

**ENI S.p.A.
UPSTREAM DICS**

**SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE
CAMPO BONACCIA NW**

**MONITORAGGIO DELL'AREA INTERESSATA
DALL'INSTALLAZIONE DELLA PIATTAFORMA
BONACCIA NW**

FASE DI PRODUZIONE

RAPPORTO SEMESTRALE

3° ANNO

(gennaio - giugno 2018)

RAPPORTO n. 8

**OPERATORE SCIENTIFICO:
CNR – IRBIM UOS ANCONA**

**COORDINATORE:
GIANNA FABI**

**RESPONSABILE SCIENTIFICO:
ALESSANDRA SPAGNOLO**

**RAPPORTO A CURA DI:
GIANNA FABI
ALESSANDRA SPAGNOLO
ENRICO NICOLA ARMELLONI
MIRENO BORGHINI
DANIELE CASSIN
ANNA MARIA DE BIASI
AMELIA DE LAZZARI
LUDMILA KOZINKOVA
TANIA MANARINI
VERA SALVALAGGIO
ANNA NORA TASSETTI**

ANCONA, 2019

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	1
2.	MATERIALI E METODI.....	4
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	4
2.1.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	4
2.1.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE	6
2.1.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA	7
2.1.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	9
2.1.5.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA	10
2.1.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	10
2.1.6.1	Campionamenti di pesca.....	10
2.1.6.2	Investigazioni acustiche.....	11
2.1.6.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	12
2.1.7.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI.....	13
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	14
2.2.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA	14
2.2.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	21
2.2.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	24
2.2.3.1	<i>Dunaliella tertiolecta</i>	24
2.2.3.2	<i>Vibrio fischeri</i> (sistema Microtox®)	25
2.2.3.3	<i>Corophium orientale</i>	26
2.2.3.4	<i>Crassostrea gigas</i>	27
2.2.3.5	Ricerca di metalli pesanti in <i>Hediste diversicolor</i>	28
2.2.4.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA	29
2.2.4.1	Inquinanti organici e inorganici.....	29
2.2.4.2	Biomarker	33
2.2.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	38
2.2.6.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	42
2.2.6.1	Campionamenti di pesca.....	42
2.2.6.2	Investigazioni acustiche.....	43
2.2.6.3	Indagini video in prossimità della piattaforma.....	46
3.	RISULTATI.....	47
3.1.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA.....	47
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA.....	47
3.1.2.	NUTRIENTI	49
3.1.3.	PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO.....	49
3.1.4.	IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX.....	53
3.1.5.	GLICOLE ETILENICO.....	55
3.1.6.	METALLI PESANTI.....	55
3.2.	MISURE CORRENTOMETRICHE	57
3.3.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	61
3.3.1.	GRANULOMETRIA	61

3.3.2.	IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	62
3.3.3.	IDROCARBURI TOTALI	65
3.3.4.	METALLI PESANTI.....	67
3.3.5.	SOSTANZA ORGANICA.....	69
3.3.6.	TOTAL ORGANIC CARBON (TOC).....	70
3.4.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	72
3.4.1.	<i>DUNALIELLA TERTIOLECTA</i>	72
3.4.2.	<i>VIBRIO FISCHERI</i> (SISTEMA MICROTOX®)	72
3.4.3.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i>	72
3.4.4.	<i>CRASSOSTREA GIGAS</i>	74
3.4.5.	RICERCA DI METALLI PESANTI IN <i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i>	74
3.5.	ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA.....	77
3.5.1.	INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI	77
3.5.1.1	Materia organica estratta (MOE).....	77
3.5.1.2	Idrocarburi Alifatici (IA)	78
3.5.1.3	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA).....	78
3.5.1.4	Metalli pesanti	79
3.5.2.	BIOMARKER.....	81
3.5.2.1	Stress on stress.....	81
3.5.2.2	Micronuclei.....	82
3.5.2.3	Valutazione del contenuto di lipofuscine	82
3.5.2.4	Valutazione del contenuto di lipidi neutri	83
3.5.2.5	Stabilità delle membrane lisosomiali.....	84
3.5.2.6	Catalasi	85
3.5.2.7	Malondialdeide	85
3.5.2.8	Metallotioneine.....	85
3.5.2.9	Polymerase Chain Reaction (qPCR)	86
3.6.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	88
3.6.1.	DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)	88
3.6.2.	AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	100
3.6.3.	DOMINANZA	100
3.6.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)	102
3.6.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S _M)	102
3.6.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA (H')	103
3.6.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS).....	104
3.6.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE	104
3.5.8.1	Indice W di Clarke.....	104
3.5.8.2	Indice AMBI.....	105
3.5.8.3	Indice BENTIX	105
3.5.8.4	Stato ecologico	107
3.6.9.	<i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	107
3.7.	INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO.....	109
3.7.1.	CAMPIONAMENTI DI PESCA.....	109
3.7.1.1	Ricchezza specifica e Diversità specifica.....	109
3.7.1.2	Rendimenti di pesca e composizione delle catture.....	112
3.7.1.3	Affinità delle specie catturate con i substrati duri	114
3.7.2.	INVESTIGAZIONI ACUSTICHE.....	115
3.7.3.	INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA	135
3.8.	RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI	137

4.	CONCLUSIONI.....	145
5.	BIBLIOGRAFIA.....	226
ALLEGATO A	Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini	I
	- ALL. A1 Indagini fisiche e chimiche della colonna d'acqua	II
	- ALL. A2 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti	VII
	- ALL. A3 Indagini sulla comunità bentonica.....	XII
	- ALL. A4 Indagini sul popolamento ittico.....	XIV
	- ALL. A5 Analisi in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	XVII
ALLEGATO B	Schede granulometriche 5° survey post lavori (1° semestre 2018).....	XXV

PARTECIPANTI AL PROGRAMMA

Coordinatore	G. Fabi	CNR - IRBIM Ancona
Responsabile Scientifico	A. Spagnolo	CNR - IRBIM Ancona
Analisi chimiche e fisiche colonna d'acqua	F. Acri A. Boldrin D. Cassin M. Casula L. Dametto A. De Lazzari S. Leoni G. Lorenzetti G. Manfè S. Pasqual A. Pesce M. Borghini P. Celentano	CNR - ISMAR Venezia CNR - ISMAR La Spezia CNR - ISMAR La Spezia
Misure correntometriche	M. Borghini P. Celentano	CNR - ISMAR La Spezia CNR - ISMAR La Spezia
Analisi dei sedimenti ed ecotossicologia	A.M. De Biasi G. Bontà Pittaluga S. Dell'Ira L. Kozinkova M. Pertusati S. Polese O. Spinelli	CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno CIBM Livorno
Inquinanti e Biomarker in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	A. Gomiero	Norce - Norwegian Research Centre
Comunità bentonica	C. Cuicchi T. Manarini L. Montagnini P. Polidori E. Punzo V. Salvalaggio A. Santelli P. Strafella	Cooperativa Mare Ricerca Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona CNR - IRBIM Ancona
Comunità ittica	P. Polidori E.N. Armelloni C. Ferrà Vega F. Masnadi A. Minelli G. Pellini M. Scanu A.N. Tasseti	CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona Cooperativa Mare Ricerca Ancona CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona
Censimento mammiferi e rettili marini	V. Salvalaggio P. Strafella C. Ferrà Vega	CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona CNR - IRBIM Ancona

Hanno inoltre collaborato allo svolgimento dei campionamenti in mare i Sigg.ri Giampaolo Gaetani e Antonio Marziali imbarcati sulla M/R TecnoPesca II del CNR-IRBIM di Ancona utilizzata per le indagini.

1. INTRODUZIONE

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM (già ISMAR) di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale piattaforma alla già esistente Bonaccia.

Bonaccia NW è installata in Adriatico centrale, a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m nella zona delle sabbie pelitiche del largo.

Sulla base delle caratteristiche dell'area in cui è installata la piattaforma e delle esperienze condotte o tuttora in corso dal CNR-IRBIM presso analoghe strutture situate in Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018a; 2018b) e delle prescrizioni dell'ARPAM, si è ritenuto opportuno proporre un programma di monitoraggio comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua (correnti, temperatura, salinità, ossigeno disciolto, sali nutritivi, fluorescenza, ecc.);
2. caratteristiche delle comunità fito- e zooplanctoniche (come da indicazioni ARPAM del 06/02/2015, Prot. 003920);
3. caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti presenti nel fondo mobile circostante;
4. ecotossicologia dei sedimenti circostanti;
5. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti;
6. analisi di inquinanti in organismi marini (*Hediste diversicolor*);
7. analisi di inquinanti e di biomarkers in organismi marini (*Mytilus galloprovincialis*) insediati sulle parti sommerse della piattaforma;
8. evoluzione del popolamento ittico;
9. rilevamento del passaggio di cetacei.

Il monitoraggio comprende le seguenti fasi (Tab. 1-I):

- a. Fase precedente alla posa in opera della struttura;
- b. Fase di installazione della piattaforma e perforazione dei pozzi: le indagini ai punti 1) e 2) dell'elenco sopra riportato sono state condotte su base bimestrale per tutta la durata della fase: le indagini di cui ai punti 3-6 sono state effettuate nel corso di un

survey. Il rilevamento del passaggio di cetacei è avvenuto mediante operatori MMO (Leonori *et al.*, 2016).

- c. Fase di produzione: le indagini previste ai punti 1 (solo correntometria), 3-9 verranno condotte per 5 anni dopo la fine dei lavori di installazione delle strutture e perforazione dei pozzi. Per le indagini sedimentologiche, ecotossicologiche, sulla comunità bentonica e la ricerca di inquinanti e biomarkers in organismi marini sono previsti survey stagionali (inverno ed estate). I campionamenti per lo studio della comunità ittica saranno mensili, mentre l'osservazione di mammiferi marini sarà effettuata mediante 3 campionamenti/mese. Le indagini previste al punto 1 (eccetto correntometria) verranno effettuate per tutta la durata dell'esercizio dell'impianto mediante campionamenti bimestrali. Le indagini di cui al punto 2 non sono previste in questa fase.
- d. Fase di fine produzione:
 1. pre-smantellamento: verranno condotte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8; eccetto lo studio della comunità ittica si prevede un survey per ogni tipologia di indagini che verrà effettuato subito prima dell'inizio dei lavori di smantellamento. Per la comunità ittica verranno condotti 3 survey;
 2. smantellamento: in questa fase verranno condotte le indagini di cui ai punti 1, 3-5 e 8; si prevede come minimo n. 1 survey che potrà essere ripetuto in funzione della durata dei lavori;
 3. post-smantellamento: tutte le indagini di cui ai punti 3-5 e 7-8 verranno condotte per un periodo di 3 anni dallo smantellamento della piattaforma. Quelle riguardanti i sedimenti e la comunità bentonica si svolgeranno in inverno e/o estate, il popolamento ittico verrà invece investigato mensilmente. Le indagini riguardanti la colonna d'acqua (punto 1) avranno la durata di 1 anno e si svolgeranno con cadenza bimestrale.

Per le fasi a) e b) sono stati previsti monitoraggi semplificati rispetto a quelli successivi all'installazione a causa dell'assenza fisica della struttura (pre-survey) e di problemi tecnici e di sicurezza legati alla presenza dei mezzi di lavoro (fase di installazione).

Per quanto concerne la fase d), data la lunga durata della fase di produzione di una piattaforma, si precisa che le modalità di monitoraggio e le indagini sono state redatte sulla base delle esperienze maturate sino ad oggi, ma è verosimile che nel tempo gli approcci metodologici riguardanti sia la dismissione delle strutture che le metodiche di monitoraggio ambientale si evolveranno. Pertanto il piano proposto potrebbe necessitare di

modifiche sulla base delle nuove conoscenze acquisite.

Nel presente rapporto sono descritti i risultati conseguiti per la piattaforma Bonaccia NW nel 1° semestre del 3° anno post lavori di installazione (gennaio - giugno 2018).

Tab. 1-I – Survey previsti durante il programma di monitoraggio ambientale.

Fase	Comparti d'indagine	Piattaforma Bonaccia NW
Ante operam	Colonna acqua	1-3 survey
	Comunità planctoniche	1-3 survey
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Rilevamento cetacei	3-5 survey
Cantiere	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Comunità planctoniche	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	*
Esercizio	Correntometria	Per tutta la durata della fase
	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	5 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	5 anni
	Comunità bentonica	5 anni
	Comunità ittica	5 anni
	Analisi inquinanti e biomarker in organismi marini	5 anni
	Rilevamento cetacei	5 anni
Pre smantellamento	Colonna d'acqua	**
	Sedimenti	1 survey
	Ecotossicologia dei sedimenti	1 survey
	Comunità bentonica	1 survey
	Comunità ittica	3 survey
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
Smantellamento	Colonna acqua	Per tutta la durata della fase
	Sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Ecotossicologia dei sedimenti	Per tutta la durata della fase
	Comunità bentonica	Per tutta la durata della fase
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione
Post smantellamento	Colonna acqua	1 anno
	Sedimenti	3 anni
	Ecotossicologia dei sedimenti	3 anni
	Comunità bentonica	3 anni
	Comunità ittica	3 anni
	Rilevamento cetacei	Ad ogni occasione

* Monitoraggio in continuo da parte di operatori MMO (rif. DM punto A.7-a)

** Incluso nella fase di Esercizio

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Bonaccia NW è ubicata a circa 60 km in direzione Est dalla costa marchigiana di Ancona, su un fondale di circa 87 m (fig. 2.1). Le coordinate del punto in cui è avvenuta l'installazione della struttura sono riportate in Tab. 2-I. I lavori di posa in opera sono terminati a fine gennaio 2016.

