

Appendice A
Rapporto Caratterizzazione Ambientale
Acque e Sedimenti
(Doc. No. P0034460-1-H3)

Doc. No. P0035031-1-H8 Rev. 0 - Maggio 2023





Edison S.p.A.
Milano, Italia

“FAVAZZINA” – Impianto di Accumulo Idroelettrico mediante Pompaggio ad Alta Flessibilità - Rilievi Ambientali, Geofisici ed Archeologici

Rapporto Caratterizzazione Ambientale Acque e Sedimenti

Doc. No. P0034460-1-H3 Rev. 0 - Maggio 2023

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Data
1	Seconda Emissione	M. Magagnini L. Urbini	D. Privitera	M. Compagnino	19/05/2023
0	Prima Emissione	M. Magagnini L. Urbini	D. Privitera	M. Compagnino	17/05/2023

RINA Consulting S.p.A. | Società soggetta a direzione e coordinamento amministrativo e finanziario del socio unico RINA S.p.A.
Via Cecchi, 6 - 16129 GENOVA | P. +39 010 31961 | rinaconsulting@rina.org | www.rina.org
C.F./P. IVA/R.I. Genova N. 03476550102 | Cap. Soc. € 20.000.000,00 i.v.

Tutti i diritti, traduzione inclusa, sono riservati. Nessuna parte di questo documento può essere divulgata a terzi, per scopi diversi da quelli originali, senza il permesso scritto di RINA Consulting S.p.A.

INDICE

	Pag.
LISTA DELLE APPENDICI	2
LISTA DELLE TABELLE	3
LISTA DELLE FIGURE	3
ABBREVIAZIONI E ACRONIMI	5
SINTESI DEI CONTENUTI	6
1 INTRODUZIONE	8
1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO	8
1.2 AREA DI STUDIO	8
1.3 SCOPO DEL DOCUMENTO	10
1.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	10
2 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE	11
2.1 MATRICE ACQUE	11
2.2 MATRICE SEDIMENTI	11
3 PERSONALE, ATTREZZATURE E PROCEDURE OPERATIVE DI ACQUISIZIONE DATI E RACCOLTA CAMPIONI	13
3.1 PERSONALE TECNICO DI CAMPO	13
3.2 IMBARCAZIONE E POSIZIONAMENTO	13
3.3 PROFILAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE DI MARE	13
3.4 RACCOLTA DEI CAMPIONI DI ACQUA DI MARE	14
3.4.1 Prelievo di campioni di zooplancton	14
3.5 RACCOLTA DEI CAMPIONI DI SEDIMENTI MARINI	15
4 DETERMINAZIONI ANALITICHE	19
4.1 DETERMINAZIONI ANALITICHE SULLE ACQUE DI MARE	19
4.2 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DEL FITOPLANCTON	19
4.3 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DELLO ZOOPLANCTON	19
4.4 DETERMINAZIONI ANALITICHE SUI SEDIMENTI MARINI	20
4.5 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DEL MACROZOOBENTHOS	23
4.6 MODALITÀ DI ELABORAZIONE DATI	23
4.6.1 Processamento dati idrologici	23
4.6.2 Confronto delle risultanze analitiche con la normativa ambientale di riferimento	23
4.6.3 Classificazione di pericolo chimico ai sensi del D.M. 173/2016	23
4.6.4 Classificazione di pericolo ecotossicologico ai sensi del D.M. 173/2016	24
4.6.5 Metodologie di analisi statistica	25
5 CRONOLOGIA DELLE ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO	26
6 RISULTATI	27
6.1 MATRICE ACQUE	27
6.1.1 Caratteristiche idrologiche dell'area di studio	27
6.1.2 Caratteristiche macroscopiche delle acque	31
6.1.3 Caratteristiche fisico-chimiche delle acque	32
6.1.4 Caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche	34
6.1.5 Caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità zooplanctoniche	35
6.2 MATRICE SEDIMENTI	38
6.2.1 Caratterizzazione fisica	38
6.2.2 Caratterizzazione e classificazione chimica	42

6.2.3	Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica	47
6.2.4	Classificazione di qualità dei materiali di escavo	49
6.3	MATRICE BIOTA	50
6.3.1	Caratterizzazione microbiologica	50
6.3.2	Comunità bentoniche	50
7	CONCLUSIONI	56
	REFERENZE	57

LISTA DELLE APPENDICI

- Appendice A: Schede tecniche della strumentazione utilizzata
- Appendice B: Variabili chimico-fisiche delle acque e comunità biologiche
- Appendice C: Schede Descrittive del Sedimento
- Appendice D: Rapporti di Prova

Si noti che nel presente documento i valori numerici sono stati riportati utilizzando la seguente convenzione:

separatore decimale = punto (.)

LISTA DELLE TABELLE

	Pag.
Tabella 1.1: Documenti Interni.	10
Tabella 2.1: Ubicazione delle Stazioni di campionamento delle acque. Coordinate nel datum WGS84	11
Tabella 3.1: Sonda multiparametrica SBE 19plus – specifiche tecniche	14
Tabella 3.2: Lista dei contenitori e temperatura di conservazione dei campioni di sedimento	18
Tabella 4.1. Parametri di studio nelle acque di mare, metodiche analitiche e LoQ	19
Tabella 4.2: Parametri di studio nei sedimenti marini, metodiche analitiche e LoQ	20
Tabella 4.3: Classi di Pericolo Chimico rispetto ai valori HQc	24
Tabella 4.4: Scala di tossicità del saggio con <i>Vibrio fischeri</i> in fase solida.	24
Tabella 4.5: Scala di tossicità adottate nella valutazione delle risultanze ecotossicologiche.	25
Tabella 4.6: Classi di Pericolo Ecotossicologico rispetto ai Valori di HQ della Batteria di Saggi	25
Tabella 6.1: Statistiche relative alle variabili chimico-fisiche indagate: Min = valore minimo, Max = valore massimo, MA \pm DS = media aritmetica \pm Deviazione Standard e CV = Coefficiente di Variazione (DS/MA %)	30
Tabella 6.2: Trasparenza e caratteristiche macroscopiche dei campioni di acqua di mare	31
Tabella 6.3: Concentrazione dei nutrienti nelle acque.	33
Tabella 6.4: Caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti oggetto di indagine	38
Tabella 6.5: Caratteristiche granulometriche dei sedimenti oggetto di indagine	41
Tabella 6.6: Concentrazioni di TOC e nutrienti	41
Tabella 6.7: Concentrazioni dei metalli nei sedimenti di indagine	43
Tabella 6.8: Concentrazioni degli IPA nei sedimenti oggetto di indagine	46
Tabella 6.9: Concentrazioni dei pesticidi organoclorurati e dei composti organostannici nei sedimenti oggetto di indagine	46
Tabella 6.10: Concentrazioni dei PCB nei sedimenti oggetto di indagine	46
Tabella 6.11: Classificazione del pericolo chimico nei sedimenti oggetto di indagine	47
Tabella 6.12: Risultanze ecotossicologiche – <i>V. Fischeri</i> su Fase Solida	47
Tabella 6.13: Risultanze ecotossicologiche – <i>D. tertiolecta</i> su elutriato	48
Tabella 6.14: Risultanze ecotossicologiche – Sviluppo embrionale di <i>P. Lividus</i> su elutriato	48
Tabella 6.15: Classi di Pericolo Ecotossicologico rispetto ai Valori di HQ della Batteria di Saggi	49
Tabella 6.16: Classi di Pericolo Ecotossicologico nei sedimenti prelevati	49
Tabella 6.17: Classificazione di qualità dei materiali di ecavo	49
Tabella 6.18: Caratteristiche microbiologiche dei sedimenti oggetto di indagine	50
Tabella 6.19: Valori assoluti del numero di specie (S), valori medi delle abbondanze (n° ind. m^{-2}), valori degli indici di Shannon Wiener $H'(\log_e)$, Pielou (J'), Simpson (Lambda) e Margalef (d), con le rispettive deviazioni standard (ds)	53
Tabella 6.20: Risultati dell'applicazione dell'indice AMBI. Sono riportate le percentuali degli organismi appartenenti ai 5 gruppi ecologici e percentuali di non attribuiti ad alcun gruppo ecologico, ricchezza di specie e diversità	54
Tabella 6.21: Risultati dell'applicazione dell'indice M-AMBI nelle due Stazioni oggetto di studio. Sono riportati i valori di: AMBI, diversità (H'), numero di taxa (S), M-AMBI e relativo Stato Ecologico	55

LISTA DELLE FIGURE

	Pag.
Figura 1.1: Area di indagine (poligono rosso).	9
Figura 1.2: Area di indagine e Siti Natura 2000 interessati.	10

Figura 2.1:	Ubicazione Stazioni di campionamento acqua e sedimenti superficiali, il poligono rosso rappresenta l'area di indagine, in arancione le celle da 200 m x 200 m.	12
Figura 3.1:	Imbarcazione M7B COLMAR III	13
Figura 3.2:	Sonda multiparametrica CTD SBE 19plus (a sinistra) bottiglia Niskin (al centro) e retino da zooplancton (a destra)	15
Figura 3.3:	Benna Van Veen	16
Figura 3.4:	Sonde portatili per la misura della temperatura, pH e ORP nei sedimenti	16
Figura 3.5:	Setaccio in acciaio inossidabile mesh 0.5 mm	18
Figura 6.1:	Stazione 1 – Profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua	29
Figura 6.2:	Stazione 2 – Profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua	30
Figura 6.3:	Distribuzione, in sezione verticale, delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d'acqua nelle due stazioni di campionamento	31
Figura 6.4:	Abbondanza della comunità del fitoplancton nelle due stazioni oggetto di studio	34
Figura 6.5:	Composizione della comunità fitoplanctonica nelle due stazioni oggetto di studio	35
Figura 6.6:	Abbondanze medie totali, espresse come N° ind. m ⁻³ , e ricchezza (cerchio) in termini di taxa della comunità mesozooplanctonica analizzata nelle due stazioni di campionamento.	35
Figura 6.7:	Struttura di comunità, descritta in termini %, dello zooplancton analizzato nelle due stazioni di campionamento. È raffigurata la frazione 90-100% al fine di rendere visibili i gruppi “Actinopterygii eggs” e “Altri metazoi”.	36
Figura 6.8:	Abbondanze, espresse come n° ind. m ⁻³ , dei differenti ordini di copepodi riscontrati nelle due stazioni analizzate.	36
Figura 6.9:	Copepodi appartenenti agli ordini Calanoida e Harpacticoida (a); esemplare di copepode dell'ordine Cyclopoida (b).	37
Figura 6.10:	Abbondanze, espresse come n° ind. m ⁻³ , dei gruppi dell'oloplancton, esclusi i copepodi, e del meroplancton nelle stazioni analizzate; sono inoltre riportate le abbondanze delle uova di Actinopterygii.	37
Figura 6.11:	Appendicularia (a), Chaetognatha (b), Siphonophorae (c).	38
Figura 6.12:	Composizione granulometrica dei sedimenti in esame	39
Figura 6.13:	Dettaglio della composizione granulometrica della frazione sabbiosa	39
Figura 6.14:	Concentrazioni dei metalli pesanti e in tracce nei sedimenti dell'area di studio	44
Figura 6.15:	Setacci con relativo materiale sedimentario trattenuto a termine della setacciatura effettuata in campo. Dall'alto verso il basso: Stazione di campionamento 1, Stazione di campionamento 2 e le relative due repliche (R)	50
Figura 6.16:	Valori percentuali delle abbondanze totali (a sinistra) e del numero di specie totali (a destra) dei principali gruppi tassonomici identificati	51
Figura 6.17:	Abbondanze medie totali del macrobenthos (espresse come ind. m ⁻²) con rispettive deviazioni standard e ricchezza specifica (espressa come numero di specie totali) nelle due Stazioni oggetto di studio	51
Figura 6.18:	Struttura di comunità di entrambi i siti di studio	52
Figura 6.19:	a) <i>Paraonis fulgens</i> ; b) <i>Eurydice pulchra</i> ; c) <i>Perioculodes longimanus</i> d) <i>Branchiostoma lanceolatum</i> ; e) <i>Pontocrates arenarius</i> .	52
Figura 6.20:	a) <i>Salvatoria limbata</i> ; b) <i>Jasmineira caudata</i> ; c) <i>Hippomedon massiliensis</i> ; d) <i>Lucinella divaricata</i> .	53
Figura 6.21:	Indici di diversità della comunità macrobentonica analizzata (in alto: Indice di diversità totale H'(loge); in basso: l'indice di Pielou (J')). Sono rappresentati i valori medi di ogni stazione e le rispettive barre di deviazione standard	54

ABBREVIAZIONI E ACRONIMI

AW	Atlantic Water
COC	Chain of Custody (Catena di Custodia)
CTD	Conductivity Temperature Depth (Conducibilità Temperatura Profondità)
CV	Coefficiente di Variazione
D.M.	Decreto Ministeriale
DO	Ossigeno Disciolto
EUAP	Elenco Ufficiale delle Aree Protette
HQ	Hazard Quotient
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici
LoQ	Limit of Quantification (limite di quantificazione)
N-RTK	Network Real-Time Kinematics (cinematica in tempo reale – correzione di rete)
ORP	Oxidation-Reduction Potential
PCB	Policlorobifenili
PNIEC	Piano Nazionale Integrato Energia e Clima
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
RTR	Ratio to Reference
SGCF	Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini in Correnti di Fondo
SSE	Sottostazione Elettrica
STI	Sediment Toxicity index
TOC	Total Organic Carbon (carbonio organico totale)
TSS	Total Suspended Solids (solidi sospesi totali)
U.M.	Unità di misura
ZPS	Zona di Protezione Speciale
ZSC	Zona Speciale di Conservazione

SINTESI DEI CONTENUTI

RINA Consulting S.p.A. è stata incaricata di eseguire una indagine ambientale volta a definire le principali caratteristiche di qualità di acque e sedimenti nello specchio acqueo antistante l'area di Favazzina (RC) e ad individuare potenziali criticità ambientali. Per lo svolgimento delle attività di campionamento di acqua e sedimenti per la caratterizzazione del comparto biotico ed abiotico RINA Consulting S.p.A. si è avvalsa del supporto di EcoTechSystems S.r.l. di Ancona, ditta specializzata in rilievi ambientali e di Co.L.Mar. S.r.l., ditta specializzata in indagini geofisiche ed ambientali, per la fornitura dell'imbarcazione e dei servizi di navigazione.

Le informazioni ottenute dai risultati delle analisi di laboratorio sono state utilizzate per definire la qualità delle acque e dei sedimenti sulla base della rispettiva normativa di riferimento, rispettivamente il D.M. 260/2010 e il D.M. 173/2016. Sulla base delle indicazioni contenute in quest'ultimo decreto sono state inoltre determinate le possibili destinazioni d'uso dei sedimenti marini eventualmente da rimuovere e ricollocare.

L'area di studio si trova in località Favazzina, nel comune di Scilla (RC), lungo la fascia costiera tirrenica, a Nord-Est dello stretto di Messina. Una parte del progetto (opere di presa/restituzione di valle), affaccia direttamente sul Mar Tirreno a circa 1 km di distanza dalla Frazione di Favazzina, al confine con il Comune di Bagnara Calabra, interessato per un breve tratto di viabilità che sarà necessario per accedere alle opere (circa 60 m).

Le attività di caratterizzazione hanno avuto luogo il giorno 08 Aprile 2023 su 2 Stazioni, poste a 40 m (Stazione 1) e a 240 m (Stazione 2) di distanza dalla costa. Presso ogni stazione di campionamento, le principali variabili chimico-fisiche dell'acqua di mare sono state misurate mediante una sonda multiparametrica SBE 19 plus e sono stati raccolti campioni mediante bottiglie Niskin con capienza 10 L da una quota di prelievo posta a circa metà della colonna d'acqua. Il prelievo di campioni d'acqua di mare è stato eseguito secondo le metodologie analitiche di riferimento ICRAM (2001). Le aliquote prelevate sono state destinate alla determinazione del carico solido sospeso, del carbonio organico totale e dei nutrienti. È stata inoltre effettuata la raccolta di campioni di fitoplancton (mediante bottiglia Niskin) e di zooplancton (mediante apposito retino) per le successive determinazioni quali-quantitative di laboratorio. Il prelievo dei sedimenti marini superficiali è stato effettuato mediante benna Van-Veen di superficie 0.1 m², in accordo con quanto previsto nelle Metodologie Analitiche di Riferimento ICRAM (Cicero & Di Girolamo, 2001). Sono state raccolte aliquote di sedimento volte alle successive determinazioni analitiche della composizione granulometrica, dei nutrienti, di metalli pesanti, di idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e idrocarburi totali, dei composti organostannici, dei pesticidi organo clorurati, dei policlorobifenili (PCB), e dei principali microorganismi indicatori di contaminazione fecale. Sono stati infine raccolti campioni destinati allo studio quali-quantitativo della popolazione macrozoobentonica dei fondi mobili.

La temperatura delle acque indagate ha presentato una condizione di omogeneità, con un valore medio, calcolato fra le due Stazioni di campionamento, pari a 15.64 ± 0.16 °C, lievemente superiore ai valori tipici invernali per il graduale aumento stagionale delle temperature atmosferiche. Anche la salinità ha mostrato una elevata omogeneità spaziale, presentando un valor medio di 37.87 ± 0.01 PSU ed una ridotta variabilità (CV = 0.02 %). Il pH nell'area di studio ha mostrato un valore medio di 8.19 ± 0.01 e valori di 8.20 e 8.19, rispettivamente nella Stazione 1 e nella Stazione 2, lungo l'intera colonna d'acqua. L'ossigeno disciolto (DO) ha presentato concentrazioni contenute entro un intervallo di valori molto limitato, evidenziando scarse differenze tra le due Stazioni di campionamento ed una chiara uniformità lungo la verticale in ciascuna stazione. La fluorescenza registrata lungo la colonna d'acqua nelle due Stazioni di campionamento ha esibito valori, in termini di concentrazione di clorofilla-a, particolarmente ridotti, prevalentemente inferiori a 0.2 e sempre inferiori a $0.5 \mu\text{g l}^{-1}$ Chl-a.

Le acque hanno mostrato elevata trasparenza e valori di torbidità molto ridotti (media 0.55 ± 0.02 NTU) anche in virtù dello scarso carico solido sospeso. Le concentrazioni e dei nutrienti hanno delineato condizioni di generale oligotrofia delle acque tipiche dell'area e del periodo di campionamento.

L'analisi delle comunità fitoplanctoniche ha permesso l'identificazione di un totale di 20 taxa. In entrambe le stazioni di campionamento i popolamenti fitoplanctonici sono risultati dominati da fitoflagellati. I dinoflagellati costituiscono la seconda componente fitoplanctonica in termini di abbondanza, seguiti dalle diatomee, dal gruppo "altri taxa", dai cocciloforidi e dai cianobatteri.

La comunità mesozooplanctonica è risultata essere costituita da 15 taxa. Le Stazioni di campionamento studiate sono risultate simili in termini di composizione della comunità ma hanno esibito una differenza piuttosto marcata in termini di abbondanza totale del mesozooplancton, con ricchezze maggiori in corrispondenza della stazione più costiera. La caratterizzazione della comunità mesozooplanctonica ha evidenziato la dominanza della componente dei crostacei copepodi all'interno del comparto oloplanctonico. La copepodofauna ha mostrato contributi simili dei diversi taxa in termini percentuali nelle due Stazioni di campionamento.

La matrice sedimentaria ha evidenziato la componente sabbiosa come quella largamente prevalente in entrambe le Stazioni di prelievo. La presenza di una debole componente ghiaiosa è alla base della classificazione secondo Folk dei sedimenti come “Sabbie leggermente ghiaiose” (Stazione 1) e “Sabbie ghiaiose” (Stazione 2).

La caratterizzazione chimica dei sedimenti ha evidenziato concentrazioni di metalli pesanti largamente al di sotto dei limiti normativi di riferimento e concentrazioni non rilevabili di idrocarburi policiclici aromatici, pesticidi organoclorurati, composti organostannici e PCB. Tali evidenze sono risultate nell’assegnazione della classe di pericolo chimico “ASSENTE” per i sedimenti prelevati da entrambe le Stazioni.

La caratterizzazione ecotossicologica ha evidenziato assenza di ecotossicità in entrambe le Stazioni di campionamento. La sola Stazione 2 ha restituito un debole segnale mediante il saggio eseguito su *Paracentrotus lividus*, che non ha comunque influenzato il calcolo del pericolo ecotossicologico, definito “ASSENTE” in entrambi i campioni prelevati

I suddetti risultati hanno determinato l’assegnazione dei sedimenti prelevati alla classe di qualità “A” secondo i criteri di classificazione pertinenti al D.M. 173/2016.

Le determinazioni microbiologiche effettuate hanno permesso di escludere la presenza di contaminazione di tipo fecale nei fondali dell’area in esame.

Le analisi effettuate sul macrobenthos hanno rivelato la presenza di una comunità bentonica tipica di quella delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini in Correnti di Fondo (SGCF) descritte da Pérès e Picard (1964). La comunità macrobentonica ha evidenziato differenze piuttosto marcate tra le due Stazioni, caratterizzate da abbondanze e ricchezza di specie più ridotte a costa, dove la comunità è stata dominata dai crostacei, e abbondanze e ricchezza di specie più elevate al largo, dove i policheti risultavano dominanti. Dal calcolo dell’indice M-AMBI lo stato di qualità dell’ambiente marino della Stazione 1 è stato classificato come “moderato” (0.56), mentre quello della Stazione 2 come “buono” (0.77). La presenza di *Branchiostoma lanceolatum*, organismo molto sensibile al disturbo, è un forte indizio a supporto della buona qualità dei sedimenti formanti il substrato dell’area di studio.

Secondo la classificazione EUNIS 2022 la biocenosi è descrivibile con il codice MB35 “Sedimento grossolano infralitorale mediterraneo”, classificabile come habitat 1110 (Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina) dell’Annex I della Direttiva Habitat.

1 INTRODUZIONE

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto proposto da Edison S.p.A. prevede la realizzazione di un impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità tra il Mar Tirreno e un bacino di nuova realizzazione (bacino di monte) nel comune di Scilla (RC) e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), anch'esse situate nello stesso Comune.

L'intervento è ascrivibile alla categoria dei cosiddetti “impianti di pompaggio puro”, ossia “impianti che utilizzano apporti naturali che alimentano il bacino superiore inferiori al 5% del volume d'acqua turbinato annualmente”.

L'iniziativa proposta da Edison S.p.A. risulta pienamente in linea con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), predisposto in attuazione del regolamento europeo sulla governance dell'unione dell'energia e dell'azione per il clima, che costituisce lo strumento con il quale ogni Stato, in coerenza con le regole europee vigenti e con i provvedimenti attuativi del pacchetto europeo Energia e Clima 2030, stabilisce i propri contributi agli obiettivi europei al 2030 sull'efficienza energetica e sulle fonti rinnovabili e quali sono i propri obiettivi in tema di sicurezza energetica, mercato unico dell'energia e competitività.

Il progetto è inoltre coerente con le esigenze di Terna S.p.A., che ritiene indispensabile la realizzazione di ulteriore capacità di accumulo idroelettrico e/o elettrochimico in grado di contribuire alla sicurezza e all'inerzia del sistema attraverso la fornitura di servizi di rete (regolazione di tensione e frequenza) e di garantire la possibilità di immagazzinare l'energia prodotta da fonti rinnovabili non programmabili quando questa è in eccesso rispetto alla domanda. Infatti, il pompaggio fornirà servizi essenziali per garantire la corretta integrazione delle rinnovabili, assorbendo parte dell'overgeneration nelle ore centrali della giornata e producendo energia in corrispondenza della rampa di carico serale in cui il sistema si trova in assenza di risorse (coprendo quindi il fabbisogno nelle ore di alto carico e scarso apporto di solare/eolico) e potrà così contribuire anche alla riduzione delle congestioni di rete.

RINA Consulting S.p.A. è stata incaricata di eseguire una indagine ambientale volta a definire le principali caratteristiche di qualità di acque e sedimenti nello specchio acqueo antistante l'area di Favazzina (RC) e ad individuare potenziali criticità ambientali. Per lo svolgimento delle attività di campionamento di acqua e sedimenti per la caratterizzazione del comparto biotico ed abiotico RINA Consulting S.p.A. si è avvalsa del supporto di EcoTechSystems S.r.l. di Ancona, ditta specializzata in rilievi ambientali e di Co.L.Mar. S.r.l., ditta specializzata in indagini geofisiche ed ambientali, per la fornitura dell'imbarcazione e dei servizi di navigazione.

I campionamenti e le analisi di laboratorio sono stati svolti al fine di integrare la caratterizzazione ambientale (studio *Base Line* Ambientale) dell'area svolta attraverso le indagini geofisiche e le video ispezioni ROV (si vedano documenti P0034460-1-H1 e P0034460-1-H2) e di fornire una caratterizzazione preliminare delle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti in linea con il D.M. 173/2016, regolante la movimentazione di sedimenti qualora ne risultasse necessaria la ricollocazione.

1.2 AREA DI STUDIO

L'area interessata dal progetto si trova in località Favazzina, nel comune di Scilla (RC), lungo la fascia costiera tirrenica, a Nord-Est dello stretto di Messina. Una parte del progetto (opere di presa/restituzione di valle), affaccia direttamente sul Mar Tirreno a circa 1 km di distanza dalla Frazione di Favazzina, al confine con il Comune di Bagnara Calabria, interessato per un breve tratto di viabilità che sarà necessario per accedere alle opere (circa 60 m). Il bacino di monte e la sottostazione elettrica (SSE) d'utenza saranno realizzate su un altipiano a circa 600 m s.l.m., in Località Pian della Melia (Comune di Scilla).

Il territorio è prevalentemente costituito da un paesaggio collinare, anche se risulta caratterizzato da forti pendenze comprese tra la linea di costa e i 600 metri s.l.m., dominato da crinali impervi del massiccio aspromontano che degradano verso il mare. L'area di valle è costituita da un tipico paesaggio della Costa Viola, che caratterizza il tratto tra gli abitati di Scilla e di Bagnara Calabria e interessa un'area pianeggiante di natura principalmente agricola, posta tra la linea ferroviaria (costiera) e la SS 18. L'area di monte, prevalentemente pianeggiante, ma caratterizzata da lievi ondulazioni del terreno, si inserisce in un contesto misto di bosco e aree agricole, non distanti dall'abitato Pian della Melia, che si sviluppa lungo la Via Fondaco, principale arteria per raggiungere le aree di interesse.

Il fondale marino dell'area costiera appare caratterizzato da presenza di sedimento grossolano infralitorale mediterraneo (Codice EUNIS MB35) considerato afferente all'Habitat 1110 – banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina – come definito dall'Annesso I della Direttiva Habitat.

Le indagini sono state svolte in uno specchio acqueo avente dimensioni di 230 x 400 m circa (Figura 1.1).

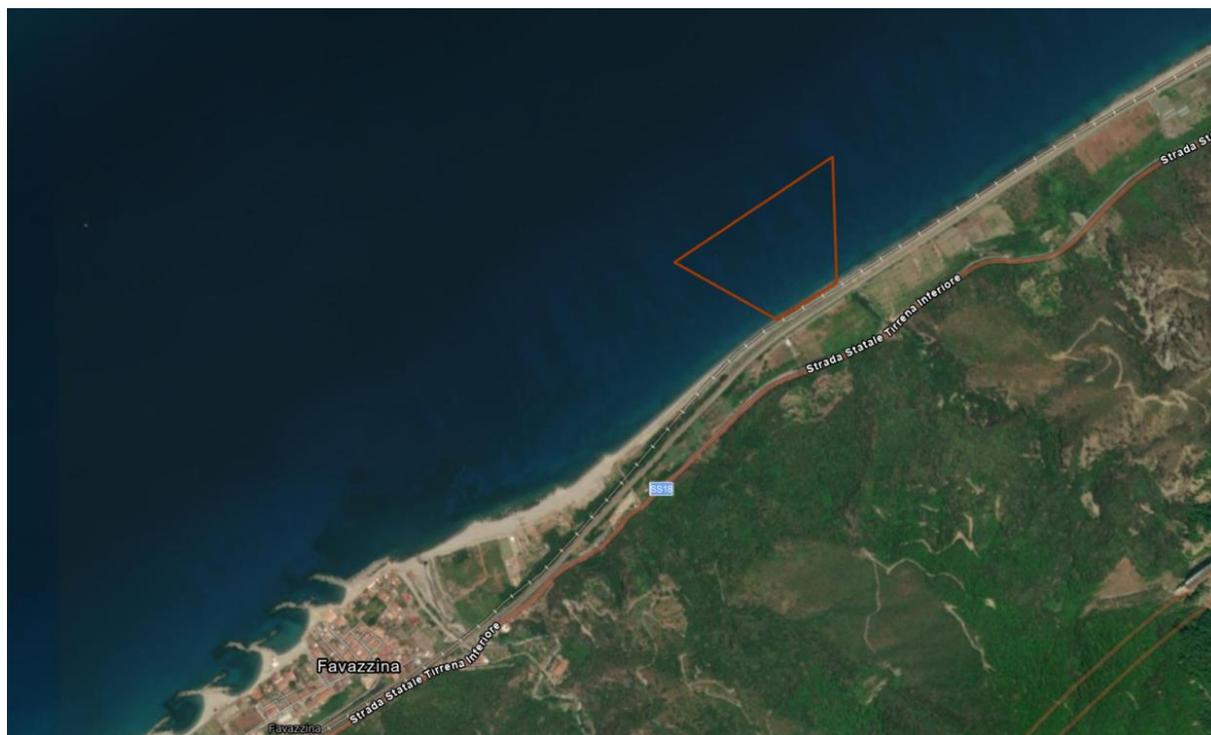


Figura 1.1: Area di indagine (poligono rosso).

In prossimità del progetto non si segnalano Aree protette riportate nell'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP, 2018).

Si segnalano i seguenti siti appartenenti alla Rete Natura 2000 direttamente interessati dal progetto (Figura 1.2):

- ✓ ZPS IT9350300 “Costa Viola”, nella quale è inserito l'intero progetto;
- ✓ ZSC IT9350158 “Costa Viola e Monte S. Elia”, attraversata, per un tratto di circa 40 m, dalla galleria sotterranea prevista dal progetto.

La ZPS IT9350300 “Costa Viola” si estende per circa 30000 ha ed è costituita da un tratto di mare (37%), da una zona costiera e da aree collinari nell'interno comprese tra lo stretto di Messina e l'Aspromonte. Si tratta di una costa rocciosa con falesie ricche di specie endemiche, nella parte a mare è segnalata la presenza di praterie di *P. oceanica* (habitat prioritario *1120). È una delle zone europee più importanti per la migrazione primaverile dei falconiformi.

La ZSC IT9350158 “Costa Viola e Monte S. Elia” si estende per circa 446 ha e ricade all'interno dei comuni di Bagnara Calabria, Scilla, Seminara e Palmi, in provincia di Reggio Calabria ed è quasi interamente inclusa della ZPS “Costa Viola”. L'area si presenta con una morfologia variabile, includendo tratti di spiaggia, rocce scoscese che digradano rapidamente sul mare, falesie verticali e tratti ad elevata urbanizzazione, come centri abitati ed aree portuali. L'ambiente marino è caratterizzato da una prateria di *P. oceanica* fino alla batimetrica dei 40 m (habitat prioritario *1120) prospiciente Costa Rovaglioso nel comune di Palmi, da aree con biocenosi a coralligeno (habitat 1170) caratterizzate da secche e montagne sommerse con facies a *Paramuricea clavata* e da cinque grotte sottomarine (habitat 8330), interessanti dal punto di vista naturalistico. I dati disponibili relativamente agli habitat 1170 e 8330 non permettono la precisa individuazione sia dello stato di conservazione che della percentuale di copertura.

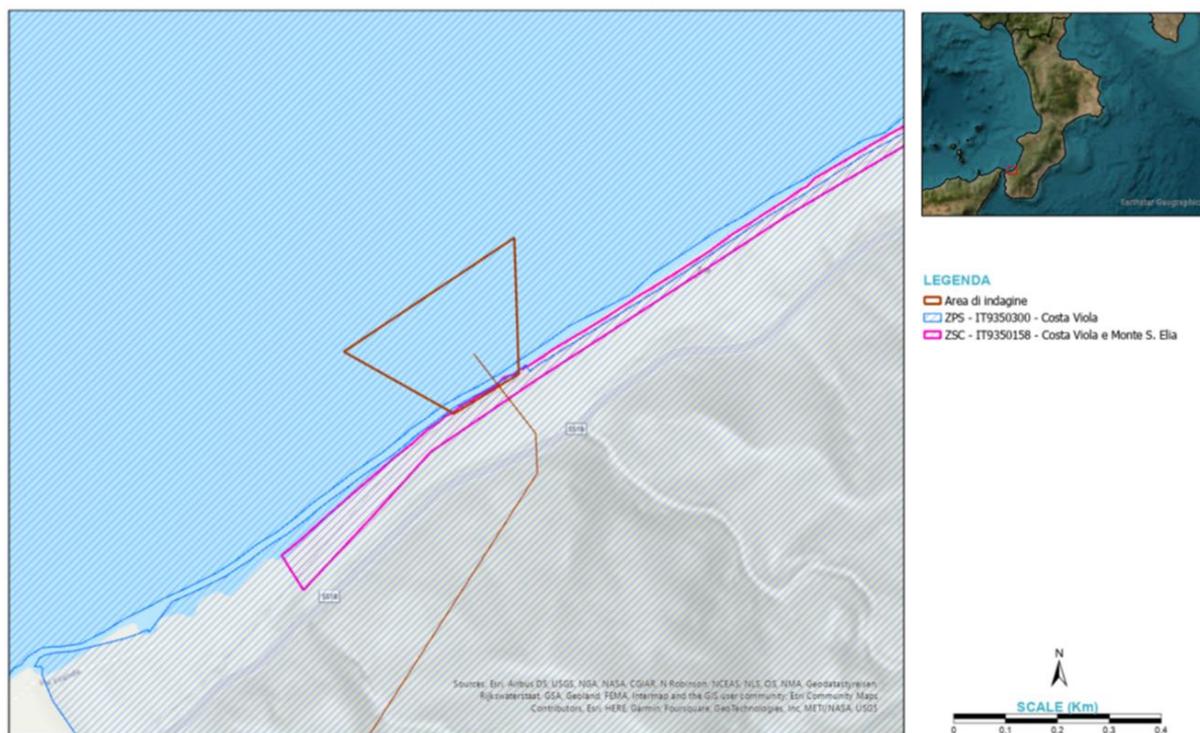


Figura 1.2: Area di indagine e Siti Natura 2000 interessati.

1.3 SCOPO DEL DOCUMENTO

Il presente documento sintetizza le attività effettuate durante la caratterizzazione ambientale delle acque e dei sedimenti presenti nell'area di progetto.

La caratterizzazione delle acque è stata effettuata sulla base delle indicazioni definite in Cicero & Di Girolamo (2001) per il monitoraggio delle acque marino-costiere ed ha incluso lo studio delle principali caratteristiche idrologiche, la quantificazione dei nutrienti e dei solidi sospesi, e lo studio quali quantitativo delle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche.

Per il comparto sedimenti, la caratterizzazione ambientale dei sedimenti superficiali è stata effettuata in linea con quanto previsto dalla normativa di riferimento per la movimentazione di sedimenti marini, D.M. 173/2016, nel caso si preveda ricollocazione degli stessi. Sulla base di tale normativa, lo studio ha incluso la definizione delle caratteristiche sedimentologiche dell'area, la quantificazione dei contaminanti chimici, la definizione del potenziale di ecotossicità, la quantificazione dei microorganismi patogeni e lo studio quali-quantitativo del macrozoobenthos.

Le informazioni scaturite dalle analisi di laboratorio sono state utilizzate per definire la qualità delle acque e dei sedimenti sulla base delle normative di riferimento, rispettivamente il D.M. 260/2010 e il D.M. 173/2016. Sulla base delle indicazioni contenute in quest'ultimo decreto sono state inoltre determinate le possibili destinazioni d'uso dei sedimenti marini superficiali eventualmente da rimuovere e ricollocare.

