilizzando un fattore di copertura k=2 e grado di confidenza del 95%.

È vietato effettuare riproduzioni parziali del presente rapporto di prova senza autorizzazione di ARPAS.

Il Direttore del Laboratorio
Antonio Furesi

(Fine del Rapporto di Prova)