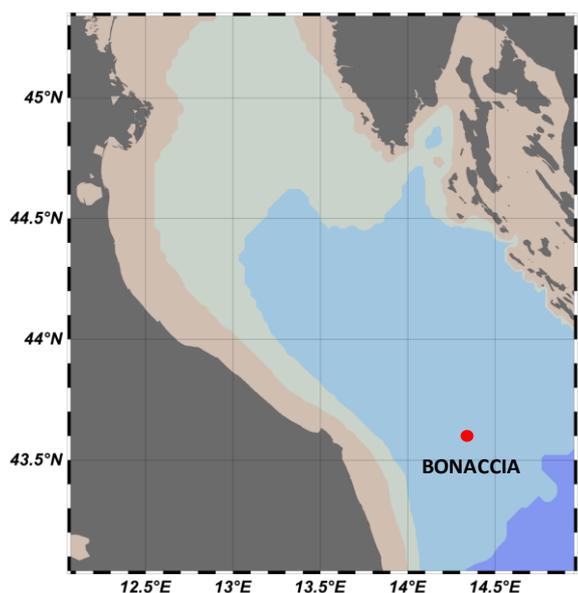


Fig. 2.1 - Ubicazione della piattaforma Bonaccia NW.

Tab. 2-I – Coordinate geografiche del punto in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma Bonaccia NW	43°35'59'',289N 14°20'08'',604E

2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

2.1.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

Per lo studio delle caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua nel 1° semestre 2018 è stato condotto un solo survey a maggio. Infatti, a causa delle prolungate condizioni meteo avverse non è stato possibile effettuare i campionamenti previsti a marzo e a inizio luglio.

Come da disciplinare tecnico, i prelievi sono stati effettuati in 8 stazioni disposte a croce lungo le direttrici NW-SE e NE-SW e aventi come punto di intersezione la piattaforma, di cui 4 poste entro un raggio di 100 m dalla piattaforma stessa e 4 a una distanza di circa 2000 m da essa (fig. 2.1; Tab. 2-I).

In tutti i siti sono stati misurati parametri in continuo mediante una sonda multiparametrica (CTD; All. A1-I) della Sea Bird modello SBE19plusV2 equipaggiata, oltre che con i sensori standard di pressione, temperatura e conducibilità, con un fluorimetro Turner - Cyclops7 per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a*, con un torbidimetro (Backscatterometro) Turner - Cyclops7 per la misurazione del particolato sospeso (TSM) e con un sensore di ossigeno SBE43 per la determinazione della concentrazione di ossigeno disciolto e con un altimetro Teledyne Benthos Altimetro PSA-916. La sonda è stata calibrata dalla Ditta costruttrice per i parametri di pressione, temperatura e conducibilità. I sensori di ossigeno disciolto, fluorescenza e torbidità sono stati calibrati con campioni raccolti *in situ* durante ogni campagna e analizzati per il contenuto di ossigeno disciolto (metodo Winkler), di pigmenti clorofilliani (Chl, metodo HPLC) e per il contenuto di materiale particolato totale (TSM, metodo gravimetrico). La sonda ha una frequenza di acquisizione di 4 serie di dati al secondo (4 Hz).

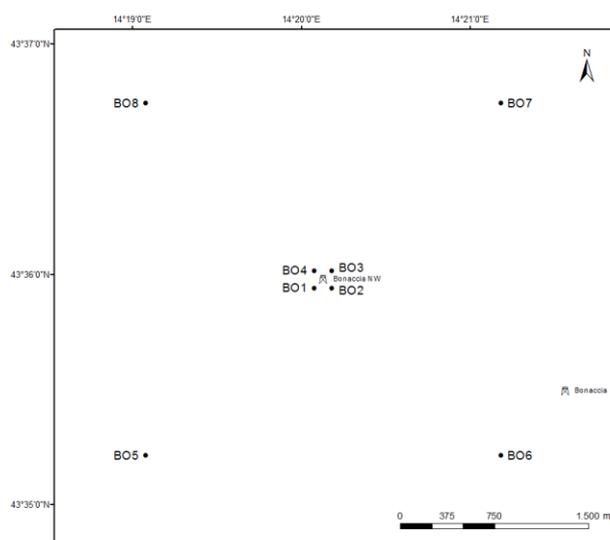


Fig. 2.2 - Schema di campionamento adottato nella fase di produzione della piattaforma per le indagini idrologiche.

Tab. 2-II - Coordinate geografiche dei siti di campionamento utilizzati per le indagini idrologiche.

Stazione	Distanza da Bonaccia NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche
BO1	100	SW	43° 35' 57"N 14° 20' 05"E
BO2	100	SE	43° 35' 57"N 14° 20' 12"E
BO3	100	NE	43° 36' 02"N 14° 20' 12"E
BO4	100	NW	43° 36' 02"N 14° 20' 05"E
BO5	2000	SW	43° 35' 13"N 14° 19' 06"E
BO6	2000	SE	43° 35' 14"N 14° 21' 12"E
BO7	2000	NE	43° 36' 45"N 14° 21' 11"E
BO8	2000	NW	43° 36' 45"N 14° 19' 05"E

Lungo la colonna d'acqua sono stati registrati i seguenti parametri:

- profondità (pressione);
- temperatura;
- conducibilità (da cui si ricava la salinità);
- ossigeno disciolto;
- fluorescenza;
- torbidità (Backscatterometro).

Presso ogni stazione sono stati anche prelevati campioni di acqua a 4 quote (superficie, -20 m, -40 m e fondo) mediante “rosette” Sea-Bird Electronics mod. SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO da 5 litri accoppiata alla sonda CTD SBE19 plusV2 (All. A1-I).

Su tali campioni sono stati misurati i seguenti parametri:

- ossigeno disciolto tramite metodo Winkler;
- azoto inorganico come Ammoniaca, Nitriti e Nitrati;
- fosforo inorganico disciolto come Ortofosfato;
- silicio inorganico disciolto come Ortosilicato;
- carico solido totale come peso secco;
- concentrazione di pigmenti clorofilliani;
- Idrocarburi totali;
- Idrocarburi alifatici (IA);
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Solventi organici aromatici (BTEX);
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- glicole etilenico.

Tutti i campioni raccolti sono stati mantenuti in luogo fresco e al buio fino al momento delle analisi. I campioni dei nutrienti e i filtri per i solidi sospesi e per i pigmenti clorofilliani sono stati conservati a -20°C fino al momento dell'analisi.

2.1.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Nel 1° semestre 2018 è stato posizionato un ormeggio correntometrico in prossimità di Bonaccia NW (43°36,010' N, Longitudine 14°20,148' E) a circa 86 m di profondità. Tale ormeggio era costituito da un correntometro acustico Teledyne RDI (All. A1-II), del peso in acqua di circa 13 kg, da tre boe di spinta in materiale plastico con spinta positiva di circa

20 kg ciascuna, da uno sganciatore acustico Edge Tech e da una zavorra di ferro a perdere di circa 95 kg. Tale strumento è stato periodicamente controllato e i dati sono stati scaricati. Il correntometro acustico (ADCP), oltre a registrare la direzione e la velocità della corrente nei vari strati, misura la temperatura e la pressione nel luogo in cui è posizionato. La sua accuratezza è di circa 0,3 cm/s e la risoluzione di 0,1 cm/s. Lo strumento è stato settato per effettuare registrazioni ogni ora in 25 celle da 4 m, coprendo in questo modo gran parte della colonna d'acqua. Sono stati registrati dati dal 1° gennaio al 30 giugno.

2.1.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Nel 1° semestre 2018 è stato condotto in inverno il 5° survey post lavori di installazione della piattaforma Bonaccia NW seguendo il medesimo schema di campionamento adottato precedentemente (Fabi *et al.*, 2018c). I prelievi hanno interessato un'area di circa 2000x2000 m all'interno della quale sono state posizionate 20 stazioni lungo due transetti ortogonali tra di loro e aventi come punto di intersezione la piattaforma stessa (fig. 2.3). Il primo transetto (transetto A) è stato orientato da NW verso SE e il secondo (transetto B) da NE verso SW, ortogonalmente alla linea di costa. Le stazioni sono state poste a distanze crescenti dalla struttura (<5 m, 30 m, 60 m, 120 m, 250 m). Sono stati campionati anche 4 siti di controllo posizionati in modo random all'interno di aree (500x500 m) poste a circa 2000 m dalla struttura. La distanza e la posizione delle singole stazioni dal punto "Bonaccia NW" e le profondità relative al monitoraggio condotto nell'inverno 2018 sono riportate in Tab. 2-III.

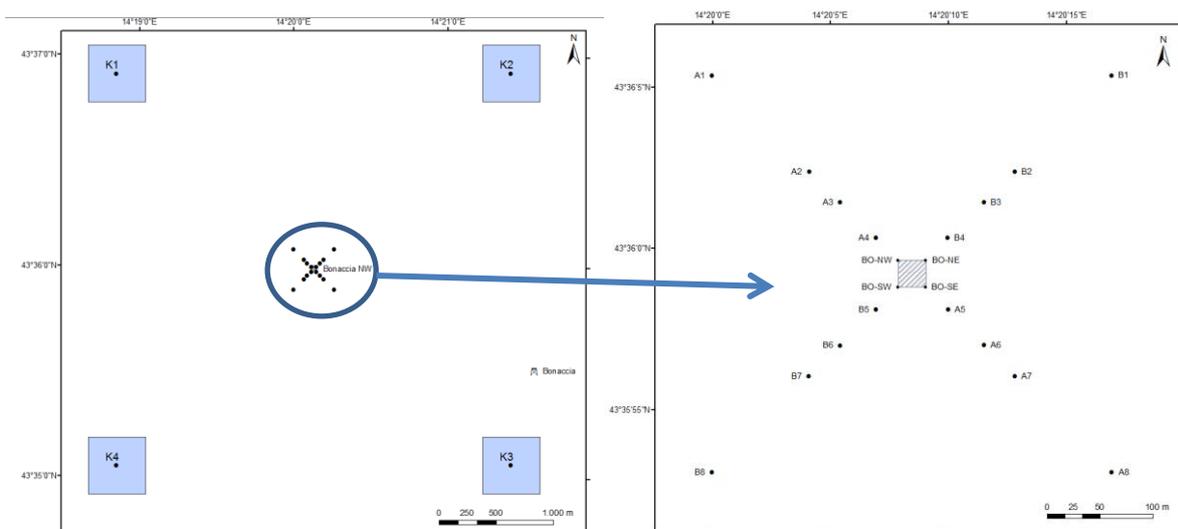


Fig. 2.3 - Schema di campionamento utilizzato per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica nella fase di produzione di Bonaccia NW, con il particolare dei 20 siti posti attorno alla piattaforma.

Tab. 2-III - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nel 5° survey post lavori di installazione per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso i punti di campionamento in corrispondenza di Bonaccia NW.

	Distanza dal sito Bonaccia NW (m)	Posizione rispetto alla piattaforma	Coordinate geografiche	Profondità (m)
A1	250	NW	43°36'147N 14°20'047E	86,7
A2	120	NW	43°36'094N 14°20'070E	87,2
A3	60	NW	43°36'071N 14°20'102E	86,3
A4	30	NW	43°36'057N 14°20'120E	87,3
BO NW	0	NW	43°36'044N 14°20'124E	86,5
BO SE	0	SE	43°36'016N 14°20'157E	87,0
A5	30	SE	43°36'000N 14°20'171E	87,9
A6	60	SE	43°35'981N 14°20'182E	87,6
A7	120	SE	43°35'965N 14°20'200E	87,6
A8	250	SE	43°35'917N 14°20'270E	87,9
B1	250	NE	43°36'113N 14°20'270E	86,3
B2	120	NE	43°36'087N 14°20'222E	87,2
B3	60	NE	43°36'063N 14°20'180E	87,3
B4	30	NE	43°36'053N 14°20'165E	87,1
BO NE	0	NE	43°36'041N 14°20'154E	86,9
BO SW	0	SW	43°36'015N 14°20'128E	85,9
B5	30	SW	43°35'999N 14°20'105E	87,1
B6	60	SW	43°35'989N 14°20'088E	87,0
B7	120	SW	43°35'961N 14°20'065E	87,5
B8	250	SW	43°35'924N 14°20'001E	87,2
K1	2000	NW	43°36'945N 14°18'755E	83,0
K2	2000	NE	43°36'882N 14°21'842E	85,2
K3	2000	SE	43°34'855N 14°21'376E	86,4
K4	2000	SW	43°35'072N 14°18'908E	85,6

Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.4; All. A2-I).

In situ sono stati rilevati i seguenti parametri:

- aspetto macroscopico (colore, odore, eventuale presenza di frammenti di conchiglie, concrezioni, ecc.);
- tessitura;
- presenza di strutture sedimentarie di varia natura;

Da ciascun campione, dopo la descrizione degli aspetti sopra elencati, sono state prelevate porzioni di sedimento ripartite in due aliquote per le seguenti analisi:

- granulometria;
- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Idrocarburi totali;
- metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco);
- sostanza organica totale;

– Total Organic Carbon (TOC).

I campioni sono stati congelati e conservati a -18°C ad eccezione di quelli utilizzati per la granulometria, mantenuti a $+4^{\circ}\text{C}$.

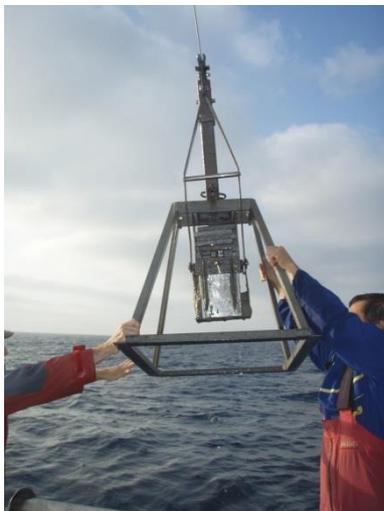


Fig. 2.4 – Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti.