1.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Tabella 1.1: Documenti Interni.

Codice	Titolo
P0034460-1-H1	Rapporto indagini geofisiche
P0034460-1-H2	Habitat assessment

2 PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

2.1 MATRICE ACQUE

La caratterizzazione delle acque marine ha incluso i seguenti aspetti:

- ✓ profilazione fisico-chimica mediante sonda multiparametrica (CTD);
- ✓ valutazione della trasparenza delle acque mediante disco di Secchi;
- ✓ valutazione macroscopica delle acque per l'identificazione di contaminanti, aggregati mucilluginosi, schiume, ecc.;
- ✓ misura dei solidi sospesi e caratterizzazione chimica volta alla determinazione quantitativa della sostanza organica e dei principali nutrienti;
- ✓ caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche e segnalazione della eventuale presenza di specie potenzialmente tossiche;
- ✓ caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità zooplanctoniche.

Le suddette attività sono state eseguite su 2 Stazioni, poste a circa 40 m (Stazione 1) e a 240 m (Stazione 2) di distanza dalla costa (vedi Figura 2.1).

Presso ciascuna stazione di campionamento, la profilazione fisico-chimica delle acque è stata eseguita sull'intera colonna d'acqua dal fondo alla superficie con sonda CTD, mentre la raccolta di campioni di acqua di mare mediante bottiglia Niskin per la successiva caratterizzazione chimica e del fitoplancton è stata eseguita ad una quota di prelievo posta a circa metà della colonna d'acqua.

La caratterizzazione della comunità zooplanctonica è stata eseguita a partire da retinate verticali sull'intera colonna d'acqua.

L'ubicazione delle Stazioni di campionamento è indicata in Figura 2.1 e le relative coordinate in Tabella 2.1.

2.2 MATRICE SEDIMENTI

La caratterizzazione dei sedimenti marini ha incluso i seguenti aspetti:

- ✓ descrizione macroscopica delle caratteristiche salienti dei sedimenti (colore, odore, grado di idratazione, presenza di macroalghe e frammenti conchigliari);
- ✓ misura del pH e del potenziale RedOx;
- ✓ caratterizzazione chimica: analisi delle concentrazioni di metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), idrocarburi totali, pesticidi organoclorurati, carbonio organico totale (TOC), policlorobifenili (PCB) e composti organostannici;
- ✓ caratterizzazione ecotossicologica: saggi di tossicità su *Vibrio fischeri*, *Dunaliella tertiolecta* ed embrioni di *Paracentrotus lividus*;
- ✓ caratterizzazione microbiologica: analisi di coliformi totali, coliformi fecali e streptococchi fecali;
- ✓ caratterizzazione quali-quantitativa del macrozoobenthos di fondi mobili.

Le stazioni sono state posizionate a 200 m l'una dall'altra poiché, in accordo con quanto riportato nel D.M. 173/2016 si considerano rappresentative di celle 200 m x 200 m.

Tabella 2.1: Ubicazione delle Stazioni di campionamento delle acque. Coordinate nel datum WGS84

ID stazione	Latitudine N	Longitudine E	Distanza dalla costa [m]	Profondità [m]
Stazione 1	38.26760893°	15.76906654°	40	3.6
Stazione 2	38.26922528°	15.76803353°	240	12.5



Figura 2.1: Ubicazione Stazioni di campionamento acqua e sedimenti superficiali, il poligono rosso rappresenta l'area di indagine, in arancione le celle da 200 m x 200 m.

3 PERSONALE, ATTREZZATURE E PROCEDURE OPERATIVE DI ACQUISIZIONE DATI E RACCOLTA CAMPIONI

3.1 PERSONALE TECNICO DI CAMPO

Le operazioni di raccolta, processamento e conservazione dei campioni sono state effettuate da due biologi marini (Dott. Leandro Carrabino e Dott.ssa Silvia Mercuri).

3.2 IMBARCAZIONE E POSIZIONAMENTO

Le acque ed i sedimenti marini superficiali sono stati raccolti a bordo dell'imbarcazione “M/B COLMAR III” di proprietà della ditta Co.L.Mar. S.r.l. L'imbarcazione è stata specificatamente attrezzata con sistema di posizionamento APPLANIX POS-MV con sistema N-RTK per la correzione differenziale. Per le attività di prelievo l'imbarcazione è stata dotata dell'attrezzatura elencata ai paragrafi seguenti.

- ✓ sistema di posizionamento di superficie;
- ✓ attrezzatura di campionamento (si vedano i paragrafi precedenti per dettagli tecnici e Appendice A).

Il tecnico geofisico responsabile del posizionamento è stato il Dott. Lorenzo Gionfra.



Figura 3.1: Imbarcazione M7B COLMAR III

3.3 PROFILAZIONE CHIMICO-FISICA DELLE ACQUE DI MARE

La profilazione delle variabili chimico-fisiche delle acque è stata effettuata, come già descritto in precedenza, mediante sonda multiparametrica SBE 19plus Seacat profiler (Sea-Bird Electronics, Inc.) dotata della sensoristica riportata nella tabella seguente, che riporta anche le caratteristiche tecniche salienti. Si veda l'Appendice A per la scheda tecnica.

I valori di profondità (m), salinità (PSU), ossigeno disciolto - percentuale di saturazione (%) e clorofilla-a ($\mu\text{g l}^{-1}$) sono stati ottenuti come variabili derivate durante la fase di processamento dei dati.

Tabella 3.1: Sonda multiparametrica SBE 19plus – specifiche tecniche

Sensore	Marca	Modello	Range	Risoluzione	Accuratezza
Conducibilità	SeaBird Electronics inc.	SBE 19plus	C: 0 – 9 S/m	C: 0.00005 S/m	C: 0.0005 S/m
Temperatura			T: -5 – +35 °C	T: 0.0001 °C	T: 0.005 °C
Pressione			P: 0 – 7000 m	P: 0.002% of full scale range	P: 0.1% of full scale range
pH	SeaBird Electronics inc.	SBE 18	0 – 14	0.01	0.1
Ossigeno disciolto	SeaBird Electronics inc.	SBE 43	120 % della saturaz. superficiale	0.01% della saturazione	2% della saturazione
Fluorescenza	Seapoint	Chlorophyll Fluorometer	0 – 5; 0 – 15; 0 – 50; 0 – 150 $\mu\text{g/l Chl-a}$	0.0003	0.003 $\mu\text{g/l Chl-a}$
Torbidità	Seapoint	Turbidity Meter	0 – 25; 0 – 125; 0 – 500; < 750 FTU	0.03 FTU	0.05 FTU

L'esecuzione delle misure è stata effettuata secondo le metodiche indicate in Cicero & Di Girolamo (2001). Al fine di massimizzare la qualità delle misure, prima dell'esecuzione dei profili verticali la sonda è stata accesa e mantenuta immersa in superficie per consentire ai sensori di acclimatarsi. Lo strumento è stato calato in acqua mediante apposito verricello alla velocità di circa 0.5 m s^{-1} al fine di garantire l'accuratezza delle misure. Presso ciascuna stazione di misura, lo strumento è stato immerso fino ad una profondità sufficiente a garantire la massima copertura lungo la colonna d'acqua, pur mantenendo una distanza di sicurezza dal fondale. I dati acquisiti sono stati memorizzati nella scheda di memoria interna allo strumento e scaricati su PC al termine delle acquisizioni.

I valori di profondità (m), salinità (PSU) e percentuale di saturazione dell'ossigeno (%) sono stati ottenuti come variabili derivate durante la fase di processing. Tutti i sensori sono stati calibrati prima dell'uso, in accordo a procedure standard internazionali (UNESCO, 1988, 1993).

Presso ogni stazione di campionamento, la trasparenza delle acque è stata valutata mediante disco di Secchi, in accordo alla metodica descritta in Cicero & Di Girolamo (2001).

3.4 RACCOLTA DEI CAMPIONI DI ACQUA DI MARE

Presso ogni stazione di campionamento, sono stati raccolti campioni di acque di mare da destinare alle determinazioni chimiche e alle analisi quali-quantitative del fitoplancton mediante bottiglie Niskin con capienza 10L da una quota di prelievo (immagine seguente) posta a circa metà della colonna d'acqua (Stazione 1: 3.6 m, Stazione 2: 12.5 m). Il prelievo di campioni d'acqua di mare è stato eseguito secondo le metodologie analitiche di riferimento ICRAM (2001). Le bottiglie sono state calate alle profondità previste per il campionamento mediante apposito verricello a velocità controllata, dotato di cima metrata per verificare la profondità d'immersione dell'attrezzatura. Al raggiungimento della quota prevista, circa metà della colonna d'acqua in ogni stazione di prelievo, è stato rilasciato un messaggero metallico in grado di azionare il meccanismo di chiusura delle bottiglie.

Prima del campionamento, le bottiglie sono state opportunamente sciacquate al fine di evitare contaminazioni incrociate dei campioni (APAT IRSA-CNR, 2003). Immediatamente dopo il recupero, dalle bottiglie sono state prelevate aliquote destinate alla determinazione analitica dei parametri elencati in Tabella 4.1. Ciascuna aliquota, è stata immediatamente trasferita in un contenitore idoneo alla conservazione del campione e stoccata alla temperatura di 4°C fino all'accettazione in laboratorio.

Il fitoplancton è stato campionato seguendo le medesime procedure sopra descritte. Ciascun campione è stato raccolto in triplice replica mediante subcampionamenti dalla bottiglia Niskin.

3.4.1 Prelievo di campioni di zooplancton

I campioni per l'analisi quali-quantitativa dello zooplancton sono stati prelevati utilizzando uno specifico retino tipo Apstein, avente maglia di $200 \mu\text{m}$ e apertura superiore di diametro pari a 25 cm . La scheda tecnica è riportata in Appendice A.

Il retino è stato calato dall'imbarcazione verticalmente lungo la colonna d'acqua fino ad una quota di prossimità del fondale. Il contatto con il fondale è stato evitato al fine di escludere la raccolta di specie necto-bentoniche e *swimmers*. Il retino è stato poi recuperato lentamente e, una volta a bordo, sciacquato con acqua di mare per

trasferire gli organismi all'interno del bicchiere collettore. Gli organismi sono quindi stati trasferiti in appositi contenitori e fissati mediante fissativo privo di formalina Accustain (Formalin Free) alla concentrazione finale del 4%. In totale sono stati raccolti due campioni (uno per stazione), ciascuno in triplice replica, prelevati mediante retinate indipendenti.



Figura 3.2: Sonda multiparametrica CTD SBE 19plus (a sinistra) bottiglia Niskin (al centro) e retino da zooplancton (a destra)

3.5 RACCOLTA DEI CAMPIONI DI SEDIMENTI MARINI

Il prelievo dei sedimenti marini superficiali è stato effettuato mediante benna Van-Veen di superficie 0.1 m², in accordo con quanto previsto nelle Metodologie Analitiche di Riferimento ICRAM (Cicero & Di Girolamo, 2001). Le specifiche tecniche della benna utilizzata sono riportate in Appendice A.

La benna è stata calata in mare per mezzo di un verricello. Al fine di evitare contaminazioni incrociate, la benna è stata risciacquata con acqua di mare immergendola ripetutamente prima del campionamento. È stata quindi calata fino al raggiungimento del fondale e recuperata delicatamente in modo da consentire un corretto recupero del sedimento. Dopo il recupero, il contenuto della benna è stato ispezionato mediante gli appositi sportelli superiori al fine di verificarne l'accettabilità, sulla base delle linee guida US-EPA (U.S. EPA, 2001). Ad ogni stazione di campionamento, i sedimenti marini superficiali sono stati prelevati attraverso quattro distinte bennate: i sedimenti recuperati con la prima bennata sono stati destinati alle determinazioni fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche. Le successive tre bennate sono state destinate alle determinazioni quali-quantitative del macrozoobenthos.



Figura 3.3: Benna Van Veen

A supporto delle analisi di laboratorio, in ciascuna stazione di campionamento sono state eseguite misure di temperatura, pH e potenziale redox (ORP o Eh) nel campione di sedimento appena prelevato, in accordo con le metodiche US-EPA (2001) e con Schulz (1999). Le misure sono state effettuate utilizzando la seguente strumentazione (Figura 3.4):

- ✓ sonda portatile ORP WTW 330i con elettrodo standard ORP XS;
- ✓ XS Instruments pH 70 Vio con elettrodo XS Polymer Plast (pH) e sensore NT 55 (temperatura).

Schede tecniche in Appendice A.

I sensori sono stati introdotti nel sedimento superficiale facendo attenzione a minimizzare il possibile ingresso di ossigeno nel campione, e lasciati immersi fino ad ottenere la stabilizzazione delle letture. Una volta stabilizzati, i valori sono stati registrati su appositi moduli di campo. Prima del campionamento il corretto funzionamento dei sensori è stato testato mediante soluzioni standard certificate a pH ed Eh noto.

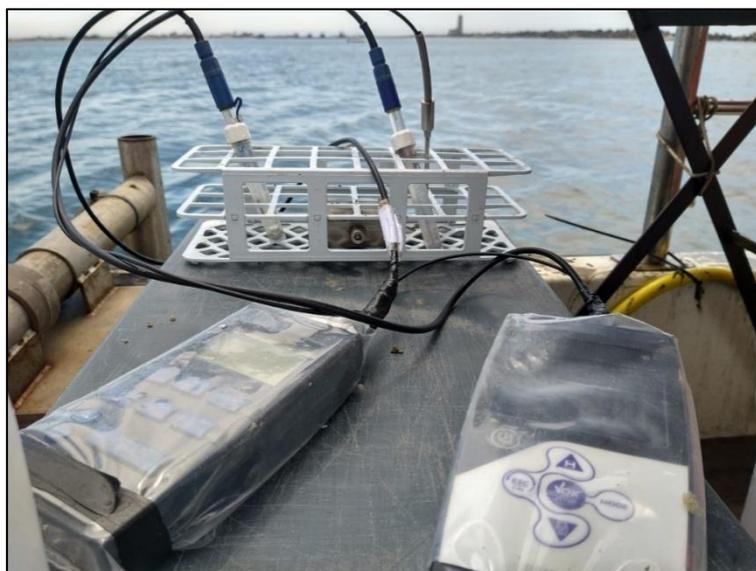


Figura 3.4: Sonde portatili per la misura della temperatura, pH e ORP nei sedimenti

Inoltre, subito dopo il recupero, sono state descritte le principali caratteristiche macroscopiche del sedimento raccolto dalla prima bennata di ogni stazione (colore, odore, presenza di concrezioni o frammenti conchigliari o altri frammenti, variazioni di colore o eterogeneità granulometriche) ed è stata acquisita opportuna documentazione fotografica. Ad ogni stazione di campionamento è stata compilata una scheda descrittiva dei sedimenti secondo le indicazioni fornite nel D.M. 173/2016.

Le aliquote di sedimenti destinate alle determinazioni fisiche, chimiche ed ecotossicologiche sono state trasferite in contenitori in polietilene ad alta densità (HDPE) o in contenitori in vetro (in funzione della tipologia di analisi previste). La scelta della tipologia dei contenitori è stata effettuata sulla base degli standard internazionali di riferimento (US-EPA, 2001) ed è finalizzata al mantenimento delle caratteristiche fisico-chimiche del campione. Il dettaglio del contenitore previsto per ciascun subcampione è riportato nella Tabella 3.2.

Il subcampionamento è stato effettuato per mezzo di spatole in materiale inerte. I subcampioni dedicati alle analisi microbiologiche sono stati trasferiti in contenitori sterili, sigillati prima dell'uso, per mezzo di spatole sterili monouso al fine di evitare contaminazioni incrociate. Dopo il subcampionamento, i campioni sono stati conservati alle temperature indicate in Tabella 3.2 in accordo alle specifiche metodiche di riferimento e a quanto indicato nell'Allegato tecnico del D.M. 173/2016, al fine di mantenere i campioni inalterati. Tutti i contenitori sono stati etichettati e codificati utilizzando una denominazione univoca che include il nome progetto, l'area di prelievo e il tipo di analisi cui è stato destinato il contenuto.

Viene di seguito riportato un esempio della codifica dei contenitori per le determinazioni fisiche, chimiche, microbiologiche ed ecotossicologiche nei sedimenti superficiali:

Fxx_Y

dove:

F è il nome del progetto;

xx è il numero della stazione;

Y è l'identificativo (ID) del contenitore

Una specifica Catena di Custodia (Chain of Custody - COC) è stata preparata ed associata ai campioni dal momento del campionamento fino alla consegna al laboratorio di analisi, al fine di assicurare il mantenimento delle corrette temperature di conservazione e monitorarne gli spostamenti.

Il contenuto della seconda, terza e quarta bennata è stato dedicato alle indagini quali-quantitative sul macrozoobenthos, seguendo la procedura descritta di seguito. Il contenuto di ciascuna benna è stato sottoposto a setacciatura per mezzo di setacci in acciaio inox a maglia 0.5 mm (figura seguente), utilizzando un flusso di acqua di mare ad intensità idonea a non danneggiare gli organismi. Al termine della setacciatura, il residuo è stato trasferito in contenitori in HDPE e fissato mediante fissativo non tossico (Accustain Formalin Free) alla concentrazione finale del 4%. I campioni sono stati stoccati a temperatura ambiente fino alle analisi in laboratorio.

Viene di seguito riportato un esempio della codifica dei contenitori per le determinazioni quali-quantitative del macrobenthos:

Fxx_Y_Rz

dove:

F è il nome del progetto;

xx è il numero della stazione;

Y è l'identificativo (ID) del contenitore

Rz è il numero della replica (R1 - R2 - R3)

Una specifica Catena di Custodia (Chain of Custody - COC) è stata preparata ed associata ai campioni dal momento del campionamento fino alla consegna al laboratorio di analisi, al fine di assicurare il mantenimento delle corrette temperature di conservazione e monitorarne gli spostamenti.



Figura 3.5: Setaccio in acciaio inossidabile mesh 0.5 mm

Una specifica Catena di Custodia (*Chain of Custody* - COC) è stata preparata ed associata ai campioni dal momento del campionamento fino alla consegna al laboratorio di analisi, al fine di assicurare il mantenimento delle corrette temperature di conservazione e monitorarne gli spostamenti.

Tabella 3.2: Lista dei contenitori e temperatura di conservazione dei campioni di sedimento

ID	No. di contenitori	Tipo di contenitore	Volume	Temperatura di trasporto	Temperatura di conservazione	Tipo di analisi
1	1x	HDPE	500 mL	+4°C	+4°C	Granulometria
2	1x	Vetro	500 mL	+4°C	-20°C	TOC e composti organici
3	1x	HDPE	500 mL	+4°C	-20°C	Metalli e composti inorganici
4	1x	PE Sterile	50 mL	+4°C	+4°C	Microbiologia
5	1x	HDPE	500 mL	+4°C	+4°C	Ecotossicologia
6-7-8	1x (per replica)	HDPE	1000 mL	Ambiente	Ambiente	Macrobenthos

4 DETERMINAZIONI ANALITICHE

4.1 DETERMINAZIONI ANALITICHE SULLE ACQUE DI MARE

In tutti i campioni raccolti sono state determinate le variabili chimico-fisiche riportate nella Tabella seguente.

Tabella 4.1. Parametri di studio nelle acque di mare, metodiche analitiche e LoQ

Parametro	Riferimento metodologico	LoQ	U.M.
Caratteristiche fisiche			
Solidi sospesi	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	5	mg l ⁻¹
Nutrienti, organici, inorganici e anioni			
Azoto totale	ICRAM Acqua – Scheda 9 2001/2003	1.4	µg l ⁻¹
Azoto nitroso	ICRAM Acqua – Scheda 5 2001/2003	0.11	µg l ⁻¹
Azoto nitrico	ICRAM Acqua – Scheda 6 2001/2003	1.4	µg l ⁻¹
Azoto ammoniacale	ICRAM Acqua – Scheda 7 2001/2003	0.42	µg l ⁻¹
Ortofosfati	ICRAM Acqua – Scheda 4 2001/2003	1.32	µg l ⁻¹
Fosforo totale	ICRAM Acqua – Scheda 9 2001/2003	0.44	µg l ⁻¹
Silicati	ICRAM Acqua – Scheda 8 2001/2003	0.96	µg l ⁻¹
Carbonio Organico Totale (TOC)	EPA 9060A 2004	1	mg l ⁻¹

4.2 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DEL FITOPLANCTON

In tutti i campioni raccolti sono state inoltre effettuate analisi microscopiche volte allo studio dei popolamenti fitoplanctonici nell'area al momento del campionamento. Nell'ambito dello studio sono state determinate le abbondanze dei principali gruppi fitoplanctonici dell'area di studio: diatomee, dinoflagellati, coccilofori e "altri flagellati". Per "Altri flagellati" si intendono principalmente gli organismi appartenenti alla classe dimensionale del nano-fitoplancton (2-20µm) che spesso rappresentano una frazione elevata della popolazione microalgale totale. In ogni campione è stato effettuato il conteggio delle cellule e l'identificazione fino al livello tassonomico più basso. Tali operazioni sono state effettuate al microscopio ottico invertito (Zeiss Axiovert 40 C) seguendo la procedura descritta dal protocollo di Uthermöl (Uthermöhl, 1958; Zingone *et al.*, 2010). Sono stati osservati campioni derivati dalla sedimentazione di 25ml di campione fissato, effettuando il conteggio in 20 campi casuali per vetrino.

I dati sono stati inseriti in fogli di lavoro Excel per la creazione di una matrice di dati. Il numero di cellule totale per ogni specie è stato rapportato a un litro di campione tramite la formula:

$$\text{Densità cellulare (Cell/L)} = \frac{N \cdot 1000 \cdot A}{n \cdot v \cdot a}$$

Dove:

- ✓ N = numero totale delle cellule lette
- ✓ A = area della camera di sedimentazione (mm²)
- ✓ a = area del campo ottico (mm²)
- ✓ v = volume del campione messo a sedimentare (ml)
- ✓ n = numero dei campi casuali sui quali si è effettuato il conteggio.

La determinazione tassonomica è stata effettuata con l'aiuto di manuali di tassonomia (Rampi and Bernhard, 1980; Tomas, 1997).

4.3 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DELLO ZOOPLANCTON

Le analisi quali-quantitative del mesozooplancton sono state effettuate mediante stereomicroscopio ZEISS Discovery V8 con opportuno ingrandimento. Tali determinazioni, vista la ridotta biomassa zooplanctonica, sono

state eseguite sul campione intero di ogni replica di entrambe le Stazioni (tre repliche per stazione, per un totale di sei campioni analizzati interamente).

L'identificazione e il conteggio degli organismi è stato effettuato utilizzando una capsula Petri con griglia tracciata sul fondo. Tutti i dati di abbondanza sono stati riportati come numero di individui al m³ (n° ind. m⁻³).

Il riconoscimento del mesozooplankton è stato effettuato a grandi gruppi (e.g. Copepoda, Copelata, Diplostraca, Siphonophorae, Sagittidae ecc.) individuando, per quanto riguarda la copepodofauna, gli ordini in cui essa si presentava all'interno dei campioni analizzati (i.e. Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida). Inoltre, la determinazione tassonomica della copepodofauna è stata effettuata discriminando lo stadio di sviluppo (adulti e Nauplius).

4.4 DETERMINAZIONI ANALITICHE SUI SEDIMENTI MARINI

La Tabella seguente riporta la lista dei parametri fisico-chimici, chimici microbiologici determinati in laboratorio sull'intero set di campioni di sedimento raccolti. Sui campioni superficiali raccolti in tutte le 2 Stazioni, sono stati inoltre effettuati studi quali-quantitativi dei popolamenti macrobentonici presenti al momento del campionamento.

Tabella 4.2: Parametri di studio nei sedimenti marini, metodiche analitiche e LoQ

Parametro	Riferimento metodologico	LoQ	U.M.
Classificazione dei sedimenti			
Descrizione visiva	Tavole di Munsell (Munsell Soil Colour Chart System)	n.d.	n.d.
Granulometria	ICRAM Sedimenti – Scheda 3 2001/2003	0.5	%
Umidità	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984 /Notiziario IRSA 2 2008	0.1	%
Peso specifico	CNR IRSA 3 Q 64 Vol 2 1984	0.1	kg dm ⁻³
Carbonio organico			
Carbonio Organico Totale (TOC)	ICRAM Sedimenti – Scheda 4 2001/2003	0.1	% s.s.
Nutrienti			
Azoto totale (come N)	DM 13/09/1999 SO GU n° 24821/10/1999 Met VII.1	0.005	% s.s.
Fosforo totale (P)	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D2018	1	mg kg ⁻¹ s.s.
Metalli pesante e in tracce			
Mercurio	EPA 7473 2007	0.005	mg kg ⁻¹ s.s.
Cadmio	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.03	mg kg ⁻¹ s.s.
Piombo	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1	mg kg ⁻¹ s.s.
Arsenico	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1	mg kg ⁻¹ s.s.
Cromo totale	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.5	mg kg ⁻¹ s.s.
Cromo VI	EPA 3060 A 1996 + EPA 7199 1996	0.2	mg kg ⁻¹ s.s.
Rame	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.5	mg kg ⁻¹ s.s.
Nichel	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.5	mg kg ⁻¹ s.s.
Zinco	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.5	mg kg ⁻¹ s.s.
Vanadio	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	0.5	mg kg ⁻¹ s.s.
Alluminio	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1	mg kg ⁻¹ s.s.

Parametro	Riferimento metodologico	LoQ	U.M.
Ferro	EPA 3051 A 2007 + EPA 6010 D 2018	1	mg kg ⁻¹ s.s.
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)			
Naftalene	EPA 3550 C 2007 + EPA 8270 E 2018	1	µg kg ⁻¹ s.s.
Acenaftene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Acenaftilene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Fluorene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Fenantrene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Antracene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Fluorantene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Pirene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Benzo[a]antracene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Crisene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Benzo[b]fluorantene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Benzo[k]fluorantene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Benzo[a]pirene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Dibenzo[a, h]antracene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Benzo[ghi]perilene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Indeno[1,2,3-cd] pirene		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Sommatoria IPA	1	µg kg ⁻¹ s.s.	
Pesticidi organoclorurati			
Aldrin	EPA 3550 2007 + EPA 8270 E 2018	0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Dieldrin		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Endrin		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Clordano		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Alfa-esaclorocicloesano		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Beta-esaclorocicloesano		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Gamma-esaclorocicloesano		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
o,p'-DDT		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
p,p'-DDT		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
DDT		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
o,p'-DDD		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
p,p'-DDD		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
DDD		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
o,p'-DDE		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
p,p'-DDE		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.

Parametro	Riferimento metodologico	LoQ	U.M.
DDE		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Esaclorobenzene		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Eptacloro epossido		0.1	µg kg ⁻¹ s.s.
Idrocarburi totali			
Idrocarburi totali	EPA 5021A2014 + EPA 3550 C 2007 + EPA 8015 C 2007	5	mg kg ⁻¹ s.s.
Policlorobifenili (PCB)			
PCB 28	EPA 1668C 2010	0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 52		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 77		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 81		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 101		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 105		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 114		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 118		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 123		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 126		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 128		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 138		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 153		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 156		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 157		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 167		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 169		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 180		0.01	µg kg ⁻¹ s.s.
PCB 189		0.001	µg kg ⁻¹ s.s.
Sommatoria PCB D.M. 173/2016			0.001
Composti organostannici			
Monobutilstagno (come Sn)	UNI EN ISO 23161:2019	1	µg kg ⁻¹ s.s.
Dibutilstagno (come Sn)		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Tributilstagno (come Sn)		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Somma organostannici		1	µg kg ⁻¹ s.s.
Determinazioni microbiologiche			
Coliformi totali	CNR IRSA 3.1 Q 64 Vol 1 1983	3	MPN g ⁻¹ s.s.
Coliformi fecali	CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	3	MPN g ⁻¹ s.s.

Parametro	Riferimento metodologico	LoQ	U.M.
Streptococchi fecali	CNR IRSA 3.3 Q 64 Vol 1 1983	3	MPN g ⁻¹ s.s.
Saggi di ecotossicità			
<i>Vibrio fischeri</i> (fase solida)	RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000	-	%
<i>Dunaliella tertiolecta</i> (fase liquida)	ASTM E 1218-21	-	%
<i>Paracentrotus lividus</i> (fase liquida)	ASTM E 1563-21	-	%

4.5 DETERMINAZIONI QUALI-QUANTITATIVE DEL MACROZOOBENTHOS

Per gli studi in microscopia sui popolamenti macrozoobentonici, i campioni sono stati processati secondo le metodiche indicate in Cicero & Di Girolamo (2001). I campioni di sedimento, setacciati in campo su setacci di maglia 0.5 mm e fissati, sono stati successivamente sciacquati al fine di eliminare il fissativo. I singoli individui sono stati separati dal sedimento residuo e quindi identificati e classificati su base tassonomica mediante microscopia ottica (5 – 100 X). La classificazione degli organismi è stata operata fino al più basso livello sistematico possibile. Su tutti i campioni analizzati sono stati determinati:

- ✓ numero di individui totali e per specie;
- ✓ numero di specie;
- ✓ indice di diversità specifica (Shannon & Weaver, 1949);
- ✓ indice di dominanza (Simpson, 1949);
- ✓ indice di ricchezza specifica (Margalef, 1958);
- ✓ indice di equitabilità [i.e. evenness, (Pielou, 1966)].

Inoltre, in accordo con quanto riportato nel D.M. 260/2010 (Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali - Modifica norme tecniche D.Lgs 152/2006), per ciascuna stazione è stato calcolato il valore dell'indice M-AMBI, in grado di delineare la complessità delle comunità di fondo mobile e di classificare lo stato ecologico delle biocenosi bentoniche (Muxika, Borja, & Bald, 2007).

4.6 MODALITÀ DI ELABORAZIONE DATI

4.6.1 Processamento dati idrologici

I dati CTD, registrati di volta in volta nella memoria interna della sonda, sono stati scaricati, verificati ed elaborati in laboratorio mediante il pacchetto software SeaSoft (Sea-Bird Electronics Inc.), secondo procedure standard internazionali (Fofonoff and Millard, 1983). Durante la fase di elaborazione, i dati sono stati opportunamente filtrati, mediati ogni 0.5 m di profondità e le variabili derivate (i.e. profondità e salinità) sono state calcolate, producendo un output in formato ASCII.

4.6.2 Confronto delle risultanze analitiche con la normativa ambientale di riferimento

La valutazione complessiva della qualità dei sedimenti è stata effettuata confrontando i dati analitici ottenuti con i livelli chimici di riferimento (L1 e L2) identificati nell'Allegato tecnico al D.M. 173/2016 "D.M. Ambiente 15 luglio 2016, n.173; Regolamento recante modalità e criteri tecnici per l'autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini".

4.6.3 Classificazione di pericolo chimico ai sensi del D.M. 173/2016

Come previsto dal D.M. 173/2016, i dati derivanti dalla caratterizzazione chimica sono stati elaborati in conformità a quanto previsto nell'Appendice 2C dell'Allegato Tecnico, mediante l'utilizzo del tool applicativo SediQualSoft 109.0 fornito da ISPRA. Tale elaborazione prevede l'integrazione ponderata dei risultati derivanti dalle determinazioni chimiche attraverso l'attribuzione di un "peso" ai singoli parametri (che varia in relazione alla loro

appartenenza o non appartenenza alla lista delle sostanze “prioritarie” o “pericolose prioritarie” della Direttiva 2013/39/UE). In breve, per ciascun parametro viene valutata la variazione rispetto al limite, ovvero il Ratio To Reference (RTR). Il valore di RTR viene corretto in funzione del “peso” del contaminante per ottenere un valore di RTRw. Il calcolo dell’indice di pericolo quantitativo (Hazard Quotient), specifico per la caratterizzazione chimica dei sedimenti (HQc), viene ottenuto dalla media di tutti gli RTRw dei parametri con $RTR \leq 1$ (cioè valori inferiori rispetto al limite del riferimento), addizionato con la sommatoria Σ degli RTRw di tutti i contaminanti con $RTR > 1$. Tale elaborazione permette il calcolo dell’indice HQc (indice di pericolo chimico elaborato). Per maggiori dettagli in merito alla metodica di calcolo degli HQc si rimanda all’Appendice 2C dell’Allegato Tecnico del D.M. 173/2016. L’indice chimico HQc è assegnato ad una classe di pericolo (da Assente a Molto Alto), come riportato nella tabella seguente.

Tabella 4.3: Classi di Pericolo Chimico rispetto ai valori HQc

HQc	CLASSE DI PERICOLO CHIMICO
0 - < 0.7	Assente
0.7 - < 1.3	Trascurabile
1.3 - < 2.6	Basso
2.6 - < 6.5	Medio
6.5 - < 13.0	Alto
≥ 13.0	Molto Alto

4.6.4 Classificazione di pericolo ecotossicologico ai sensi del D.M. 173/2016

L’elaborazione delle risultanze analitiche dei saggi biologici effettuati è stata condotta sulla base delle indicazioni fornite nel D.M. 173/2016, Appendice 2B “Criteri di integrazione ponderata per la valutazione delle risultanze ecotossicologiche”.

Nello specifico, il saggio con *Vibrio fischeri* in fase solida è stato eseguito sulla frazione granulometrica inferiore a 1 mm; inoltre, poiché la componente naturale della tossicità è funzione della frazione pelitica, la stima della tossicità naturale (in TU) viene calcolata attraverso la “correzione pelitica”. È stato quindi effettuato il calcolo del Sediment Toxicity Index (S.T.I.) come segue:

$$S.T.I. (\text{Sediment Toxicity Index}) = TU \text{ campione} / TU \text{ naturale stimata}$$

Il valore di S.T.I. individua, in base alla scala di tossicità sotto riportata, lo stato di possibile tossicità del sedimento in analisi.

Tabella 4.4: Scala di tossicità del saggio con *Vibrio fischeri* in fase solida.

S.T.I.	TOSSICITÀ STIMATA
$0 \leq S.T.I. \leq 1$	Assente
$1 < S.T.I. \leq 3$	Lieve
$3 \leq S.T.I. \leq 6$	Media
$6 \leq S.T.I. \leq 12$	Alta
$S.T.I. > 12$	Molto alta

I criteri di integrazione ponderata tengono conto delle caratteristiche dei saggi biologici inclusi nella batteria utilizzata, tra cui la significatività statistica della differenza di effetto tra campione e controllo, la severità dell’effetto, la tipologia di esposizione e la rappresentatività ambientale della matrice testata. Per ciascuno dei saggi previsti, il D.M. di riferimento indica una “soglia” di effetto che rappresenta la variazione minima ritenuta biologicamente significativa per ciascuna condizione sperimentale (Tabella A1, Appendice 2B del D.M. 173/2016); vengono inoltre indicati i “pesi” attribuiti a ciascun saggio in funzione della rilevanza biologica dell’end-point misurato, della durata dell’esposizione e della matrice testata (Tabella A2, Appendice 2B del D.M. 173/2016). Attraverso le procedure di calcolo riassunte di seguito ed eseguite per mezzo del tool applicativo SediQualSoft 109.0, è stato possibile calcolare i cosiddetti “Indici di Pericolo” (Hazard Quotient, HQ) specifici per ogni test effettuato e per ogni batteria utilizzata. Nello specifico:

- ✓ per ciascun saggio biologico è stato calcolato l’effetto (Ei), inteso come variazione percentuale dell’endpoint misurato e compensato tramite la correzione di Abbott rispetto alle variazioni osservate nel controllo;
- ✓ l’effetto Ei è stato corretto in base alla significatività statistica della variazione rispetto ai controlli, applicando il coefficiente Z che viene calcolato in funzione del valore ottenuto dal test T per dati con varianza disomogenea;

- ✓ ciascun effetto (Ei) moltiplicato per il suo coefficiente Z, è stato rapportato con la “soglia” specifica per quel saggio;
- ✓ l’indice di pericolo complessivo della batteria di saggi ecotossicologici (Hazard Quotient, HQBatteria) è stato calcolato come sommatoria degli effetti pesati (Eiw) dei singoli saggi, ulteriormente corretti secondo il fattore W2 che corrisponde al prodotto dei pesi assegnati in funzione della rilevanza biologica dell’endpoint considerato, della rilevanza ecologica della matrice testata, della esposizione acuta o cronica degli organismi;
- ✓ per l’attribuzione del livello di pericolo derivante dalla batteria di saggi ecotossicologici, il valore ottenuto per l’indice HQBatteria è stato normalizzato ad una scala compresa tra 0 e 10, dove 1 corrisponde al valore di soglia della batteria (cioè il valore di HQ che si otterrebbe se tutti i saggi della batteria mostrassero un effetto pari alla rispettiva soglia) e 10 corrisponde al valore massimo della batteria (quando tutti i saggi mostrano il 100% di effetto). A seconda del valore dell’HQBatteria normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico è stato attribuito ad una classe di gravità (da Assente a Molto Alto), come indicato nella tabella seguente.