Indagini sulle comunità bentoniche - Tutte le stazioni sono state campionate mediante una benna di tipo Van Veen avente una capacità di 12 l e un'apertura di $0,095\text{ m}^2$ (fig. 2.5; All. A3-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (All. A3-II) e fissati in formaldeide diluita in acqua di mare al 5%.



Fig. 2.5 – Benna Van Veen utilizzata per le indagini sulla comunità bentonica.

2.1.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

Presso le stazioni di campionamento BO SE, A3, B3, A6, B6, K1, K2, K3 e K4 (fig. 2.3) sono stati prelevati mediante benna Van-Veen anche campioni di sedimento per lo svolgimento dei seguenti saggi ecotossicologici:

– *Dunaliella tertiolecta* (accrescimento);

- *Vibrio fischeri* (variazione della bioluminescenza);
- *Corophium orientale* (mortalità dopo 10 giorni);
- *Crassostrea gigas* (embriotossicità).

La ricerca di inquinanti è stata effettuata su esemplari di *Hediste diversicolor*; le prove di bioaccumulo hanno riguardato i seguenti metalli pesanti: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco.

Dal campione di sedimento è stata prelevata solo la porzione superficiale (5-10 cm) eliminando lo strato di fango venuto a contatto con le pareti della benna, al fine di evitare eventuali contaminazioni. Il materiale così ottenuto è stato posto in recipienti puliti e conservato a circa 5°C.

2.1.5. ANALISI INQUINANTI E BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

Nell'inverno 2018 i campioni sono stati prelevati vicino gli anodi sacrificali e lontano da essi, oltre che da un impianto di mitilicoltura situato al largo di Senigallia (AN) in un'area di mare aperto. Quest'ultimo campione è considerato come controllo.

Le taglie medie degli esemplari prelevati dai due siti della piattaforma e al controllo (lunghezza della conchiglia \pm dev.st) sono state le seguenti:

1. Controllo: 49,9 \pm 5,1 mm
2. Vicino anodo: 60,1 \pm 5,5 mm
3. Lontano anodo: 55,1 \pm 5,1 mm.

2.1.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

2.1.6.1 Campionamenti di pesca

Nel 1° semestre 2018 sono stati condotti n. 6 campionamenti di pesca mensili sia nei pressi della piattaforma Bonccia NW (entro un raggio di 50 m dalla struttura), sia in due aree di controllo prive di substrati duri naturali o artificiali, situate sulla stessa batimetria della struttura e a una distanza di circa 1800 m, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. I campionamenti presso le due aree di controllo sono stati condotti in due dei quattro quadranti (NW, NE, SW e SE) intorno alla piattaforma, scelti in maniera casuale ad ogni campionamento (fig. 2.6).

Lo strumento utilizzato è una rete da posta tipo "tremaglio" le cui caratteristiche tecniche sono riportate in All. 4-I.

La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per una permanenza in mare di circa 12 h. I campionamenti sono stati effettuati contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteo-marine.

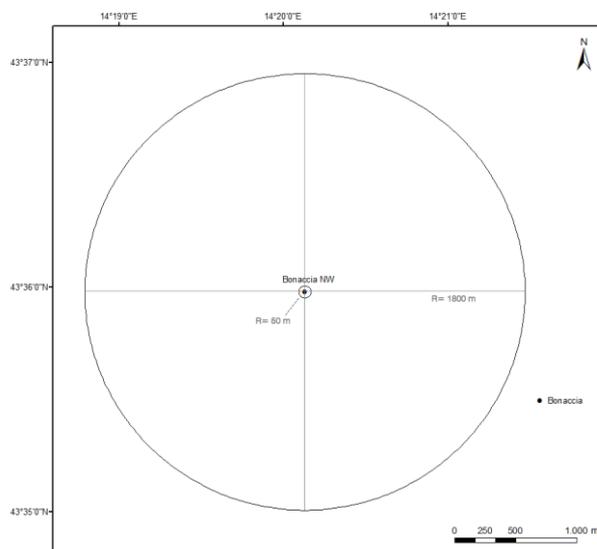


Fig. 2.6 - Schema di campionamento per le indagini sulla comunità ittica mediante campionamenti di pesca.

2.1.6.2 Investigazioni acustiche

Le investigazioni acustiche, condotte contemporaneamente ai campionamenti di pesca, sono state eseguite con sistema multibeam echosounder (MBES; Kongsberg EM2040CD (All. A4-II). Questo strumento ad alta risoluzione lavora a frequenze variabili che possono essere scelte dall'utente in un range che va da 200 a 400 kHz modulabili di 10 in 10. Il sistema oltre alla completa mappatura del fondale marino, è in grado di acquisire dati acustici riguardanti la colonna d'acqua (fig. 2.7) restituendo dati geometrici e morfologici di eventuali aggregazioni di pesce e/o altri riflettori presenti lungo la colonna stessa e relative immagini tridimensionali.

La fig. 2.8 illustra lo schema di campionamento adottato durante i survey che è consistito 13 transetti, di interasse pari a 125 m circa. L'area investigata è centrata sulla piattaforma e ha dimensioni 1500x1500 m. Negli schemi planari di campionamento dei vari mesi si evidenzia un'area circolare di raggio 300 m dalla piattaforma in quanto, da studi effettuati (Scarcella *et al.*, 2011), si è potuto determinare che tale è l'area di influenza della struttura in ambiente naturale: la circonferenza in planimetria definisce una colonna d'acqua cilindrica entro la quale si può apprezzare la variazione di popolazione ittica nel tempo e relazionarla all'esistenza della struttura.

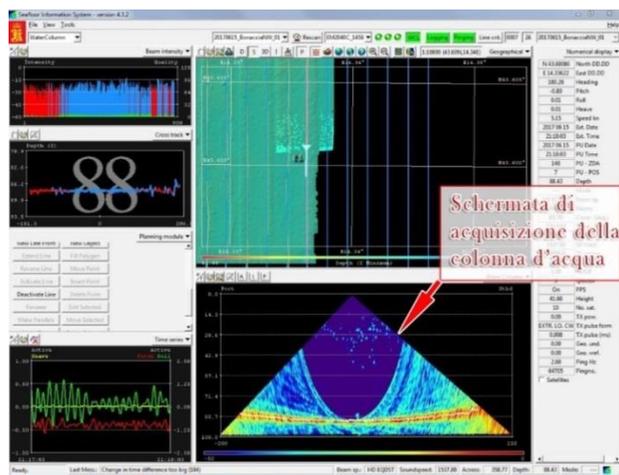


Fig. 2.7 - Schermata di acquisizione dati del software SIS utilizzato dal sistema multibeam EM2040CD. Il sistema è in grado di visualizzare e acquisire dati acustici relativi alla colonna d'acqua.

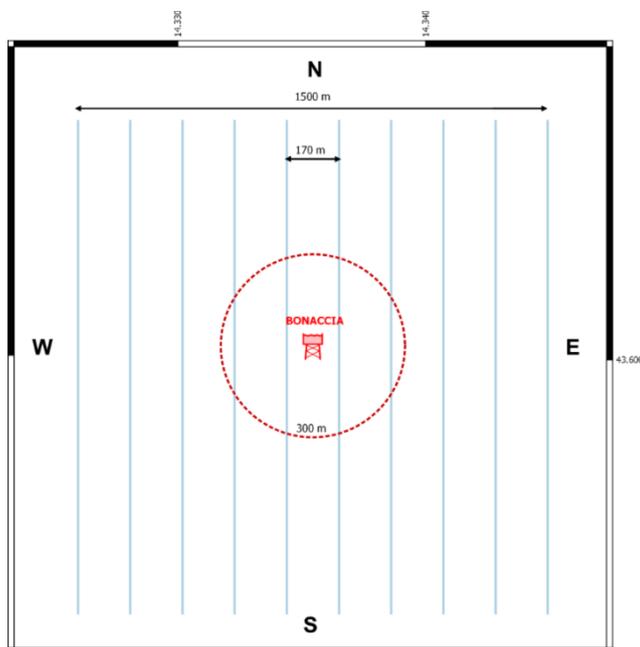


Fig. 2.8 - Schema di campionamento adottato durante i survey effettuati con MBES. Al centro il simbolo della piattaforma e il limite dei 300 m (in rosso).

Un totale di 800 beam acustici è stato campionato digitalmente, creando un'immagine della porzione di massa d'acqua insonificata dal trasduttore. Considerando una profondità media di circa 70 m e un angolo di apertura del cono acustico di 160° in totale, è stato possibile investigare circa 360 m di areale per ogni transetto effettuato.

Tutti i campionamenti sono stati eseguiti nello stesso arco temporale della giornata (dalle 11:00 alle 16:00 circa), con condizioni di mare da calmo a poco mosso.

2.1.6.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Durante i survey, ogni qualvolta vi fossero condizioni di buona visibilità, sono state

realizzate riprese con telecamera subacquea Quasi Stellar Color (All. 4-III) che consente la visione diurna a colori del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità (≥ 200 m 200 m), con intensità di appena 2 millesimi di lux. Le registrazioni sono state effettuate immergendo la telecamera in prossimità della piattaforma a vari step di profondità, controllando contemporaneamente le registrazioni dal monitor del notebook ad essa collegato: in tal modo si sono acquisiti filmati sulle aggregazioni rilevate ed è stata individuata la quota a cui sono state riscontrate nella colonna d'acqua.

2.1.7. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI

Gli avvistamenti di cetacei attorno alla piattaforma Bonaccia NW sono stati effettuati in un'area di circa 1 km^2 avente al centro il punto Bonaccia NW. All'interno di tale area sono stati tracciati dei transetti distanti circa 500 m l'uno dall'altro e percorsi a una velocità media di 5 nodi (fig. 2.9).

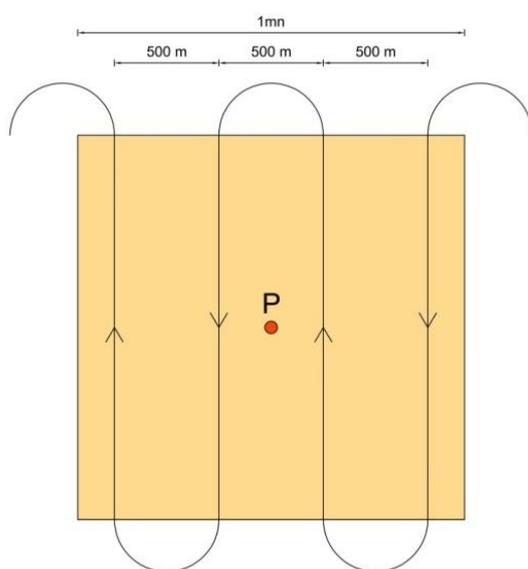


Fig. 2.9 - Schema di campionamento adottato per gli avvistamenti dei cetacei nell'area interessata dalla presenza della piattaforma Bonaccia NW. P = piattaforma.

Durante il survey due operatori osservavano simultaneamente l'eventuale presenza di cetacei registrandola sul quaderno di campo annotando l'ora, il numero degli esemplari, la loro posizione rispetto alla piattaforma e, ove possibile, la specie. Tali survey sono stati condotti sia nel corso delle campagne di campionamento della colonna d'acqua, dei sedimenti e delle comunità bentonica e ittica, sia durante apposite crociere. Nel periodo gennaio - giugno sono stati effettuati 3 avvistamenti/mese.

2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.2.1. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

I campioni di acqua raccolti sono stati analizzati in laboratorio per valutare il contenuto dei sali nutritivi disciolti (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati), dell'ossigeno disciolto, dei solidi totali sospesi (TSM: Total Suspended Matter) e della concentrazione di pigmenti clorofilliani. Sono stati inoltre ricercati i vari inquinanti elencati nel Cap. 2.1.1.

Ossigeno disciolto - E' stato quantificato direttamente a bordo con metodo Winkler (1888): i campioni di acqua appena raccolti sono stati fissati con una soluzione di cloruro di manganese e una soluzione alcalina di ioduro di sodio, e conservati al buio fino alla determinazione. La titolazione è stata effettuata con tiosolfato di sodio con metodo potenziometrico ed elettrodo di platino, entro le 4 h successive, utilizzando la buretta automatica Metrohm Basic Titrino 794 (All. A1-III) e confronto con soluzione standard di iodato di potassio (Strickland e Parsons, 1972; Saggiomo *et al.*, 1990). Le analisi di ossigeno disciolto effettuate sono state utilizzate per calibrare i valori misurati dal sensore SBE 43 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

Sali nutritivi - I campioni per l'analisi dei macro-nutrienti inorganici sono stati prelevati dalle bottiglie di campionamento, dopo filtrazione con filtro in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 μm ; Ø = 47 mm), e conservati al buio ad una temperatura di -20°C fino all'analisi.

L'analisi dei nutrienti è stata eseguita tramite un analizzatore colorimetrico automatico EasyChem Plus™ della ditta Systea s.r.l. (All. A1-IV), seguendo le metodiche esposte in Grasshoff *et al.* (1999), in particolare:

- azoto da ammoniaca N-NH₃: il metodo prevede che l'ammoniaca reagisca in ambiente alcalino con fenolo e ipoclorito per formare blu di indofenolo letto a 660 nm;
- azoto da nitriti N-NO₂: lo ione nitrito è fatto reagire in ambiente acido con sulfanilamide e naftiletildiamina per formare un composto diazoico di colore rosso. L'assorbanza del prodotto di reazione è misurata a 540 nm;
- azoto da nitrati N-NO₃: il metodo si basa sulla loro riduzione a nitriti e sul successivo dosaggio dei nitriti totali utilizzando la metodica sopra esposta. La riduzione viene effettuata facendo passare il campione attraverso una colonna di cadmio fornita dalla ditta Systea s.r.l.;
- ortofosfati P-PO₄: il campione viene trattato con ammonio molibdato in ambiente acido; il complesso che ne risulta viene ridotto con acido ascorbico a blu di molibdeno. Si

misura l'intensità della colorazione così prodotta a 880 nm;

- ortosilicati Si-SiO₄: il metodo automatico prevede la misurazione fotometrica del prodotto di riduzione (blu di molibdeno) che si forma in presenza di acido ascorbico, quando lo ione silicio reagisce con ammonio molibdato in ambiente acido. Il complesso è letto a 880 nm; l'acido ossalico viene addizionato allo scopo di eliminare le interferenze dei fosfati.

Per ogni parametro i limiti di rilevabilità (IRSA-CNR, 1994) sono:

- N-NH₃: 0,05 µM;
- N-NO₂: 0,01 µM;
- N-NO₃: 0,10 µM;
- P-PO₄: 0,01 µM;
- Si-SiO₄: 0,02 µM.

Pigmenti clorofilliani - I campioni per la determinazione delle diverse clorofille sono stati prelevati mediante bottiglie idrologiche e filtrati a bordo, immediatamente dopo il prelievo, su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), e opportunamente conservati in freezer a -20°C fino al momento dell'analisi. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg⁻¹.

Le analisi delle clorofille *a*, *b* e *c* sono state effettuate secondo il metodo Vidussi *et al.* (1996) mediante HPLC (High Performance Liquid Chromatography; All. A1-V) HP 1090 dotato di detector DAD (photodiode array detector), utilizzando una colonna *Synergy-Hydro Reversed-phase* (150 mm x 3 cm x 4 µm). I dati sono stati acquisiti tramite integratore HP 3396 series II. L'estratto è stato iniettato attraverso un loop di 200 µl e l'eluizione ha previsto un flusso pari a 0,8 ml/min con un gradiente binario lineare fra il solvente A (metanolo:ammonio acetato 0.5 N, 70:30 v:v) e il solvente B (metanolo puro), avente il seguente programma (minuti, %A, %B): 0, 75, 25 - 1, 50,50 - 15, 0, 100 - 18,5, 0, 100 - 19, 75, 25. L'identificazione dei pigmenti è stata effettuata per confronto con standard esterni (DHI Laboratories) settando la lunghezza d'onda per la lettura a 440 nm. I valori di clorofilla sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di fluorimetria Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

TSM (solidi sospesi totali) - Il carico solido totale è stato determinato con la seguente procedura: i campioni prelevati mediante bottiglie idrologiche sono stati filtrati *in situ* su filtri in fibra di vetro Whatman GF/F (porosità = 0,7 µm; Ø = 47 mm), pesati a freddo con

bilancia analitica Mettler 0,01 mg (All. A1-V) e riposti in singoli portafiltri numerati. La filtrazione è stata effettuata per aspirazione, con la minore depressione possibile per evitare la rottura delle cellule, in ogni caso minore di 200 mm Hg⁻¹. Per eliminare i residui salini il filtro è stato risciacquato nella fase finale della filtrazione del campione per 3 volte con acqua Milli-Q. Al termine della filtrazione i filtri sono stati conservati a -20°C in essiccatore fino al momento dell'analisi. La determinazione in laboratorio del peso secco totale è avvenuta per via gravimetrica, dopo essiccazione a 50-60°C per 4 ore, secondo le indicazioni riportate da Strickland and Parsons (1972). Il peso dei singoli filtri combustibili è stato sottratto al peso del filtro corrispondente su cui è stato filtrato il campione. Le concentrazioni di TSM (total suspended matter) sono state espresse in mg/l. I valori di TSM sono stati utilizzati per calibrare i dati del sensore di torbidità Turner Cyclops-7 installato sulla sonda CTD- SBE19plusV2 per i profili in continuo.

Per la misura di inquinanti lungo la colonna d'acqua sono state utilizzate le metodiche elencate in Tab. 2-IV.

Metalli pesanti - Eccetto il silicio, per tutti gli altri metalli è stata adottata la tecnica della spettrometria di massa a plasma accoppiato induttivamente, indicata con la sigla ICP-MS. Tale tecnica sfrutta l'utilizzo di una torcia al plasma ICP per produrre la ionizzazione del campione e uno spettrometro di massa separa e rileva gli ioni prodotti.

Si è proceduto con l'agitazione del campione e il trasferimento di 100 ml in una beuta da 125 ml; dopo l'aggiunta di 5 ml di acido nitrico, la beuta è stata riscaldata su una piastra e il campione è stato fatto evaporare fino al raggiungimento di un volume di 10-20 ml. Completata la mineralizzazione, alla soluzione sono state aggiunte due successive aliquote di 5 ml di acqua. Una volta raffreddato, il campione è stato portato a volume con acqua per la successiva introduzione nello strumento di analisi. Lo strumento usato è uno spettrometro di massa con sorgente al plasma ICP-MS 7500ce, con cella di collisione Shield Torch e sistema ISIS, Agilent Technologies, dotato di autocampionatore ASX520, Cetac (All. A1-VI).

Per la valutazione del silicio la base del metodo consiste nella misura delle intensità delle radiazioni elettromagnetiche emesse dagli atomi/ioni eccitati delle specie presenti nel campione, mediante tecniche spettrometriche con sorgente al plasma (ICP-OES). Il campione è trasportato nel plasma, dove, in seguito a fenomeni di eccitazione, avviene la produzione dello spettro di emissione composto dalle righe caratteristiche degli elementi presenti. Tali righe, dopo essere state separate mediante un sistema di dispersione, vengono

inviata su un rivelatore (fotomoltiplicatore o a stato solido) che produce un segnale elettrico di intensità proporzionale all'intensità delle righe di emissione. Le intensità di emissione vengono rilevate, simultaneamente o in sequenza, e la concentrazione di analita presente nel campione viene determinata per confronto con una soluzione di riferimento a concentrazione nota.

Per la misurazione del silicio è stato utilizzato uno spettrometro simultaneo ad emissione atomica con plasma ad accoppiamento indotto ICP-AES Vista-MPX dotato di autocampionatore SPS-3, Varian (All. A1-VII).

Solventi organici aromatici (BTEX) - La determinazione è stata effettuata mediante gascromatografia accoppiata a spazio di testa dinamico ("Purge & trap"). Soltanto i composti scarsamente solubili in acqua, relativamente volatili, tendono ad occupare lo spazio di testa e quindi possono essere trasferiti nel gascromatografo; in tal modo è possibile minimizzare eventuali interferenze e/o contaminazioni della colonna gascromatografica e del rivelatore.

Il metodo prevede l'estrazione dalla matrice acquosa delle sostanze organiche volatili, con bassa solubilità in acqua, mediante il gorgogliamento di un gas inerte (elio) direttamente nelle vials di campionamento (40 ml). I composti così estratti vengono intrappolati in apposito materiale adsorbente. Terminata l'estrazione, la trappola viene riscaldata e gli analiti sono trascinati dal flusso del gas all'interno del gas cromatografo equipaggiato con rivelatore a massa.

Lo strumento utilizzato per la determinazione dei BTEX è uno spettrometro di massa quadrupolare HEWLETT-PACKARD GC/MS 5973 Network, munito di 1 autocampionatore a 51 posizioni per spazio di testa 4552 Purge & Trap e sistema di Purge & Trap Eclipse 4660 O.I. Analytical (All. A1-VIII).

Idrocarburi totali - Questo parametro relativamente alle acque è da intendersi come somma delle due seguenti classi:

- a) i composti che, dopo i processi di estrazione e purificazione, sono rivelati mediante GC-FID, su colonna capillare non polare con tempi di ritenzione compresi tra quelli del n-decano (C₁₀ H₂₂) e del n-tetracontano (C₄₀ H₈₂) (frazione estraibile).
- b) i singoli idrocarburi, determinati mediante spazio di testa e analisi in gascromatografia con rivelatore FID, compresi tra il n-pentano (C₅ H₁₂) e in n-decano (C₁₀ H₂₂) inclusi (frazione volatile).

Tab. 2-IV - Elenco degli inquinanti analizzati lungo la colonna d'acqua e metodi di analisi utilizzati.

METALLI			
	unità di misura	limite rilevabilità	metodo
Alluminio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Arsenico	µg/L	0,1	EPA 6020A
Bario	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cadmio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Cromo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Ferro	µg/L	5	EPA 6020A
Mercurio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Nichel	µg/L	0,1	EPA 6020A
Piombo	µg/L	0,1	EPA 6020A
Rame	µg/L	0,1	EPA 6020A
Vanadio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Zinco	µg/L	0,1	EPA 6020A
Indio	µg/L	0,1	EPA 6020A
Silice	mg/L	0,01	EPA 200.7
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (BTEX)			
Benzene	µg/L	0,1	EPA 5030C + EPA 8260C
Etilbenzene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Stirene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Toluene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
Xilene	µg/L	1	EPA 5030C + EPA 8260C
ALTRE SOSTANZE			
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	30	EPA 5021A + EPA 3510C + 8015D
Etilenglicole	mg/L	10	M.U. 1367:99
Idrocarburi policiclici aromatici	µg/L	0,01-0,1	EPA 3510C + EPA 8310
Idrocarburi alifatici	µg/L	1	EPA 3510C + EPA 8270D

EPA METHOD 6020A, 2007 - Inductively coupled plasma-mass spectrometry.

EPA METHOD 200.7, 2001 - Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

EPA METHOD 5030C, 2003 - Purge-and-trap for aqueous samples.

EPA METHOD 8260C, 2006 - Volatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (gc/ms).

EPA METHOD 5021A, 2003 - Equilibrium headspace.

EPA METHOD 3510C, 1996 - Separatory funnel liquid-liquid extraction.

EPA METHOS 8015D, 2003 - Nonhalogenated organics using gc/fid.

EPA METHOD 8310, 1986 - Polynuclear aromatic hydrocarbons.

EPA METHOD 8270D, 2007 - Semivolatile organic compounds by gas chromatography/mass spectrometry (gc/ms).

M.U. 1367:99 - Metodi Unichim, Qualità dell'acqua: determinazione di glicoli: etilenico, dietilenico, propilenico, dipropilenico e trietilenico - Metodo gascromatografico.

Analisi frazione volatile: Il metodo è applicabile a una vasta gamma di composti organici che hanno una volatilità sufficientemente elevata da essere efficacemente rimossi dal campione, mediante la procedura di equilibrio in spazio di testa.

In laboratorio, parte del campione d'acqua è stato trasferito in una vial per spazio di testa. All'interno della vial è stato inoltre aggiunto un modificatore di matrice e il relativo standard interno; successivamente, la vial chiusa e ben mescolata è stata posizionata nell'autocampionatore e mantenuta a temperatura ambiente. Il modificatore di matrice ha lo scopo di ben separare i composti volatili all'interno dello spazio di testa. Circa 1 ora prima dell'analisi, le singole fiale sono state riscaldate e miscelate per vibrazione meccanica.

L'autocampionatore ha quindi pressurizzato le vials con gas elio il quale ha spinto la miscela gassosa, formatasi nello spazio di testa attraverso una linea di trasferimento riscaldata, nella colonna GC. Le analisi sono eseguite utilizzando un GC con rivelatore a fiamma (FID).

Analisi frazione estraibile: In un cilindro graduato è stato misurato 1 l di campione che è stato travasato dal cilindro nell'imbuto separatore. Tale imbuto è stato agitato energicamente per circa 2', con sfiato periodico per scaricare la pressione in eccesso. Lo strato organico è stato lasciato separato dalla fase acquosa per un minimo di 10' e si è ripetuta l'estrazione per altre due volte con porzioni fresche di solvente; al termine di tali operazioni i tre estratti di solvente sono stati uniti. L'essiccazione del campione dell'estratto è avvenuta tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente per la successiva analisi cromatografica condotta mediante l'impiego di gascromatografo con rivelatore a fiamma (FID) con colonna capillare.

Gli idrocarburi totali sono stati determinati con un gascromatografo GC 8000 FISON INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) e Idrocarburi Alifatici (IA) - I campioni di acqua sono stati preparati utilizzando la stessa metodica di laboratorio appena descritta per l'analisi della frazione estraibile degli Idrocarburi totali sino all'essiccazione del campione dell'estratto tramite passaggio dello stesso su colonna di vetro, riempita con 20 g di sodio solfato anidro. Successivamente, per IPA e IA è stata eseguita la concentrazione in evaporatore rotante per effettuare il cambio del solvente (acetone e isoottano rispettivamente per analisi di IPA e IA) per la successiva analisi cromatografica.

Nel caso degli **IPA**, la concentrazione di 16 IPA (priority pollutants per la USEPA) (Naftalene, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenz(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indenopirene) è stata determinata con cromatografo liquido ad alte prestazioni HPLC PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza programmabile serie 200A. La colonna utilizzata è una Supelcosil LC-PAH (L = 150 mm ϕ = 3 cm, 5 micron) a fase inversa (All. A1-X). L'eluizione è avvenuta in gradiente ed è stata eseguita con acetone-acqua come fase mobile ad un flusso di 0,8 ml/min. La colonna è stata termostata a 40°C. Un programma di lunghezza

d'onda variabile è stato sviluppato per consentire il rilevamento ottimale di tutti i composti. L'identificazione e la quantificazione dei composti si basa sul confronto con i tempi di ritenzione e sulla misurazione dell'area dei picchi di standard di riferimento esterni. Il limite di rilevabilità è compreso tra 0,01 e 0,1 µg/l. Campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Gli **IA** sono analizzati mediante gascromatografia capillare con gascromatografo Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent 7820A accoppiato a rivelatore di massa sistema MSD Agilent Serie 5977A con autocampionatore a 50 posizioni (All. A1-XI).