Per maggiori dettagli e relativamente ai valori soglia si rimanda all’Allegato Tecnico al D.M. 173/2016.

Le risultanze analitiche relative ai test ecotossicologici sono state valutate sulla base dei criteri di classificazione riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.5: Scala di tossicità adottate nella valutazione delle risultanze ecotossicologiche.

SPECIE-TEST	BIOSTIMOLANTE	COLONNA A TOSSICITÀ ASSENTE/TRASCURABILE	COLONNA B TOSSICITÀ PRESENTE	COLONNA C TOSSICITÀ ELEVATA	COLONNA D TOSSICITÀ MOLTO ELEVATA
<i>Vibrio fischeri</i> (fase solida)	-	S.T.I. ≤ 3	3 < S.T.I. ≤ 6	6 < S.T.I. ≤ 12	S.T.I. > 12
<i>Dunaliella tertiolecta</i> (elutriato)	-	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%
	Δ ≤ 20% (p < 0.05)	Δ ≤ 15% (p qualunque)	15 ≤ Δ % < 30 (p ≤ 0.05)	30 ≤ Δ % ≤ 80 (p ≤ 0,05)	Δ > 80% (p ≤ 0,05)
<i>Paracentrotus lividus</i> (elutriato)	-	EC20 ≥ 90%	EC20 < 90% e EC50 > 100%	40% ≤ EC50 < 100%	EC50 < 40%

Tabella 4.6: Classi di Pericolo Ecotossicologico rispetto ai Valori di HQ della Batteria di Saggi

HQ BATTERIA DI SAGGI	CLASSE DI PERICOLO ECOTOSSICOLOGICO
< 1	Assente
≥ 1 – 1.5	Basso
≥ 1.5 – 3.0	Medio
≥ 3.0 – 6.0	Alto
≥ 6.0 – 10.0	Molto Alto

4.6.5 Metodologie di analisi statistica

I dati delle comunità macrobentoniche sono stati analizzati mediante analisi univariata grazie al software PRIMER6&PERMANOVA+ (Anderson *et al.*, 2008). Nell’analisi univariata sono stati impiegati indici strutturali al fine di quantificare la diversità della macrofauna, quali: indice di diversità di Shannon (H’loge), indice di equitabilità di Pielou (J’), indice di dominanza di Simpson (Lambda) e di ricchezza specifica di Margalef (d). Le analisi multivariate sono state invece impiegate per investigare la struttura delle comunità macrobentoniche nelle varie stazioni ed evidenziarne somiglianze e/o differenze in termini di diversità e composizione di specie.

5 CRONOLOGIA DELLE ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO

La mobilitazione del personale ha avuto luogo il giorno 06 Aprile 2023. Il prelievo dei campioni ha avuto luogo il giorno 08 Aprile 2023, con demobilitazione e spedizione dei campioni effettuate il giorno stesso. I campioni sono stati trasportati a temperatura controllata ai laboratori di pertinenza per le successive determinazioni analitiche.

6 RISULTATI

Sono di seguito riportati i risultati relativi alle determinazioni analitiche di laboratorio svolte per la caratterizzazione ambientale delle matrici acqua di mare e sedimento marino oggetto di studio. I Rapporti di Prova sono forniti in Appendice D.

6.1 MATRICE ACQUE

6.1.1 Caratteristiche idrologiche dell'area di studio

6.1.1.1 Caratterizzazione idrologica

I grafici in Figura 6.1 e Figura 6.2 illustrano i profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche misurate, lungo la colonna d'acqua, mediante sonda multiparametrica (CTD), nelle due stazioni di campionamento. I relativi dati sono riportati sinteticamente in Tabella 6.1 ed in versione tabellare completa in Appendice B.

Nei seguenti paragrafi vengono dettagliatamente descritti i dati relativi alle singole variabili. In Figura 6.3 le distribuzioni delle variabili chimico-fisiche indagate sono presentate in sezione verticale.

6.1.1.1.1 *Temperatura*

La temperatura delle acque indagate ha presentato un valore medio, calcolato fra le due stazioni di campionamento, pari a 15.64 ± 0.16 °C, lievemente superiore ai valori tipici invernali, evidenziando un principio di incremento termico dovuto al graduale aumento stagionale delle temperature atmosferiche. L'area di studio è risultata pressoché termicamente omogenea, come evidenziato dal ridotto coefficiente di variazione percentuale ($CV = 1.01$ %). Osservando i profili verticali della temperatura si nota una marcata uniformità di valori lungo la colonna d'acqua, nonostante la lieve diminuzione riscontrata, dalla superficie al fondo, in entrambe le stazioni di campionamento. Le temperature sono risultate più elevate nella stazione più costiera, presumibilmente in ragione della minor profondità del fondale. Complessivamente, i valori sono risultati compresi tra un minimo di 15.54 ed un massimo di 15.97 °C, rispettivamente al fondo della Stazione 2 (caratterizzata da maggior profondità del fondale, 12.5 m) ed alla superficie della Stazione 1 (meno profonda, 3.6 m).

6.1.1.1.2 *Salinità*

Anche la salinità ha mostrato una elevata omogeneità spaziale, presentando un valor medio di 37.87 ± 0.01 PSU ed un ridottissimo coefficiente di variazione percentuale ($CV = 0.02$ %). Tra le due stazioni di campionamento non è emersa alcuna differenza significativa in termini di salinità, evidenziando l'assenza di gradienti costa-largo o altri pattern di distribuzione spaziale. Il valore minimo e massimo sono stati entrambi osservati nella Stazione 1, rispettivamente in superficie (37.84 PSU) e al fondo (37.88 PSU).

6.1.1.1.3 *Conducibilità*

La definizione di salinità del 1978 (Lewis, 1980; UNESCO, 1988) esprime matematicamente la relazione esistente fra la salinità, la temperatura, la conducibilità e la pressione misurate in colonna d'acqua. La conducibilità dell'acqua di mare dipende infatti dalla sua salinità in termini di numero di ioni dissociati; influenzando la mobilità degli ioni stessi, la pressione e la temperatura modificano la conducibilità. Data la ridotta profondità delle acque indagate, l'influenza della pressione è da ritenersi trascurabile. Conseguentemente, la distribuzione spaziale della conducibilità nell'area di studio ha sostanzialmente replicato la marcata uniformità dei valori osservata sia per la temperatura, sia per la salinità. Tale omogeneità è risultata evidente sia dal valor medio e relativa deviazione standard (4.67 ± 0.02 S m^{-1}), sia dal ridotto coefficiente di variazione percentuale ($CV = 0.36$ %). I valori puntuali sono apparsi più ridotti nella Stazione 2 ($4.66 - 4.67$ S m^{-1}) e più elevati nella Stazione 1 (4.70 S m^{-1} lungo l'intera colonna d'acqua).

6.1.1.1.4 *pH*

Il pH nell'area di studio ha mostrato un valore medio di 8.19 ± 0.01 e valori di 8.20 e 8.19 , rispettivamente nella Stazione 1 e nella Stazione 2, lungo l'intera colonna d'acqua. L'elevata omogeneità spaziale di questa variabile è confermata dal coefficiente di variazione ridotto ($CV = 0.08$ %). Oltre a indicare una marcata uniformità, tali valori sono apparsi in linea con quelli solitamente osservati negli ambienti marino-costieri (e.g., Hinga, 2002), nei quali gli equilibri acido-base sono principalmente regolati dagli apporti costieri di acqua dolce, nutrienti e materia organica (e.g., Carstensen and Duarte, 2019).

6.1.1.1.5 *Ossigeno disciolto*

Analogamente alle altre variabili chimico-fisiche indagate, l'ossigeno disciolto (DO) ha presentato concentrazioni contenute entro un intervallo di valori molto limitato, evidenziando scarse differenze tra le due stazioni di campionamento ed una chiara uniformità lungo la verticale in ciascuna stazione. Le concentrazioni di DO sono risultate comprese tra 5.79 e 5.80 ml l⁻¹ nella Stazione 2 e tra 5.89 e 5.90 ml l⁻¹ nella Stazione 1. Tra le due stazioni è stato calcolato un valor medio di 5.82 ± 0.04 ml l⁻¹. I valori riscontrati hanno indicato una condizione di buona ossigenazione delle acque. Tale condizione è apparsa conforme con il comportamento tipico di questa variabile nelle acque costiere, nelle quali un incremento delle concentrazioni nei mesi freddi è normalmente subordinato all'incremento di solubilità dell'ossigeno legato al diminuire della temperatura, ed al rimescolamento della colonna d'acqua per effetto del maggior idrodinamismo (Ministero dell'Ambiente, Servizio Difesa del Mare – ICRAM, 2000). Espresso come percentuale di saturazione, l'ossigeno disciolto ha esibito una distribuzione conforme a quella delle sue concentrazioni. Sempre al di sopra del 100 % (107.29 – 107.45 % nella Stazione 1 e 104.64 – 105.00 % nella Stazione 2), le saturazioni percentuali hanno indicato una condizione di lieve sovrasaturazione d'ossigeno.

6.1.1.1.6 *Fluorescenza*

La clorofilla-a è il pigmento principale presente nelle cellule fitoplanctoniche e pertanto solitamente assunto come indicatore della biomassa di tali organismi autotrofi. La misura della fluorescenza emessa dalla clorofilla-a è considerata come proxy delle concentrazioni di questo pigmento. La fluorescenza registrata lungo la colonna d'acqua nelle due stazioni di campionamento ha esibito valori, in termini di concentrazione di clorofilla-a, particolarmente ridotti, prevalentemente inferiori a 0.2 e sempre inferiori a 0.5 µg l⁻¹ Chl-a, con l'eccezione dei valori più superficiali rilevati nella Stazione 1. In tale stazione, le misure acquisite fino ad una profondità di 2 m hanno presentato valori superiori ad 1 µg l⁻¹ Chl-a, con un massimo superficiale di 6.01 5 µg l⁻¹ Chl-a. Complessivamente, le acque indagate hanno mostrato una fluorescenza media di 0.49 ± 1.28 µg l⁻¹ Chl-a, con un coefficiente di variazione del 262.93 %.

6.1.1.1.7 *Torbidità*

L'area di studio ha esibito valori di torbidità molto ridotti (media 0.55 ± 0.02 NTU) caratterizzati dalla stessa scarsa variabilità osservata per gli altri parametri chimico-fisici indagati (CV = 3.51 %) ad eccezione della fluorescenza, che ha presentato una variabilità superiore. Nella Stazione 1 (min. 0.52 NTU) i valori sono risultati lievemente inferiori rispetto a quelli acquisiti nella Stazione 2 (max 0.60 NTU). Tali valori hanno evidenziato una condizione di elevata trasparenza delle acque.

6.1.1.1.8 *Trasparenza (profondità di scomparsa del disco di Secchi)*

Le aree costiere sono ambienti marini potenzialmente più soggetti ad incrementi della torbidità, legati principalmente all'apporto di materiale terrigeno attraverso i corsi d'acqua locali, a fenomeni di vento intenso ed elevato moto ondoso con conseguente riduzione della trasparenza delle acque. Tuttavia, lungo la costa Tirrenica della Calabria si riscontrano solitamente trasparenze elevate, salvo in prossimità delle foci di alcuni corsi d'acqua (Ministero dell'Ambiente, Servizio Difesa del Mare – ICRAM, 2000). In occasione del campionamento, le misure di profondità di scomparsa del disco di Secchi hanno mostrato visibilità fino al fondo in entrambe le stazioni indagate, indicando dunque un'ottima trasparenza delle acque, con valori di profondità di scomparsa potenzialmente pari o superiori a 12.5 m.

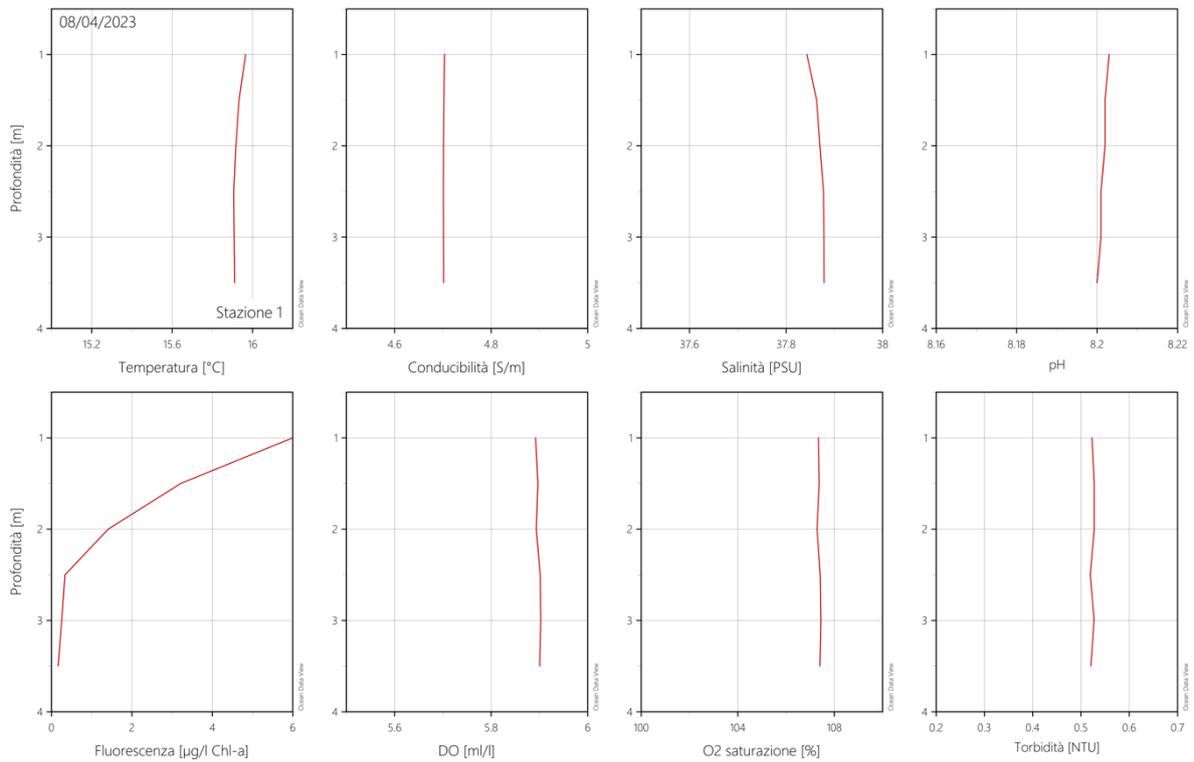


Figura 6.1: Stazione 1 – Profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d’acqua

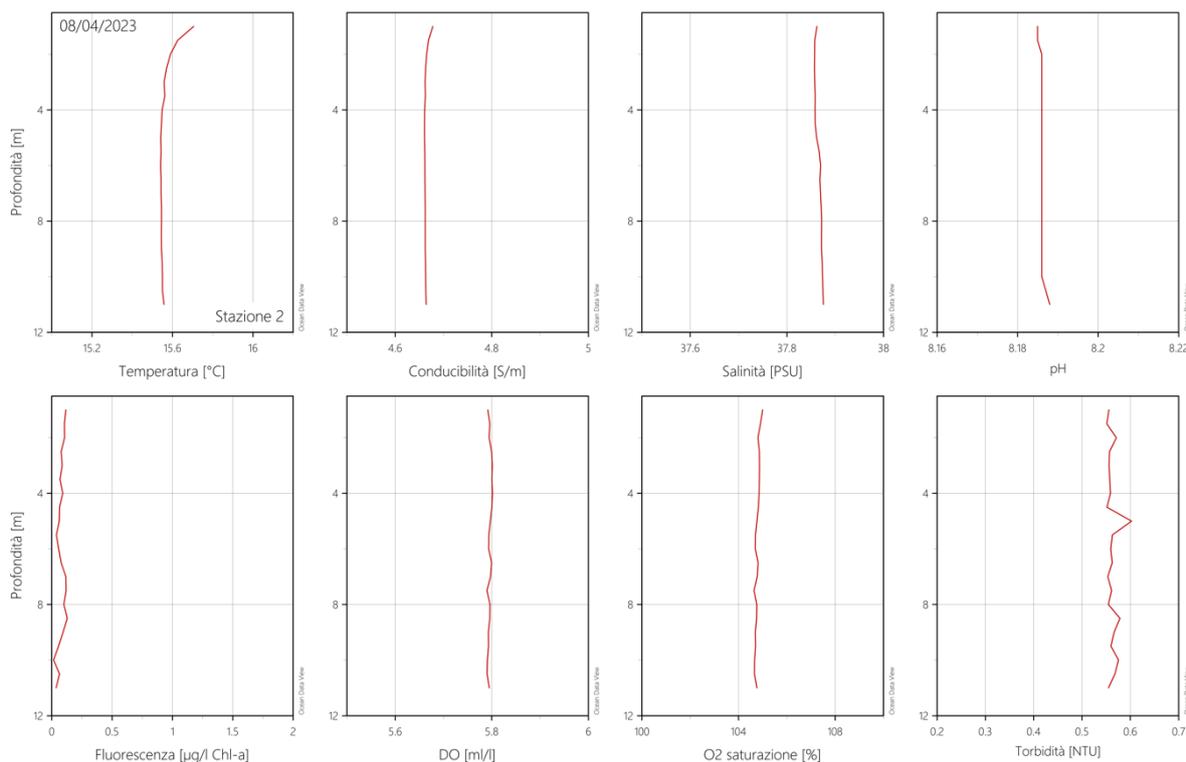


Figura 6.2: Stazione 2 – Profili verticali delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d’acqua

Tabella 6.1: Statistiche relative alle variabili chimico-fisiche indagate: Min = valore minimo, Max = valore massimo, MA ± DS = media aritmetica ± Deviazione Standard e CV = Coefficiente di Variazione (DS/MA %)

	Temperatura [°C]	Conducibilità [S/m]	Salinità [PSU]	pH	DO [ml/l]	O2 Saturazione [%]	Fluorescenza [µg/l Chl-a]	Torbidità [FTU]
Min.	15.54	4.66	37.84	8.19	5.79	104.64	0.02	0.52
Max	15.97	4.70	37.88	8.20	5.90	107.45	6.01	0.60
MA ± DS	15.64 ± 0.16	4.67 ± 0.02	37.87 ± 0.01	8.19 ± 0.01	5.82 ± 0.04	105.36 ± 1.1	0.49 ± 1.28	0.55 ± 0.02
CV %	1.01	0.36	0.02	0.08	0.75	1.05	262.93	3.51

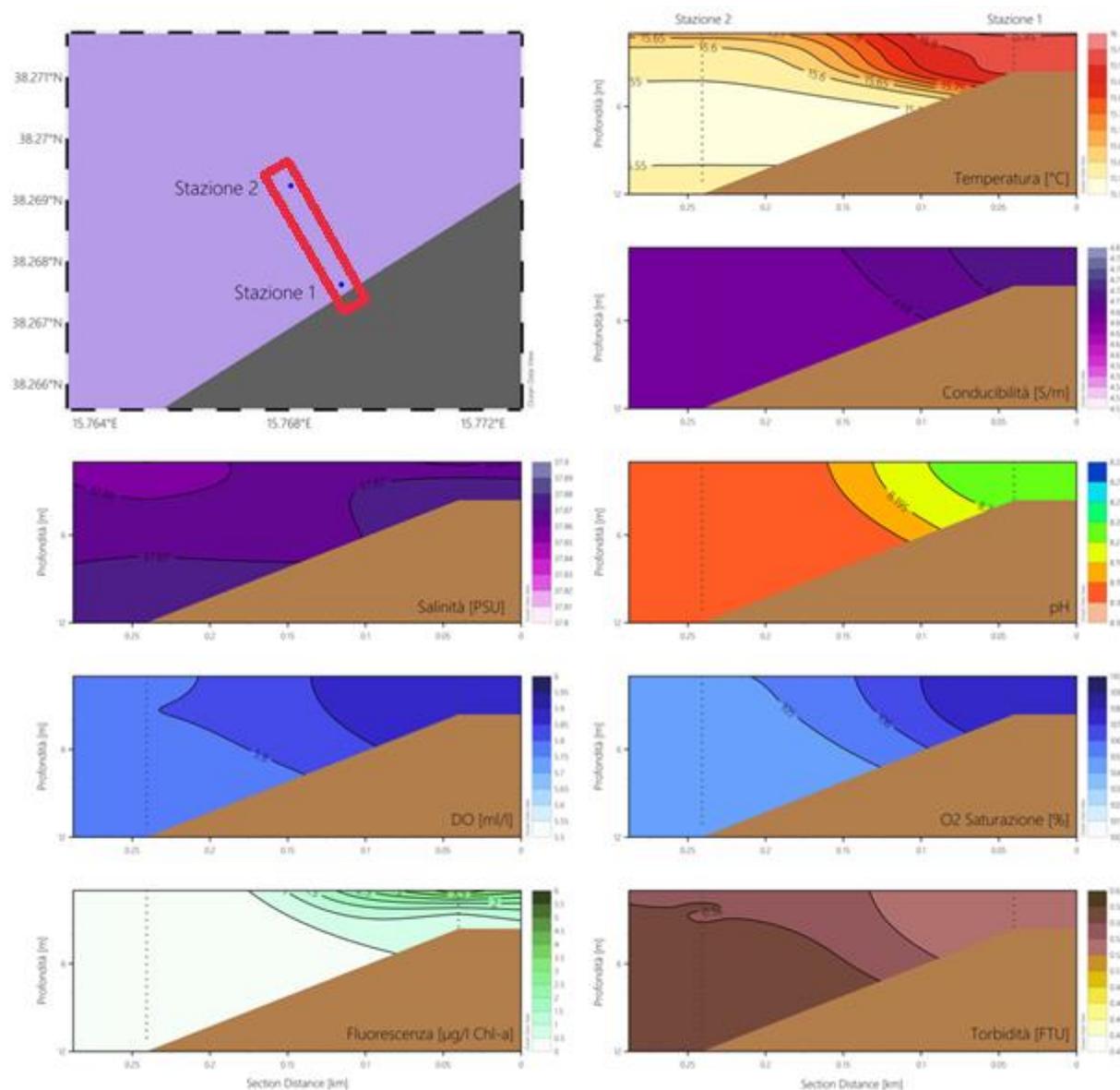


Figura 6.3: Distribuzione, in sezione verticale, delle principali variabili chimico-fisiche della colonna d’acqua nelle due stazioni di campionamento

6.1.2 Caratteristiche macroscopiche delle acque

I campioni raccolti erano costituiti da acqua limpida, inodore, priva di materiale galleggiante, olii o grassi. Non sono state rilevate colorazioni anomale, sostanze o condizioni che potessero favorire la presenza di patogeni. Nei campioni non sono stati osservati depositi o concrezioni.

Tabella 6.2: Trasparenza e caratteristiche macroscopiche dei campioni di acqua di mare

Stazione	Profondità del fondale [m]	Profondità di campionamento [m]	Descrizione macroscopica
Stazione 1	3.6	1.8	Acqua limpida inodore. Assenza di materiale galleggiante, olii o grassi. Assenza di coloranti, sostanze artificiali o condizioni che favoriscono la presenza di patogeni. Assenza di depositi o concrezioni.

Stazione	Profondità del fondale [m]	Profondità di campionamento [m]	Descrizione macroscopica
Stazione 2	12.5	6.5	Acqua limpida inodore. Assenza di materiale galleggiante, olii o grassi. Assenza di coloranti, sostanze artificiali o condizioni che favoriscono la presenza di patogeni. Assenza di depositi o concrezioni.

6.1.3 Caratteristiche fisico-chimiche delle acque

6.1.3.1 Solidi sospesi e nutrienti

Le acque oggetto di indagine nelle due stazioni di campionamento hanno mostrato caratteristiche molto simili tra loro, sulla base della ridotta distanza reciproca. In generale, si può affermare che la Stazione 1, più vicina alla linea di costa, ha mostrato più elevate quantità di solidi sospesi (TSS) e maggiori concentrazioni di nutrienti, in virtù della ridotta profondità e minore distanza da costa, fattori che hanno probabilmente determinato una più elevata influenza della risospensione di sedimenti fini dal fondale e una maggiore influenza del *runoff* di acque meteoriche dal litorale.

Nello specifico, entrambe le stazioni hanno mostrato ridotte quantità di solidi sospesi: alla Stazione 2 i TSS sono risultati non misurabili ($< 5 \text{ mg l}^{-1}$) mentre alla Stazione 1 la concentrazione di TSS è risultata pari al LOQ (5 mg l^{-1}).

Le concentrazioni di TOC sono risultate molto simili tra le due stazioni, seppur con un minimo incremento in vicinanza della costa ($1.90 \text{ vs } 1.80 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$, Stazione 1 e Stazione 2 rispettivamente).

Le concentrazioni dei nutrienti sono risultate estremamente simili tra le due stazioni. In merito ai nutrienti azotati, le concentrazioni dell'azoto totale variano tra i $47.2 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ alla Stazione 2 e i $51.0 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ alla Stazione 1. L'azoto ammoniacale è risultato $< \text{LOQ}$ in entrambi i punti di prelievo. L'azoto nitroso è risultato pari a $0.3 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ alla Stazione 1, per diminuire del 30% alla Stazione 2. L'azoto nitrico ha mostrato le differenze più marcate tra le due stazioni, diminuendo dai $3.70 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ della Stazione 1 ai $1.60 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ della Stazione 2.

In merito ai composti del fosforo, le concentrazioni degli ortofosfati oscillano tra < 1.32 a $1.53 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ rispettivamente nella Stazione 1 e nella Stazione 2, mentre quelle del fosforo totale tra 3.70 e $4.20 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ rispettivamente nella Stazione 2 e nella Stazione 1.

Le concentrazioni dei silicati, infine, risultano decrescenti verso il largo, dai $139 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ della Stazione 1 ai $66 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ della Stazione 2.

Tabella 6.3: Concentrazione dei nutrienti nelle acque.

Stazione	Profondità	Solidi sospesi	TOC	NUTRIENTI						
				Azoto totale (come N)	Azoto nitroso (come N)	Azoto nitrico (come N)	Azoto ammoniacale (come N)	Ortofosfati (ionefosfato)	Fosforo totale	Silicati (come Si(OH) ₄)
U.M.		mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹	µg l ⁻¹
LoQ		5	1	1.4	0.11	1.4	0.42	1.32	0.44	0.96
Stazione 1	Intermedia	5	1.9	51	0.3	3.7	< 0.42	< 1.32	4.2	139
Stazione 2	Intermedia	< 5	1.8	47.2	0.2	1.6	< 0.42	1.53	3.7	66
MINIMO		< 5	1.8	47.2	0.2	1.6	< 0.42	< 1.32	3.7	66
MASSIMO		5	1.9	51.0	0.3	3.7	< 0.42	1.53	4.2	139
MEDIA		-	1.9	49.1	0.3	2.7	-	-	4.0	102.5
ST. DEV.		-	0.1	2.7	0.1	1.5	-	-	0.4	51.6

6.1.4 Caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità fitoplanctoniche

Durante l'analisi quali-quantitativa dei campioni analizzati, sono stati identificati complessivamente 20 taxa di cui 17 a livello di genere o specie (7 diatomee, 3 dinoflagellati, 3 altri flagellati, 3 coccolitofori e 1 cianobatteri si faccia riferimento alla lista specie in Appendice B). Le abbondanze fitoplanctoniche medie (Figura 6.4) sono risultate molto simili tra le due stazioni: alla Stazione 1 sono state stimate in media $9.99 \pm 0.16 \times 10^4$ cell l⁻¹ mentre alla Stazione 2 sono state stimate $1.11 \pm 0.19 \times 10^4$ cell l⁻¹. Le differenze tra le due stazioni non sono statisticamente significative.

I popolamenti fitoplanctonici, nelle acque raccolte sono risultati dominati da fitoflagellati (in media $7.67 \pm 0.07 \times 10^3$ cell l⁻¹, corrispondenti al 67.7% del totale alla Stazione 1, e $8.76 \pm 0.13 \times 10^3$ cell l⁻¹, corrispondenti al 71.3% del totale alla Stazione 2, Figura 6.5). Tale raggruppamento è rappresentato per lo più da forme indeterminate (<10 µm).

I dinoflagellati hanno rappresentato in media il 21.1 % e il 18.1% del popolamento totale ($1.03 \pm 0.02 \times 10^3$ cell l⁻¹ alla Stazione 1 e $1.03 \pm 0.03 \times 10^3$ cell l⁻¹ alla Stazione 2). Anch'essi sono stati rappresentati per lo più da forme indeterminate ma anche da individui appartenenti alla specie *Amphidinium acutissimum* e ai generi *Gymnodinium* sp. e *Gyrodinium* sp.

Le diatomee hanno rappresentato il 4.0 % del totale ($0.44 \pm 0.01 \times 10^3$ cell l⁻¹) alla Stazione 1 e il 2.7 % del totale ($0.35 \pm 0.02 \times 10^3$ cell l⁻¹) alla Stazione 2. Tra le specie più rappresentate, *Pseudo-nitzschia* spp., *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*, *Pseudo-nitzschia galaxiae*, *Chaetoceros* spp., unitamente a forme indeterminate.

La categoria degli “altri taxa” è stata quantificata in media in $0.35 \pm 0.02 \times 10^3$ cell l⁻¹ alla Stazione 1 e $0.54 \pm 0.01 \times 10^3$ cell l⁻¹ alla Stazione 2. Tali quantità si traducono in 3.1 % delle cellule totali alla Stazione 1 e nel 4.5 % delle cellule totali alla Stazione 2. In tale categoria è stata registrata la presenza sporadica di cryptoficee indeterminate, di cellule appartenenti alla specie *Paulinella ovalis*, del silicoflagellato *Dictyocha fibula* e della specie (tipica di acque salmastre) *Desmodesmus* sp.

I coccolitofori, costituiti per lo più da *Emiliania huxleye*, in minor misura, da *Syrachosphaera pulchra* e *Discosphaera tubifera*, costituiscono il 2.7% e il 2.1% degli individui totali (rispettivamente $0.30 \pm 0.01 \times 10^3$ cell l⁻¹ e $0.24 \pm 0.01 \times 10^3$ cell l⁻¹ alle Stazioni 1 e 2).

I cianobatteri, infine, sono stati il gruppo tassonomico meno abbondante, con l'1.4 % (Stazione 1) e 1.2 % (Stazione 2) del totale. Solo poche cellule del genere *Microcystis* sp. sono state individuate per questo gruppo tassonomico.

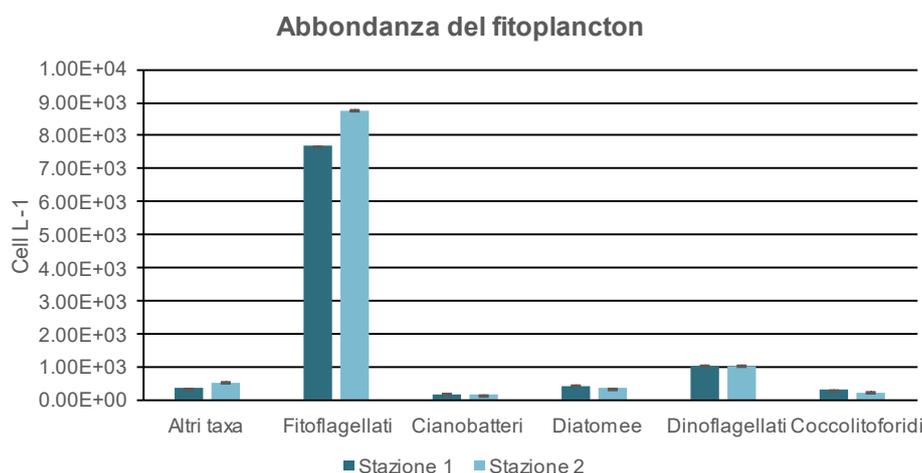


Figura 6.4: Abbondanza della comunità del fitoplancton nelle due stazioni oggetto di studio

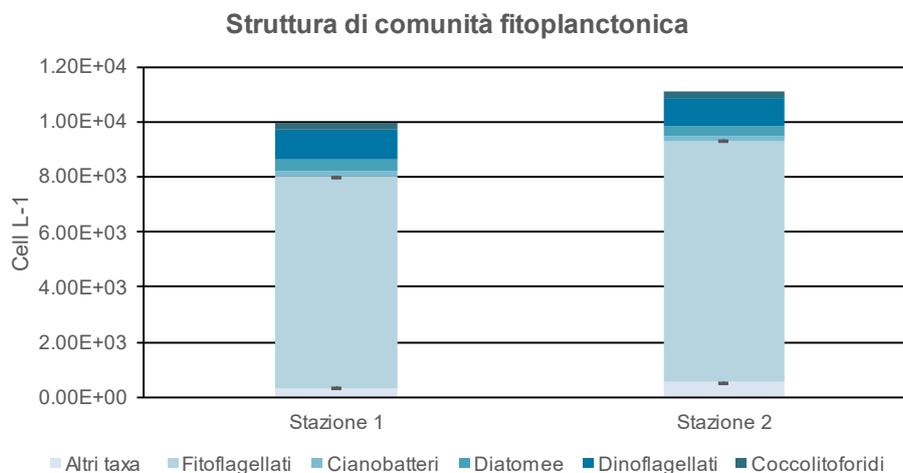


Figura 6.5: Composizione della comunità fitoplanctonica nelle due stazioni oggetto di studio

6.1.5 Caratterizzazione quali-quantitativa delle comunità zooplanctoniche

L'abbondanza totale del mesozooplankton (Figura 6.6) ha presentato valori di 935.29 ± 91.89 ind. m^{-3} nella Stazione 1 e di 462.84 ± 46.78 ind. m^{-3} nella Stazione 2. L'analisi tassonomica della comunità mesozooplanktonica ha consentito di identificare un totale di 15 taxa. Nello specifico, sono stati individuati 10 taxa nella Stazione 1 e 14 taxa nella Stazione 2.

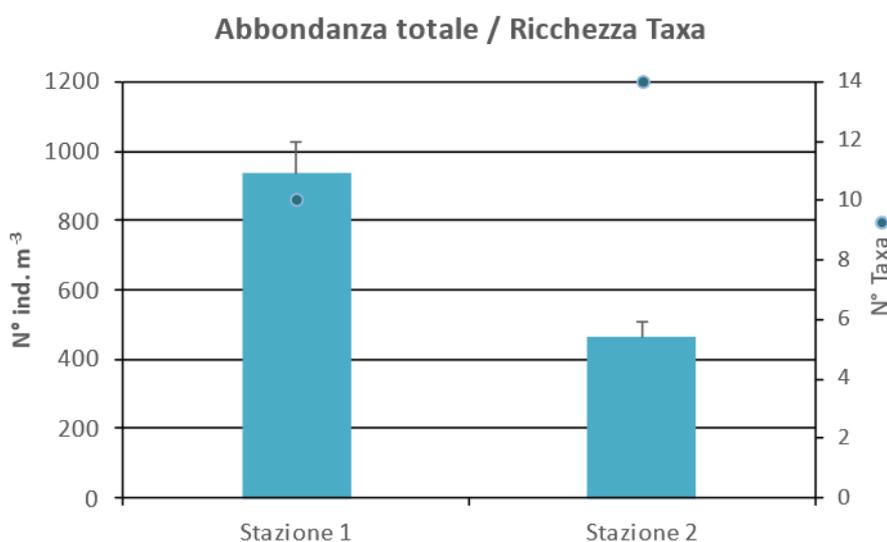


Figura 6.6: Abbondanze medie totali, espresse come N° ind. m^{-3} , e ricchezza (cerchio) in termini di taxa della comunità mesozooplanktonica analizzata nelle due stazioni di campionamento.