L'identificazione degli IA si basa sul confronto con il tempo di ritenzione di soluzioni standard e la quantificazione è stata determinata dalle curve di taratura per ciascun composto analizzando cinque standard esterni. I limiti di rilevazione sono stati misurati con il metodo della curva di calibrazione e campioni di bianco sono stati eseguiti per l'intera procedura. Recupero del campione e precisione sono stati validati con campioni di riferimento certificati. La metodica è stata ulteriormente verificata tramite periodica attività di intercalibrazione internazionale.

Glicole etilenico - È stato misurato nei campioni di acqua mediante tecnica gascromatografica utilizzando il rilevamento a ionizzazione di fiamma (FID). L'analisi in campioni d'acqua di mare non prevede la preparazione del campione, che è stato pertanto iniettato direttamente nello strumento previo prelievo di aliquota tarata.

Analogamente agli idrocarburi totali, l'etilenglicole è stato determinato con un gascromatografo GC 8000 FISIONS INST. con colonna capillare e rivelatore F.I.D., munito di autocampione per spazio di testa statico a 50 posizioni (All. A1-IX).

I dati raccolti sono stati restituiti in forma grafica in modo da descrivere l'andamento dei parametri lungo la colonna d'acqua, lungo transetti e spazialmente utilizzando appositi software.

Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati e raccolti tramite le sonde CTD è stato utilizzato un software fornito dalla casa produttrice seguendo le norme suggerite dall'UNESCO (UNESCO, 1988) e riportate sul manuale "Handbook of method protocols" (Artegiani, 1996); le grandezze derivate, come salinità e anomalie della densità, sono state calcolate secondo gli algoritmi dell'UNESCO (UNESCO, 1983).

Per le varie elaborazioni grafiche sono stati utilizzati il software Grapher™ Vers. 11.3.

della Golden Software, Inc., e il software Ocean Data View © Vers: 4.7.7 (Schlitzer, 2016).

2.2.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

Granulometria - In laboratorio i campioni di sedimento sono stati pesati tal quali per la determinazione del peso umido utilizzando una bilancia elettronica tipo “Europe” (All. A2-II). Successivamente sono stati posti in contenitori di alluminio e introdotti in stufa (All. A2-III) a 110°C per almeno 24 h. Una volta raggiunta la completa essiccazione si è proceduto alla misurazione del peso secco.

Per la separazione in sabbie e peliti ogni campione è stato immerso in acqua tiepida sino alla sua completa disgregazione; si è quindi proceduto alla setacciatura con maglie da 63 µ. Il materiale trattenuto dal setaccio, definito come sabbie, è stato fatto essiccare in stufa a 130°C per almeno 24 h ed è stato sottoposto ad indagine granulometrica, ovvero è stata analizzata la distribuzione percentuale in peso dei grani costituenti il campione secondo le loro dimensioni. Per questa analisi è stato utilizzato un set di setacci (All. A2-IV) aventi dimensioni delle maglie decrescenti (4000 µ, 2000 µ, 1000 µ, 500 µ, 250 µ, 125 µ, 63 µ). Una volta terminata la setacciatura sono stati pesati i residui di ogni setaccio ed è stata determinata la percentuale conchigliare presente. I dati così ottenuti sono stati riportati su un diagramma semilogaritmico e uniti mediante la cosiddetta “curva granulometrica”.

Le peliti (materiale inferiore a 63 µ) sono state fatte decantare ed essiccare in stufa a 130°C sino a completa evaporazione. E’ stata quindi eseguita l’aerometria mediante l’utilizzo di un densimetro (All. A2-V) per terreni secondo il metodo di Casagrande basato su due proprietà: a) velocità con cui si depositano i grani in sospensione in un liquido viscoso in quiete dipende dal volume, dalla forma e dal peso dei granuli stessi (Legge di Stokes); b) la densità della sospensione ad un dato istante è funzione della qualità del prodotto solido non ancora depositato.

IPA - Per la determinazione degli IPA ogni campione è stato scongelato e privato dell’eventuale frazione più grossolana (> 2 mm); in seguito, l'estrazione e l’analisi sono state compiute su un’aliquota di circa 5 g.

I componenti della miscela di estrazione (IPA), sono stati separati tra loro e rilevati tramite tecnica GC-MS-MS (Gascromatografo associato ad uno spettrometri di massa a triplo quadrupolo; All. A2-VI), per la quantificazione degli IPA presenti nei sedimenti.

Il limite di rilevabilità corrisponde a 0,2 µg/kg di campione s.s.

Sono stati ricercati nei siti di campionamento i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in $\mu\text{g}/\text{kg}$ di sostanza secca: Naftene, Acenaftalene, Acenaftene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)antracene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Dibenzo(a,h)antracene, Fluorene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3,c,d)pirene. Le rette di calibrazione sono state elaborate con la tecnica dello standard interno.

Idrocarburi totali - Per gli idrocarburi leggeri ($C < 12$) sono stati seguiti i metodi EPA 5021A (2003a) e EPA 8015D (2003b). 5 g di sedimento sono posti in vial in cui sono stati aggiunti 10 ml di acqua procedendo al riscaldamento della miscela a 65°C per 1 h. Successivamente 0,5 ml sono stati iniettati nello spazio di testa in Gascromatografia (GC) con rilevatore FID (All. 2-VII).

Gli idrocarburi pesanti ($C > 12$) sono stati determinati seguendo il metodo ISO 16703 (2004). I campioni sono stati essiccati all'aria e una quantità nota omogeneizzata è stata estratta mediante sonificazione con acetone /n-eptano. Nella soluzione estraente è stata aggiunta la soluzione di riferimento per la finestra dei tempi di ritenzione (RTW) contenente n-tetracontano e n-dodecano. L'estratto è stato purificato su colonna Florisil. Un'aliquota dell'estratto purificato è stata quindi analizzata in GC-FID ed è stata misurata l'area totale dei picchi presenti nell'intervallo delimitato dalle due soluzioni di riferimento di n-tetracontano e n-dodecano. La quantità di idrocarburi è stata determinata mediante confronto con una soluzione di riferimento esterno costituito da quantità uguali di due differenti tipi di oli minerali.

Metalli pesanti - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg/kg di sostanza secca: alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio e zinco.

La mineralizzazione dei campioni è stata effettuata su circa 0,3 g di sostanza secca, mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, aggiungendo a 3 ml di HNO_3 , 1 ml di HCl e 4 ml di H_2O .

Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua ultrapura. Gli acidi impiegati sono tutti rigorosamente ultrapuri. L'analisi per la determinazione del **mercurio** è stata condotta mediante tecnica AAS previa decomposizione termica ed amalgamazione (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio FKV; All. A2-VIII) seguendo la metodica EPA 7473 (2007a). La prova è stata effettuata direttamente sul campione tal quale (senza passaggio di mineralizzazione) pesando aliquote comprese tra 10 e 100 mg.

Le determinazioni di **cadmio**, **arsenico** e **piombo** sono state condotte mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fornello di grafite (Varian SpectrAA-240Z. All. A2-IX), secondo la procedura EPA 7010 (2007b).

Le concentrazioni di **alluminio**, **bario**, **cromo**, **nicel**, **rame**, **silicio**, **ferro**, **vanadio** e **zinco** sono state ottenute mediante tecnica ICP-AES (Varian ICP-720ES; All. A2-X) seguendo la metodica EPA 6010C (2007c).

La mineralizzazione del campione di sedimento è stata effettuata su circa 0,45 g di sostanza secca mediante un sistema di digestione a microonde opportunamente programmato, utilizzando una miscela acida composta da 9 ml di HNO₃, 3 ml di HCl (acidi concentrati). Al termine della mineralizzazione i campioni sono stati filtrati e portati a un volume finale di 25 ml utilizzando acqua Millipore.

L'analisi per la determinazione dell'**indio** è stata effettuata tecnica ICP-MS (Agilent Mod. 7700; All. A2-XI) previa mineralizzazione acida impiegando un sistema "Digiprep" specifico per l'introduzione di campioni nell'ICP MS. Sono stati utilizzati circa 0,5 g di sostanza secca, mineralizzati con 10 ml di Acido Nitrico e portati a un volume finale di 50 ml utilizzando acqua Millipore.

L'accuratezza delle procedure di digestione e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento (LGC 6137 o MESS-3).

In Tab. 2-V si riportano i dettagli relativi al controllo di qualità del dato analitico per i metalli ricercati.

Tab. 2-V - Accuratezza, incertezza, LOQ e LOD relativi ai metalli ricercati.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Hg	In	Ni	Pb	Si	V	Zn
Accuratezza (minima accettabilità del recupero)	25%	25%	25%	30%	25%	25%	20%	25%	nd	25%	25%	nd	25%	25%
Incertezza (%)	21	25	25	25	21	20	20	20	nd	20	21	nd	20	20
LOQ (mg/kg)	170	0,3	1,2	0,02	1,2	1,2	170	0,005	0,02	1,2	0,3	5	1,2	1,2
LOD (mg/kg)	5	0,07	0,2	0,002	0,04	0,12	5	0,002	0,01	0,25	0,07	205	0,07	0,6

Sostanza organica - La determinazione della sostanza organica è stata eseguita mediante calcinazione in muffola: sono stati prelevati circa 3 grammi di sostanza essiccata (in stufa per 48h a 40°C) che sono stati successivamente posti in muffola a 375°C fino a peso costante.

TOC - Il Total Organic Carbon è stato determinato seguendo il Metodo VII.3 - *Determinazione del carbonio organico* (metodo walkley-black, DM 13/09/1999 -

Ministero per le Politiche Agricole). Il carbonio organico è stato ossidato ad anidride carbonica, in condizioni standardizzate, con soluzione di potassio bicromato in presenza di acido solforico. La velocità della reazione viene favorita dall'innalzamento della temperatura conseguente alla brusca diluizione dell'acido. Dopo un tempo stabilito, la reazione è stata interrotta per aggiunta di opportuna quantità di H₂O e la quantità di potassio bicromato che non ha reagito è stata determinata per titolazione con una soluzione di ferro (II) solfato eptaidrato. Il punto finale della titolazione è stato accertato con l'aggiunta di un opportuno indicatore di ossidoriduzione.

2.2.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

2.2.3.1 *Dunaliella tertiolecta*

Il saggio di crescita algale con la cloroficea *Dunaliella tertiolecta* è stato eseguito secondo le indicazioni riportate nella linea guida ASTM E1218-04 (2004a). Il saggio consiste nell'esposizione di una quantità definita di clone algale in condizioni di crescita esponenziale a diverse diluizioni di campione (nella fattispecie elutriato) e al controllo negativo costituito da sola acqua marina artificiale. Prima dell'inoculo del clone algale, tutti i trattamenti, compreso il controllo, sono stati arricchiti con macro- e micronutrienti secondo le specifiche riportate in USEPA (1995).

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella norma UNI EN ISO 10253:2000 (2000).

Esecuzione del saggio – Il saggio con *D. tertiolecta* è stato condotto in triplicato, effettuando 5 diluizioni a partire dal campione tal quale; come supporto sono state utilizzate piastre sterili di polistirene da 24 pozzetti della capacità di 3 ml ciascuno. Parallelamente, per ogni piastra è stato eseguito anche un test con un controllo negativo costituito da acqua di diluizione (acqua di mare ISO a cui sono state aggiunte concentrazioni note di nutrienti). A ciascuna diluizione e al controllo è stata aggiunta una concentrazione nota di clone algale in rapporto di 1:1000. Una volta inoculato il clone algale (concentrazione iniziale 2×10^3 cellule ml⁻¹), le piastre sono state trasferite per 72 h in camera fitologica a condizioni di temperatura e luminosità controllate ($T = 20 \pm 2^\circ\text{C}$, luminosità < 10000 lux). Al termine dell'esposizione è stata verificata la crescita algale nel campione, espressa come densità algale, mediante lettura al Coulter Counter; si è proceduto quindi al conteggio delle tre repliche del campione tal quale e del controllo e al

loro confronto statistico, per verificare eventuali aumenti o diminuzioni significative della crescita algale nel campione rispetto al controllo e procedere eventualmente alla lettura delle altre diluizioni.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio possono essere riportati come percentuale di inibizione della crescita algale e, qualora la tossicità del campione lo consenta, in termini di EC₅₀ o EC₂₀. L'EC₅₀ e l'EC₂₀ si calcolano utilizzando il foglio Excel sviluppato dalla DTU (Danmarks Tekniske Universitet) denominato “KOK457T3” che utilizza i programmi statistici LOG457.EXE e LOG457W.EXE elaborati per la determinazione della relazione concentrazione-effetto in endpoint continui (Christensen *et al.*, 2009).

Sulla base dei risultati espressi in termini di inibizione/stimolazione della crescita e dell'analisi statistica del dato eco-tossicologico (eseguita secondo lo schema USEPA, 1991), i risultati del saggio possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- *assenza di effetto*: percentuale di inibizione/stimolazione inferiore al 20% ed assenza di differenze significative;
- *presenza di significativo effetto eutrofizzante*: percentuale di biostimolazione > 20% e differenza significativa rispetto alla crescita nel controllo;
- *presenza di significativo effetto tossico*: inibizione della crescita > 20% e differenza significativa con il controllo.

QA/QC - La sensibilità di ogni clone algale impiegato per i test con i campioni di elutriato è stata verificata mediante il test di controllo positivo eseguito con bicromato di potassio il cui risultato, espresso come EC₅₀, è stato confrontato con i dati della carta di controllo del laboratorio il cui intervallo è compreso tra 5,8 e 9,9 mg/l come cromo; altri parametri che devono essere rispettati affinché il test sia considerato valido sono:

- la densità cellulare dopo 72 h deve aumentare di un fattore non inferiore a 16 rispetto al valore di partenza (2×10^3 cellule ml⁻¹);
- il coefficiente di variazione nei controlli e nel campione tal quale (CV%) $\leq 15\%$.

2.2.3.2 *Vibrio fischeri* (sistema Microtox®)

Preparazione dell'elutriato - Gli elutriati sono stati preparati dai sedimenti freschi secondo il protocollo indicato in ICRAM (2001).

Un'aliquota del sedimento da testare è stata unita con il volume calcolato dell'acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono state poste in agitazione per 1 h e centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il soprannatante, che

rappresenta l'elutriato, è stato prelevato con cautela e conservato a temperatura di -30°C. Prima dell'allestimento del test sono misurati il pH e la salinità dell'elutriato. La scala di tossicità adottata è riportata in Tab. 2-VI.

Tab. 2-VI - Scala di tossicità adottata per il saggio Microtox®.

Critério	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 ≥ 90%	Bassa
20% ≤ EC50 < 90%	Media
EC50 < 20%	Alta

2.2.3.3 *Corophium orientale*

Il saggio effettuato con esemplari di *Corophium orientale* è stato allestito secondo il protocollo ISO 16712:2005(E) (2005). Il principio del saggio biologico “a breve termine” (di tossicità acuta) consiste nell'esposizione di un numero stabilito di organismi per 10 gg al sedimento tal quale, con la finalità di stimare la percentuale di mortalità degli organismi stessi.

Gli anfipodi sono campionati setacciando il loro sedimento nativo con setaccio a maglia di 0,5 mm, che permette di selezionare organismi di ~4 mm idonei per il test, scartando gli individui maturi e le forme giovanili. Gli anfipodi selezionati sono quindi stati portati in laboratorio e acclimatati alle seguenti condizioni del test:

- temperatura dell'acqua: 16±2°C
- salinità: 36±2‰
- illuminazione: continua
- O₂ disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento: >60%.

Procedimento del saggio - Circa 200 cc di sedimento da testare sono stati introdotti in un barattolo di vetro da 1 l e sono stati aggiunti circa 750 cc di acqua di mare naturale filtrata. Per ogni campione sono state allestite 4 repliche. Dopo 24 h sono stati immessi 25 individui in ciascun barattolo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato il sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. I barattoli contenenti gli organismi sono stati coperti per ridurre l'evaporazione dell'acqua, posti alla temperatura di 16±2°C e areati in continuo. Dopo 10 gg è stato vagliato il contenuto di ogni barattolo contando gli organismi ancora vivi. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una delicata stimolazione, non mostravano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi (96hLC50) è stata determinata tramite l'esposizione per 96 h alle concentrazioni di 0,8; 1,6; 3,2 e 6,4 mg l⁻¹ CdCl₂.

All'inizio e alla fine del saggio biologico sono stati misurati i seguenti parametri dell'acqua sovrastante il sedimento: pH, salinità, NH_4^+ e ossigeno disciolto.

Elaborazione dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è $\leq 15\%$ e quando la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è $\leq 20\%$. Sia nei campioni da testare che nel sedimento di controllo sono state calcolate le percentuali medie (\pm deviazione standard) degli anfipodi morti. La percentuale di mortalità rilevata in ogni campione è stata confrontata con quella nel sedimento di controllo. Il livello di tossicità è stato valutato prendendo in considerazione la percentuale di mortalità degli organismi osservata nei campioni da saggiare, corretta con la formula di Abbott (M). La scala adottata per la quantificazione della tossicità è riportata in Tab. 2-VII.

Tab. 2-VII – Scala di tossicità relativa al test con *C. orientale*.

Tossicità a lungo termine	Giudizio
$M < 15\%$	Assente
$15\% < M \leq 30\%$	Bassa
$30 < M \leq 60\%$	Media
$M > 60\%$	Alta

2.2.3.4 *Crassostrea gigas*

Il test di embriotossicità con *C. gigas* è stato eseguito in accordo con la linea guida standard ASTM E724-98 (2004b). Il saggio si basa sulla stima della percentuale di larve normoformate (larve D-shape) al termine delle 48 h di esposizione alla matrice di saggio, in questa circostanza rappresentata dall'elutriato.

Preparazione degli elutriati - L'elutriato è stato preparato secondo il metodo ICRAM (2001), utilizzando come acqua di lavorazione il medium preparato secondo le specifiche riportate nella guida ASTM E724-98 (2004b).

Esecuzione del saggio – Il test di embriotossicità è stato eseguito esponendo zigoti di *C. gigas* fecondati da meno di 4 h a diverse diluizioni del campione di elutriato da saggiare. Come acqua di diluizione è stato utilizzato il medium ASTM a S = 34. Il saggio è stato condotto utilizzando delle piastre sterili in polistirene con 24 pozzetti da 3 ml come supporto, in cui sono stati inoculati 60-70 zigoti per ml. L'esposizione è stata quindi condotta in triplicato, in condizioni di temperatura controllata (20°C), al buio, per 48 h. Al termine del test, il contenuto di tutti i pozzetti è stato fissato con una goccia di formalina tamponata ed è stata determinata la percentuale di larve normoformate (larve D) impiegando un microscopio ottico invertito.

QA-QC - La sensibilità di ogni batch di *C. gigas* è stata valutata mediante l'esecuzione del test con sostanza di riferimento (Cu); i risultati di tale test devono rientrare nei limiti della carta di controllo intralaboratorio (5-33 µl/l). La % di larve normalmente sviluppate nel controllo con la sola acqua di diluizione deve inoltre essere superiore al 70%.

Espressione e analisi dei dati – I risultati del saggio di embriotossicità possono essere espressi sia in termini di percentuale di successo del test normalizzata (S%) rispetto alla risposta del controllo (acqua marina artificiale), sia in termini di EC₅₀, qualora la distribuzione dei dati relativi alle singole repliche ne consenta il calcolo tramite il software Trimmed Spearman Karber v3.1 messo a disposizione da USEPA nel proprio portale. I dati di EC₅₀ sono successivamente trasformati in unità di tossicità (TU) secondo l'equazione $TU = 100/EC_{50}$.

Al dato di tossicità è stato associato un giudizio qualitativo secondo lo schema riportato in Tab. 2-VIII.

Tab. 2-VIII - Scala di tossicità per il saggio di embriotossicità con *C. gigas* (da Losso *et al.*, 2007).

Parametro	Giudizio di Tossicità		
	S > TL	Assente	Semiscala dell'effetto
50 < S ≤ TL	Bassa	Semiscala delle T.U.	S ≤ 50
1 ≤ TU < 2	Media		
2 ≤ TU < 4	Alta		
TU ≥ 4	Molto alta		

Dove:

$$S = [(Sopravvissuti campione) / (Sopravvissuti controllo)] \cdot 100$$

$$TL = \text{Toxicity limit} = \text{Controllo} \cdot 90\% \text{ del controllo}$$

2.2.3.5 Ricerca di metalli pesanti in *Hediste diversicolor*

Procedimento del test - Il test di bioaccumulo è stato eseguito secondo i protocolli ASTM E1688-97a (1998; reapproved 2007) ed EPA/600/R-93/183 (1993).

Gli organismi non maturi di *Hediste diversicolor* (taglia 6-10 cm) sono stati campionati manualmente dalle porzioni di un sedimento estuario.

Dopo il trasporto in laboratorio, sono stati sottoposti a spurgo per 3 gg in sabbia quarzifera sommersa in acqua proveniente dal sito di campionamento, areata continuamente. La salinità dell'acqua sovrastante la sabbia quarzifera è stata gradualmente portata al 36±2‰, ovvero a un livello corrispondente alla salinità richiesta nel test.

Allestimento del test - Il test è stato allestito in tre repliche per ogni campione di sedimento da testare poste in barattoli di vetro da 1 lt. In ogni barattolo sono stati inseriti ~300 cm³ di sedimento da testare, ai quali sono stati aggiunti circa 600 ml di acqua di mare naturale

filtrata ($36\pm 2\%$). I barattoli sono stati quindi sistemati in camera condizionata, coperti e areati in continuo. Dopo 24 h dall'introduzione dei sedimenti sono stati registrati i parametri di inizio del test (pH, salinità, NH_4^+ e ossigeno disciolto) e in ogni barattolo sono stati immessi 5 individui di *H. diversicolor*. Per l'intera durata del test i barattoli sono stati mantenuti alla temperatura di $16\pm 2^\circ\text{C}$, aerati e illuminati senza alcun fotoperiodo. Come sedimento di controllo è stato utilizzato un sedimento nativo proveniente da un sito non contaminato. Il sedimento di controllo non contiene contaminanti o li contiene in concentrazioni molto basse. Il confronto tra il sedimento testato e il controllo consiste nella misura del livello di bioaccumulo. Il confronto degli organismi di controllo all'inizio e alla fine del periodo di esposizione indica se la contaminazione è avvenuta dall'acqua o dal sistema di esposizione. La mortalità degli organismi nel sedimento di controllo non dovrebbe superare il 10%.

Dopo 28 gg sono stati annotati i parametri finali del test e sono stati recuperati gli organismi dai singoli barattoli tramite setacciatura; gli individui vivi sono stati contati e reinseriti in barattoli contenenti sabbia quarzifera e acqua di mare filtrata. Dopo 3 gg i policheti spurgati sono stati recuperati e lavati in acqua distillata per 1 h per liberarli dal muco e dai residui della sabbia. Successivamente, sono stati congelati e sottoposti ad analisi chimica.

Elaborazioni dei dati - Per valutare l'eventuale bioaccumulo nei tessuti degli organismi è stata adottata la seguente formula:

$$D = (C_e - C_b)$$

dove: **D** – variazione (riferita al bianco, ovvero alla quantità di metallo pesante presente nei tessuti degli organismi prima dell'inizio del test) della concentrazione dei metalli pesanti nei policheti a seguito dell'esposizione al sedimento da testare.

C_b - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi prima (bianco) della loro esposizione ai sedimenti testati;

C_e - concentrazione del metallo nei tessuti degli organismi dopo la loro esposizione ai sedimenti testati.

Si ritiene significativa al fine della valutazione del bioaccumulo una differenza $\geq 20\%$.

2.2.4. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

2.2.4.1 Inquinanti organici e inorganici

E' stata prevista la determinazione di:

- Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- Materia organica estratta (MOE);

- Idrocarburi Alifatici (IA);
- Metalli pesanti (alluminio, arsenico, bario, cadmio, cromo, ferro, indio, mercurio, nichel, piombo, rame, silicio, vanadio, zinco).

IPA e Materia organica estratta – Gli esemplari di mitilo sono stati scongelati e le parti molli sono state separate dalla conchiglia in maniera tale da ottenere circa 50 g di peso umido per ciascun sito. Gli organismi, così suddivisi e selezionati, sono stati pesati in un contenitore di vetro senza coperchio, previamente tarato, pulito con solventi (acetone, esano) e asciugato per evitare qualsiasi tipo di contaminazione. Successivamente, le parti molli in questi contenitori sono state liofilizzate fino a completa essiccazione (processo che avviene in circa 3-5 gg) e poi pesate.

L'intero processo analitico la determinazione degli IPA è stato diviso in tre fasi distinte: estrazione e isolamento dei contaminanti dalla matrice, purificazione dell'estratto, determinazione analitica finale del composto.

I campioni di mitili liofilizzati (3 g) sono stati sottoposti ad una tecnica basata su estrazione in apparato Soxhlet (All. A5-I) a 120°C per 8 h, evaporati a 50°C per la determinazione della Materia Organica Estratta (MOE) e successivamente ripresi e purificati su colonna allumina/gel di silice. La purificazione e la separazione degli estratti è stata effettuata su colonna di gel di silice e sodio solfato anidro (Na₂SO₄) (attivati a 130°C per 24 h). La colonna è stata eluita con 32 ml di esano, seguiti da 15 ml di una soluzione esano:diclorometano (1:1 v/v). Durante le analisi dei campioni sono state effettuate prove in bianco. La frazione contenente gli IPA è stata concentrata sotto blando flusso d'azoto per il raggiungimento di un volume finale di circa 0,5 ml, trasferita in acetonitrile e impiegata per la determinazione analitica degli IPA. La determinazione qualitativa e quantitativa degli IPA è avvenuta mediante cromatografia liquida ad alta pressione (HPLC - High Performance Liquid Chromatography) con rivelatore a serie di fotodiodi (Waters® PDA 996) e con rivelatore a fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) in serie (All. A5-II). Per quanto riguarda le condizioni di corsa, la fase mobile iniziale è costituita da acetonitrile (40%) ed acqua (60%), fino al raggiungimento di un gradiente lineare al 100% di acetonitrile, ad una velocità di corsa di 1,5 ml min⁻¹ per 50'. È stata usata una colonna cromatografica Supelcosil LC-PAH HPLC (25 cm x 4,6 mm, 5 µm) (All. A5-IIa). Dal peso dell'estratto è stato ricavato anche il valore della MOE (Materia Organica Estratta).

La formula finale per il calcolo della concentrazione degli analiti è la seguente:

$$C \text{ (ng/l)} = \frac{\text{Area picco} \times \text{Conc Std} \times \text{vol finale}}{\text{Area picco Std} \times \text{g. Peso secco}}$$

Con area si intende l'area dei picchi risultati nel cromatogramma. Il risultato finale è espresso in ng/g di tessuto liofilizzato.