In termini di struttura di comunità (Figura 6.7), i copepodi, rappresentati dagli ordini Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida e discriminati in adulti e Nauplius, rappresentano oltre il 90% di tutti i taxa identificati in entrambe le stazioni (93.7% nella Stazione 1 e 95.4% nella Stazione 2). Gli altri metazoi presentano, di conseguenza, percentuali di gran lunga più basse (4.4% nella Stazione 1 e 3.9% nella Stazione 2). Si sottolinea, infine, la presenza di uova di Actinopterygii (1.9% nella Stazione 1 e 0.7% nella Stazione 2). Nel complesso, le stazioni di campionamento sono caratterizzate da una struttura di comunità molto simile.

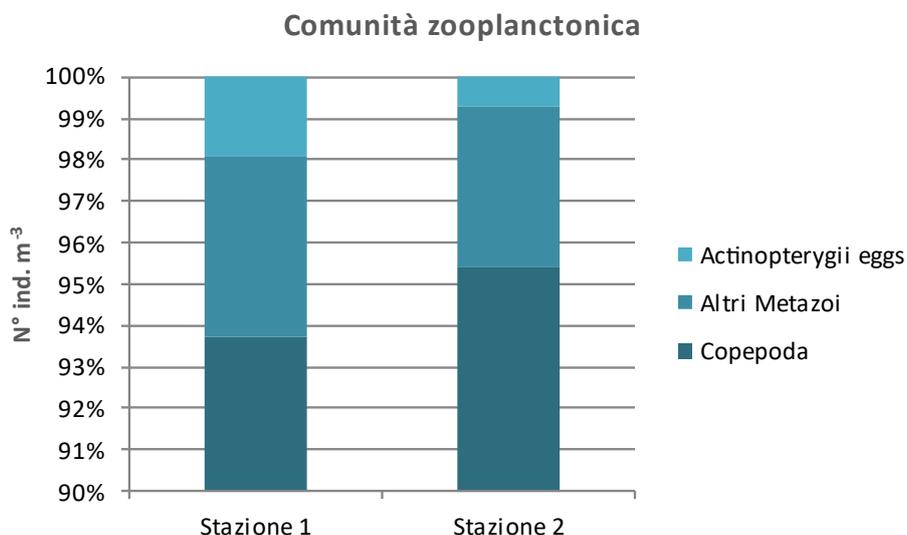


Figura 6.7: Struttura di comunità, descritta in termini %, dello zooplancton analizzato nelle due stazioni di campionamento. È raffigurata la frazione 90-100% al fine di rendere visibili i gruppi “Actinopterygii eggs” e “Altri metazoi”.

La caratterizzazione della comunità mesozooplanctonica ha evidenziato, come visto, la dominanza della componente dei crostacei copepodi all'interno del comparto oloplanctonico. La copepodofauna ha mostrato contributi simili dei diversi taxa in termini percentuali nelle due stazioni di campionamento, ma allo stesso tempo differenze sostanziali in termini di abbondanze. L'ordine Calanoida (533.33 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 294.54 ind. m⁻³ nella Stazione 2, Figura 6.9a) è risultato dominante in entrambe le stazioni, seguito dagli ordini Cyclopoida (260.78 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 139.34 ind. m⁻³ nella Stazione 2, Figura 6.9b) e Harpacticoida (43.14 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 6.56 ind. m⁻³ nella Stazione 2, Figura 6.9a). Le larve Nauplius sono risultate molto più abbondanti nella Stazione 1 (39.22 ind. m⁻³) rispetto alla Stazione 2 (1.09 ind. m⁻³). In termini più generali, gli 867.47 copepodi m⁻³ nella Stazione 1 sono risultati circa il doppio di quelli catturati nella stazione 2 (441.53 ind. m⁻³).

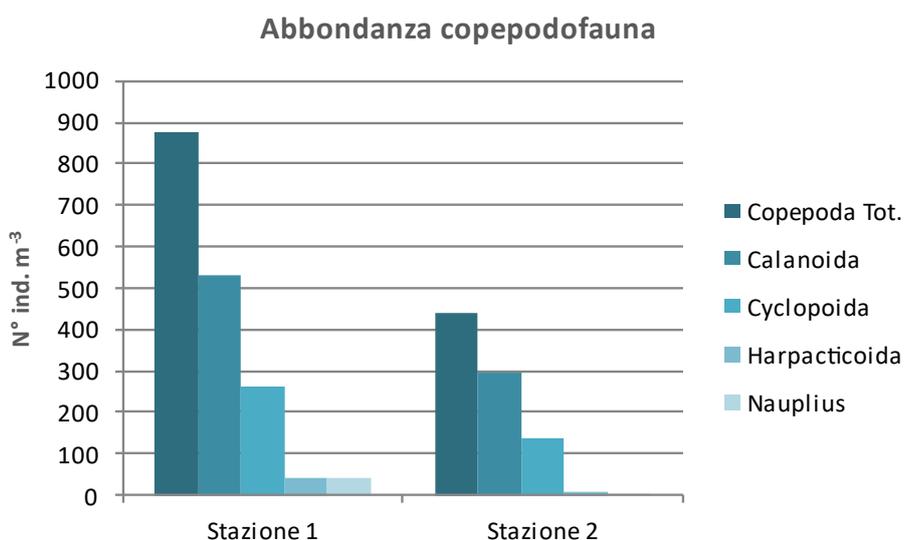


Figura 6.8: Abbondanze, espresse come n° ind. m⁻³, dei differenti ordini di copepodi riscontrati nelle due stazioni analizzate.

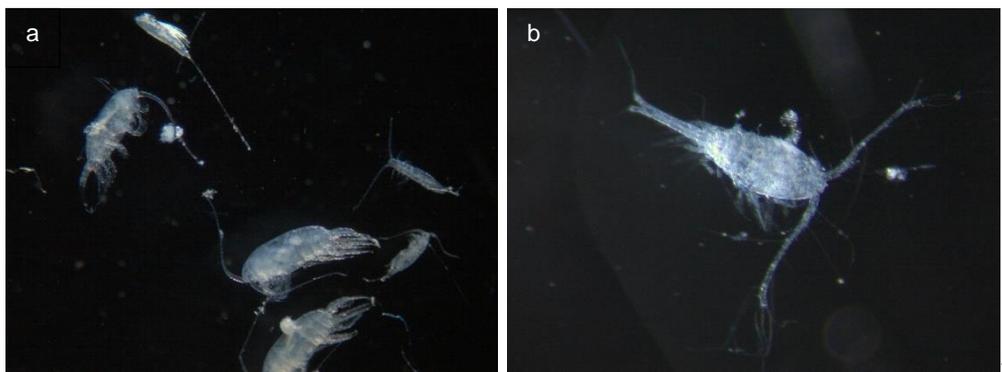


Figura 6.9: Copepodi appartenenti agli ordini Calanoida e Harpacticoida (a); esemplare di copepode dell'ordine Cyclopoida (b).

La restante componente mesozooplanctonica (ovvero quella al di fuori della copepodofauna) è risultata composta da organismi oloplanctonici e da organismi meroplanctonici, cioè da tutte quelle forme animali che trascorrono almeno una parte del loro ciclo vitale sotto forma di plancton per poi, dallo stadio di post-larva, passare a una diversa categoria ecologica: benthos o necton. Come mostrato in Figura 6.10 nei campioni analizzati, la componente oloplanctonica risulta dominante sul meroplancton (37.25 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 13.11 ind. m⁻³ nella Stazione 2). I gruppi che maggiormente hanno contribuito sono le appendicularie e i chetognati (Figura 6.11). È possibile notare la presenza del taxon oloplanctonico Siphonophorae esclusivamente nella Stazione 2.

La componente meroplanctonica, invece, pur mostrando un numero di taxa più elevato rispetto all'oloplancton (6 taxa), è risultata caratterizzata da abbondanze inferiori (3.92 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 4.92 ind. m⁻³ nella Stazione 2) costituita principalmente da larve veliger di molluschi gasteropodi.

In Figura 6.10 sono inoltre riportate le abbondanze delle uova di Actinopterygii (17.65 ind. m⁻³ nella Stazione 1 e 3.28 ind. m⁻³ nella Stazione 2), il cui contributo in termini percentuali al mesozooplancton è stato precedentemente riportato.

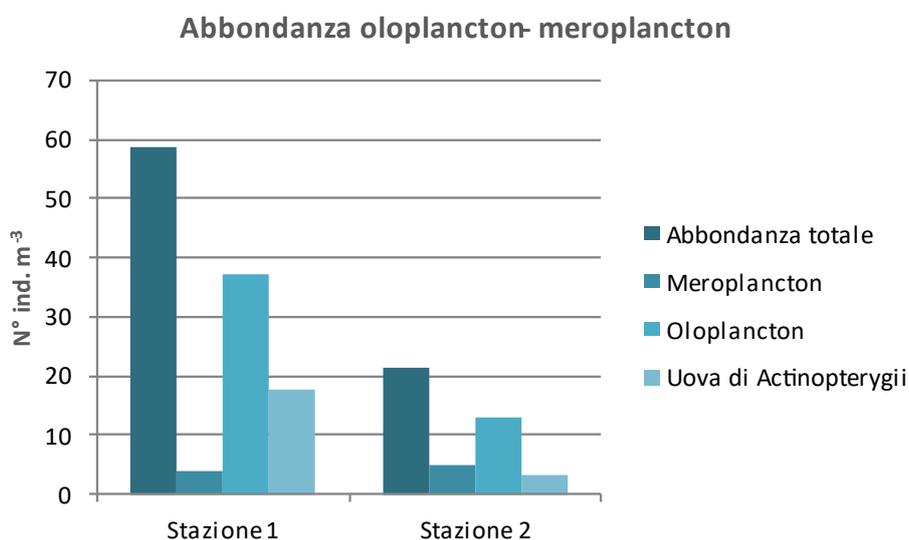


Figura 6.10: Abbondanze, espresse come n° ind. m⁻³, dei gruppi dell'oloplancton, esclusi i copepodi, e del meroplancton nelle stazioni analizzate; sono inoltre riportate le abbondanze delle uova di Actinopterygii.

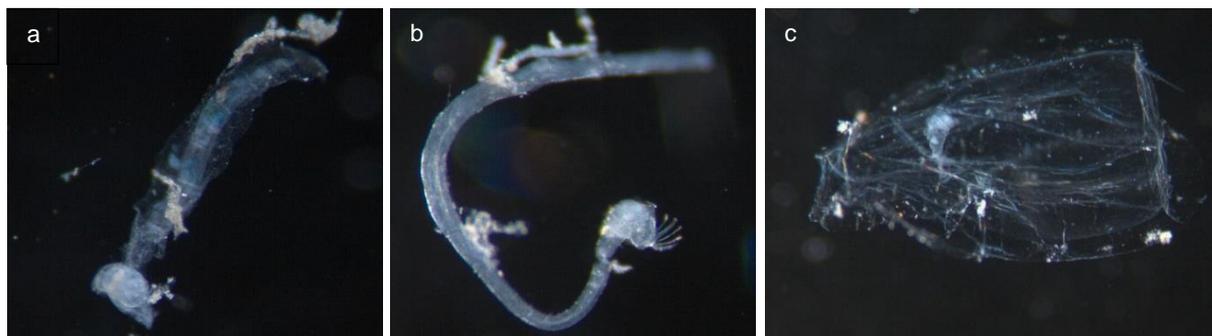


Figura 6.11: Appendicularia (a), Chaetognatha (b), Siphonophorae (c).

6.2 MATRICE SEDIMENTI

6.2.1 Caratterizzazione fisica

Per la caratterizzazione fisica dei sedimenti, come indicato dal D.M. 173/2016 è stata eseguita una descrizione macroscopica dettagliata ed analisi granulometriche di tutti i campioni prelevati. In aggiunta, in campo sono state effettuate misure di variabili fisico-chimiche del sedimento (i.e. temperatura, pH e potenziale redox). Tutte le informazioni acquisite in campo, insieme alle principali informazioni sul campionamento (stazione di campionamento, data, ora, coordinate geografiche e profondità del fondale), sono confluite in apposite schede descrittive fornite in Appendice C, con relativa documentazione fotografica.

6.2.1.1 Variabili fisico-chimiche

In virtù dell'omogeneità delle caratteristiche granulometriche e della vicinanza tra le due Stazioni di prelievo, i parametri chimico-fisici dei sedimenti prelevati hanno evidenziato grande omogeneità. La temperatura ha esibito valori di compresi fra 16.2 e 17.0°C (Stazione 1 e Stazione 2, rispettivamente), il pH è risultato compreso tra 6.85 e 7.89 (Stazione 2 e Stazione 1, rispettivamente) mentre l'ORP è risultato positivo in entrambe le Stazioni di campionamento ad indicare condizioni di buona ossigenazione dello strato sedimentario superficiale.

Si rimanda alla Tabella 6.4 per maggiore dettaglio.

Tabella 6.4: Caratteristiche fisico-chimiche dei sedimenti oggetto di indagine

Stazione	Temperatura [°C]	pH	ORP [mV]
Stazione 1	16.2	7.89	165.0
Stazione 2	17.0	6.85	188.5

6.2.1.2 Descrizione macroscopica

Entrambe le Stazioni hanno mostrato la presenza di sabbie grossolane miste a ghiaia, prive di resti conchigliari o vegetali e caratterizzate da un elevato livello di idratazione.

Le caratteristiche macroscopiche sono dettagliate nelle Schede Descrittive del Sedimento (SDS) fornite in Appendice C.

6.2.1.3 Caratteristiche granulometriche

In tutti i siti di prelievo, le sabbie sono risultate la componente largamente dominante, rappresentando tra il 92.5% e il 97.6% del totale (rispettivamente alla Stazione 2 e Stazione 1). Nel dettaglio, la Stazione 1 è risultata caratterizzata principalmente da sabbia media (48.3%), seguita da sabbia grossolana (22.4%) e da sabbia - frazione >125 µm (21.5%); la sabbia finissima ha rappresentato soltanto il 2.2%. Nella Stazione 2 invece la sabbia grossolana è risultata la componente principale (42.3%), seguita da sabbia media (19.2%) e da sabbia molto grossolana (18.9%); la sabbia (frazione >125 µm) ha rappresentato il 9.6% e la sabbia finissima il 2.5%.

Le ghiaie, seppur presenti e individuate nell'analisi macroscopica effettuata a bordo restanti, hanno rappresentato soltanto lo 0.4% alla Stazione 1 e il 5.8% alla Stazione 2. La restante frazione è risultata essere composta esclusivamente da silt, pari al 2.1% alla Stazione 1 e all'1.6% alla Stazione 2.

Secondo i criteri di Folk (1954, 1974), i sedimenti sono classificabili come sabbie leggermente ghiaiose (Stazione 1) e sabbie ghiaiose (Stazione 2). Secondo i criteri di Shepard (1954), i sedimenti sono classificabili come sabbie.

La composizione granulometrica dei sedimenti analizzati è rappresentata in Tabella 6.5. La Figura 6.12 riporta in dettaglio la composizione granulometrica dei sedimenti dell'area di studio. In Figura 6.13 il dettaglio della composizione granulometrica della frazione sabbiosa.

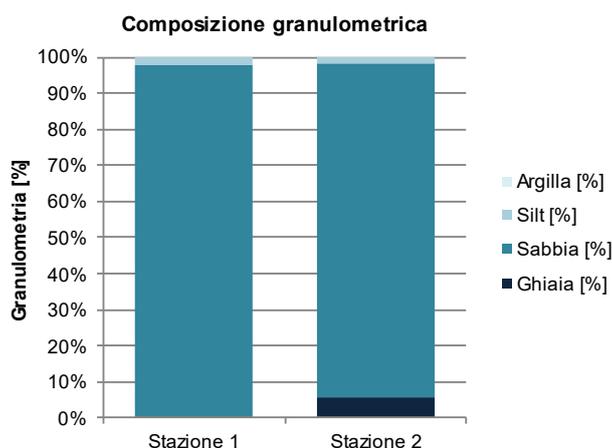


Figura 6.12: Composizione granulometrica dei sedimenti in esame

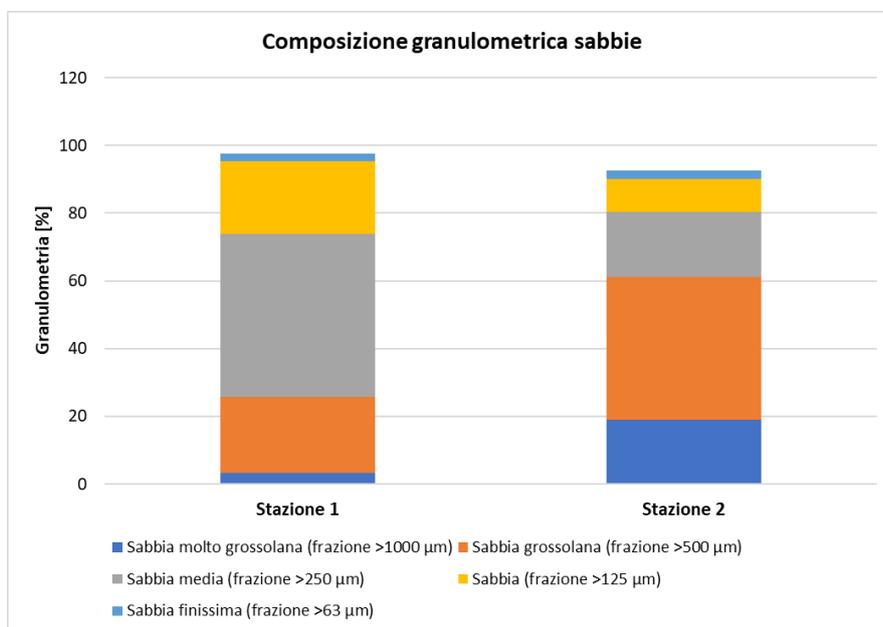


Figura 6.13: Dettaglio della composizione granulometrica della frazione sabbiosa

6.2.1.4 TOC e nutrienti

I sedimenti oggetto di indagine hanno confermato le ridotte concentrazioni di C e nutrienti già osservate per le acque. Nello specifico, la concentrazione del TOC è risultata non rilevabile in entrambi i siti di prelievo, mentre la concentrazione di azoto totale è risultata pari al LoQ. Il fosforo totale è risultato meno concentrato nella porzione più costiera dell'area di studio (Stazione 1) rispetto all'area più offshore (Stazione 2). Si riportano nella Tabella 6.6 i dettagli di quanto appena esposto.

Tabella 6.5: Caratteristiche granulometriche dei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	Ghiaia (frazione >4000 µm)	Ghiaia (frazione >2000 µm)	Sabbia molto grossolana (frazione >1000 µm)	Sabbia grossolana (frazione >500 µm)	Sabbia media (frazione >250 µm)	Sabbia (frazione >125 µm)	Sabbia finissima (frazione >63 µm)	Silt grossolano (Frazione tra 31 e 63 µm)	Silt medio (frazione tra 16 e 31 µm)	Silt (frazione tra 8 e 16 µm)	Silt finissimo (frazione tra 4 e 8 µm)	Argilla (frazione tra 1 e 4 µm)	Classificazione secondo Folk	Classificazione secondo Shepard
U.M.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	-	-
LOQ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-
Stazione 1	0	0.4	3.2	22.4	48.30	21.50	2.20	1.50	0.50	0.10	0.00	0.00	Sabbia leggermente ghiaiosa	Sabbia
Stazione 2	0	5.8	18.9	42.3	19.20	9.60	2.50	1.10	0.40	0.10	0.00	0.00	Sabbia ghiaiosa	Sabbia
MINIMO	0.00	0.40	3.20	22.40	19.20	9.60	2.20	1.10	0.40	0.10	0.00	0.00	-	-
MASSIMO	0.00	5.80	18.90	42.30	48.30	21.50	2.50	1.50	0.50	0.10	0.00	0.00	-	-
MEDIA	-	3.10	11.05	32.35	33.75	15.55	2.35	1.30	0.45	0.10	-	-	-	-
DEV. ST.	-	3.82	11.10	14.07	20.58	8.41	0.21	0.28	0.07	0.00	-	-	-	-

Tabella 6.6: Concentrazioni di TOC e nutrienti

STAZIONE	Fosforo totale (P)	Azoto totale (come N)	Carbonio Organico Totale (TOC)
U.M.	mg/kg s.s.	% s.s.	% s.s.
LOQ	1	0.005	0.10
Stazione 1	258.00	0.005	<0.1
Stazione 2	304.00	0.005	<0.1
MINIMO	258.00	0.01	0.00
MASSIMO	304.00	0.01	0.00
MEDIA	281.00	0.01	-
DEV. ST.	32.53	0.00	-

6.2.2 Caratterizzazione e classificazione chimica

Nei seguenti paragrafi sono dettagliati i risultati ottenuti per ciascuna classe di analiti. I risultati sono stati confrontati con i valori soglia di riferimento L1 e L2 indicati nel D.M. 173/2016. Si ricorda che il Livello Chimico L1 è la concentrazione di una determinata sostanza presente nella matrice sedimento, in miscela con altri eventuali contaminanti, in corrispondenza della quale sono attesi generici effetti tossici e di bioaccumulo con scarsa probabilità. Il Livello Chimico L2 è la concentrazione di riferimento limite, indice di contaminazione e di probabili risposte ecotossicologiche positive.

6.2.2.1 Metalli pesanti e in tracce

La determinazione dei metalli pesanti nel sedimento ha rivelato concentrazioni molto al di sotto, anche di uno/due ordini di grandezza, dei livelli chimici di riferimento (Tabella 6.7) indicati in Tabella 2.5 del D.M. 173/2016, ovvero L1 e L2, in entrambi i campioni raccolti. Le concentrazioni rilevate sono dettagliate nella e rappresentate graficamente in Figura 6.14.

Tabella 6.7: Concentrazioni dei metalli nei sedimenti di indagine

STAZIONE	METALLI PESANTI E IN TRACCE											
	Arsenico	Cadmio	Cromo totale	Cromo VI	Rame	Mercurio	Nichel	Piombo	Zinco	Vanadio	Alluminio	Ferro
MU	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.	mgKg ⁻¹ s.s.
LOQ	1	0.03	0.5	0.2	0.5	0.005	0.5	1	0.5	0.5	1	1
Stazione 1	2.00	<0.03	20.80	<0.2	9.1	<0.005	11.10	8.0	44.10	25.70	7400	18600
Stazione 2	2.00	<0.03	17.00	<0.2	5.2	0.009	11.00	6.0	37.80	22.60	6900	17300
MINIMO	2.00	0.00	17.00	0.00	5.20	0.01	11.00	6.00	37.80	22.60	6900.00	17300.00
MASSIMO	2.00	0.00	20.80	0.00	9.10	0.01	11.10	8.00	44.10	25.70	7400.00	18600.00
MEDIA	2.00	-	18.90	-	7.15	-	11.05	7.00	40.95	24.15	7150.00	17950.00
DEV. ST.	0.00	-	2.69	-	2.76	-	0.07	1.41	4.45	2.19	353.55	919.24
D.M. 173/2016												
L1	12	0.3	50	2	40	0.3	30	30	100	-	-	-
L2	20	0.8	150	2	52	0.8	75	70	150	-	-	-

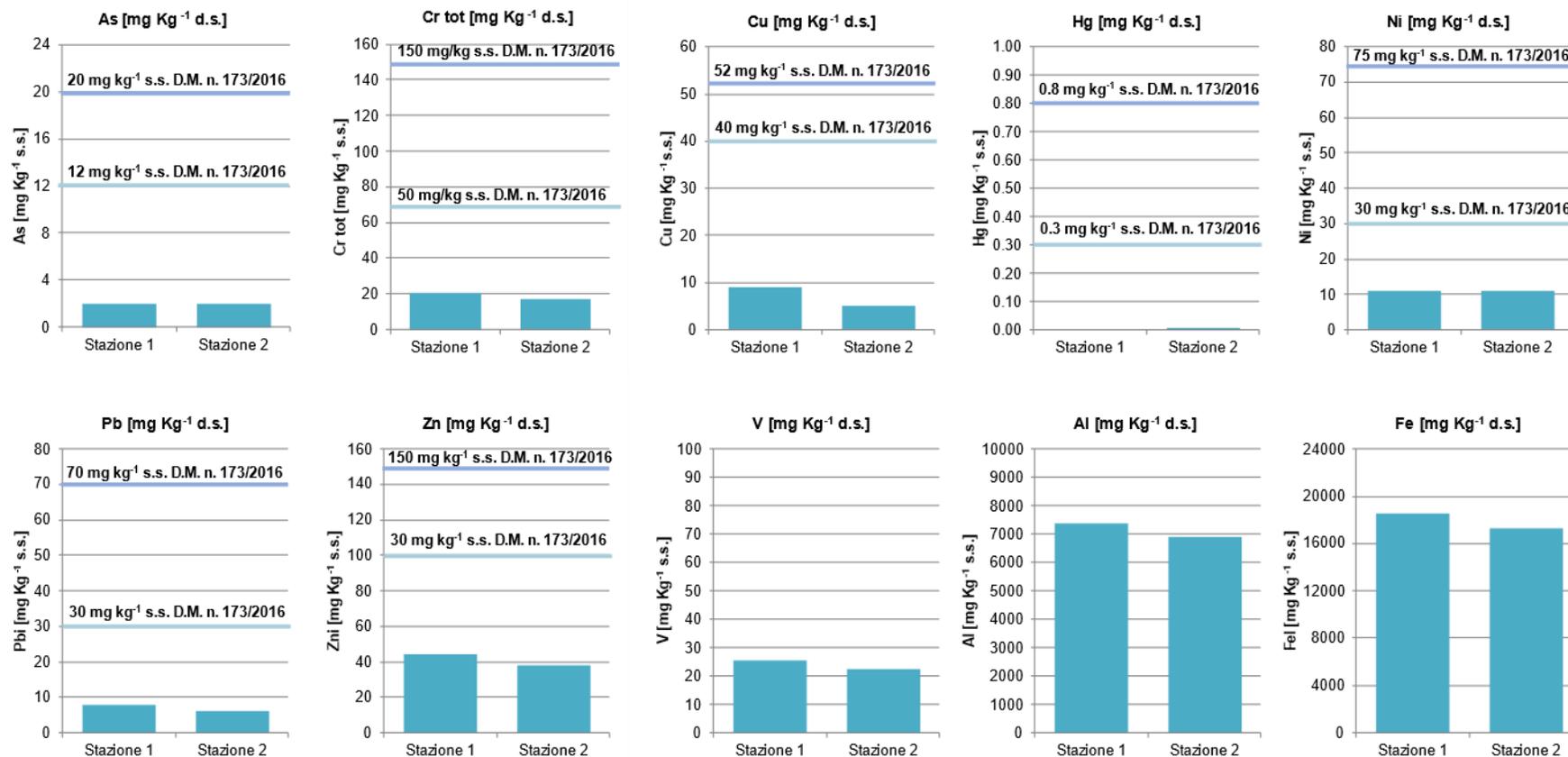


Figura 6.14: Concentrazioni dei metalli pesanti e in tracce nei sedimenti dell'area di studio

6.2.2.2 [Idrocarburi totali e Policiclici Aromatici](#)

Le concentrazioni degli idrocarburi totali e degli IPA nei sedimenti oggetto di indagine hanno mostrato concentrazioni al di sotto dei limiti di rilevabilità in entrambi i campioni raccolti.

6.2.2.3 [Composti organostannici e Pesticidi organoclorurati](#)

Le concentrazioni dei composti organostannici e dei pesticidi organoclorurati sono risultate al di sotto del LoQ in entrambi i campioni raccolti.

6.2.2.4 [Policlorobifenili](#)

Soltanto alcuni congeneri dei PCB sono risultati misurabili nei sedimenti prelevati, specificatamente: PCB 105, PCB 118, PCB 156, PCB 138, PCB 153 e PCB 180. In tutti i casi, le concentrazioni sono risultate estremamente ridotte. La sommatoria dei 16 congeneri definiti nel D.M. 173/2016, pari a 0.067 e 0.017 $\mu\text{g kg}^{-1}$ rispettivamente alla Stazione 1 e Stazione 2, è risultata ampiamente al di sotto dei livelli soglia normativi. Si rimanda alla Tabella 6.10 per dettagli.



Tabella 6.8: Concentrazioni degli IPA nei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	Naftalene	Acenafilene	Acenafene	Fluorene	Fenantrene	Antracene	Fluorantene	Pirene	Benzo(a)antracene	Crisene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(k)fluorantene	Benzo(a)pirene	Indeno(1,2,3-cd)pirene	Dibenzo(a,h)antracene	Benzo(ghi)perilene	Sommatoria IPA
U.M.	µgkg ⁻¹ s.s.																
LoQ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Stazione 1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Stazione 2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MINIMO	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
MASSIMO	0.00	0.00	0.00	<1	0.00	<1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<1	<1	0.00	0.00
MEDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEV. ST.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D.M. 173/2016																	
L1	110	153	75	108	40	20	30	70	-	55	900	110	153	75	108	40	20
L2	1494	1398	500	846	500	500	100	100	-	100	4000	1494	1398	500	846	500	500

Tabella 6.9: Concentrazioni dei pesticidi organoclorurati e dei composti organostannici nei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	Aldrin	Dieldrin	alfa-Esaclorocicloesano	beta-Esaclorocicloesano	gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	DDD	DDT	DDE	p,p'-DDD	p,p'-DDE	p,p'-DDT	o,p'-DDD	o,p'-DDE	o,p'-DDT	Esaclorobenzene	Endrin	Eptacloroepossido	Monobutilstagno	Dibutilstagno	Tributilstagno	Sommatoria organostannici	
U.M.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/Kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.	µg/kg s.s.
LoQ	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1	1	1	1	
Stazione 1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1	<1	<1	
Stazione 2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1	<1	<1	
MINIMO	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1	<1	<1	
MASSIMO	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<1	0.00	0.00	
MEDIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DEV. ST.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
D.M. 173/2016																						
L1	0.2	0.7	0.2	0.2	0.2	0.8	1.0	1.8	-	-	-	-	-	-	0.4	2.7	0.6	-	-	-	5	
L2	10	4.3	10	10	1.0	7.8	4.8	3.7	-	-	-	-	-	-	50	10	2.7	-	-	-	72	

Tabella 6.10: Concentrazioni dei PCB nei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	PCB77	PCB81	PCB105	PCB114	PCB118	PCB123	PCB126	PCB156	PCB157	PCB167	PCB169	PCB189	PCB28	PCB52	PCB101	PCB128	PCB138	PCB153	PCB180	Sommatoria PCB D.M. 173/2016	
U.M.	µgkg ⁻¹ s.s.																				
LoQ	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.001	0.001	0.001	
Stazione 1	<0.001	<0.001	0.002	<0.001	0.004	<0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.020	0.020	0.020	0.067	
Stazione 2	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.010	<0.01	0.014	
MINIMO	0.00	<0.001	0.001	<0.001	0.003	<0.001	<0.001	0.001	<0.001	0.000	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.010	0.020	0.014	
MASSIMO	0.00	0.000	0.002	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.020	0.020	0.067	
MEDIA	-	-	-	-	-	-	-	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.015	-	0.041	
DEV. ST.	-	-	-	-	-	-	-	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.007	-	0.037	
D.M. 173/2016																					
L1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
L2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60

6.2.2.5 Classificazione del pericolo chimico

Le risultanze analitiche relative alla caratterizzazione chimica dei sedimenti prelevati sono state valutate sulla base dei criteri di classificazione previsti dal D.M. 173/2016. Tale D.M. definisce due livelli soglia o livelli chimici di riferimento nazionali (L1 e L2). Come precedentemente indicato, non sono stati rilevati superamenti dei suddetti limiti. Ciò è risultato nell’assegnazione dei sedimenti prelevati ad una classe di pericolo chimico “ASSENTE” per entrambi i livelli soglia L1 ed L2.

Nella Tabella 6.11 il dettaglio dell’analisi effettuata.

Tabella 6.11: Classificazione del pericolo chimico nei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	CLASSE DI PERICOLO CHIMICO		HQ (L1)	Max % contr a HQ (L1)	N. param. non conformi (L1)	HQ (L2)	Max % contr a HQ (L2)	N. param. non conformi (L2)
	L1	L2						
Stazione 1	ASSENTE	ASSENTE	0.05	-	0	0.03	-	0
Stazione 2	ASSENTE	ASSENTE	0.04	-	0	0.03	-	0

6.2.3 Caratterizzazione e classificazione ecotossicologica

6.2.3.1 Risultanze analitiche dei saggi di tossicità

Le risultanze dei saggi di tossicità effettuati nei sedimenti sono riportate nelle tabelle seguenti. Per maggiori dettagli relativi ai parametri di controllo qualità e condizioni al contorno si rimanda ai Rapporti di Prova allegati (Appendice D).

Il saggio sulla fase solida è stato eseguito utilizzando *V. fischeri* come specie target. Le risultanze del saggio (Tabella 6.12) indicano EC50% (su endpoint 10’) pari a 20.0 per la Stazione 1 e non calcolabili (<19.74) per la Stazione 2. Il valore di EC50 (concentrazione efficace mediana) rappresenta la concentrazione o la dose in grado di produrre nel 50% degli individui target un effetto tossico, che nel caso di *V. fischeri* si traduce nell’inibizione della bioluminescenza. I risultati sono stati inoltre espressi in TU (Toxic Units) quale reciproco aritmetico della EC50 (TU50 = 1/EC50 x 100), al fine di consentire una correlazione diretta tra tossicità e concentrazione del campione. Nel caso di studio, il valore di EC50 più elevato (>19.74) corrisponde a TU <5. Il valore di EC50 calcolabile, di poco superiore al LOQ, è risultato nella stazione in TU=5.

È stato inoltre determinato il Sediment Toxicity Index (STI) in accordo a Onorati *et al.* (1999). Anche in questo caso, nel campione che non ha prodotto una riduzione della bioluminescenza misurabile (Stazione 2) l’STI è risultato non calcolabile (<0.1). Nella Stazione 1, dove l’STI è risultato calcolabile, ha avuto un valore di 0.2, associato ad un livello di tossicità Assente.

I risultati sopra esposti sono dettagliati nella Tabella 6.12.

Tabella 6.12: Risultanze ecotossicologiche – *V. Fischeri* su Fase Solida

STAZIONE	<i>V. fischeri</i> (sedimento tal quale)					
U.M.	EC50% 10'	TU 50 10'	S.T.I.	TOSSICITÀ	Massima concentrazione saggiata	% effetto a massima concentrazione
LOQ	-	-	0.1	-	%	%
Stazione 1	20.0	5	0.2	ASSENTE	19.74	50.53
Stazione 2	>19.74	<5	<0.1	ASSENTE	19.74	27.17

Il saggio su fase liquida mediante *D. tertiolecta* ha prodotto le risultanze riportate in tabella seguente. Su entrambi i campioni analizzati l’inibizione della crescita algale determinata dall’inoculo del campione non è stata tale da consentire il calcolo di EC50 né di EC20, entrambi >100. In entrambi i campioni analizzati, la percentuale negativa di effetto del campione tal quale indica biostimolazione. Tali risultati indicano assenza di tossicità degli elutriati per *D. tertiolecta*.

Tabella 6.13: Risultanze ecotossicologiche – *D. tertiolecta* su elutriato

STAZIONE	<i>D. tertiolecta</i> (elutriato)			
MU	EC50% 96h	EC20% 96h	% Effetto campione tal quale	TOSSICITÀ
LOQ	-	-	-	-
Stazione 1	>100	>100	-22	BIOSTIMOLANTE
Stazione 2	>100	>100	-21	BIOSTIMOLANTE

Il saggio su fase liquida mediante embrioni di *P. lividus* ha prodotto le risultanze riportate in Tabella 6.14. L'EC50 non è risultato calcolabile (i.e., > 100) in entrambi i campioni, mentre l'EC20 è risultato calcolabile unicamente della sola Stazione 2. Sulla base di tali informazioni, la tossicità dei sedimenti è stata giudicata “ASSENTE” alla Stazione 1. La debole risposta in termini di EC20 fornita dal saggio alla Stazione 2 è risultata in giudizio di tossicità “PRESENTE”, ovvero il più basso dei giudizi di tossicità elencati in Tabella 4.5. La percentuale di effetto alla massima concentrazione è risultato ridotto in entrambi i campioni, tra 22% (stazione 1) e 36% (Stazione 2).

Tabella 6.14: Risultanze ecotossicologiche – Sviluppo embrionale di *P. Lividus* su elutriato

SAMPLE ID	<i>P. lividus</i> (elutriato)			
U.M.	EC50% 72h	EC20% 72h	% Effetto massima concentrazione	TOSSICITÀ
LoQ	-	-	-	-
Stazione 1	>100	93	22	ASSENTE
Stazione 2	>100	81	36	PRESENTE

6.2.3.2 Classificazione del pericolo ecotossicologico

Una ulteriore elaborazione delle risultanze analitiche dei saggi biologici è stata condotta sulla base delle indicazioni fornite nel D.M. 173/2016, Appendice 2B “Criteri di integrazione ponderata per la valutazione delle risultanze ecotossicologiche”. Tali criteri di integrazione ponderata tengono conto delle caratteristiche dei saggi biologici inclusi nella batteria utilizzata, tra cui la significatività statistica della differenza di effetto tra campione e controllo, la severità dell'effetto, la tipologia di esposizione e la rappresentatività ambientale della matrice testata. Per ciascuno dei saggi previsti, il D.M. di riferimento indica una “soglia” di effetto che rappresenta la variazione minima ritenuta biologicamente significativa per ciascuna condizione sperimentale (Tabella A1, Appendice 2B del D.M. 173/2016); vengono inoltre indicati i “pesi” attribuiti a ciascun saggio in funzione della rilevanza biologica dell'endpoint misurato, della durata dell'esposizione, della matrice testata (Tabella A2, Appendice 2B del D.M. 173/2016). Attraverso le procedure di calcolo riassunte di seguito ed eseguite nel tool applicativo SediQualSoft 109.0, è stato possibile calcolare i cosiddetti “Indici di Pericolo” (Hazard Quotient, HQ) specifici per ogni test effettuato e per ogni batteria utilizzata:

- ✓ per ciascun saggio biologico è stato calcolato l'effetto (Ei), inteso come variazione percentuale dell'endpoint misurato e compensato tramite la correzione di Abbott rispetto alle variazioni osservate nel controllo;
- ✓ l'effetto Ei è stato corretto in base alla significatività statistica della variazione rispetto ai controlli, applicando il coefficiente Z che viene calcolato in funzione del valore ottenuto dal test T per dati con varianza disomogenea;
- ✓ ciascun effetto (Ei) moltiplicato per il suo coefficiente Z, è stato rapportato con la “soglia” specifica per quel saggio;
- ✓ l'indice di pericolo complessivo della batteria di saggi ecotossicologici (Hazard Quotient, HQBatteria) viene calcolato come sommatoria degli effetti pesati (Eiw) dei singoli saggi, ulteriormente corretti secondo il fattore W2 che corrisponde al prodotto dei pesi assegnati in funzione della rilevanza biologica dell'endpoint considerato, della rilevanza ecologica della matrice testata, della esposizione acuta o cronica degli organismi;
- ✓ per l'attribuzione del livello di pericolo derivante dalla batteria di saggi ecotossicologici, il valore ottenuto per l'indice HQBatteria è stato normalizzato ad una scala compresa tra 0 e 10, dove 1 corrisponde al valore di soglia della batteria (cioè il valore di HQ che si otterrebbe se tutti i saggi della batteria mostrassero un effetto pari alla rispettiva soglia) e 10 corrisponde al valore massimo della batteria (quando tutti i saggi mostrano il

100% di effetto). A seconda del valore dell'HQBatteria normalizzato, il livello di pericolo ecotossicologico è stato attribuito ad una classe di gravità (da Assente a Molto Alto), come indicato nella tabella seguente.

Per maggiori dettagli e relativamente ai valori soglia si rimanda all'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016.

Tabella 6.15: Classi di Pericolo Ecotossicologico rispetto ai Valori di HQ della Batteria di Saggi

HQ BATTERIA DI SAGGI	CLASSE DI PERICOLO ECOTOSSICOLOGICO
<1	Assente
≥ 1 – 1.5	Basso
≥ 1.5 – 3.0	Medio
≥ 3.0 – 6.0	Alto
≥ 6.0 – 10.0	Molto Alto

Utilizzando l'approccio descritto, le risultanze dei saggi di tossicità hanno permesso di escludere pericolo ecotossicologico in entrambi i campioni raccolti.

Tabella 6.16: Classi di Pericolo Ecotossicologico nei sedimenti prelevati

STAZIONE	HQ Batteria	Livello di pericolo ecotossicologico	N° saggi	% elutriato
Stazione 1	0.32	ASSENTE	3	100
Stazione 2	0.52	ASSENTE	3	100

6.2.4 Classificazione di qualità dei materiali di escavo

Sulla base dei risultati ottenuti dall'elaborazione delle risultanze di laboratorio chimiche ed ecotossicologiche è stato possibile definire le classi di qualità dei sedimenti marini caratterizzati nelle 2 Stazioni di prelievo. Tale classificazione è stata effettuata secondo la procedura definita al paragrafo 2.7 dell'Allegato Tecnico al D.M. 173/2016, applicando a quanto ottenuto dalla classificazione chimica ed ecotossicologica i criteri di integrazione ponderata previsti attraverso l'utilizzo del tool applicativo SediQualSoft 109.0. In assenza di un valore regionale di pelite di riferimento per il ripascimento della spiaggia emersa, è stato utilizzato un valore pari al 10% in accordo a quanto previsto dall'art. 109, D.Lgs. 152/06.

Sulla base dell'assenza di ecotossicità nei sedimenti oggetto di studio e dell'assenza di superamenti dei livelli chimici di riferimento, i sedimenti raccolti sono risultati ascrivibili alla classe A in entrambe le Stazioni di campionamento.

Tabella 6.17: Classificazione di qualità dei materiali di escavo

Stazione	Classe di pericolo ecotossicologico	% elutriato	Classificazione chimica	% pelite	Classe di qualità del materiale
Stazione 1	ASSENTE	100	HQc(L2) = TRASCURABILE	2.1	A
Stazione 2	ASSENTE	100	HQc(L2) = TRASCURABILE	1.6	A

6.3 MATRICE BIOTA

6.3.1 Caratterizzazione microbiologica

I sedimenti oggetto di indagine non hanno evidenziato contaminazione fecale: le abbondanze di *Escherichia coli* si sono infatti rivelate al di sotto dei LoQ in tutti i campioni, mentre gli streptococchi fecali sono risultati presenti in soli tre campioni in abbondanze molto ridotte. Si riportano le risultanze analitiche nella Tabella di seguito.

Tabella 6.18: Caratteristiche microbiologiche dei sedimenti oggetto di indagine

STAZIONE	Streptococchi fecali	Coliformi fecali	Coliformi totali
U.M.	MPNg ⁻¹ s.s.	MPNg ⁻¹ s.s.	MPNg ⁻¹ s.s.
Stazione 1	<3	<3	<3
Stazione 2	<3	<3	<3

6.3.2 Comunità bentoniche

A seguito delle indagini sulla comunità macrobentonica svolte in laboratorio sono stati contati un totale di 163 individui, la maggior parte dei quali identificati fino al livello di specie (lista specie riportata in Appendice B). Nel complesso sono stati riconosciuti 25 taxa differenti. Di questi, 13 appartenenti al gruppo degli artropodi, 7 a quello degli anellidi policheti, 4 a quello dei molluschi e 1 a quello dei cordati.

Le immagini di seguito riportate mostrano il materiale trattenuto a seguito della setacciatura effettuata in campo e poi analizzata in laboratorio per le analisi sulla comunità macrobentonica (Figura 6.15).



Figura 6.15: Setacci con relativo materiale sedimentario trattenuto a termine della setacciatura effettuata in campo. Dall'alto verso il basso: Stazione di campionamento 1, Stazione di campionamento 2 e le relative due repliche (R)

Nel complesso, le analisi effettuate hanno evidenziato una comunità costituita in gran parte da organismi appartenenti al phylum degli Annelida, rappresentanti del 75% (3203 ind m⁻²) dell'abbondanza sul totale. La restante parte è risultata costituita per il 16% (656 ind m⁻²) da organismi appartenenti al Phylum degli Arthropoda, per il 6% (250 ind m⁻²) da organismi appartenenti a quello dei Chordata e per il 3% (140 ind m⁻²) a quello dei Mollusca. In termini di ricchezza specifica, invece, il phylum degli Arthropoda è risultato quello con il valore percentuale del numero di specie più alto (52%) rispetto a tutti gli altri, seguito da quello degli Annelida (28%), dei Mollusca (16%) e dei Chordata (4%) (Figura 6.16).

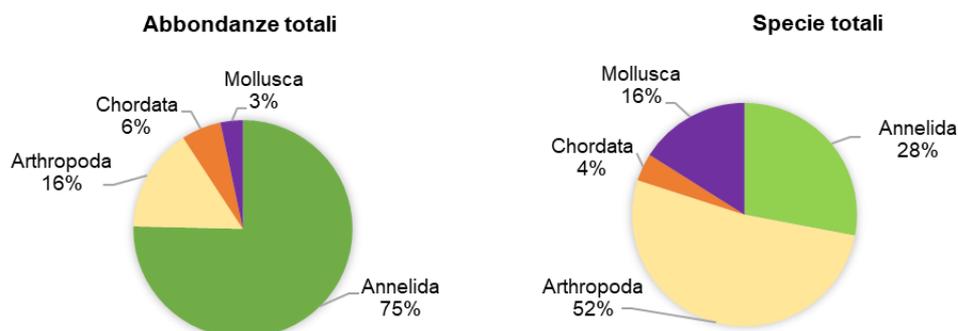


Figura 6.16: Valori percentuali delle abbondanze totali (a sinistra) e del numero di specie totali (a destra) dei principali gruppi tassonomici identificati

Considerando singolarmente le Stazioni di campionamento, invece, è stata osservata una notevole differenza fra le due Stazioni, sia in termini di abbondanza totale che di ricchezza specifica, ben rappresentata nel grafico sottostante.

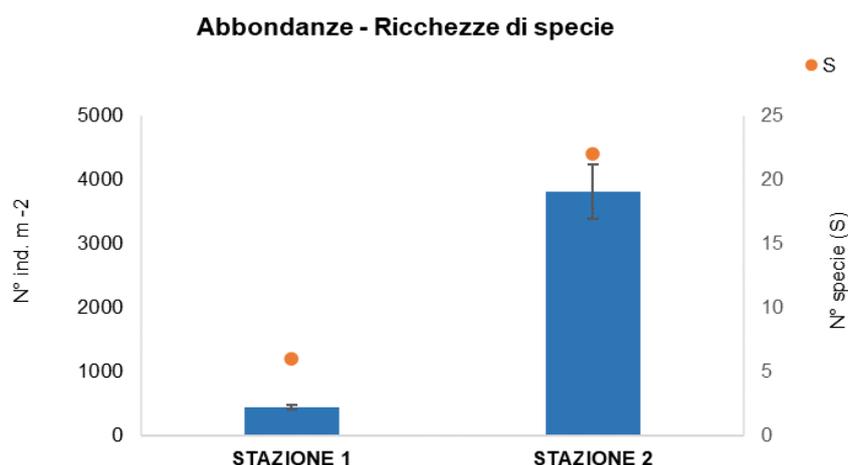


Figura 6.17: Abbondanze medie totali del macrobenthos (esprese come ind. m⁻²) con rispettive deviazioni standard e ricchezza specifica (espressa come numero di specie totali) nelle due Stazioni oggetto di studio

Nella Stazione 2, situata più a largo, sono stati registrati valori di abbondanza totale e di numero di specie molto più alti rispetto a quelli registrati nella Stazione 1. A fronte ad un massimo di 6 specie totali identificate su un valore medio totale di 437 ± 37.3 ind. m⁻² nella Stazione 1, nella Stazione 2 sono stati identificate 22 specie differenti su un valore medio totale di 3812 ± 423.5 ind. m⁻².

Il grafico seguente evidenzia le differenze nella comunità macrobentonica fra le due Stazioni. In termini di struttura di comunità, le differenze tra le due Stazioni hanno riguardato il phylum dominante (Arthropoda nella Stazione 1 e Annelida nella Stazione 2) e la presenza, nella Stazione 2, di un ristretto pool di molluschi che hanno rappresentato una frazione minoritaria della comunità rinvenuta in questa stazione.

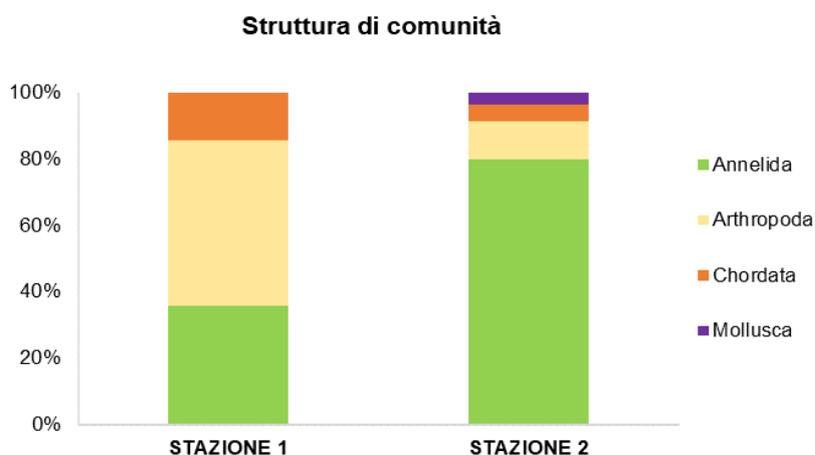


Figura 6.18: Struttura di comunità di entrambi i siti di studio

Più nello specifico, nella Stazione 1 sono state individuate le seguenti specie/taxa, illustrate nella Figura seguente: gli anfipodi *Synchelidium* sp. (63 ind. m⁻²), *Pontocrates arenarius* (63 ind. m⁻²), *Perioculodes longimanus* (31 ind. m⁻²), l'isopode *Eurydice pulchra* (63 ind. m⁻²), l'anellide polichete *Paraonis fulgens* (156 ind. m⁻²), e il cordato *Branchiostoma lanceolatum* (63 ind. m⁻²).

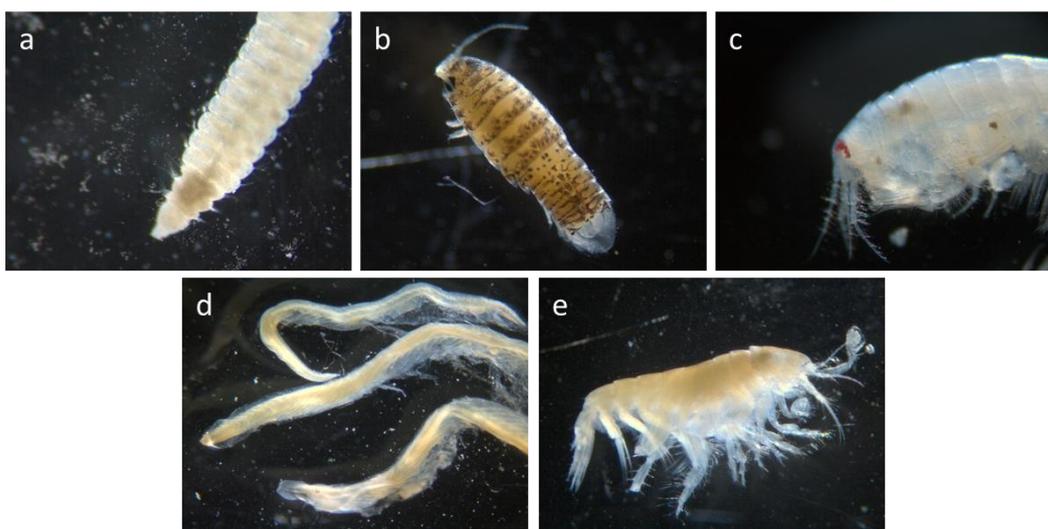


Figura 6.19: a) *Paraonis fulgens*; b) *Eurydice pulchra*; c) *Perioculodes longimanus* d) *Branchiostoma lanceolatum*; e) *Pontocrates arenarius*.

Nella Stazione 2, caratterizzata da una maggiore diversità specifica, le seguenti specie possono essere considerate maggiormente rappresentative della comunità: i policheti *Salvatoria limbata* (2125 ind. m⁻²), *Jasmineira caudata* (422 ind. m⁻²) e *Paraonis fulgens* (344 ind. m⁻²), il cordato *Branchiostoma lanceolatum* (188 ind. m⁻²), il crostaceo *Hippomedon massiliensis* (94 ind. m⁻²), e il mollusco bivalve *Lucinella divaricata* (78 ind. m⁻²).

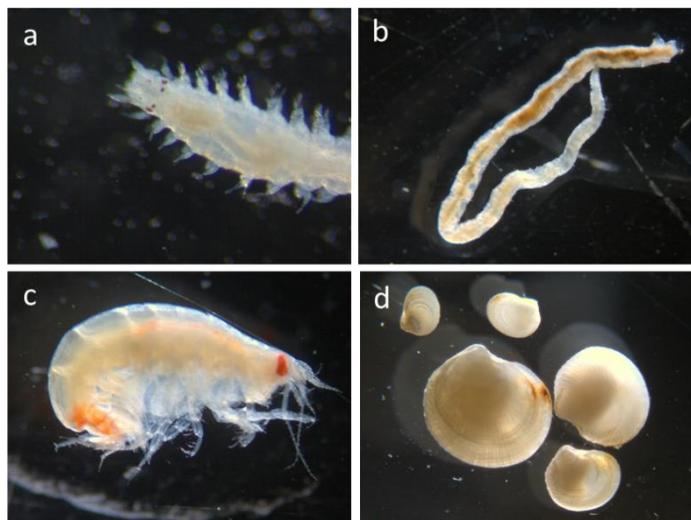


Figura 6.20: a) *Salvatoria limbata*; b) *Jasmineira caudata*; c) *Hippomedon massiliensis*; d) *Lucinella divaricata*.

Per fornire un quadro più completo sullo stato della diversità della comunità bentonica analizzata, nella Tabella 6.19 sono stati riportati i valori assoluti del numero di specie (S) e quelli medi delle abbondanze espressi come numero di individui su metro quadrato (N), oltre che i risultati ottenuti dal calcolo dei principali indici strutturali: l'indice di diversità di Shannon Wiener $H'(\log_e)$, l'indice di equitabilità di Pielou (J'), l'indice di dominanza di Simpson (Lambda) e l'indice di ricchezza specifica di Margalef (d) con le rispettive deviazioni standard.

Tabella 6.19: Valori assoluti del numero di specie (S), valori medi delle abbondanze (n° ind. m^{-2}), valori degli indici di Shannon Wiener $H'(\log_e)$, Pielou (J'), Simpson (Lambda) e Margalef (d), con le rispettive deviazioni standard (ds)

Stazioni	S	N - ds		$H'(\log_e)$ - ds		J' - ds		Lambda - ds		d - ds	
Stazione 1	6	438	37.28	1.67	0.07	0.93	0.05	0.21	0.00	2.57	0.03
Stazione 2	22	3813	423.52	1.96	0.27	0.63	0.16	0.26	0.15	4.87	0.27

In particolare, nella Stazione 2 sono stati ottenuti i risultati più alti per gli indici di diversità Shannon (H') (Figura 6.20 in alto), di Simpson (lambda) e di Margalef (d) mentre, per l'indice di equitabilità di Pielou (J') (Figura 6.21 in basso) (indice del grado di equidistribuzione degli individui tra le diverse specie) i valori più alti sono stati ottenuti nella Stazione 1.

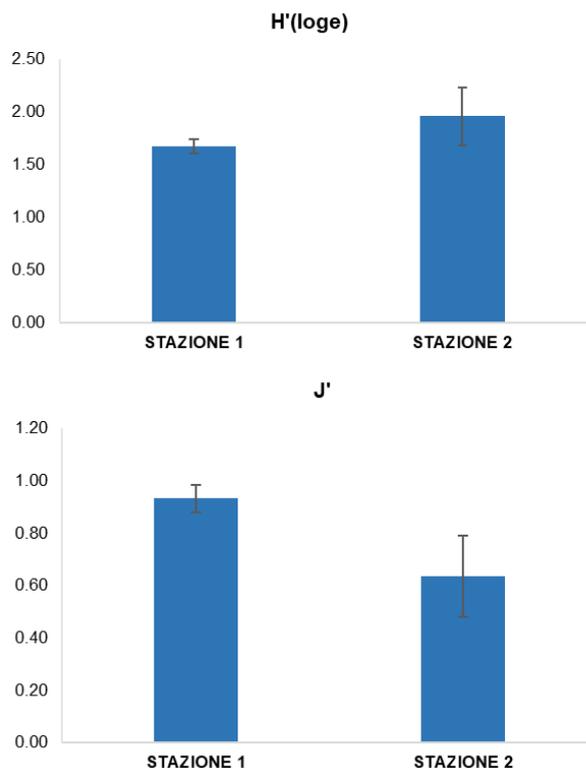


Figura 6.21: Indici di diversità della comunità macrobentonica analizzata (in alto: Indice di diversità totale H'(loge); in basso: l'indice di Pielou (J')). Sono rappresentati i valori medi di ogni stazione e le rispettive barre di deviazione standard

Infine, allo scopo di valutare lo stato della qualità ecologica delle acque marine costiere nell'area indagata, è stato effettuato il calcolo degli indici AMBI ed M-AMBI.

Il calcolo dell'indice AMBI, che si basa sulla composizione della comunità macrobentonica analizzata, ha permesso di definire lo stato ecologico della Stazione 1 e della Stazione 2 come "Lievemente disturbato" (rispettivi valori di AMBI: 1.22 e 1.23). Esso prevede di attribuire le specie identificate a diversi gruppi ecologici individuati in funzione della sensibilità/tolleranza delle stesse. Le percentuali degli organismi appartenenti ai differenti gruppi ecologici, i valori di AMBI ottenuti e la percentuale di organismi che non sono stati assegnati ad alcun gruppo ecologico (N.A.) (dato risultato inferiore al limite critico del 20%), sono state riassunte nella Tabella 6.20.

Tabella 6.20: Risultati dell'applicazione dell'indice AMBI. Sono riportate le percentuali degli organismi appartenenti ai 5 gruppi ecologici e percentuali di non attribuiti ad alcun gruppo ecologico, ricchezza di specie e diversità

Stazioni	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Media AMBI	Classificazione del Disturbo	S	H'	N.A. (%)
Stazione 1	42.9	21.4	35.7	0	0	1.22	Lievemente disturbato	6	2.41	0
Stazione 2	23.8	65.3	8.8	0.7	1.4	1.23	Lievemente disturbato	22	2.83	1.3

Una classificazione ecologica sintetica dell'ecosistema viene fornita, invece, dall'applicazione dell'indice M-AMBI, il cui calcolo ha permesso di classificare lo status delle acque marino costiere meno profonde della Stazione 1, come "Moderato" (valore M-AMBI di 0.56), e "Buono" quello della Stazione 2 (valore M-AMBI di 0.77), situata 200 m più a largo (Tabella 6.21).

Tabella 6.21: Risultati dell'applicazione dell'indice M-AMBI nelle due Stazioni oggetto di studio. Sono riportati i valori di: AMBI, diversità (H'), numero di taxa (S), M-AMBI e relativo Stato Ecologico

Soglie Indici	AMBI	H'	S	M-AMBI	Stato
Cattivo	6	0	0	0	Cattivo
Elevato	0.5	4	30	1	Elevato
Stazioni di Campionamento	AMBI	H'	S	M-AMBI	Stato
Stazione 1	1.22	2.41	6	0.56	Moderato
Stazione 2	1.23	2.83	22	0.77	Buono

In sintesi, le analisi effettuate sul macrobenthos hanno rivelato la presenza di una comunità bentonica tipica di quella delle Sabbie Grossolane e Ghiaie Fini in Correnti di Fondo (SGCF) descritte da Pérès e Picard (1964), in accordo con la classe granulometrica osservata sia nella fase di analisi del sedimento in campo, che durante le operazioni di sorting in laboratorio. Questa tipologia di habitat, riscontrabile in alcune aree lungo la costa calabra nei primi 3-25 m di profondità, è caratterizzata da fondi mobili soggetti ad un intenso regime idrodinamico, che può anche essere causa di sconvolgimento delle zonazioni bentoniche, specialmente a profondità maggiori (FEP Calabria 2007/2013).

Una delle specie più caratteristiche ed indicative di questa biocenosi è il cefalocordato *Branchiostoma lanceolatum*, per la sua presenza la biocenosi viene quindi denominata “Sabbie ad Anfiosso” (Pérès e Picard, 1964). Ampiamente distribuito lungo le coste italiane, dal mar Ligure fino al mar Adriatico, *Branchiostoma lanceolatum* viene associato principalmente a sedimenti più grossolani con basse percentuali di limo e argilla (De Biasi, 2022). Si tratta di una specie molto sensibile al disturbo (gruppo ecologico AMBI I) e, pertanto, riscontrata in Mediterraneo soprattutto nelle aree meno impattate dalle attività antropiche (Rota *et al.*, 2009). Come molti altri organismi bentonici, ricopre un ruolo molto importante nel garantire l'ossigenazione e riciclo della sostanza organica all'interno dei sedimenti grazie alla sua attività di “bioturbatore” (Ueda et Sakaki, 2007). Le sue caratteristiche ed ecologia, hanno fatto sì che questo organismo venisse scelto e proposto come “*seabed indicator*” a sostegno dell'implementazione delle Direttive EU “Habitat” e “Acque” (Hiscock *et al.*, 2005).

Secondo la classificazione EUNIS 2022 la biocenosi è descrivibile con il codice MB35 “Sedimento grossolano infralitorale mediterraneo”, classificabile come habitat 1110 (Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina) dell'Annex I della Direttiva Habitat.

Nel complesso, la comunità macrobentonica analizzata è risultata composta principalmente da organismi appartenenti ai Phylum degli Annelida e degli Arthropoda come, ad esempio, i policheti *Salvatoria limbata*, *Paraonis fulgens*, *Jasmineira caudata* e i crostacei *Hippomedon massiliensis*, *Pontocrates arenarius*. Particolarmente abbondanti sono risultati anche gli organismi appartenenti al Phylum dei Chordata, rappresentato dalla sola specie *Branchiostoma lanceolatum*. La presenza di molluschi bivalvi e gastropodi, invece, è stata riscontrata solamente nella Stazione 2, dove, il maggior numero di bivalvi era da attribuire alla specie *Lucinella divaricata* mentre, per i gastropodi, *Caecum trachea* è risultata essere l'unica specie presente.

Dal momento che lo studio a livello di comunità è un ottimo metodo per valutare lo stato degli ecosistemi, sono stati calcolati i principali indici strutturali. Ne è risultato che, in accordo all'andamento dei valori di numero di specie (S) e di abbondanza (N), anche i valori dell'indice di ricchezza specifica di Margalef (d) e di diversità di Shannon (H') erano più alti nella Stazione 2. Per quanto riguarda i valori dell'indice di equitabilità di Pielou (J') e dell'indice di Simpson (lambda), invece, questi hanno descritto nella Stazione 2 una comunità con una minore equidistribuzione degli individui tra le diverse specie, con la presenza, quindi, di alcune dominanti rispetto ad altre. Nel complesso, i valori più bassi riscontrati nella Stazione 1 potrebbero essere imputati ad una maggiore forzante idrodinamica che caratterizza l'area oggetto di indagine e che, presumibilmente, ha contribuito nel corso del tempo alla formazione di una comunità con una particolare stabilità vicino costa.

Infatti, come si evince dalla composizione in gruppi ecologici dell'indice AMBI, nella Stazione 1, sebbene siano presenti organismi tolleranti al disturbo, sono completamente assenti organismi opportunistici, riscontrati invece nella Stazione 2 (i. e. policheti capitellidi e il bivalve *Varicorbula gibba*).

Nel complesso, sulla base dei risultati ottenuti dal calcolo dell'indice M-AMBI lo stato di qualità dell'ambiente marino della Stazione 1 è stato classificato come “moderato” (0.56), mentre quello della Stazione 2 come “buono” (0.77) ed entrambi i siti di studio secondo il calcolo dell'indice AMBI, sono risultati “lievemente disturbati” (AMBI Stazione 1= 1.22; AMBI Stazione 2= 1.23).

7 CONCLUSIONI

Ubicata lungo la fascia costiera tirrenica della Calabria, poco più a Nord dello Stretto di Messina, l'area di studio è influenzata dalla circolazione generale delle correnti del Mar Tirreno. In particolare, le acque superficiali sono caratterizzate dalla presenza di una massa d'acqua di origine atlantica (Atlantic Water o AW) che dallo Stretto di Gibilterra fluisce verso Est compiendo un ampio giro ciclonico lungo le coste siciliane e della penisola italiana, prima di defluire nel Mar Ligure attraverso il Canale di Corsica (e.g., Iacono, *et al.*, 2021). In occasione del campionamento, le acque indagate hanno mostrato temperature attribuibili agli incrementi termici primaverili e salinità compatibili con quelle normalmente associate alle acque atlantiche (AW; e.g., Iacono, *et al.*, 2013, 2021). Inoltre, le misure idrologiche effettuate hanno evidenziato una elevata omogeneità termalina che ha a sua volta comportato una evidente uniformità lungo la colonna d'acqua delle restanti variabili chimico-fisiche. Fra queste, l'ossigeno disciolto (DO) e la torbidità rappresentano alcuni dei principali fattori che influenzano i recettori ambientali delle acque marino-costiere. Il presente studio ha permesso di rilevare condizioni di buona ossigenazione delle acque, evidenziata sia dalle concentrazioni di DO, sia dai valori di saturazione percentuale che si collocano lievemente al di sopra del 100 %. È importante sottolineare come le concentrazioni di DO, in particolare, siano risultate sempre marcatamente superiori ai valori suggeriti da alcuni autori come soglia di uno stato di ipossia: 2 ml l⁻¹ (Diaz and Rosenberg, 1995; Wu, 2002) o 2 mg l⁻¹ (i.e., 1.4 ml l⁻¹; Rabalais *et al.*, 1999; Justić, *et al.*, 2003). Le acque indagate sono apparse caratterizzate da condizioni di ottima trasparenza, come si evince sia dalla scarsa torbidità rilevata lungo la colonna d'acqua, sia dalle misure di profondità di scomparsa del disco di Secchi, che è risultato visibile fino al fondo in entrambe le Stazioni indagate.

Inoltre, le acque oggetto di indagine hanno mostrato un carico solido molto ridotto e condizioni generali di oligotrofia, determinata dalla ridotta concentrazione dei nutrienti. L'area più prossima alla costa, in virtù della ridotta profondità, ha mostrato più elevate quantità di solidi sospesi (TSS) e maggiori concentrazioni di nutrienti rispetto all'area offshore. La vicinanza alla costa e la ridotta profondità della Stazione 1 hanno determinato una più elevata presenza di sedimenti fini risospesi ed una maggiore influenza del *runoff* di acque meteoriche dal litorale.

I popolamenti del plancton non hanno presentato peculiarità o aspetti di rilievo. In merito al fitoplancton, i taxa identificati (in ordine di importanza, fitoflagellati, dinoflagellati, diatomee, "altri taxa", coccilofori e cianobatteri) hanno presentato abbondanze e struttura di comunità tipiche del Tirreno Meridionale nel periodo primaverile. Non sono state identificate fioriture o specie tossiche. Il mesozooplancton ha presentato una tipica struttura di comunità dominata da copepodi, rappresentati dagli ordini Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida.

Le indagini effettuate sui sedimenti hanno indicato la componente sabbiosa medio-grossolana come quella più abbondante, con un limitato contributo di ghiaie. I sedimenti si sono rivelati scevri da contaminazioni chimiche e non hanno presentato effetti di ecotossicità sulla batteria di specie target utilizzata. Sulla base di tali risultati, il pericolo chimico e il pericolo ecotossicologico sono risultati assenti e i sedimenti sono risultati classificabili, da un punto di vista della qualità, in classe A.

Le indagini microbiologiche non hanno rivelato la presenza di contaminazione fecale.

I risultati sopra esposti indicano che l'area di studio non è oggetto di pressioni antropiche in grado di determinare accumulo di contaminanti nei sedimenti superficiali e/o di determinarne tossicità.

Gli indici biotici calcolati per le comunità bentoniche hanno permesso di classificare l'ambiente come "lievemente disturbato", principalmente sulla base dello scarso numero di specie rinvenute. Tuttavia, tale caratteristica è probabilmente da imputarsi non alla presenza di fattori antropogenici, bensì all'azione dell'idrodinamismo locale in grado di rimescolare e risospingere frequentemente gli strati sedimentari superficiali. La presenza di *Branchiostoma lanceolatum*, organismo molto sensibile al disturbo, è un forte indizio a supporto della buona qualità dei sedimenti formanti il substrato dell'area di studio.

Secondo la classificazione EUNIS 2022 la biocenosi è descrivibile con il codice MB35 "Sedimento grossolano infralitorale mediterraneo", classificabile come habitat 1110 (Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina) dell'Annex I della Direttiva Habitat.

REFERENZE

- Anderson, M.J., Gorley, R.N., Clarke, K.R., 2008, PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods.
- APAT, IRSA-CNR, 2003, 1010 Strutture, attrezzature e reattivi di laboratorio, in: APAT IRSA-CNR, Metodi analitici per le acque, 29, pp.5-24.
- Carstensen, J. and C.M. Duarte, 2019, Environmental Science and Technology, DOI: 10.1021/acs.est.8b03655.
- Cicero e Di Girolamo, 2001, Benthos – Scheda 1, Analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili in ambiente marino, in: ICRAM, 2001, Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003), Metodologie analitiche di riferimento.
- De Biasi A.M., Boni G., 2022, Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B, 109. 2002. pagg. 89-97, figg. 2, tabb. 2 *Branchiostoma lanceolatum* (leptocardia) along the italian coasts: historical and new records.
- Diaz, R. J. And R. Rosenberg, 1995, Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and behavioural responses of marine macrofauna, Oceanography and Marine Biology Annual Review, 33, 245–303.
- FEP Calabria 2007/2013, codice progetto 03/ACO/11 “AZIONI COLLETTIVE” Asse III – Misura 3.1 “PIANO DI GESTIONE LOCALE RELATIVO ALL’INTERA COSTIERA TIRRENICA REGIONALE – GSA 10”
- Fofonoff, N.P. and Millard Jr, R.C. (1983) Algorithms for the computation of fundamental properties of seawater. Paris, France, UNESCO, 53pp. (UNESCO Technical Papers in Marine Sciences; 44), DOI: <https://doi.org/10.25607/OBP-1450>
- Folk, R. L., 1974, Petrology of Sedimentary Rocks: Hemphill Publishing Co., Austin, TX.
- Folk, R.L., 1954, The Distinction between Grain Size and Mineral Composition in Sedimentary-Rock Nomenclature, The Journal of Geology, 62 (4), 344-359.
- Hinga, 2002, Effects of pH on coastal marine phytoplankton, Marine Ecology Progress Series, Vol. 238: 281 – 300.
- Hiscock K., Langmead O., Warwick R., and Smith A., 2005, Identification of seabed indicator species to support implementation of the EU Habitats and Water Framework Directives, 2nd edn, Report to the Joint Nature Conservation Committee and the Environment Agency from the Marine Biological Association, Marine Biological Association, Plymouth, JNCC Contract F90-01-705.
- Iacono, R., Napolitano, E., Marullo, S. and V. Artale, 2013, Seasonal Variability of the Tyrrhenian Sea Surface Geostrophic Circulation as Assessed by Altimeter Data, Journal of Physical Oceanography, 46, 1710-1732.
- Iacono, R., Napolitano, E., Palma, M. and G. Sannino, 2021, The Tyrrhenian Sea Circulation: A Review of RecentWork, Sustainability, 13, 6371, <https://doi.org/10.3390/su13116371>.
- Justić, D., Rabalais, N.N. and R.E. Turner, 2003, Simulated responses of the Gulf of Mexico hypoxia to variations in climate and anthropogenic nutrient loading, Journal of Marine Systems 42 (2003) 115 – 126.
- Lewis, 1980, The Practical Salinity Scale 1978 and Its Antecedents, IEEE Journal of Oceanic Engineering, Vol. OE-5 (1), 13-18.
- Margalef R., 1958, Information theory in ecology, Gen. Syste., 3, 36-71.
- Ministero dell’Ambiente, Servizio Difesa del Mare – ICRAM, 2000, Regione Marche, in: Qualità degli ambienti marini costieri italiani 1996-1999, 284 pp.
- Muxika I., Borja A. and J. Bald, 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(1–6), 16–29.
- Onorati, F., D. Pellegrini, and A. Ausili. "Evaluation of natural toxicity on MICROTOX solid-phase test. The pelitic normalization; Valutazione della tossicità naturale nel saggio di MICROTOX in fase solida: la normalizzazione pelitica." *Acqua-Aria* (1999).
- Pérès, J. M. and J. Picard, 1964, Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. Recueil des Travaux de la Station Marine d’Endoume 31, 1–137.
- Pielou, E. C., 1966, The measurement of diversity in different types of biological collections. Journal of Theoretical Biology, 13, 131-144.