Le rette di taratura sono state ottenute iniettando quattro soluzioni a concentrazione nota dello standard TLC Polynuclear Aromatic Hydrocarbon Mix (Supelco), contenente i 16 composti considerati inquinanti prioritari previsti dall'EPA: Naftalene, Acenaftilene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benzo(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, Dibenzo(a,h,)Antracene, Benzo(g,h,i,)Perilene e Indeno(1,2,3-c,d)Pirene.

Idrocarburi alifatici - Sono stati considerati gli idrocarburi alifatici con un numero di atomi di carbonio superiore a 15, in quanto maggiormente rappresentativi di un possibile inquinamento da sostanze xenobiotiche.

Gli indici di distribuzione considerati sono:

- l'idrocarburo presente in maggiore concentrazione (major hydrocarbon, **MH**);
- il rapporto **LMW/HMW**, ovvero il rapporto tra la frazione di idrocarburi a basso peso molecolare (<n-C20) e la frazione ad alto peso molecolare (>n-C21): tale rapporto è circa uguale a 1 nei prodotti da petrolio, nelle alghe e nel plancton, mentre si abbassa in batteri, animali marini, piante superiori e sedimenti;
- il Carbon Preference Index (**CPI**), dato dal rapporto tra le n-paraffine a numero dispari di atomi di carbonio e quelle a numero pari di atomi di carbonio. Anche tale indice in prodotti derivanti dal petrolio presenta valori prossimi all'unità, mentre aumenta se sono presenti idrocarburi d'origine biologica. Questo è dovuto al fatto che molti organismi (batteri, alghe, piante superiori, ecc.) sintetizzano preferenzialmente idrocarburi a numero dispari di atomi di carbonio.

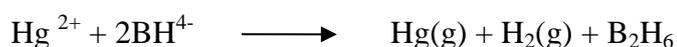
Le analisi degli IA sono state condotte su 2 µl di campione precedentemente estratto e purificato su colonnina di gel di silice e allumina. Il sistema impiegato è un GC-FID della Perkin Elmer (All. A5-III); l'iniezione è avvenuta tramite autocampionatore, mentre per la quantificazione si è proceduto al confronto delle aree sottese ai picchi prodotti da un'iniezione d'idrocarburi alifatici certificati e a concentrazione nota. La programmazione del gas-cromatografo è stata la seguente: la temperatura iniziale di 45°C è stata mantenuta per 3'; successivamente, con un gradiente di 12°C min⁻¹ sono stati raggiunti 275°C e mantenuti per 12'. Il flusso del carrier (He) è regolato a 15,5 ml/min. La colonna utilizzata

è una SOPB-5 Supelco 30m (All. A5-IIIa) ($\varnothing = 0,2$ mm; spessore del film interno: 0,2 mm).

Metalli pesanti - Due aliquote di circa 2,5 g di campione liofilizzato per ogni sito di prelievo sono state mineralizzate a riflusso con 30 ml di acido nitrico concentrato. I campioni, posti in un apposito pallone da 250 ml, sono stati sottoposti a digestione a freddo per 20-30' e portati ad ebollizione per circa 2 h in forno a microonde *ETHOS 900*[®] della *Milestone* (All. A5-IV). La mineralizzazione è stata eseguita secondo la procedura ICRAM (2001).

Le soluzioni risultanti sono state filtrate attraverso un filtro di cellulosa e portate a un volume di 100 ml con acqua MilliQ. Un simile procedimento è stato effettuato anche con un'uguale quantità di acido per ottenere il bianco da sottrarre ai valori dei campioni ottenuti per via strumentale.

La determinazione strumentale di **alluminio, bario, vanadio, cadmio, cromo, nichel, rame, piombo, indio, silicio e ferro** è stata effettuata mediante ICP-OES, una tecnica molto sensibile per la determinazione di questi elementi generalmente presenti in concentrazioni minori. Per le analisi ci si è avvalsi di uno spettrofotometro ad assorbimento atomico *AAAnalyst 700*[®] della Perkin Elmer in configurazione Autosampler AS40[®] – Mercury/Hydride System MHS-10[®] (All. A5-V). Lo **zinco** è stato analizzato direttamente in fiamma aria-acetilene (*F-AAS*) con lo stesso strumento e quantificato da una curva di calibrazione costruita da concentrazioni note dell'elemento. La temperatura della fiamma a cui avviene l'atomizzazione è di 2300°C. Il **mercurio** è stato determinato mediante il kit supplementare "FIAS 400 Flow Injection for Atomic Spectroscopy System" per analisi dei vapori ottenuti per riduzione a freddo con NaBH₄ secondo la seguente reazione:



I campioni sono stati pre-trattati con H₂SO₄ e K₂MnO₄ in modo da ossidare la sostanza organica. La reazione con NaBH₄ riduce il mercurio presente in forma ionica a mercurio metallico il quale, assieme all'idrogeno gassoso liberato dalla reazione, viene trasportato dal flusso di gas inerte nella cella al quarzo dove è stata misurata la sua assorbanza tramite il Flow Injection Mercury System FIMS 400[®] della Perkin-Elmer (All. A5-Va). Per evitare assorbimenti di tipo molecolare, nelle analisi che richiedono lunghezze d'onda nella zona dell'ultravioletto è stato impiegato il correttore di fondo al deuterio.

Il dosaggio dell'**arsenico** è stato ottenuto in HG-AAS utilizzando il *Flow Injection Analysis System FIAS 400*[®] di Perkin Elmer con lettura in GF-AAS e correttore di fondo

Zeeman, 4100 ZL, Perkin-Elmer (All. A5-Vb).

Le lunghezze d'onda utilizzate per i singoli metalli analizzati sono riportate in Tab. 2-IX, mentre in Tab. 2-X si riportano i limiti di rilevabilità per tutti gli inquinanti ricercati.

Tab. 2-IX - Lunghezze d'onda utilizzate per i metalli analizzati.

Lunghezza d'onda	
Al	308,215
As	193,696
Ba	445,403
Cd	226,502
Cr	267,716
Cu	324,754
Pb	220,353
Hg	194,227
Ni	231,604
V	294,402
Zn	213,856
In	203,606
Fe	239,562
Si	251,607

Tab. 2-X - Limiti di rilevabilità (LOD) per tutti gli inquinanti ricercati negli esemplari di *Mytilus galloprovincialis*.

Descrizione Parametro	Unità mis.	LOD	Descrizione Parametro	Unità mis.	LOD
Arsenico	mg/kg	0,15	Benzo(b)fluorantene	µg/kg	2
Cadmio	mg/kg	0,01	Benzo(k)fluorantene	µg/kg	2
Cromo	mg/kg	0,1	Benzo[a]pirene	µg/kg	2
Alluminio	mg/kg	0,5	Indeno[1,2,3-cd]pirene	µg/kg	2
Mercurio	mg/kg	0,05	Dibenzo[a,h]antracene	µg/kg	2
Piombo	mg/kg	0,1	Benzo[ghi]perilene	µg/kg	2
Rame	mg/kg	0,1	C15	µg/kg	10
Zinco	mg/kg	0,5	C16	µg/kg	10
Nichel	mg/kg	0,1	C17	µg/kg	10
Vanadio	mg/kg	0,15	C18	µg/kg	10
Bario	mg/kg	0,1	C19	µg/kg	10
Indio	mg/kg	0,5	C20	µg/kg	10
Ferro	mg/kg	0,5	C21	µg/kg	10
Silicio	mg/kg	1	C22	µg/kg	10
Naftalene	µg/kg	2	C23	µg/kg	10
Acenaftilene	µg/kg	2	C24	µg/kg	50
Acenaftene	µg/kg	2	C25	µg/kg	10
Fluorene	µg/kg	2	C26	µg/kg	10
Fenantrene	µg/kg	2	C27	µg/kg	10
Antracene	µg/kg	2	C28	µg/kg	10
Fluorantene	µg/kg	2	C29	µg/kg	10
Pirene	µg/kg	2	C30	µg/kg	10
Benzo[a]antracene	µg/kg	2	C31	µg/kg	10
Crisene	µg/kg	2	Pristano	µg/kg	10
			Fitano	µg/kg	20

2.2.4.2 Biomarker

In Tab. 2-XI è riportata la batteria di Biomarker prevista nella Specifica Tecnica.

Sopravvivenza in aria - L'analisi è stata effettuata su un campione di 30 organismi per ciascun sito (VA, LA e controllo) i quali, subito dopo l'arrivo in laboratorio, sono stati

lavati, asciugati e mantenuti a temperatura costante ($18\pm 1^{\circ}\text{C}$) in un contenitore a tenuta stagna con tasso di umidità a saturazione.

Quotidianamente sono stati registrati e asportati gli individui morti fino ad esaurimento degli organismi, registrando LT_{50} e LT_{90} . Sono stati considerati morti gli individui con le valve aperte che non rispondevano a nessuna sollecitazione.

Tab. 2-XI - Batteria di biomarkers eseguiti sui mitili raccolti presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo.

Indici di stress generale	Indici di esposizione	Danno genotossico	Espressione genomica
<i>Livello fisiologico</i>	<i>Livello biochimico</i>		
	Catalasi (attività enzimatica - presenza di contaminati organici ossigeno reattivi)	Test dei micronuclei (genotossicità complessiva).	q-PCR
Sopravvivenza in aria	Malondialdeide (stress ossidativo - presenza di contaminati organici)		
	Metallotioneine (presenza di elementi in tracce)		
<i>Livello cellulare</i>	<i>Livello cellulare</i>		
Stabilità delle membrane lisosomiali	Livelli di lipofuscine (stress ossidativo)		
	Livelli di lipidi neutri (presenza di contaminati organici)		

Valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali - In laboratorio le ghiandole digestive di 5 mitili provenienti da ciascun sito sono state tagliate mediante criostato (All. A5-VI) precedentemente raffreddato in ghiaccio in modo tale da ottenere delle sezioni trasversali dei tubuli disposti parallelamente all'asse longitudinale della ghiandola stessa e poste in fila su apposito supporto in alluminio (chuck). Successivamente, il supporto con i frammenti è stato posto per 15" in un piccolo recipiente contenente N-esano, precedentemente raffreddato con azoto liquido. Il chuck è stato poi avvolto in 4-5 strati di Parafilm e posto immediatamente a -80°C . Al momento dell'analisi, per mezzo del criostato, sono state ottenute sezioni di 10-20 μm di spessore con un'angolazione di taglio di 15° . Le sezioni sono state quindi trasferite su vetrini tenuti a temperatura ambiente. La stabilità della membrana lisosmiale è stata testata attraverso l'enzima N-acetyl-hexosaminidase che ha come substrato il naphthol As-BI N-acetyl- β -D-glucosaminide.

Le sezioni preparate come descritto in precedenza sono state trattate in una vaschetta di Hellendal con un tampone destabilizzante le membrane lisosomiali a 37°C per tempi diversi (0, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 40') in modo da determinare il tempo di trattamento

richiesto per labilizzare interamente le membrane lisosomiali (periodo di labilizzazione). Il set di vetrini è stato trasferito nel mezzo di incubazione del substrato contenente naphthol As-BI N-acetyl- β -D-glucosaminide precedentemente disciolto in 2,5 ml di 2-metossietanolo e portato a volume con il tampone citrato contenente Polipep, un polipeptide a bassa viscosità che agisce come stabilizzante per le sezioni. L'incubazione con il substrato è stata di 20' a 37°C nella vaschetta di Hellendal in un bagno agitante. I vetrini sono stati successivamente risciacquati in acqua di mare filtrata a temperatura ambiente o in una soluzione di NaCl al 3% a 37°C per 2' prima del loro trasferimento per 10' a temperatura ambiente in un tampone fosfato pH 7,4 contenente il colorante diazoinico fast violet B blue. I vetrini, risciacquati in acqua corrente per 5', sono stati successivamente fissati con gelatina glicerinata. Le sezioni così ottenute sono state analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A5-VII) per la determinazione del periodo di labilizzazione lisosomiale. Le analisi sono state eseguite almeno in quintuplicato.

Valutazione dell'attività dell'enzima catalasi - In laboratorio tale attività è stata determinata in aliquote di ghiandola di mitilo (3 pool di 5 individui per ogni stazione di prelievo) preventivamente lavate con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzate in 4 volumi di tampone Tris-HCl pH 7,4 contenente saccarosio e infine centrifugate (All. A5-VIII), prima a 2.000 x g per 10' per eliminare la frazione lipidica, e successivamente a 9.000 x g per 30' per ottenere la frazione citosolica. L'attività dell'enzima di catalasi è stata determinata per via spettrofotometrica (Aebi, 1974; All. A5-IX) a 240 nm valutando la diminuzione in assorbanza dell'estratto dovuta al consumo di H₂O₂.

Concentrazione di malondialdeide (MDA) - Il metodo applicato si basa sulla reazione cromogenica tra N-metil-2-fenilindolo (NMPI) con MDA a caldo. Una molecola di MDA reagisce con due molecole di NMPI a formare un composto colorante (carbocianina) la cui assorbanza è rilevabile allo spettrofotometro (All. A5-IX) ad una opportuna lunghezza d'onda.

Al momento dell'analisi 3 pool provenienti da ogni sito di prelievo costituiti ciascuno da 3 ghiandole digestive sono stati lavati con una soluzione di NaCl (0,9%), omogeneizzati in 2 volumi di tampone Tris-HCl contenente β -mercaptoetanolo come antiossidante e centrifugati (All. A5-VIII) a 10.000 x g per 10' a 4°C. A 100 μ l di supernatante estratto sono stati aggiunti 650 μ l di NMPI, 100 μ l di acqua distillata e 150 μ l di HCl (37%). Il campione è stato quindi incubato a caldo, raffreddato in ghiaccio, centrifugato a 10.000 x g e infine letto allo spettrofotometro. La concentrazione di MDA è stata stimata utilizzando come riferimento una curva standard a concentrazioni crescenti di tetrametossipropano

(TMOP). La concentrazione totale in proteine del campione è stata determinata attraverso il metodo di Bradford (1976).