- Rabalais, N.N., Turner, R.E., Justić, D., Dortch, Q. and W.J.Jr. Wiseman, 1999, Characterization of Hypoxia, Topic 1: Report for the Integrated Assessment on Hypoxia in the Gulf of Mexico, NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 15, NOAA Coastal Ocean Program, Silver Spring, MD, 167 pp.
- Rampi, L. and Bernhard, M. Chiave per la determinazione delle Peridinee Pelagiche Mediterranee. C.N.E.N., (RT/B10(80)8), Rome.
- Rota E., Perra G. and Focardi S., 2009, The European lancelet *Branchiostoma lanceolatum* (Pallas) as an indicator of environmental quality of Tuscan Archipelago (Western Mediterranean Sea), *Chemistry and Ecology*, 25, 1, 61–69.
- Shannon, C. E. and W. Weaver, 1949, “The mathematical theory of communication” University of Illinois Press, Urbana, Illinois, 117.
- Shepard, F.P., 1954, Nomenclature based on sand-silt-clay ratios, *J. Sedim. Petrol.*, 24, 151 – 158.
- Simpson, E. H., 1949, Measurement of Diversity, *Nature*, 163, 688.
- Tomas, C.R., 1997. Identifying marine phytoplankton. Elsevier.
- Ueda H., Sakaki K., Effects of turbation of the Japanese common lancelet *Branchiostoma japonicum* (Cephalochordata) on sediment condition: laboratory observation. 2007. *Plankton Benthos Res.* 2, 155–160.
- UNESCO, 1988, The Acquisition, Calibration and Analysis of CTD Data, Unesco Technical Papers in marine Science, 54, 102 pp.
- U.S. EPA 2001. Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. EPA-823-B-01-002.
- Uthermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton-methodik. *Mitt Int. Ver Limnol.* 9, 38.
- Wu, R.S.S., 2002, Hypoxia: from molecular Responses to Ecosystem Responses. *Marine Pollution Bulletin*, 45, 35–45.
- Zingone, A., Totti, C., Sarno, D., Cabrini, M., Caroppo, C., Giacobbe, M., Lugliè, A., Nuccio, C., Socal, G., 2010. Fitoplancton: metodiche di analisi quali-quantitativa. pp. 213–237.

Appendice A: Schede tecniche della strumentazione utilizzata

SEACAT Profiler

SBE 19*plus*



The SBE 19*plus* is the next generation *Personal CTD*, bringing numerous improvements in accuracy, resolution (in fresh as well as salt water), reliability, and ease-of-use to the wide range of research, monitoring, and engineering applications pioneered by its legendary SEACAT predecessor. The 19*plus* samples faster (4 Hz vs 2), is more accurate (0.005 vs 0.01 in T, 0.0005 vs 0.001 in C, and 0.1% vs 0.25% — with seven times the resolution — in D), and has more memory (8 Mbyte vs 1). There is more power for auxiliary sensors (500 ma vs 50), and they are acquired at higher resolution (14 bit vs 12). Cabling is simpler and more reliable because there are four differential auxiliary inputs on two separate connectors, and a dedicated connector for the pump. All exposed metal parts are titanium, instead of aluminum, for long life and minimum maintenance.

The 19*plus* can be operated without a computer from even the smallest boat, with data recorded in non-volatile FLASH memory and processed later on your PC. Simultaneous with recording, real-time data can be transmitted over single-core, armored cable directly to your PC's serial port (maximum transmission distance dependent on number of auxiliary sensors, baud rate, and cable properties). The 19*plus*' faster sampling and pump-controlled TC-ducted flow configuration significantly reduces salinity spiking caused by ship heave, and allows slower descent rates for improved resolution of water column features. Auxiliary sensors for dissolved oxygen, pH, turbidity, fluorescence, and PAR can be added. For moored deployments, the 19*plus* can be set to *time-series* mode using software commands. External power and two-way real-time communication over 10,000 meters of cable can be provided with the SBE 36 CTD Deck Unit and Power and Data Interface Module (PDIM).

The 19*plus* uses the same temperature and conductivity sensors proven in 5000 SEACAT and MicroCAT instruments, and a superior new micro-machined silicon strain gauge pressure sensor developed by Druck, Inc. Improvements in design, materials, and signal acquisition techniques yield a low-cost instrument with superior performance that is also easy to use. Calibration coefficients, obtained in our computer-controlled high-accuracy calibration baths, are stored in EEPROM memory. They permit data output in ASCII engineering units (degrees C, Siemens/m, decibars, Salinity [PSU], sound velocity [m/sec], etc.).

Accuracy, convenience, portability, software, and support; compelling reasons why the 19*plus* is today's best low-cost CTD.

CONFIGURATION AND OPTIONS

A standard SBE 19*plus* is supplied with:

- Plastic housing for depths to 600 meters
- Strain-gauge pressure sensor
- 8 Mbyte FLASH RAM memory
- 9 D-size alkaline batteries
- Impulse glass-reinforced epoxy bulkhead connectors: 4-pin I/O, 2-pin pump, and two 6-pin (two differential auxiliary A/D inputs each)
- SBE 5M miniature pump and T-C Duct

Options include:

- Titanium housing for depths to 7000 meters
- SBE 5T pump in place of SBE 5M for use with dissolved oxygen and/or other pumped sensors
- Bulkhead connector for use with PAR sensor
- Sensors for oxygen, pH (for integration in Profiling mode only), fluorescence, light (PAR), light transmission, and turbidity
- Stainless steel cage
- MCBH *Micro* connectors in place of glass-reinforced epoxy connectors
- Ni-Cad batteries and charger
- Moored mode conversion kit with anti-foulant device fittings

SOFTWARE

The SBE 19*plus* is supplied with a powerful Windows 95/98/NT/2000/XP software package, SEASOFT®-Win32, which includes:

- SEATERM® — communication and data retrieval
- SEASAVE® — real-time data acquisition and display
- SBE Data Processing® — filtering, aligning, averaging, and plotting of CTD and auxiliary sensor data and derived variables



Sea-Bird Electronics, Inc.

1808 136th Place NE, Bellevue, Washington 98005 USA

Website: <http://www.seabird.com>

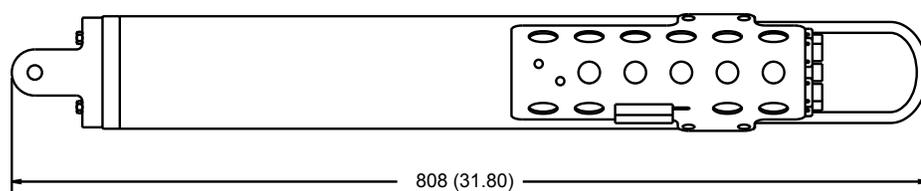
E-mail: seabird@seabird.com

Telephone: (425) 643-9866

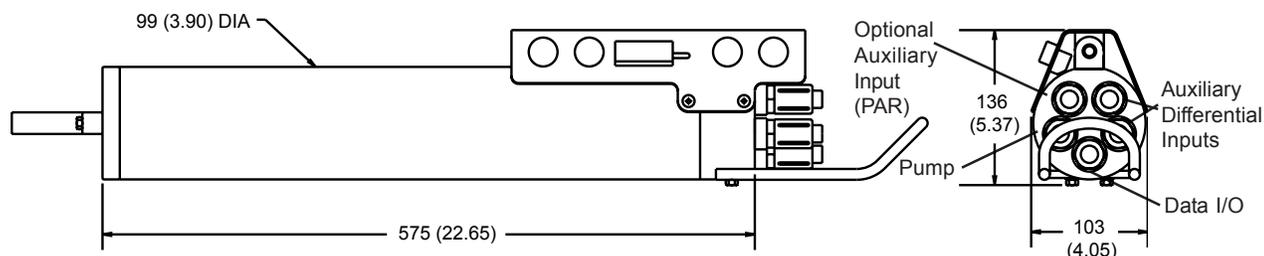
Fax: (425) 643-9954

SEACAT Profiler

SBE 19plus



Dimensions
in millimeters
(inches)



SPECIFICATIONS

	Measurement Range	Initial Accuracy	Typical Stability (per month)	Resolution
Conductivity (S/m)	0 to 9	0.0005	0.0003	0.00005 (most oceanic waters; resolves 0.4 ppm in salinity) 0.00007 S/m (high salinity waters; resolves 0.4 ppm in salinity) 0.00001 S/m (fresh waters; resolves 0.1 ppm in salinity)
Temperature (°C)	-5 to +35	0.005	0.0002	0.0001
Pressure	0 to 20/100/350/ 1000/2000/3500/ 7000 meters	0.1% of full scale range	0.004% of full scale range	0.002% of full scale range

Memory 8 Mbyte non-volatile FLASH memory

Data Storage

Recorded Parameter	Bytes/Sample
T + C	6
pressure	5
each external voltage	2

Real-Time Clock 32,768 Hz TCXO accurate to ±1 minute/year

Internal Batteries 9 alkaline D-cells provide 60 hours profiling CTD operation; optional 9-cell rechargeable nickel-cadmium battery pack provides approximately 24 hours operation per charge

External Power Supply 9 - 28 VDC; consult factory for required current

Power Requirements

Sampling	65 mA
SBE 5M pump	100 mA
Optional SBE 5T pump	150 mA
Communications	60 mA
Quiescent	30 µA

Auxiliary Voltage Sensors

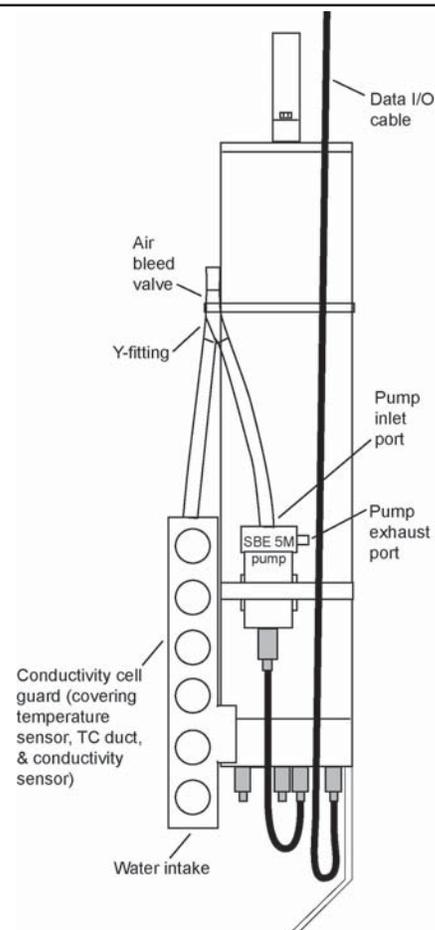
Auxiliary power out	up to 500 mA at 10.5 - 11 VDC
A/D resolution	14 bits
Input range	0 - 5 VDC

Housing Materials, Depth Rating, Weight in air*, Weight in water*

Acetal Copolymer *Plastic* housing, 600 meter (1950 feet), 7.3 kg (16 lbs), 2.3 kg (5 lbs)
3AL-2.5V *Titanium* housing, 7000 meter (22,900 feet), 13.7 kg (30 lbs), 8.6 kg (19 lbs)
*without pump

Optional Cage

1016 mm x 241 mm x 279 mm (40 in. x 9.5 in. x 11 in.), 6.3 kg (14 lbs)



08/04



Sea-Bird Electronics, Inc.

1808 136th Place NE, Bellevue, Washington 98005 USA
Website: <http://www.seabird.com>

E-mail: seabird@seabird.com

Telephone: (425) 643-9866

Fax: (425) 643-9954

Submersible Pump

SBE 5T



The SBE 5T pump module is a compact unit consisting of a centrifugal pump head and a long-life, brushless, DC ball bearing motor contained in a titanium pressure housing useable to 10,500 meters. The pump impeller and electric drive motor are coupled magnetically through the housing, providing high reliability by eliminating moving seals.

APPLICATIONS

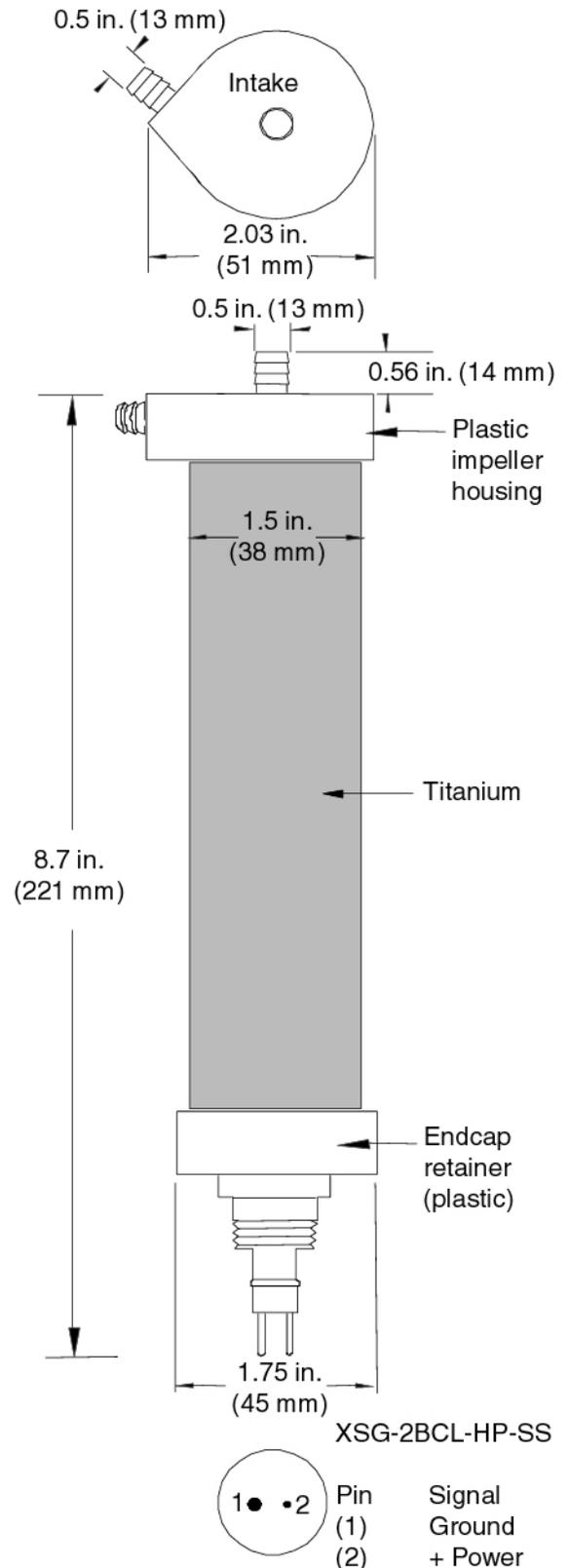
The SBE 5T is a primary component in Sea-Bird's SBE *9plus* CTD Underwater Unit and SBE 25 Sealogger CTD. It is also used as optional equipment on the Seacat product line. The pump flushes water through the conductivity cell at a constant rate, independent of the CTD's motion, improving dynamic performance. The pump may also be suitable for custom applications, where pressure heads are less than 300 cm of water and flow rates are less than 100 ml/sec.

CONFIGURATION

The SBE 5T is configured for various applications by selecting either standard or low voltage options, and one of several motor speed options. Speed options of 1300, 2000, 3000 or 4500 rpm have been established to meet flow rate requirements for Sea-Bird applications. Other speeds can be set by adjusting a potentiometer.

OPERATION

Motor speed and pumping rate remain nearly constant over the entire input voltage range (less than 1% change in speed for a 1 volt change in supply voltage). The unrestricted flow rate with no head is approximately 100 ml/second at 2000 rpm. Flow changes are nearly linear with changes in speed. With unlimited power supply current, turn-on surge is about 1.8 amperes (maximum), which drops to steady state in about 0.25 seconds. If power supply current is limited to approximately 200 milliamps, the motor will come up to speed in about 0.30 seconds. A series diode is installed in the input power line to prevent damage if the wires are accidentally reversed. Pumping rates and motor current for Sea-Bird's various applications are given on the next page.



SPECIFICATIONS

Standard input range (#3 winding, 1300 - 3000 RPM): 10 - 18 VDC

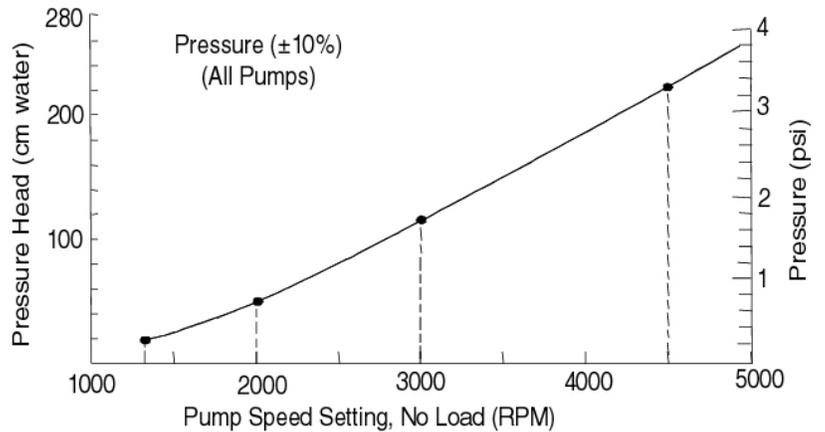
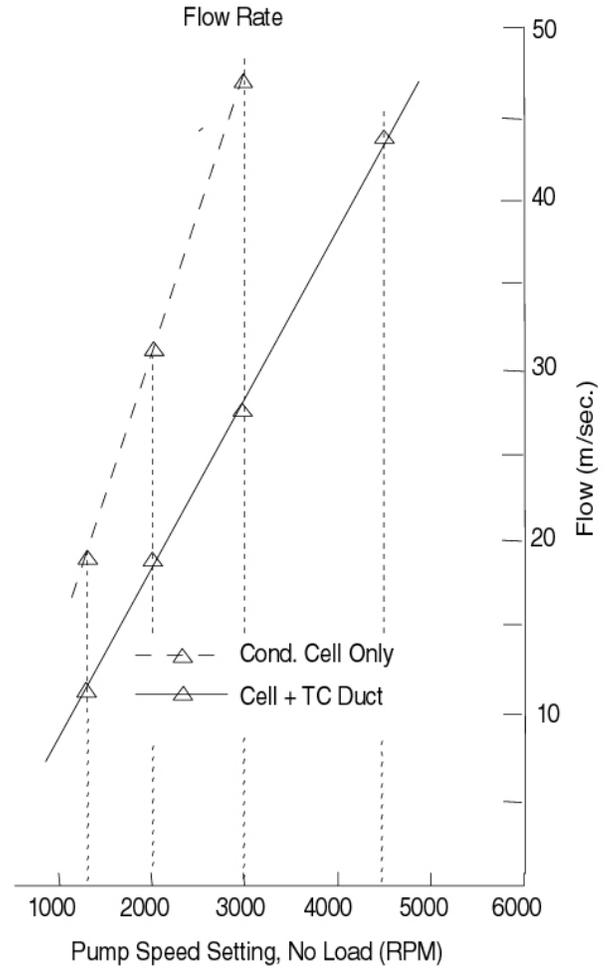
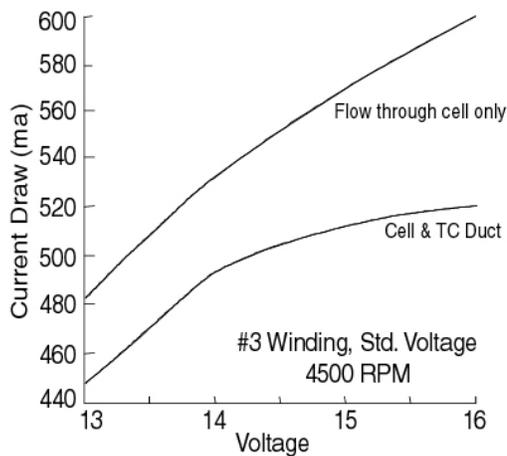
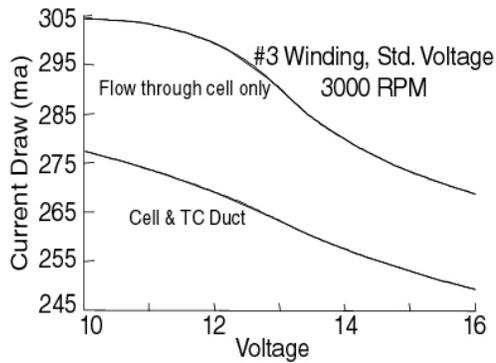
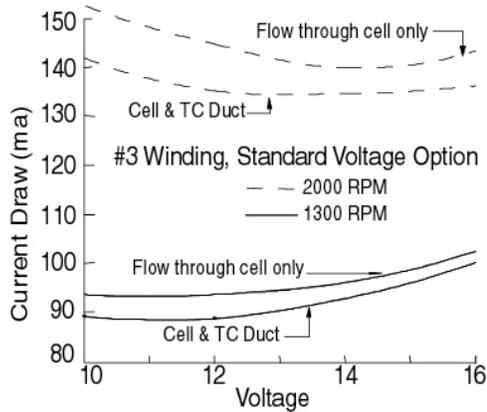
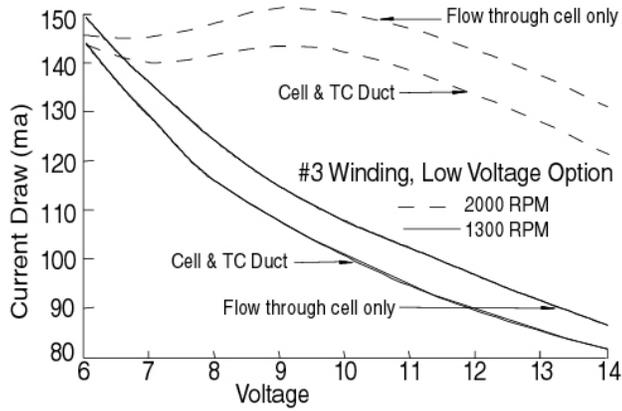
Standard input range (#3 winding, 4500 RPM): 13 - 18 VDC

Low input range (#5 winding - 1300, 2000 RPM only): 6 - 16 VDC

Weight: 0.7 kilos (1.5 lbs.) in air, 0.3 kilos (.65 lbs.) in water

Submersible Pump

SBE 5T



pH Sensor

SBE 18



The SBE 18 pH Sensor uses a pressure-balanced glass-electrode / Ag/AgCl-reference pH probe to provide *in-situ* measurements at depths up to 1200 meters (3900 ft). The replaceable pH probe is permanently sealed and is supplied with a soaker bottle attachment that prevents the reference electrode from drying out during storage. The sensor and associated interface electronics is a modular, self-contained package that is easy to install, service, and calibrate.

The SBE 18 is intended for use as an add-on auxiliary sensor for profiling CTDs (SBE 9*plus* CTD; SBE 19 and 19*plus* SEACAT; and SBE 25 SEALOGGER CTD). Power / signal interface cables and mounting hardware are available separately.

The SBE 18's interface circuits buffer and offset the differential glass-electrode/reference potential to produce a high-level, pH-dependant, output voltage. Computation of pH in engineering units is typically done using our SEASOFT[®] software.

Sea-Bird calibrates the pH sensor against precision buffer solutions (4, 7, 10 pH \pm 0.02 pH). These calibration results are tabulated on a certificate furnished with each sensor.

SPECIFICATIONS

Measurement range 0 – 14 pH

Accuracy¹ 0.1 pH

Time response² 1 second

ELECTRICAL / MECHANICAL

Power required 6 - 24 VDC, 7 mA

Signal output 0 to +5 V

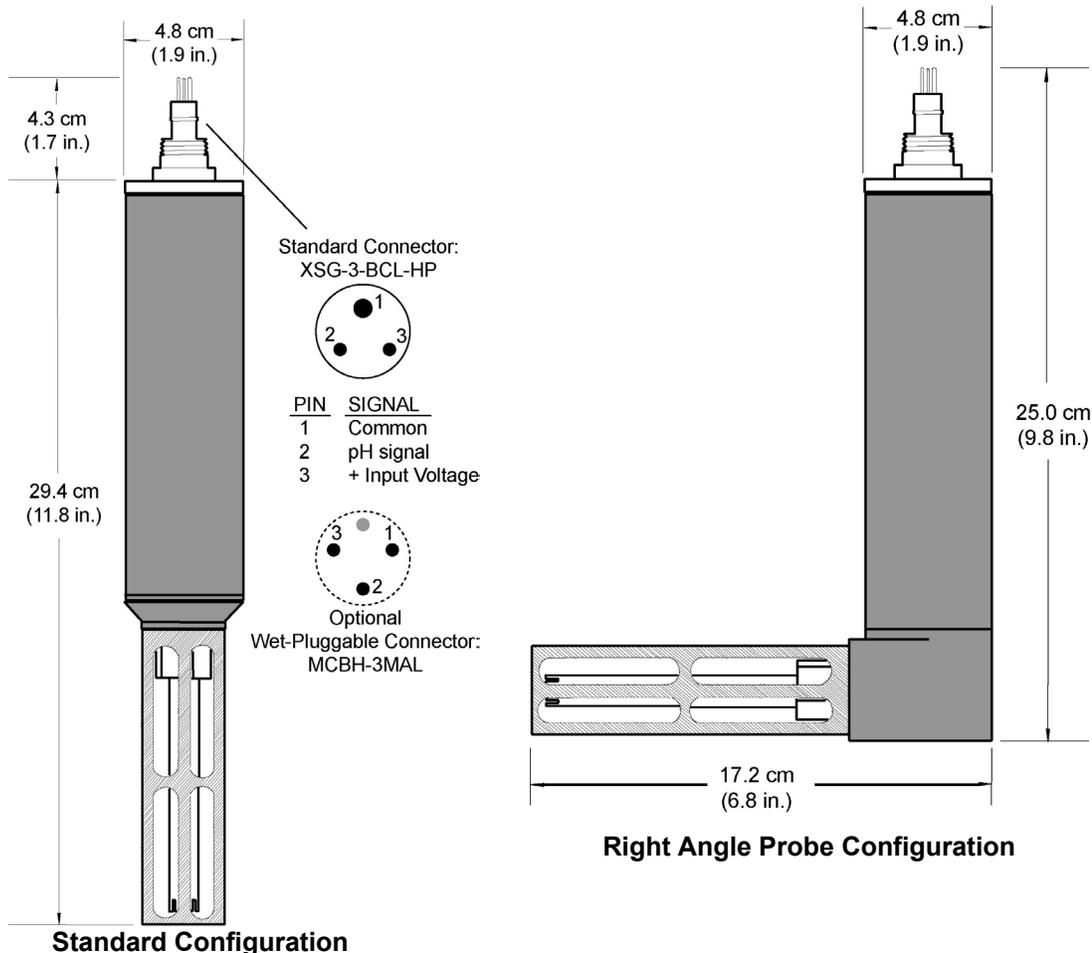
Materials Anodized aluminum (6061-T6), stainless steel

Operating depth 1200 meters (3900 ft)

Weight 0.7 kg (1.5 lbs) in air, 0.4 kg (0.8 lbs) in water

¹ Stated accuracy achievable with frequent field calibrations.

² Time to reach 63% of final value following step change in pH.



10/04

Sea-Bird Dissolved Oxygen Sensor

SBE 43

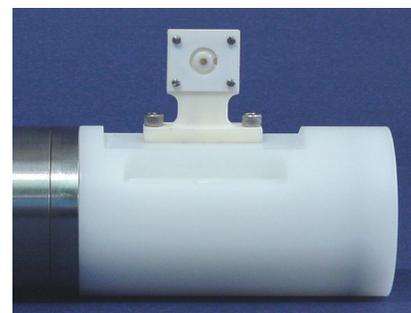


Developed during five years of intensive research and development — and following almost four years of field trials — the SBE 43 sets a new oxygen measurement standard for oceanographic research.

The new sensor is a Clark polarographic membrane type in which careful choices of materials, geometry, and sensor chemistry are combined with superior electronics interfacing and calibration methodology to yield major gains in performance.

Calibration stability is improved by an order of magnitude; the new sensor holds calibration in shipment and requires less frequent calibration.

Calibration drift is caused primarily by chemical processes inside the sensor and by membrane fouling from ocean contaminants. If the membrane is kept clean, the steps taken to improve the new sensor's chemical stability yield demonstrated calibration drift rates of less than 2% over 1000 hours.

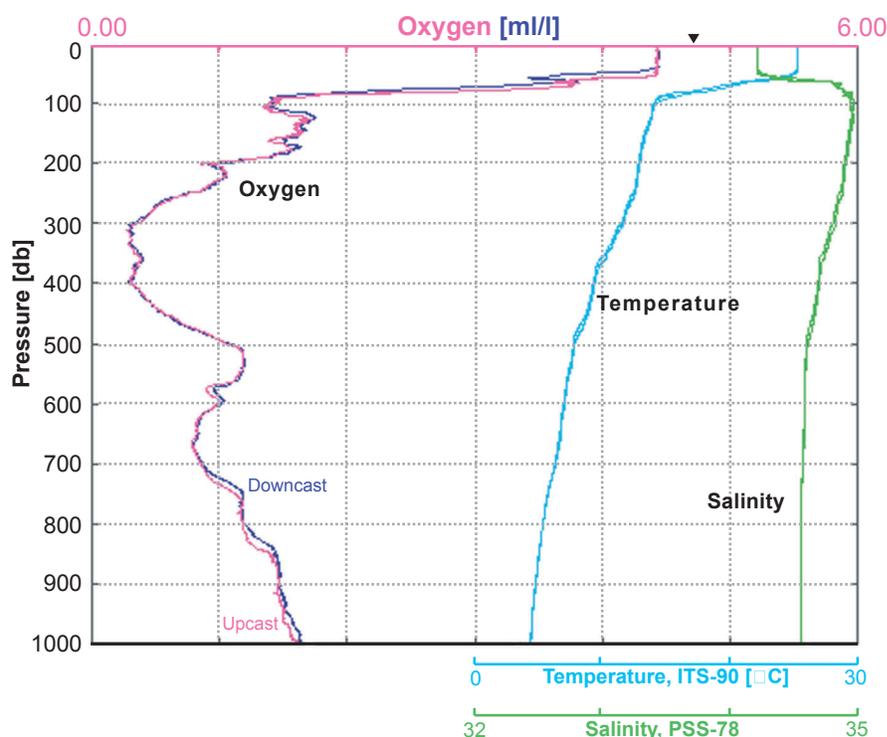


Temperature response and corrections are dramatically improved. The largest source of error in profiling applications is nearly eliminated, and the equilibration 'wait time' at the beginning of a profile is reduced to seconds. Profiling accuracy in gradients is dramatically improved.

The chemical and physical processes that underlay the oxygen measurement are very sensitive to temperature. Accurate characterization of the internal sensor temperatures that control these processes, especially when water temperature is changing rapidly, is a key accomplishment of this new design. Not only does the new sensor measure temperature in the right place: the temperature equilibration time of the entire sensor head has been reduced to a few seconds so that it tracks the changing water temperature much more faithfully.

Pressure hysteresis is largely eliminated in the upper ocean (1000 meters). Oxygen features are more precisely resolved, and the agreement in down-and-up profiles reduces the ambiguity about which should be locked to bottle Winklers.

Hysteresis in oxygen measurements is caused by delays in a sensor's response to changing temperature, pressure — and oxygen. Slow temperature response and time-mismatch of temperature corrections are responsible for most of the hysteresis in the upper 1000 meters. These faults have been largely overcome in the new design. Hysteresis from pressure cycling remains a factor below 1000 meters.



Equatorial Pacific
2° 0.9' N, 110° 2.2' W
25 Oct 2000

24 Hz SBE 911plus data; oxygen measurements were time shifted 6 seconds relative to pressure to account for water transit time through TC Duct and plumbing. No other processing was performed.

▼ surface oxsat = 4.7 ml/l



Sea-Bird Electronics, Inc.

1808 136th Place NE, Bellevue, Washington 98005 USA

Website: <http://www.seabird.com>

Email: seabird@seabird.com

Telephone: (425) 643-9866

Fax: (425) 643-9954

Sea-Bird Dissolved Oxygen Sensor



Continuous polarization eliminates the wait-time for stabilization after power-up. The new sensor is always ready for immediate use.

Previous sensors required several minutes to 'polarize' following power-up. During that time, sensor readings were inaccurate. In the SBE 43, micropower electronics and an internal, five-year, board-mounted battery eliminate the power-up delay.

Signal resolution is increased by on-board temperature compensation. And because there is no 'temperature' output signal, a CTD channel is made available for other purposes.

Even when oxygen concentration is constant, the normal range of ocean temperatures causes the output of earlier sensors to vary by a factor of two. The SBE 43's internal temperature compensation eliminates this variation, allowing the new sensor to pre-amplify the signal proportionately; resolution with existing CTD systems is correspondingly doubled.

A 5-year warranty backs the sensor's integrity. During the warranty period, one sensor re-charge (electrolyte refill, membrane replacement, and recalibration — as mandated by chemical depletion of electrolyte) will be performed at our facility free of charge.

Specifications:

Measurement range: 120% of surface saturation in all natural waters, fresh and salt

Initial accuracy: 2% of saturation

Typical stability: 2% per 1000 hours (clean membrane)

Input voltage: 6.5 - 24 VDC

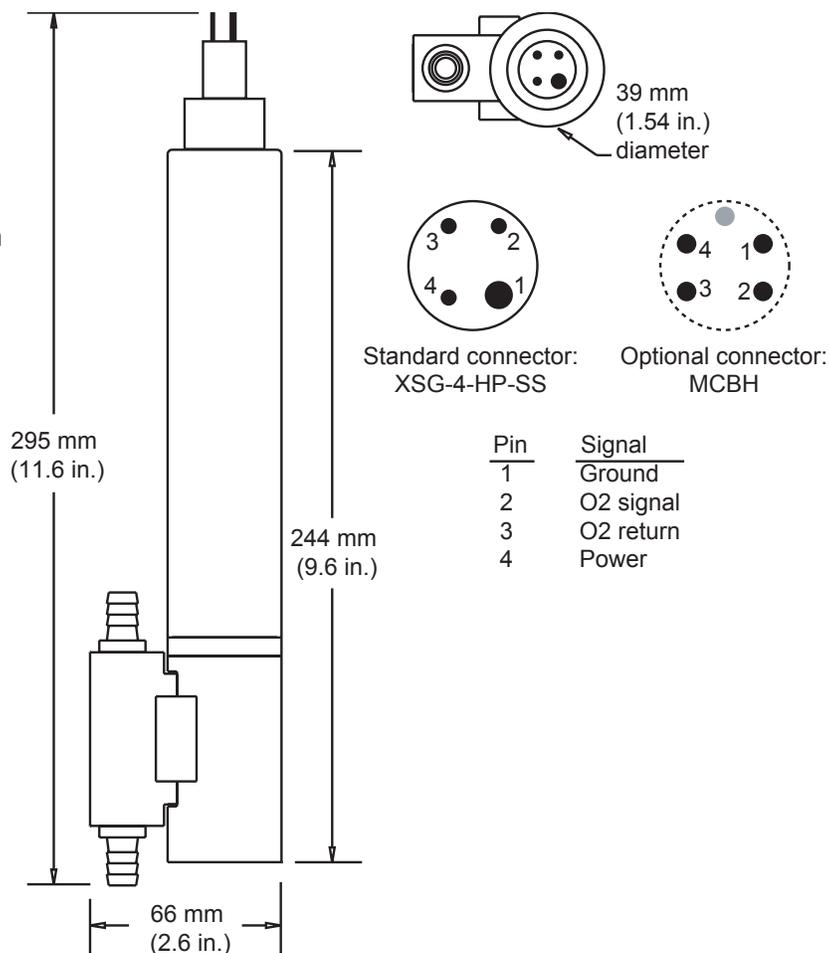
Input power: 60 milliwatts

Output signal: 0 - 5 VDC

Depth rating: 7000 meters

Materials: titanium and plastic

Weight: 0.7 kg (1.5 lbs)



Sea-Bird Electronics, Inc.

1808 136th Place NE, Bellevue, Washington 98005 USA

Website: <http://www.seabird.com>

Email: seabird@seabird.com

Telephone: (425) 643-9866

Fax: (425) 643-9954

Seapoint Turbidity Meter



Features

- wVery low power requirements
- wSmall size
- w6000 m depth capability
- wOptically confined sensing volume
- wInsensitive to ambient light
- wLinear output over more than 5 decades
- wFour programmable sensitivity options
- wOptical feedback compensates for temperature coefficient and aging of optical components
- wVery low offset voltage does not require adjustment
- wInterfaces easily with data acquisition systems
- wRugged, corrosion-free materials
- wPin compatible with Seapoint Chlorophyll Fluorometer

Applications

- wPollution Monitoring
- wWater and Wastewater Quality
- wSediment Transport
- wOcean Profiling
- wRiver and Stream Monitoring

Description

The Seapoint Turbidity Meter detects light scattered by particles suspended in water, generating an output voltage proportional to turbidity or suspended solids. The low power requirements make it ideal for applications where battery drain is a concern. Sensitivity is selected by two digital lines which can be hard wired or microprocessor controlled, thereby choosing the appropriate range and resolution for measurement

of extremely clean to very turbid waters. The offset voltage is within 1 mV of zero and requires no adjustment across gains. The unique optical design confines the sensing volume to within 5 cm of the sensor allowing near-bottom measurements and minimizing errant reflections in restricted spaces. The sensor is easily interfaced with data acquisition packages; a 5 ft pigtail is supplied. Custom configurations are available.



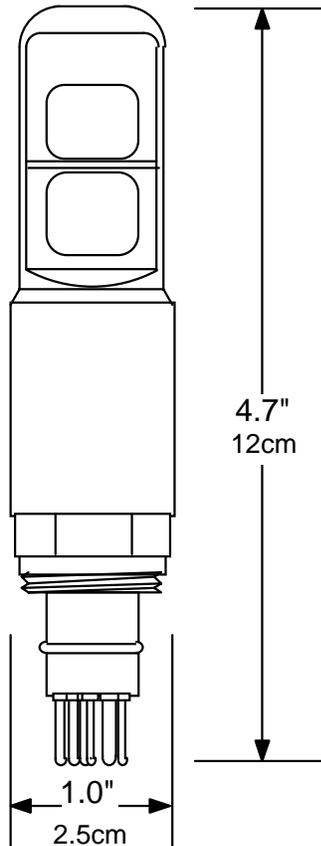
87 North Road w Kingston, NH 03848-3056 w USA
Tel: (603) 642-4921 w Fax: (603) 642-4922
seapoint@seapoint.com w www.seapoint.com

Specifications

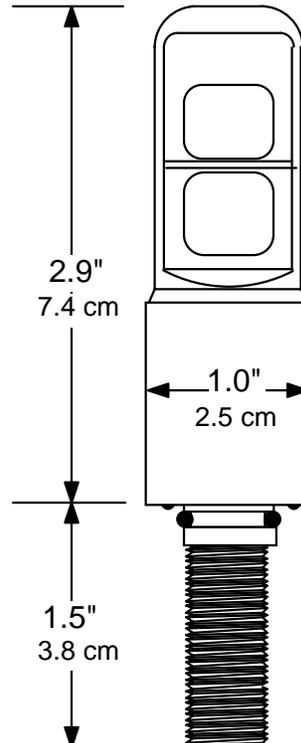
wPower Requirements:	7-20 VDC, 3.5 mA avg, 6 mA pk															
wOutput	0-5.0 VDC															
wOutput Time Constant	0.1 sec															
wRMS Noise	< 1 mV															
wPower-up Transient Period	< 1 sec															
wLight Source Wavelength	880 nm															
wSensing Distance (from windows)	< 5 cm (approx.)															
wLinearity	< 2% deviation 0-750 FTU															
wSensitivity/Range	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Gain</th> <th>Sensitivity (mV/FTU)</th> <th>Range (FTU)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100x</td> <td>200</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>20x</td> <td>40</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>5x</td> <td>10</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>1x</td> <td>2</td> <td>**</td> </tr> </tbody> </table>	Gain	Sensitivity (mV/FTU)	Range (FTU)	100x	200	25	20x	40	125	5x	10	500	1x	2	**
Gain	Sensitivity (mV/FTU)	Range (FTU)														
100x	200	25														
20x	40	125														
5x	10	500														
1x	2	**														
	(* ** output is non-linear above 750 FTU)															
wTemperature Coefficient	< 0.05%/°C															
wDepth Capability	6000 m (19,685 ft)															
wWeight (dry)	86 g (3.0 oz)															
wOperating Temperature	0°C to 65°C (32°F to 149°F)															
wMaterial	ABS plastic, epoxy															
wUnderwater Connector	Impulse AG-306/206 (others available on request)															

Dimensions

Connector Version



Bulkhead Version





Seapoint Chlorophyll Fluorometer

User Manual

Standard Version

Dimensions

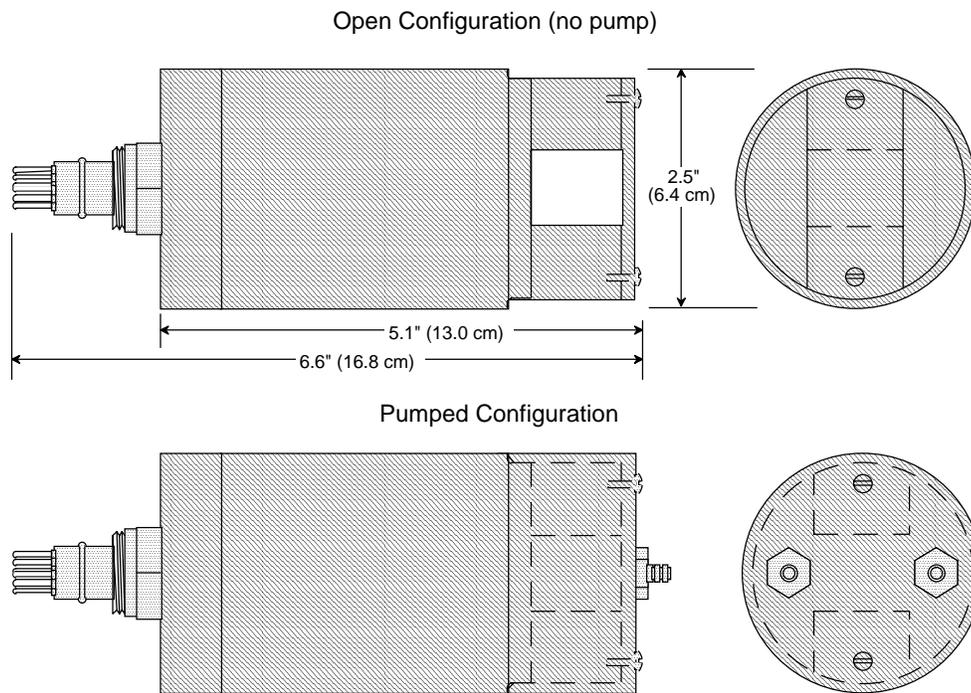


Figure 1. 1/2 Scale Drawing.

Specifications

Power Requirements:	8-20 VDC, 15mA avg, 27mA pk
Output:	0-5.0 VDC
Output Time Constant:	0.1 sec
Power-up Transient:	0.6 sec
RMS Noise (typ.):	30x gain: 3 mV 10x gain: 1 mV 3x gain: <1 mV 1x gain: <1 mV
Excitation Wavelength:	470 nm peak, 30 nm FBHM
Emission Wavelength:	685 nm peak, 30 nm FBHM
Sensing Volume:	340 mm ³
Sensitivity/Range [†] :	30x gain: 1.0 V/(μg/l) 5 μg/l 10x gain: 0.33 V/(μg/l) 15 μg/l 3x gain: 0.1 V/(μg/l) 50 μg/l 1x gain: 0.033V/(μg/l) 150μg/l
Min. Detectable Level:	0.02 μg/l
Temperature Coefficient:	<0.2 %/°C
Operating Temperature:	0°C to 65°C
Depth Capability:	6000 m
Length:	16.8 cm
Body Diameter:	6.4 cm
Sensor Weight (dry):	850 g

[†] Specified sensitivities and ranges are nominal values. Instrument should be calibrated for quantitative measurements.

CAMPIONATORI D'ACQUA

DISCO DEL SECCHI

PER LA MISURA DELLA TRASPARENZA

Si utilizzano due tipi di dischi:

1. Disco oceanografico

- Colore: bianco
- Diametro: 20, 30 cm.
- Sistema per messa in acqua: fettuccia metrica speciale oppure cavetto graduato



2. Disco limnologico

- Usato per acque interne, di solito più torbide
- Colore: a quarti bianchi e neri
- Diametro: 20, 30 cm.
- Sistema per messa in acqua: fettuccia metrica speciale oppure cavetto graduato
- Zavorra



O.T.E. Model 110 Sample Bottle

SBE Improved

O.T.E. non-metallic free-flushing water sampling bottles with **improved Sea-Bird mounting hardware** are available in 5, 8, 10, or 12 liter sizes. These bottles substitute a rugged titanium base and glass-filled urethane mount blocks for the glued-PVC components used on other types. The base is securely attached – not glued – to the bottle using stainless steel clamps. The clamps are electrically isolated from the titanium base to prevent galvanic attack.

These improved bottles fit existing bottle frame adapter plates, or, for activation by a messenger, can be supplied for individual or serial attachment to a hydrowire. The improved bottles are strongly recommended for operation in cold regions, where PVC mounts become brittle and prone to breakage.



Features

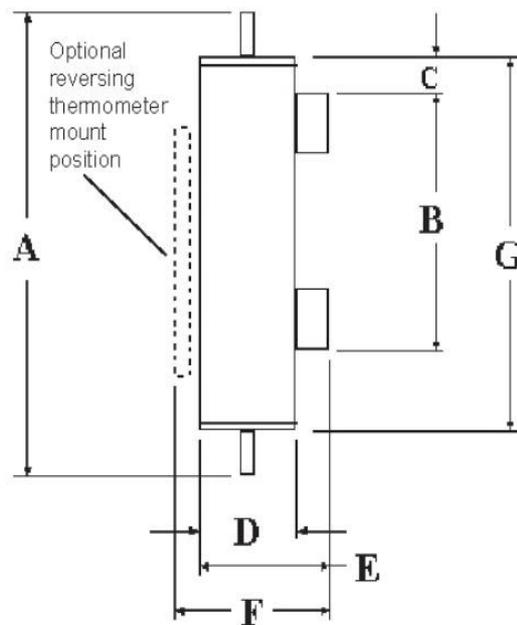
- Gray PVC sampler body.
- Latex tubing spring closure.
- Mounting blocks to attach to bottle stand adapter plates.
- Release lanyards.
- Delrin drain valve.
- Buna O-rings.
- Bottle warranty as provided by Ocean Test Equipment (O.T.E.); five-year limited warranty from Sea-Bird for mounting hardware.

Options

- External stainless steel springs.
- Reversing thermometer mounts.
- Cable mounts for hydrowire deployment (via messengers).

Mechanical

	Bottle Capacity (liters)			
	5	8	10	12
A, mm (in.)	692.0 (27.2)	889.0 (35.0)	1041.0 (41.0)	1168.0 (46.0)
B, mm (in.)	330.0 (13.0)			
C, mm (in.)	63.0 (4.0)			
D, mm (in.)	142.0 (5.6)			
E, mm (in.)	192.0 (7.6)			
F, mm (in.)	257.0 (10.1)			
G, mm (in.)	508.0 (20.0)	711.0 (28.0)	863.0 (34.0)	990.0 (39.0)
End Opening, mm (in.)	74.0 (2.9)			127.0 (5.0)
Empty Weight, kg (lb)	3.6 (8.0)	4.5 (10.0)	5.7 (12.5)	6.1 (13.5)
Full Weight, kg (lb)	8.6 (19.0)	12.5 (27.6)	15.7 (34.5)	18.1 (39.9)



Specifications subject to change without notice. ©2016 Sea-Bird Scientific. All rights reserved. Rev. June 2016

CAMPIONATORI DI PLANKTON

Per la cattura del plankton vengono usati dei retini di varia forma e dimensione, con apertura della maglia variabile, a seconda delle esigenze di impiego e degli organismi da catturare.

Esistono diversi campionatori che sono stati standardizzati, per consentire il confronto dei dati raccolti in diversi periodi, località o situazioni, nelle dimensioni, forma e maglia della rete.

Molti ricercatori utilizzano spesso retini realizzati su misura.



RETINO TIPO APSTEIN

Campionatore di piccole/medie dimensioni, molto usato, sia per la raccolta del fitoplankton che zooplankton.

Anello superiore in acciaio inox, diametro 40 cm
Bicchiera raccogliitrice in PVC, con rubinetto e filtro laterale
Rete conica, lunghezza 100 cm
Maglie standard per il fitoplankton: 20 o 50 μ
Maglie standard per lo zooplankton: 100 μ
Altre maglie a richiesta

RETINO TIPO WP2

Il retino tipo WP2 è un campionatore universale utilizzato normalmente per la raccolta verticale dello zooplankton; può essere fornito con uno speciale sistema di chiusura, attivabile da un peso messaggero, qualora si intenda campionare su una colonna della lunghezza prestabilita.

Anello superiore in acciaio inox, diametro 57 cm
Bicchiera in PVC con filtro laterale e zavorra per le pescate verticali
Lunghezza rete: 260 cm totale, con una parte cilindrica da 95 cm e una parte finale conica da 165 cm

Maglia rete: 200 μ nella versione standard, altre a richiesta
Per conoscere esattamente il volume d'acqua filtrata nel corso della pescata, è necessario installare sull'anello superiore un apposito flussimetro.



EQUIPMENT CODE	EQUIPMENT
ETS_106A	GRAB 25 L

Technical Specifications

Material	Stainless Steel
Dimensions	H 110 cm; L 64 cm; D 27 cm
Sampling Area	0.1 m ²
Sampling Volume	25 L
Weight	34 Kg
Additional weights	No. 4 weights, 4 kg each
Total weight	38Kg



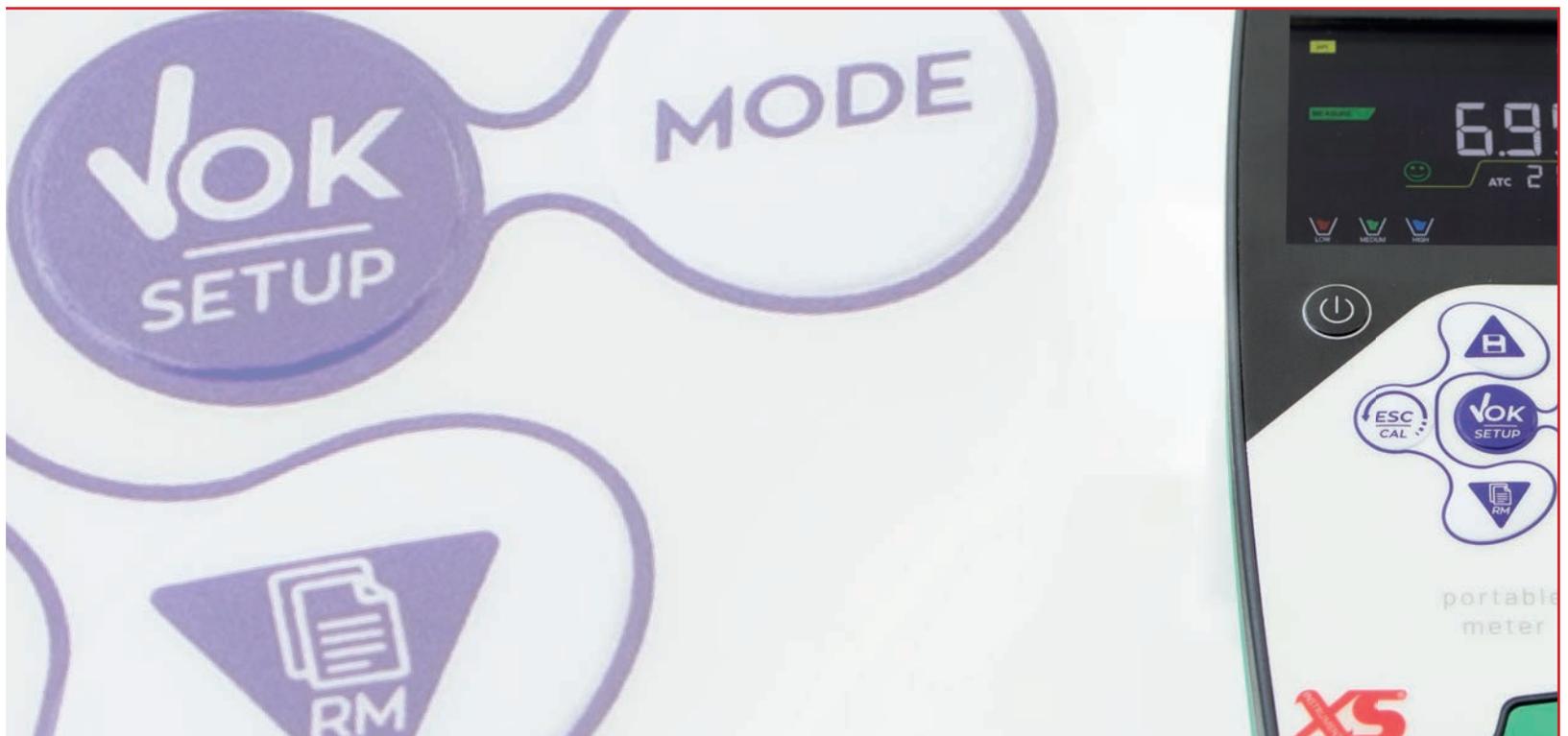
Vio

pH 7

pH - mV - ORP - Temperature

pH 70

pH - mV - ORP - Temperature
GLP - Data Logger



MADE IN ITALY

The first electrochemical instrumentation line completely conceived, designed and produced in Italy is here.

pH 7 Vio

pH - mV - ORP - Temperature

General features

Professional portable pHmeter with innovative high-resolution color backlit display, suitable to work in any conditions, thanks also to the possibility to adjust automatically and manually contrast and brightness of the display.

The **guide onboard in setup and calibration mode** allows a simple and intuitive use of the device.

Automatic pH calibration with USA and NIST buffers up to 3 points and 2 points custom defined by the user.

Automatic ORP calibration in 1 point.

Indication with **icons of the calibrated points**.

Measurement **stability indicator** and possibility of selecting 3 levels of stability.

All operations and errors are constantly monitored and shown to the operator via the **colored LED** above the display.



NEW DISPLAY

The new high-resolution display shows all the useful information, including the buffer used for calibration and the stability icon. Through guided procedures it makes the user experience intuitive and safe, as well as extremely performing.



Connections on pH Vio

DHS Digital High Sensor

Digital High Sensors are the new pH sensors with internal chip that store parameters, date of last calibration, model and production batch of the electrode.

After a new calibration of the DHS electrode, the data is automatically stored in the electrode chip. If we move this electrode to another DHS-enabled instrument, we can start working immediately and with extreme security as the data from the last calibration will automatically be transferred and used for pH measurements.

New DHS pH sensors do not have an internal battery so they can be stored as a normal pH electrode and do not use special connectors but a normal BNC.



How to order:

pH 7 VIO

codice

Complete with digital electrode XS 201 T DHS , temperature sensor integrated	50110072
Complete with electrode XS 201 T , temperature sensor integrated	50110012
Complete with digital electrode XS 2 Pore T DHS , food application	50110082
Complete with electrode XS 2 Pore T , food application	50110032
With accessories, cable S7-BNC and temperature sensor NT55, without electrode	50110022

pH 70 *vio*

pH - mV - ORP - Temperature

...only on pH 70 Vio

- GLP Functions: Date and time, recall of calibration data and function "Calibration due".
- Data logger up to 1000 datas, automatic and manual, PC connect via micro-USB
- Data-Link + software available from www.xsinstruments.com.
- Automatic brightness regulation, for long battery life.



A comfortable portable laboratory.

The instrument is supplied in a practical kit which includes:
Colored buffer solutions of pH, USB cable and power supply (70 Vio series only),
instructions for use and plastic carrying case.



Only **6 buttons** to easily manage all the functions of the instrument.

Time	Value	RAJL	Temp	MLL	MTC/ATC	DHS
4:53:40	7.00	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:40	7.00	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:42	7.00	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:43	7.00	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:44	9.54	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:45	10.51	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:46	10.51	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:47	10.51	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:48	10.51	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:50	6.40	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:51	6.40	pH	25.0	°C	MTC	
4:53:51	6.40	pH	25.0	°C	MTC	

DATA LINK +

The software allows remote control of the instrument in measure mode. It shows all information relating to the instrument and calibrations, data export at the end of the analysis, (also in Excel and PDF format), and the display of measurements in the table and in graphic.

How to order:

pH 70 VIO

codice

Complete with **digital electrode XS 201 T DHS**, temperature sensor integrated

50110182

Complete with **electrode XS 201 T**, temperature sensor integrated

50110112

Complete with **digital electrode XS 2 Pore T DHS**, food application

50110192

Complete with **electrode XS 2 Pore T**, food application

50110162

With accessories, cable S7-BNC and temperature sensor NT55, **without electrode**

50110122

Data sheet

	pH 7 Vio	pH 70 Vio
pH Measuring range	0 ... 14,00	-2,00...16,00
Resolution / Accuracy	0,1, 0,01 / +0,02	
Calibration points	1...3 automatic + 2 custom	
Recognized buffers	USA, NIST	
DHS sensor recognition	Yes	
mV Measuring range	-1000 ... +1000	-1000 ... +1900
Resolution:	1	0,1 / 1
ORP Calibration points	1 point = 475 mV	
Temperature Measuring range	0,0...100,0 °C	-10,0...110,0 °C
Resolution / Accuracy	0,1 / ± 0,5 °C	
Temperature compensation	0,0...100,0 °C	
System : GLP	-	Yes
Calibration due	-	Yes
Buffer indication	Yes	
Calibration report	Yes	
Stability filter	Low - Nor - High	
Internal memory	-	1000 Data
Display	High definition backlit colored LCD	
Brightness settings	Manual	Automatic
IP protection	IP 57	
Output	-	Micro USB
Power	3 batteries AA 1,5 V	
Working conditions	T= 0 ... +45 °C / H = < 95 %	
Dimensions / Weight	185 x 85 x 45 mm / 400 g	



ST 10 magnetic stirrer



Buffer solutions



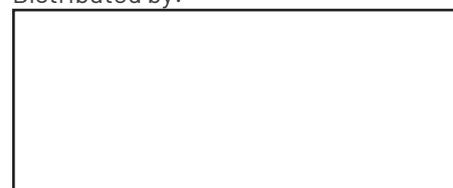
Conductivity meters and multiparameters

Code	Name	Description
32200103	201 T DHS	Digital pH electrode, DHS technology , plastic body for general use. Temperature sensor integrated. pH 0...14, temperature 0...60 °C. Dimensions (LxØ) mm 120x12
32200123	STANDARD DHS	Digital pH electrode, DHS technology. Glass body with temperature sensor integrated. Electrolite KCl 3M, cable 1 m. pH 0...14, Temp -10...100°C
32105302	REDOX	Combined Redox electrode. plastic body for general use. Cable 1 m. Range ± 1.000 mV, Temperature 0...60 °C. Dimensions (LxØ) 120 x 12 mm
50002012	NT 55	Temperature sensor NTC 30 K for air and liquid measurement
50000132	ST 10	Variable speed magnetic stirrer, complete with rechargeable batteries, magnetic bar and power supply
50000112	ELECTRODE HOLDER	Flexible electrode holder



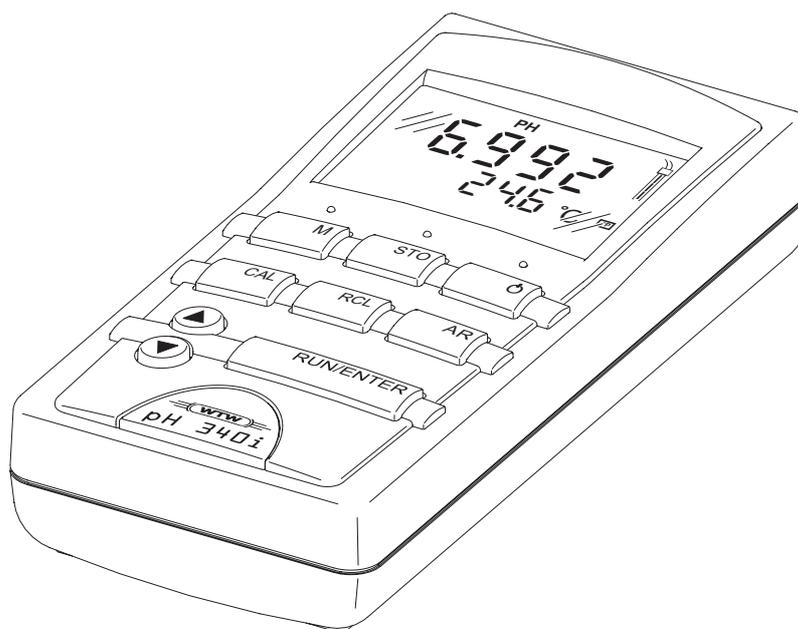
GIORGIO·BORMAC
s.r.l.

Distributed by:



ba52311edfs

pH 330i pH 340i



pH/mV Pocket Meter

Page 3

pH/mV Taschenmeßgerät

Seite 17

pH/ mV- mètres de poche

Page 31

pH/ mV Medidor manual

Página 45

Technical data

Dimensions and weight

Length [mm]	172
Width [mm]	80
Height [mm]	37
Weight [kg]	approx. 0.3

Mechanical structure

Type of protection	IP 66
--------------------	-------

Electrical safety

Protective class	III
------------------	-----

Test certificates

cETLus, CE

Ambient conditions

Storage	- 25 °C ... + 65 °C
Operation	-10 °C ... + 55 °C
Climatic class	2

pH/ORP measuring ranges

	Measuring range	Resolution
pH	- 2.000 ... + 19.999	0.001
	- 2.00 ... + 19.99	0.01
U [mV]	- 999.9 ... + 999.9	0.1
	- 1999 ... + 1999	1
T [°C]	- 5.0 ... + 105.0	0.1

Precision of pH/ORP (± 1 digit)

pH (± 2 pH units from the calibration point)	± 0.003 at + 15 °C ... + 35 °C ± 0.01
U [mV]	± 0.2 at + 15 °C ... + 35 °C
T [°C]	NTC 30: ± 0.1 PT 1000: ± 0.5 at 0 °C ... 15 °C ± 0.1 at 15 °C ... 35 °C ± 1 at 35 °C ... 55 °C

pH correction function

Temperature input	
Manually [°C]	- 20 ... + 130

Analog output (pH 340i only)

Automatic switchover when the recorder is connected by the cable, AK 323.

Output signal	corresponds to the electrode voltage, i.e. 50-62 mV/pH unit
Accuracy	± 0.1 % of the measured value ± 4 mV
Internal resistance	< 5 Ohm (current limited to max. 0.2 mA output current)

Serial interface (only pH 340i)

Automatic switchover when a PC or a printer is connected via the cable, AK 340/B or AK 325/S.

Type	RS232, data output
Baud rate	Can be set to 1200, 2400, 4800, 9600 Baud
Data bits	8
Stop bit	2
Parity	None
Handshake	RTS/CTS + Xon/Xoff
Cable length	Max. 15m

Power supply	Batteries	4 x 1.5 V alkali-manganese batteries, Type AA
	Operational life	approx. 3000 operating hours
	Power supply (only pH 340i)	The following applies to all plug-in power supplies: Connection max. Overvoltage category II Plug-in power supply unit (Euro, US , UK, Australian plug) FRIWO FW7555M/09, 15.1432 Friwo Part. No. 1822089 Input: 100 ... 240 V ~ / 50 ... 60 Hz / 400 mA Output: 9 V = / 1,5 A

Guidelines and norms used

EMC	EG guideline 89/336/EWG EN 61326 A1:1998 EN 61000-3-2 A14:2000 EN 61000-3-3:1995 FCC Class A
Instrument safety	EG guideline 73/23/EWG EN 61010-1 A2:1995
Climatic class	VDI/VDE 3540
Type of protection	EN 60529:1991

FCC Class A Equipment Statement

Note: This equipment has been tested and found to comply with the limits for a Class A digital device, pursuant to Part 15 of the FCC Rules. These limits are designed to provide reasonable protection against harmful interference when the equipment is operated in a commercial environment. This equipment generates, uses, and can radiate radio frequency energy and, if not installed and used in accordance with the instruction manual, may cause harmful interference to radio communications. Operation of this equipment in a residential area is likely to cause harmful interference in which case the user will be required to correct the interference at his own expense.



Setacci Certificati Certified Sieves



Setacci Certificati Giuliani

I Setacci Certificati GIULIANI sono accompagnati da un Certificato di Conformità che attesta che le reti, i materiali, le dimensioni, e le metodologie di costruzione sono conformi e riconosciute degli istituti di normalizzazione di riferimento.

I Setacci Giuliani sono tarati secondo procedura Giuliani Sieve Lab Test 001 in conformità alle normative internazionali ISO 3310 e del documento -UKAS Traceability Test Sieve LAB22 edition1- e tutte le procedure indicate sono parte integrante del nostro sistema di qualità certificato ISO 9001.

Il sistema di qualità del lab test opera, inoltre, in piena conformità alla ISO IEC 17025.

Nel Certificato vengono indicati:

Diametri disponibili

I Setacci sono prodotti nelle seguenti misure normalizzate:

diam 50 mm
diam 75 mm
diam 100 mm
diam 120 mm
diam 150 mm
diam 200 mm
diam 250 mm
diam 300 mm
diam 400 mm
diam 500 mm

Accessori

- Coperchio
- Coperchio con diffusore per setacciatura ad umido
- Fondo
- Fondo con scarico
- Guarnizioni per setacciatura ad umido
- Scarico su Setaccio
- Sfere in gomma con anima in acciaio

- Il numero di Serie
- La serie di riferimento
- Il numero progressivo
- I mesh
- La luce netta
- I materiali

Le Serie di riferimento

I Setacci certificati GIULIANI vengono prodotti ed allestiti secondo le norme riportate dalle seguenti tabelle che riportano i dati relativi alle aperture delle maglie richiesti dalle principali normative italiane ed estere.

Naturalmente siamo in grado di sopperire anche ad eventuali richieste specifiche relative a Setacci calibrati con aperture delle maglie speciali e dimensioni ed allestimenti customizzati.

Sono realizzati in Acciaio Inox e lucidati a mano con superficie antiatrito

CHIAMACI

Tel: 011.27.30.666 | Fax: 011.27.30.668

SCRIVICI

info@giuliani.it

VIENI A TROVARCI

Lun - Ven: 8:30-12:30 13:00-17:00

GIULIANI TECNOLOGIE srl.
Unipersonale - Cap.Soc. Int. Vers. 25.850€

Via Centallo 62/18
10156 Torino - Italy

Phone +39 - 011.27.30.666 r.a.
Fax +39 - 011.27.30.668

Skype giulianitecnologie

info@giuliani.it
www.giuliani.it

[About Us](#)
[Customers List](#)
[Legal Info](#)
[Certifications](#)
[Privacy Policy](#)

[Uso dei Cookies](#)



© 2020 by S. Giuliani

Appendice B: Variabili chimico-fisiche delle acque e comunità biologiche

Tabella B1: Profili verticali dei parametri chimico fisici delle acque

Stazione	Data	Ora	Latitudine °N [gg.ddddd]	Longitudine °E [gg.ddddd]	Latitudine °N [gg pp.ddd]	Longitudine °E [gg pp.ddd]	Profondità fondo [m]	Profondità [m]	Temperatura [°C]	Conducibilità [S/m]	Salinità [PSU]	pH	DO [ml/l]	O ₂ Saturazione [%]	Fluorescenza [µg/l Chl-a]	Torbidità [FTU]	Trasparenza [Disco-Secchi, m]
Stazione 1	08/04/2023	15:46	38.26923	15.76803	38 16.154	15 46.082	3.6	1.0	15.9665	4.703556	37.8433	8.203	5.8922	107.347	6.0068740	0.5229	Fondo
								1.5	15.9336	4.702311	37.8634	8.202	5.8968	107.375	3.2189870	0.5276	
								2.0	15.9178	4.701436	37.8704	8.202	5.8936	107.288	1.4188770	0.5276	
								2.5	15.9072	4.701145	37.8777	8.201	5.9016	107.417	0.3408311	0.5193	
								3.0	15.9096	4.701518	37.8786	8.201	5.9029	107.447	0.2588286	0.5274	
								3.5	15.9117	4.701797	37.8789	8.200	5.9004	107.405	0.1701944	0.5204	
Stazione 2	08/04/2023	13:19	38.26762	15.76907	38 16.057	15 46.144	12.5	1.0	15.7060	4.678059	37.8622	8.185	5.7921	105.002	0.1184458	0.5559	Fondo
								1.5	15.6263	4.669177	37.8579	8.185	5.7962	104.911	0.1057199	0.5514	
								2.0	15.5902	4.665362	37.8577	8.186	5.7946	104.807	0.1069651	0.5713	
								2.5	15.5711	4.663325	37.8573	8.186	5.8000	104.865	0.0793854	0.5571	
								3.0	15.5594	4.662193	37.8580	8.186	5.8016	104.871	0.0872201	0.5561	
								3.5	15.5629	4.662687	37.8589	8.186	5.8007	104.863	0.0693032	0.5575	
								4.0	15.5492	4.661199	37.8584	8.186	5.8018	104.853	0.0917866	0.5591	
								4.5	15.5455	4.660883	37.8588	8.186	5.8005	104.823	0.0655431	0.5517	
								5.0	15.5422	4.660887	37.8618	8.186	5.7974	104.761	0.0632869	0.6027	
								5.5	15.5433	4.661619	37.8672	8.186	5.7940	104.706	0.0399859	0.5630	
								6.0	15.5412	4.661735	37.8701	8.186	5.7936	104.697	0.0588420	0.5597	
								6.5	15.5433	4.661801	37.8685	8.186	5.7999	104.813	0.0793947	0.5626	
								7.0	15.5433	4.661955	37.8696	8.186	5.7977	104.776	0.1183872	0.5535	
								7.5	15.5454	4.662362	37.8711	8.186	5.7901	104.643	0.1203075	0.5613	
								8.0	15.5453	4.662490	37.8722	8.186	5.7965	104.759	0.1013312	0.5546	
								8.5	15.5447	4.662422	37.8719	8.186	5.7960	104.749	0.1295778	0.5787	
								9.0	15.5454	4.662497	37.8717	8.186	5.7931	104.697	0.0947443	0.5664	
								9.5	15.5491	4.663083	37.8733	8.186	5.7934	104.712	0.0579534	0.5600	
10.0	15.5502	4.663303	37.8740	8.186	5.7910	104.671	0.0155767	0.5758									
10.5	15.5504	4.663426	37.8747	8.187	5.7904	104.661	0.0652682	0.5683									
11.0	15.5582	4.664395	37.8758	8.188	5.7950	104.760	0.0377662	0.5549									

Tabella B2: Lista specie fitoplancton

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Stazione 1		Stazione 2	
						Media cell l ⁻¹	Dev. St.	Media cell l ⁻¹	Dev. St.
Bacillariophyta	Mediophyceae	Chaetocerotales	Chaetocerotaceae	Chaetoceros	Chaetoceros spp. (Ehrenberg, 1844)	5.44E+01	9.43E+01	2.72E+01	4.71E+01
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Cylindrotheca	<i>Cylindrotheca Closterium</i> (Ehrenberg, 1964)	2.72E+01	4.71E+01	0.00E+00	0.00E+00
Bacillariophyta	Bacillariophyceae (Haeckel, 1878)				<i>Diatomea n.d.</i>	1.09E+02	1.25E+02	2.72E+01	4.71E+01
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudonitzschia	<i>Pseudo-nitzschia cf galaxiae</i> (N. Lundholm & Ø. Moestrup, 2002)	5.44E+01	4.71E+01	0.00E+00	0.00E+00
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudonitzschia	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> (Cleve, 1928)	0.00E+00	0.00E+00	1.09E+02	9.43E+01
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudonitzschia	<i>Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima</i> (Hasle, 1993)	2.72E+01	4.71E+01	0.00E+00	0.00E+00
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	Pseudonitzschia	<i>Pseudo-nitzschia spp.</i> (H. Peragallo, 1900)	1.63E+02	8.16E+01	1.90E+02	1.70E+02
Cercozoa	Filosa	Aconchulinida	Paulinellidae	Paulinella	<i>Paulinella ovalis</i> (A. Wulff, 1988)	1.90E+02	2.62E+02	3.81E+02	4.71E+01
Chlorophyta	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Desmodesmus	<i>Desmodesmus sp.</i> (R. Chodat, 1999)	1.09E+02	1.89E+02	0.00E+00	0.00E+00
					Fitoflagellati n.d.	7.67E+03	7.12E+02	8.76E+03	1.27E+03
Cryptophyta	Cryptophyceae (Fritsch, 1927)				Cryptophyceae n.d.	5.44E+01	4.71E+01	1.09E+02	5.77E+01
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	Microcystis	<i>Microcystis sp.</i> (Lemmermann, 1907)	1.90E+02	3.30E+02	1.63E+02	2.83E+02
Haptophyta	Coccolitophyceae	Syracosphaerales	Rabdosphaeraceae	Discosphaera	<i>Discosphaera tubifera</i> (G. Murray & V. H. Blackman, 1900)	0.00E+00	0.00E+00	2.72E+01	4.71E+01
Haptophyta	Coccolitophyceae	Isochrysidales	Noelaerhabdaceae	Emiliana	<i>Emiliana huxleyi</i> (Lohmann, 1967)	2.99E+02	4.71E+01	1.90E+02	9.43E+01
Haptophyta	Coccolitophyceae	Syracosphaerales	Syracosphaeraceae	Syracosphaera	<i>Syracosphaera pulchra</i> (Lohmann, 1902)	0.00E+00	0.00E+00	2.72E+01	4.71E+01
Myzozoa	Dinophyceae	Amphidinales	Amphidiniaceae	Amphidinium	<i>Amphidinium acutissimum</i> (J. Schiller, 1932)	2.72E+01	4.71E+01	1.36E+02	1.25E+02
Myzozoa	Dinophyceae (Fritsch, 1927)				Dinoflagellati n.d.	9.52E+02	1.25E+02	8.44E+02	2.49E+02
Myzozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gymnodiniaceae	Gymnodinium	<i>Gymnodinium sp.</i> (F. Stein, 1878)	2.72E+01	4.71E+01	5.44E+01	9.43E+01
Myzozoa	Dinophyceae	Gymnodiniales	Gyrodiniaceae	Gyrodinium	<i>Gyrodinium sp.</i> (Kofoid & Swezy, 1921)	2.72E+01	4.71E+01	0.00E+00	0.00E+00
Ochrophyta	Dictyochophyceae	Dictyochales	Dictyochaceae	Dictyocha	<i>Dictyocha fibula</i> (Ehrenberg, 1839)	0.00E+00	0.00E+00	5.44E+01	9.43E+01
Tot						1.14E+04		1.12E+04	
Dev. St.						1.58E+03		1.88E+03	
N° Taxa						16		15	

Tabella B3: Lista specie mesozooplankton

PHYLUM	CLASSE	ORDINE	FAMIGLIA	TAXON	Stazione 1		Stazione 2	
					Media ind. m ⁻²	Dev. St.	Media ind. m ⁻²	Dev. St.
Arthropoda	Copepoda	Calanoida		Calanoida	533.33	8.99	294.54	29.89
Arthropoda	Copepoda	Cyclopoida		Cyclopoida	260.78	6.79	139.34	19.33
Arthropoda	Copepoda	Harpacticoida		Harpacticoida	43.14	12.25	6.56	4.34
Arthropoda	Copepoda			Nauplius copepoda	39.22	17.97	1.09	0.95
Arthropoda	Malacostraca	Mysida		Mysida	0.00	0.00	0.55	0.95
Arthropoda	Branchipoda	Diplostraca		Diplostraca	1.96	3.40	0.55	0.95
Arthropoda	Ostracoda			Ostracoda	0.00	0.00	0.55	0.95
Arthropoda	Cirripedia			Cirripedia	1.96	3.40	0.00	0.00
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Gammaridae	Gammaridae	0.00	0.00	0.55	0.95
Chaetognatha	Sagittioidea	Aphragmophora	Sagittidae	Sagittidae	17.65	15.56	2.73	3.41
Chordata	Appendicularia	Copelata		Copelata	17.65	21.21	7.10	2.50
Chordata/Vertebrata	Actinopterygii			Actinopterygii eggs	17.65	25.64	3.28	1.64
Cnidaria	Hydrozoa	Siphonophorae		Siphonophorae	0.00	0.00	2.73	3.41
Echinodermata	Echinoidea			Echinopluteus	0.00	0.00	0.55	0.95
Mollusca	Gastropoda			Gastropoda	1.96	3.40	2.73	2.50
Tot					935.29		462.84	
Dev. St.					91.89		46.78	
N° Taxa					10		14	

Tabella B4: Lista specie macrozoobenthos

Phylum	Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Specie	Author	STAZIONE 1 (ind. m ⁻²)	STAZIONE 2 (ind. m ⁻²)
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Syllidae	Salvatoria	<i>Salvatoria limbata</i>	Claparède, 1868	0	2125
Annelida	Polychaeta	Spionida	Spionidae	Spio	<i>Spio filicornis</i>	Müller, 1776	0	31.25
Annelida	Polychaeta		Paraonidae	Aricidea	<i>Aricidea (Acmira) sp.</i>	Hartley, 1981	0	31.25
Annelida	Polychaeta		Paraonidae	Paraonis	<i>Paraonis fulgens</i>	Levinsen, 1884	156.25	343.75
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Glyceridae	Glycera	<i>Glycera sp.</i>	Lamarck, 1818	0	31.25
Annelida	Polychaeta		Capitellidae		<i>Capitellidae sp.</i>	Grube, 1862	0	62.5
Annelida	Polychaeta	Sabellida	Sabellidae	Jasmineira	<i>Jasmineira caudata</i>	Langerhans, 1880	0	421.875
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Ampeliscidae	Ampelisca	<i>Ampelisca typica</i>	Spence Bate, 1857	0	31.25
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Bathyporeiidae	Bathyporeia	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	Spence Bate, 1857	0	31.25
Arthropoda	Ostracoda				Ostracoda ind.		0	31.25
Arthropoda	Malacostraca	Cumacea	Bodotriidae	Iphinoe	<i>Iphinoe trispinosa</i>	Goodsir, 1843	0	62.5
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Tryphosidae	Hippomedon	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Bellan-Santini, 1965	0	93.75
Arthropoda	Malacostraca	Tanaidacea	Leptocheliidae	Chondrochelia	<i>Chondrochelia savignyi</i>	Kroyer, 1842	0	31.25
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	Cirolanidae	Eurydice	<i>Eurydice pulchra</i>	Leach, 1816	62.5	78.125
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Leucothoidae	Leucothoe	<i>Leucothoe pachycera</i>	Della Valle, 1893	0	31.25
Arthropoda	Malacostraca	Cumacea	Bodotriidae	Iphinoe	<i>Iphinoe trispinosa</i>	Goodsir, 1843	0	15.625
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Oedicerotidae	Perioculodes	<i>Perioculodes longimanus</i>	Spence Bate & Westwood, 1868	31.25	0
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Phoxocephalidae	Metaphoxus	<i>Metaphoxus fultoni</i>	Scott, 1890	0	31.25
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Oedicerotidae	Synchelidium	<i>Synchelidium sp.</i>	G.O. Sars, 1892	62.5	0
Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Oedicerotidae	Pontocrates	<i>Pontocrates arenarius</i>	Spence Bate, 1858	62.5	0
Chordata	Leptocardii		Branchiostomatidae	Branchiostoma	<i>Branchiostoma lanceolatum</i>	Pallas, 1774	62.5	187.5
Mollusca	Bivalvia	Myida	Corbulidae	Varicorbula	<i>Varicorbula gibba</i>	Olivi, 1792	0	31.25
Mollusca	Bivalvia	Lucinida	Lucinidae	Lucinella	<i>Lucinella divaricata</i>	Linnaeus, 1758	0	78.125
Mollusca	Bivalvia	Venerida	Veneridae	Dosinia	<i>Dosinia lupinus</i>	Linnaeus, 1758	0	15.625
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Caecidae	Caecum	<i>Caecum trachea</i>	Montagu, 1803	0	15.625
Tot							437.5	3812.5
N° Taxa							6	22

Appendice C: Schede Descrittive del Sedimento

Area: Area marina costiera antistante Favazzina (Scilla)
ID: Stazione 1
Data: 08/04/2023 Ora: 16:00
Lat. °N: 38°16.0565 Lon. °E: 15°46.1440

Final Report
APPENDICE C - Schede Descrittive del Sedimento

Rev.0

Foglio 1 di 2

Prof. Fondale: 3.6 m
Cond. Meteorarine: soleggiato
mare calmo

Descrizione Completa:

Sabbia grossolana con presenza sporadica di ghiaia; priva di resti vegetali o conchigliari, inodore.
Grado di idratazione elevat. Cod. Munsell Soil Color Charts: 2.5Y 6/2

Descrizione macroscopica del sedimento

Rilievo fotografico

Caratteristiche fisiche

Sabbia < 25% Sabbia da 25 a 75%
Sabbia > 75%
Colore: superficiale: 2.5Y 6/2
sub-superficiale: -

Odore
 Inodore

Idratazione: elevata

Presenza di

resti vegetali	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
frammenti conchigliari	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
variazioni cromatiche	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
variazioni dimensionali	SI'	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

T°C: 16.5 pH: 7.89 ORP mV: 165.0



Area: Area marina costiera antistante Favazzina (Scilla)
ID: Stazione 2
Data: 08/04/2023 Ora: 13:30
Lat. °N: 38°16.1535 Lon. °E: 15°46.0820

Final Report
APPENDICE C - Schede Descrittive del Sedimento

Rev.0

Foglio 2 di 2

Prof. Fondale: 12.5 m
Cond. Meteorarine: soleggiato
mare calmo

Descrizione Completa:

Sabbia grossolana con presenza sporadica di ghiaia; assenza di resti vegetali o conchigliari, inodore.
Grado di idratazione elevata. Cod. Munsell Soil Color Charts: 2.5Y 5/1

Descrizione macroscopica del sedimento

Rilievo fotografico

Caratteristiche fisiche

Sabbia < 25% Sabbia da 25 a 75%
Sabbia > 75%
Colore:

Odore
 Inodore

Idratazione: elevata

Presenza di

resti vegetali	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
frammenti conchigliari	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
variazioni cromatiche	SI'	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
variazioni dimensionali	SI'	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>

T°C: 17.0 pH: 7.85 ORP mV: 188.5



Appendice D: Rapporti di Prova

Rimini, lì 09/05/2023

RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 DEL 09/05/2023

Studio: **2306265**
Data di ricevimento: **14/04/2023**

Campionamento effettuato da: **Committente**
Data di campionamento: **08/04/2023**
Codice campione: **2306265-001**
Descrizione campione: **Sedimento marino Stazione 1**
Località: Mare Tirreno - Favazzina (RC)

Matrice accreditata: **Sedimenti marini**
Data inizio prova: **14/04/2023**

Data fine prova: **02/05/2023**

Committente:
Ecotechsystems S.r.l.

Via Caduti del Lavoro, 27
60131 ANCONA (AN)

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
PARAMETRI DI CATEGORIA 0						
[*] Umidità a 105 °C / [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	27,0	±1,9	0,1	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984 / Notiziario IRSA 2 2008	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Peso specifico	g/cm ³	1,92	±0,13	0,1	CNR IRSA 3 Q 64 Vol 2 1984	
data inizio/data fine: 21-04-2023/21-04-2023						
[*] Azoto totale (come N)	% s.s.	0,00500	±0,00050	0,005	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met VII.1	*
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Fosforo totale (P)	mg/Kg s.s.	258	±39	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
METALLI PESANTI						
[*] Arsenico	mg/Kg s.s.	2,00	±0,30	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0,03		0,03	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cromo totale	mg/Kg s.s.	20,8	±3,1	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Rame	mg/Kg s.s.	9,1	±1,4	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Mercurio	mg/Kg s.s.	< 0,005		0,005	EPA 7473 2007	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Nichel	mg/Kg s.s.	11,1	±1,7	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Piombo	mg/Kg s.s.	8,0	±1,2	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Zinco	mg/Kg s.s.	44,1	±6,6	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Vanadio	mg/Kg s.s.	25,7	±3,9	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Alluminio	mg/Kg s.s.	7400	±1100	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Ferro	mg/Kg s.s.	18600	±2800	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)					-	
[*] Naftalene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Acenafilene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Acenaftene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fluorene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fenantrene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(a)antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Crisene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(b)fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(k)fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(a)pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dibenzo(a,h)antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(ghi)perilene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Sommatoria idrocar.policiclici aromatici	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
IDROCARBURI						
[*] Idrocarburi totali	mg/Kg s.s.	< 5		5	EPA 5021A 2014 + EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	*
data inizio/data fine: 19-04-2023/19-04-2023						
[*] Pesticidi organoclorurati	µg/Kg s.s.	< 0,5		0,5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	*
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Aldrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dieldrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Endrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] alfa-Esaclorocicloesano	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] beta-Esaclorocicloesano	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Esaclorobenzene	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Eptacloro epossido	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
Composti organici dello stagno						-
[*] Monobutilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dibutilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Tributilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Sommatoria organostannici	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Carbonio organico totale (TOC)	% s.s.	< 0,1		0,1	ICRAM Sedimenti - scheda 4 2001/2003	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] 3,3',4,4'-Tetraclorobifenile (PCB77)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,4,4',5-Tetraclorobifenile (PCB81)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4'-Pentaclorobifenile (PCB105)	µg/Kg s.s.	0,00200	±0,00070	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB114)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3',4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB118)	µg/Kg s.s.	0,0040	±0,0014	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2',3,4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB123)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,3',4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB126)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5-Esaclorobifenile (PCB156)	µg/Kg s.s.	0,0030	±0,0011	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5'-Esaclorobifenile (PCB157)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB167)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB169)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5,5'-Eptaclorobifenile (PCB189)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,4,4'-Triclorobifenile (PCB28)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',5,5'-Tetraclorobifenile (PCB52)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[1] 2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenile (PCB101)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[1] 2,2',3,3',4,4'-Esaclorobifenile (PCB128)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[1] 2,2',3,4,4',5'-Esaclorobifenile (PCB138)	µg/Kg s.s.	0,0200	±0,0070	0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[1] 2,2',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB153)	µg/Kg s.s.	0,0200	±0,0070	0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[1] 2,2',3,4,4',5,5'-Eptaclorobifenile (PCB180)	µg/Kg s.s.	0,0200	±0,0070	0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[1] Sommatoria PCB D.M. 173/2016	µg/Kg s.s.	0,067	±0,023	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
PARAMETRI MICROBIOLOGICI						
[1] Conta di Coliformi totali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.1 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						
[1] Conta di Coliformi fecali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						
[1] Conta di Streptococchi fecali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.3 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						

U.M. = Unità di misura
I.M. = Incertezza di misura
L.o.Q. = Limite di quantificazione
M.P.N. = Most Probable Number
s.s. = sul secco

[1] Sede A: Via al Torrente n° 22 - 47923 Rimini (RN)
[2] Sede B: Via al Torrente n° 26 - 47923 Rimini (RN)

PARAMETRI DI CATEGORIA 0 = prove eseguite presso il Laboratorio.
PARAMETRI DI CATEGORIA II = prove eseguite presso un mezzo mobile di un Laboratorio di Prova appositamente attrezzato per eseguire determinate prove.
PARAMETRI DI CATEGORIA III [parametri di campo] = prove eseguite da personale del Laboratorio in siti posti fuori dalla sede del Laboratorio di Prova.

Le diciture "Conta di" e "Ricerca di" distinguono le prove quantitative da quelle qualitative, pertanto non vanno considerate qualora il limite di legge riporti solo il nome del microrganismo ricercato.

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura k=2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

L'incertezza di misura per i metodi analitici MPN (Most probable number) è espressa come intervallo di fiducia (limite inferiore e superiore) al 95% di probabilità. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-001 del 09/05/2023

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova. Non applicabile alla microbiologia.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
Per le informazioni fornite dal committente (descrizione del campione), il Laboratorio declina ogni responsabilità.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO

CHIMICO



Rimini, lì 09/05/2023

RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 DEL 09/05/2023

Studio: **2306265**
Data di ricevimento: **14/04/2023**

Campionamento effettuato da: **Committente**
Data di campionamento: **08/04/2023**
Codice campione: **2306265-002**
Descrizione campione: **Sedimento marino Stazione 2**
Località: Mare Tirreno - Favazzina (RC)

Matrice accreditata: **Sedimenti marini**
Data inizio prova: **14/04/2023**

Data fine prova: **02/05/2023**

Committente:
Ecotechsystems S.r.l.

Via Caduti del Lavoro, 27
60131 ANCONA (AN)

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
PARAMETRI DI CATEGORIA 0						
[*] Umidità a 105 °C / [Perdita di peso a 105 °C (da calcolo)]	%	23,8	±1,7	0,1	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984 / Notiziario IRSA 2 2008	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Peso specifico	g/cm ³	1,99	±0,14	0,1	CNR IRSA 3 Q 64 Vol 2 1984	
data inizio/data fine: 21-04-2023/21-04-2023						
[*] Azoto totale (come N)	% s.s.	0,00500	±0,00050	0,005	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met VII.1	*
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Fosforo totale (P)	mg/Kg s.s.	304	±46	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
METALLI PESANTI						
[*] Arsenico	mg/Kg s.s.	2,00	±0,30	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cadmio	mg/Kg s.s.	< 0,03		0,03	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cromo totale	mg/Kg s.s.	17,0	±2,6	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Cromo esavalente	mg/Kg s.s.	< 0,2		0,2	EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Rame	mg/Kg s.s.	5,20	±0,78	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Mercurio	mg/Kg s.s.	0,0090	±0,0014	0,005	EPA 7473 2007	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Nichel	mg/Kg s.s.	11,0	±1,7	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Piombo	mg/Kg s.s.	6,00	±0,90	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Zinco	mg/Kg s.s.	37,8	±5,7	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Vanadio	mg/Kg s.s.	22,6	±3,4	0,5	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Alluminio	mg/Kg s.s.	6900	±1000	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] Ferro	mg/Kg s.s.	17300	±2600	1	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)					-	
[*] Naftalene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Acenafilene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Acenaftene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fluorene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fenantrene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(a)antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Crisene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(b)fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(k)fluorantene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(a)pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Indeno(1,2,3-cd)pirene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dibenzo(a,h)antracene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Benzo(ghi)perilene	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Sommatoria idrocar.policiclici aromatici	µg/Kg s.s.	< 1		1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
IDROCARBURI						
[*] Idrocarburi totali	mg/Kg s.s.	< 5		5	EPA 5021A 2014 + EPA 3550C 2007 + EPA 8015C 2007	*
data inizio/data fine: 19-04-2023/19-04-2023						
[*] Pesticidi organoclorurati	µg/Kg s.s.	< 0,5		0,5	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	*
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Aldrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dieldrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Endrin	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] alfa-Esaclorocicloesano	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] beta-Esaclorocicloesano	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] p,p'-DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDD	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDE	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] o,p'-DDT	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Esaclorobenzene	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Eptacloro epossido	µg/Kg s.s.	< 0,1		0,1	EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
Composti organici dello stagno						-
[*] Monobutilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Dibutilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Tributilstagno	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						
[*] Sommatoria organostannici	µg/Kg s.s.	< 1		1	UNI EN ISO 23161:2019	
data inizio/data fine: 21-04-2023/22-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] Carbonio organico totale (TOC)	% s.s.	< 0,1		0,1	ICRAM Sedimenti - scheda 4 2001/2003	
data inizio/data fine: 18-04-2023/19-04-2023						
[*] 3,3',4,4'-Tetraclorobifenile (PCB77)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,4,4',5-Tetraclorobifenile (PCB81)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4'-Pentaclorobifenile (PCB105)	µg/Kg s.s.	0,00100	±0,00035	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB114)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3',4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB118)	µg/Kg s.s.	0,0030	±0,0011	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2',3,4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB123)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,3',4,4',5-Pentaclorobifenile (PCB126)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5-Esaclorobifenile (PCB156)	µg/Kg s.s.	0,00100	±0,00035	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5'-Esaclorobifenile (PCB157)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB167)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 3,3',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB169)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,3,3',4,4',5,5'-Eptaclorobifenile (PCB189)	µg/Kg s.s.	< 0,001		0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,4,4'-Triclorobifenile (PCB28)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',5,5'-Tetraclorobifenile (PCB52)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.o.Q.	Metodi	Param. Accred.
[*] 2,2',4,5,5'-Pentaclorobifenile (PCB101)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',3,3',4,4'-Esaclorobifenile (PCB128)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',3,4,4',5'-Esaclorobifenile (PCB138)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',4,4',5,5'-Esaclorobifenile (PCB153)	µg/Kg s.s.	0,0100	±0,0035	0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] 2,2',3,4,4',5,5'-Eptaclorobifenile (PCB180)	µg/Kg s.s.	< 0,01		0,01	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
[*] Sommatoria PCB D.M. 173/2016	µg/Kg s.s.	0,0140	±0,0049	0,001	EPA 1668C 2010	
data inizio/data fine: 20-04-2023/26-04-2023						
PARAMETRI MICROBIOLOGICI						
[*] Conta di Coliformi totali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.1 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						
[*] Conta di Coliformi fecali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						
[*] Conta di Streptococchi fecali	MPN/g s.s.	< 3		3	CNR IRSA 3.3 Q 64 Vol 1 1983	*
data inizio/data fine: 14-04-2023/16-04-2023						

U.M. = Unità di misura
I.M. = Incertezza di misura
L.o.Q. = Limite di quantificazione
M.P.N. = Most Probable Number
s.s. = sul secco

[*] Sede A: Via al Torrente n° 22 - 47923 Rimini (RN)
[*] Sede B: Via al Torrente n° 26 - 47923 Rimini (RN)

PARAMETRI DI CATEGORIA 0 = prove eseguite presso il Laboratorio.
PARAMETRI DI CATEGORIA II = prove eseguite presso un mezzo mobile di un Laboratorio di Prova appositamente attrezzato per eseguire determinate prove.
PARAMETRI DI CATEGORIA III [parametri di campo] = prove eseguite da personale del Laboratorio in siti posti fuori dalla sede del Laboratorio di Prova.

Le diciture "Conta di" e "Ricerca di" distinguono le prove quantitative da quelle qualitative, pertanto non vanno considerate qualora il limite di legge riporti solo il nome del microrganismo ricercato.

Se non diversamente specificato, l'incertezza di misura è estesa e calcolata con un fattore di copertura k=2 corrispondente ad un livello di probabilità di circa il 95%. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento. L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di quantificazione.

L'incertezza di misura per i metodi analitici MPN (Most probable number) è espressa come intervallo di fiducia (limite inferiore e superiore) al 95% di probabilità. L'incertezza di misura associata alle prove non comprende l'incertezza di campionamento.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA (Param. Accred. = Parametri accreditati) ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

segue RAPPORTO DI PROVA N° 2306265-002 del 09/05/2023

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova. Non applicabile alla microbiologia.

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs n°82 del 07 marzo 2005 e s.m.i.

Il Gruppo C.S.A. S.p.A. non è responsabile del campionamento: i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.
Per le informazioni fornite dal committente (descrizione del campione), il Laboratorio declina ogni responsabilità.

Ulteriori informazioni relative a specifici metodi di prova eventualmente non incluse nel presente rapporto di prova sono disponibili presso il laboratorio e possono essere fornite previa formale richiesta.

I risultati analitici si riferiscono solo agli oggetti sottoposti a prova.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Unità Produttiva Laboratori

il Direttore

Dr. Ivan Fagiolino

FAGIOLINO

CHIMICO



Rapporto di prova n. 1357-23 del 03/05/2023

Cliente: EcoTechSystems, Srl, Via Caduti del Lavoro, 27, 60131 Ancona

DATI CAMPIONE

Accettazione/Campione:	449/1	Data inizio prove:	14/04/2023
Data di accettazione:	14/04/2023	Data fine prove:	03/05/2023
Data arrivo in laboratorio:	14/04/2023	Trasportato da:	Cliente
Identificazione:	Stazione 1	Stato di arrivo in laboratorio:	Idoneo
Descrizione campione:	Sabbia grigia	Metodo campionamento:	A carico del cliente
Matrice:	Sedimenti marini		

DATI CAMPIONAMENTO

Data di prelievo:	08/04/23
Prelevatore:	Cliente
Luogo di campionamento	Mare Tirreno - Favazzina (RC)
Punto di campionamento:	Stazione 1

La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. I campioni, se non esauriti nel corso della prova, vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane salvo diverse indicazioni. I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione esaminato. Il laboratorio non è responsabile delle fasi di campionamento e aspetti connessi quando lo stesso è effettuato dal cliente o da tecnici esterni. In questo caso le analisi vengono eseguite sul campione così come ricevuto. Salvo nel caso di campionamento a cura Consula Sas, le informazioni indicate nei campi "identificazione, descrizione campione, matrice, metodo e data di prelievo, luogo e punto di campionamento" sono fornite dal cliente, pertanto il laboratorio su tali informazioni declina ogni responsabilità.

RISULTATI ANALITICI

PROVA ANALITICA	U.M.	RISULTATO	INC (±)	LIMITE DI RIFERIMENTO	METODICA
Ecotossicità con Vibrio fischeri Microtox	EC50% 10'	20,0	2,8		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
TU50 10'	TU 10'	5	1		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
STI	-	0,2	0,1		ICRAM 2001 Appendice 2 (*)
Massima concentrazione saggiata	%	19,74	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
% effetto a massima concentrazione	%	50,53	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
R2	-	0,9920	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
Parametri controllo qualità					
EC50 ZnSO4 x 7H2O 15'	mg/L	8,3	1,2	5,4-12,5 (a)	RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
Lotto batterico		BL11251022	-		
Scadenza lotto		11/2024	-		
Dev Std repliche max concentrazione		0,02	-		
Data elutrazione		17/04/2023	-		ICRAM 2001 (*)
Saggio ecotossicologico di inibizione della crescita algale con Dunaliella tertiolecta	EC50% 96h	>100	-		ASTM E 1218-21
Saggio ecotossicologico di inibizione della crescita algale con Dunaliella tertiolecta	EC20% 96h	>100	-		ASTM E 1218-21

% effetto campione tal quale	%	-22,0	0,3		ASTM E 1218-21
Parametri controllo qualità					
EC50 Cr2O7	mg/L	42,8	4,3	18,0-46,1 (b)	ASTM E 1218-21
Ecotossicità con embrioni di echinoide Paracentrotus lividus	EC50% 72h	>100	-		ASTM E 1563-21
Ecotossicità con embrioni di echinoide Paracentrotus lividus	EC20% 72h	93	14		ASTM E 1563-21
% effetto a massima concentrazione	%	22	8		ASTM E 1563-21
Deviazione standard repliche alla max concentrazione		8,5	-		ASTM E 1563-21
Deviazione standard repliche bianco		4,2	-		ASTM E 1563-21
Parametri controllo qualità					
EC50 Cu	µg/L	70	11	30-144 (c)	ASTM E 1563-21
% larve normali		71	-		ASTM E 1563-21
Condizioni al contorno					
pH	UpH	8,32	-		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Salinità	‰	34,8	-		APAT CNR IRSA 2070 Man 29 2003 (*)

Giudizio di conformità

Non applicabile

Note

Diluizioni eseguite con acqua di mare ISO. (a)(b)(c) Dato della carta controllo interna. P. lividus e D. tertiolecta: N° 3 repliche controllo e campione. Diluizioni testate: 100%, 50%, 25%. V. fischeri: N° 2 repliche controllo e campione; eseguite diluizioni scalari base 2 con acqua ISO. Elutriato eseguito secondo quanto riportato in ISPRA, Quaderni- Ricerca Marina 16/2021. Calcolo dell'STI eseguito mediante file excel Conversione_Inserimento_dati_Vibrio_SPT messo a disposizione da ISPRA.

(*) Prova non accreditata ACCREDIA

Il valore di incertezza estesa ove riportato è stato calcolato utilizzando il fattore di copertura K=2 per un livello di probabilità del 95% (intervallo di confidenza), per le prove microbiologiche nella matrice acque è calcolata in accordo con la ISO 8199:2018.

→ = Valore superiore al limite di riferimento

Approvazione (firmato digitalmente)
Il Responsabile di laboratorio Dr. Fabrizio Perin
Chimico, iscritto all'ordine dei Chimici e Fisici
di Venezia col n° 375

Rapporto di prova n. 1358-23 del 03/05/2023

Cliente: EcoTechSystems, Srl, Via Caduti del Lavoro, 27, 60131 Ancona

DATI CAMPIONE

Accettazione/Campione:	449/2	Data inizio prove:	14/04/2023
Data di accettazione:	14/04/2023	Data fine prove:	03/05/2023
Data arrivo in laboratorio:	14/04/2023	Trasportato da:	Cliente
Identificazione:	Stazione 2	Stato di arrivo in laboratorio:	Idoneo
Descrizione campione:	Sabbia grigia	Metodo campionamento:	A carico del cliente
Matrice:	Sedimenti marini		

DATI CAMPIONAMENTO

Data di prelievo:	08/04/23
Prelevatore:	Cliente
Luogo di campionamento	Mare Tirreno - Favazzina (RC)
Punto di campionamento:	Stazione 2

La riproduzione parziale del Rapporto di Prova deve essere autorizzata per iscritto dal Laboratorio. I campioni, se non esauriti nel corso della prova, vengono conservati presso il laboratorio per 4 settimane salvo diverse indicazioni. I risultati del presente rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione esaminato. Il laboratorio non è responsabile delle fasi di campionamento e aspetti connessi quando lo stesso è effettuato dal cliente o da tecnici esterni. In questo caso le analisi vengono eseguite sul campione così come ricevuto. Salvo nel caso di campionamento a cura Consula Sas, le informazioni indicate nei campi "identificazione, descrizione campione, matrice, metodo e data di prelievo, luogo e punto di campionamento" sono fornite dal cliente, pertanto il laboratorio su tali informazioni declina ogni responsabilità.

RISULTATI ANALITICI

PROVA ANALITICA	U.M.	RISULTATO	INC (±)	LIMITE DI RIFERIMENTO	METODICA
Ecotossicità con Vibrio fischeri Microtox	EC50% 10'	>19,74	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
TU50 10'	TU 10'	<5	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
STI	-	<0,1	-		ICRAM 2001 Appendice 2 (*)
Massima concentrazione saggiata	%	19,74	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
% effetto a massima concentrazione	%	27,17	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
R2	-	n.c.	-		RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
Parametri controllo qualità					
EC50 ZnSO4 x 7H2O 15'	mg/L	8,3	1,2	5,4-12,5 (a)	RIKZ, SOP SPECIE-02, 2000
Lotto batterico		BL11251022	-		
Scadenza lotto		11/2024	-		
Dev Std repliche max concentrazione		1,17	-		
Data elutrazione		17/04/2023	-		ICRAM 2001 (*)
Saggio ecotossicologico di inibizione della crescita algale con Dunaliella tertiolecta	EC50% 96h	>100	-		ASTM E 1218-21
Saggio ecotossicologico di inibizione della crescita algale con Dunaliella tertiolecta	EC20% 96h	>100	-		ASTM E 1218-21

% effetto campione tal quale	%	-21,0	0,3		ASTM E 1218-21
Parametri controllo qualità					
EC50 Cr2O7	mg/L	42,8	4,3	18,0-46,1 (b)	ASTM E 1218-21
Ecotossicità con embrioni di echinoide Paracentrotus lividus	EC50% 72h	>100	-		ASTM E 1563-21
Ecotossicità con embrioni di echinoide Paracentrotus lividus	EC20% 72h	81	12		ASTM E 1563-21
% effetto a massima concentrazione	%	36	8		ASTM E 1563-21
Deviazione standard repliche alla max concentrazione		2,1	-		ASTM E 1563-21
Deviazione standard repliche bianco		4,2	-		ASTM E 1563-21
Parametri controllo qualità					
EC50 Cu	µg/L	70	11	30-144 (c)	ASTM E 1563-21
% larve normali		71	-		ASTM E 1563-21
Condizioni al contorno					
pH	UpH	8,33	-		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Salinità	‰	34,6	-		APAT CNR IRSA 2070 Man 29 2003 (*)

Giudizio di conformità

Non applicabile

Note

Diluizioni eseguite con acqua di mare ISO. (a)(b)(c) Dato della carta controllo interna. P. lividus e D. tertiolecta: N° 3 repliche controllo e campione. Diluizioni testate: 100%, 50%, 25%. V. fischeri: N° 2 repliche controllo e campione; eseguite diluizioni scalari base 2 con acqua ISO. Elutriato eseguito secondo quanto riportato in ISPRA, Quaderni- Ricerca Marina 16/2021. Calcolo dell'STI eseguito mediante file excel Conversione_Inserimento_dati_Vibrio_SPT messo a disposizione da ISPRA.

(*) Prova non accreditata ACCREDIA

Il valore di incertezza estesa ove riportato è stato calcolato utilizzando il fattore di copertura K=2 per un livello di probabilità del 95% (intervallo di confidenza), per le prove microbiologiche nella matrice acque è calcolata in accordo con la ISO 8199:2018.

→ = Valore superiore al limite di riferimento

Approvazione (firmato digitalmente)
Il Responsabile di laboratorio Dr. Fabrizio Perin
Chimico, iscritto all'ordine dei Chimici e Fisici
di Venezia col n° 375