Dosaggio di metallotioneine - I tessuti provenienti da 3 pool di 5-7 individui per ogni sito di prelievo sono stati omogeneizzati in 3 volumi di Saccoroso/Tris-HCl addizionati di Leupeptina e β -mercaptoetanololo. L'omogenato è stato quindi centrifugato (All. A5-VIII) per ottenere una frazione solubile contenente le metallotioneine. Il sopranatante è stato successivamente precipitato con etanolo-cloroformio con il duplice scopo di rimuovere i tioli a basso peso molecolare e concentrare le metallotioneine; 1 ml di citosol è stato quindi addizionato con 1,05 ml di etanolo freddo e cloroformio e centrifugato a 6.000 x g per 10'. Il sopranatante così ottenuto è stato addizionato di 3 volumi di etanolo freddo e mantenuto a -20°C per 1 h e quindi centrifugato a 6.000 x g per 10' in rotore oscillante. Il pellet è stato lavato una volta con etanolo e cloroformio nel buffer di omogeneizzazione, ricentrifugato, insufflato con azoto e risospeso in NaCl 0,25 M addizionato di 150 μ l di HCl e EDTA. Ai campioni così risospesi è stato aggiunto DTNB (acido ditiobisnitrobenzoico) preparato al momento dell'uso e quindi sono stati centrifugati a 3.000 x g. L'assorbanza è stata valutata per via spettrofotometrica (All. A5-IX) misurandola a 412 mn.

Accumulo di lipofuscine nei lisosomi – Le sezioni di 5 individui provenienti da ciascun sito preparate al criostato (All. A5-VI) sono state fissate in calcio-formolo a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste nel mezzo di reazione contenente cloruro di ferro e potassio ferrocianuro per 5'. Successivamente, sono state lavate in acido acetico, risciacquate in acqua, montate su vetrino ed analizzate mediante un sistema di analisi d'immagine al microscopio ottico (All. A5-X) per la determinazione della colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo di lipofuscine.

Accumulo di lipidi neutri nei lisosomi - Le sezioni, derivanti da 5 individui per ciascun sito preparate al criostato (All. A5-VI) con la stessa modalità seguita per la valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali, sono state fissate in calcio-formolo per 15' a 4°C, risciacquate in acqua distillata e poste in una soluzione di trietilfosfato. Successivamente sono state colorate con una soluzione di oil red in trietilfosfato a 20°C per 15', lavate in trietilfosfato per 30", risciacquate in acqua distillata e montate con gelatina. Le sezioni così ottenute sono state analizzate al microscopio ottico (All. A5-VII) mediante un sistema di analisi d'immagine che determina la percentuale di colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo dei lipidi neutri insaturi.

Micronuclei - L'allestimento dei preparati citologici è stato effettuato direttamente sul campione fresco lo stesso giorno di arrivo. L'emolinfia di ogni individuo (per un totale di 5

esemplari per campione) è stata prelevata dal muscolo adduttore posteriore con una siringa contenente Alsever (soluzione salina al 33‰ composta di NaCl, Na citrato x 2H₂O, acido citrico x 1H₂O e glucosio a pH fisiologico). Alcune gocce della sospensione cellulare, fissata in metanolo:acido acetico, sono state posizionate su vetrino e colorate con Giemsa. Per ogni mitilo sono state osservate al microscopio ottico (All. A5-VII) circa 2000 cellule di emociti e su queste sono state determinate le frequenze di micronuclei e delle anomalie nucleari (Ottaviani e Franceschini, 1997).

Real Time PCR (q-PCR) - La metodologia prevede l'amplificazione selettiva e quantificazione in vitro di una sequenza di DNA target. Ciò è reso possibile dall'impiego di diversi prodotti chimici fluorescenti detti *reporter* che correlano l'amplificazione con l'intensità della fluorescenza (Higuchi *et al.*, 1993). Nella presente esperienza di monitoraggio è stata prevista l'estrazione del RNA dalle cellule delle ghiandole digestive di mitilo, la retroscrittura dell'RNA in cDNA e infine l'amplificazione del cDNA tramite PCR. In questo caso, rispetto alla sequenza completa rappresentata dall'intero RNA, il metodo di studio si è focalizzato sulla quantificazione di due sequenze geniche, MT₁₀ ed MT₂₀, responsabili della sintesi delle metallothioneine (Dondero *et al.*, 2005).

La tecnologia di q-PCR adottata ha previsto:

- l'utilizzo di fluorocromi intercalanti del DNA tipo SYBR Green, una molecola fluorescente non specifica che si lega al solco minore del DNA a doppio filamento (eccitazione/emissione massima a 494/521 nm);
- l'impiego di sonde ad idrolisi tipo "TaqMan". Questa fase consiste in una sequenza oligonucleotidica che, come i primers della PCR, viene disegnata per essere complementare alla sequenza bersaglio del gene da amplificare. Tale sequenza presenta all'estremità 5' un fluoroforo "reporter" come HEX (esacloro-6-carbossifluorescina) e all'estremità 3' una molecola "quencher" rappresentata dal TAMRA (6-carbossitetrametilrodamina);
- l'uso di acqua RNA-se e DNA-se free.

Operativamente, 0,1 gr di ghiandola digestiva è stato omogenato in Trizol e incubato a temperatura ambiente per 5' per favorire la completa dissociazione dei complessi nucleoproteici. Sono stati quindi aggiunti 100 µl di cloroformio e dopo 3' l'estratto è stato centrifugato (10.000 x g per 5' a 4°C; All. A5-VIII) realizzando una separazione in due fasi: una inferiore arricchita in fenolo rosso e una superiore acquosa contenente l'RNA. La fase acquosa è stata trasferita in una eppendorf e l'RNA raccolto è stato concentrato mediante precipitazione per mezzo di trattamenti sequenziali a base di alcool isopropilico

ed etanolo (75%) seguiti da centrifugazione a 10.000 x g per 10' a 4°C. Il surnatante ottenuto è stato quindi eliminato e il pellet depositato sul fondo della provetta è stato risospeso in 100 mM sodio acetato ed etanolo (100%). Il passaggio successivo ha previsto la purificazione attraverso trattamento con LiCl (8M), incubato a -20°C per 30' e centrifugato a 20.000 x g per 30'; il surnatante è stato quindi eliminato. Il pellet così ottenuto è stato nuovamente risospeso in etanolo (75%) per la fase di analisi o conservato a -20°C. E' seguita la quantificazione dell'RNA ottenuto tramite lettura a diverse bande come $\lambda = 230, 260$ e 280.

Per la fase successiva di sintesi del cDNA sono stati prelevati 0,1 g di RNA totale, incubato a 70° C per 5' con appropriate quantità di oligoTprimers. Successivamente, sono stati aggiunti in rapida sequenza il tampone di reazione, il mix di desossiribonucleotidi trifosfato (dNTP), l'acqua deionizzata nucleas free, e il RevertAid M-MuLV Reverse Transcriptase[®]. E' stato quindi impostato il seguente ciclo termico di PCR:

- Incubazione della miscela a 37°C per favorire l'annealing degli oligo(d)T;
- incubazione at 40°C per 40-60';
- Incubazione a 50°C per 20';
- interruzione della reazione tramite riscaldamento at 70°C per 10';
- raffreddamento.

Alla fine della reazione di amplificazione, l'analisi dei risultati è stata operata attraverso il metodo comparativo cicli soglia. Dall'analisi delle curve di amplificazione sono stati desunti i parametri fondamentali alla quantificazione delle molecole inizialmente presenti nel campione come il ciclo soglia e la linea soglia di reazione.

L'efficienza della reazione di PCR è stata valutata tramite i cambiamenti di espressione genica del campione sulla base di un controllo esterno attraverso un campione di riferimento e un gene di riferimento (house-keeping), la cui espressione mantiene gli stessi livelli indipendentemente da variazioni ambientali (Livak e Schmittingen, 2001).

2.2.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate in ciascuna stazione sono state trattate separatamente. Il sorting è stato compiuto con l'ausilio di uno stereomicroscopio e di un microscopio ottico (All. A3-III e A3-IV) e l'identificazione degli organismi è stata effettuata al più basso livello sistematico possibile. Gli individui appartenenti allo stesso gruppo sono stati contati e pesati (All. A3-V). Per ogni stazione sono stati quindi calcolati i seguenti indici medi utilizzando i dati relativi alle 6 repliche:

Densità (N): $N \text{ ind}/0,095 \text{ m}^2$

Biomassa (P): $\text{gr}/0,095 \text{ m}^2$

Indice di Dominanza (D; May, 1975): $D = n_i/N$

dove n_i = numero di individui della specie i -esima; N = numero totale di individui.

Ricchezza specifica totale (S; Pielou, 1974): *Numero totale di specie presenti nelle sei repliche*

Ricchezza specifica media (S_m): *Numero medio di specie presenti nelle sei repliche*

Diversità specifica di Shannon-Weaver (H'): $H' = -\sum p_i \cdot \text{Log } p_i$

dove: p_i = frequenza numerica della specie i -esima rispetto al totale degli individui (Pielou, 1974).

Le affinità biocenotiche o le preferenze ecologiche (Pérès e Picard, 1964; Bellan Santini e Ledoyer, 1972; Amouroux, 1974; Bourcier *et al.*, 1979; Bellan *et al.*, 1980; Nodot *et al.*, 1984; Salen-Picard, 1985; Augier, 1992; Bianchi *et al.*, 1993; Poppe e Goto; 1991; 1993; Rinelli e Spanò, 1997; Chimenz Gusso *et al.*, 2001) sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Con i dati di densità delle singole specie sono state calcolate le curve di dominanza cumulativa. Per ricercare eventuali somiglianze tra le stazioni campionate con i dati di densità è stata effettuata un'analisi statistica multivariata utilizzando il pacchetto software PRIMER previa trasformazione dei dati in $\sqrt{2}$ (Clarke e Warwick, 2001).

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area, sono stati confrontati i risultati di tre differenti indici (l'indice W di Clarke, l'indice AMBI e l'indice BENTIX; Clarke e Warwick, 2001; Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007).

L'indice W prevede l'integrazione dei dati di abbondanza numerica e di biomassa delle singole specie. Tale metodo si basa sul presupposto che in aree stabili è favorita la presenza di specie con una "strategia di tipo k", con ciclo vitale lungo, grandi dimensioni corporee degli individui adulti, raramente dominanti numericamente, ma dominanti in termini di biomassa. Al contrario, nelle comunità disturbate, viene favorita la presenza di specie con "strategia di tipo r", dette anche opportuniste, caratterizzate da un ciclo vitale breve e piccola taglia corporea, che generalmente risultano dominanti numericamente (Pianka, 1970).

L'indice si basa sulla seguente formula:

$$\sum_i^S (B_i - A_i) / [50(S-1)]$$

dove: B_i e A_i = biomassa e abbondanza della specie i -esima; S = Ricchezza specifica totale.

Questo indice oscilla da -1 a +1 e indica nel primo caso la presenza di una comunità fortemente disturbata e, nel secondo, la presenza di un ambiente non perturbato. Nel caso in cui il valore sia vicino allo 0, l'ambiente è da considerare moderatamente perturbato (Craeymeersch, 1991). Per ottenere una classificazione della qualità dell'ambiente si è deciso di utilizzare gli intervalli di valori dell'indice W riportati in Tab. 2-XII.

Tab. 2-XII - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice W.

Classificazione dell'ambiente	W
Non disturbato	$1,000 \geq W \geq 0,700$
Leggermente disturbato	$0,699 \geq W \geq 0,300$
Moderatamente disturbato	$0,299 \geq W \geq -0,100$
Povero	$-0,101 \geq W \geq -0,500$
Pessimo	$-0,501 \geq W \geq -1,000$

L'indice AMBI assume valori compresi tra 0 (ambiente non inquinato o disturbato) a 7 (ambiente estremamente inquinato o disturbato).

Basandosi essenzialmente sul rapporto percentuale delle specie presenti nel campione, previamente suddivise in 5 gruppi ecologici in base al grado di tolleranza o sensibilità a un gradiente di stress ambientale, consente di classificare, come richiesto dalla Direttiva 2000/60/EC, gli ambienti marini costieri nelle seguenti categorie:

1. non disturbati ($0 \leq \text{AMBI} \leq 1$);
2. leggermente disturbati ($1 \leq \text{AMBI} \leq 3,5$);
3. moderatamente disturbati ($3,5 \leq \text{AMBI} \leq 5$);
4. molto disturbati ($5 \leq \text{AMBI} \leq 6$);
5. estremamente disturbati ($6 \leq \text{AMBI} \leq 7$).

I gruppi ecologici nei quali vengono raggruppate le specie (il cui elenco disponibile nel software AMBI 5.0 è aggiornato a giugno 2017) sono identificati soprattutto in base alla loro sensibilità ad arricchimenti organici:

- gruppo I: Specie molto sensibili ad arricchimento organico e presenti solo in condizioni ambientali ottimali. Tale gruppo include i carnivori specialisti e alcuni policheti tubicoli detritivori.
- gruppo II: Specie indifferenti all'arricchimento organico, sempre presenti in basse densità senza particolari variazioni nel tempo. Esse includono sospensivori, alcuni carnivori poco selettivi e scavatori.
- gruppo III: Specie tolleranti a un eccessivo arricchimento organico nei sedimenti. Queste specie possono essere presenti in condizioni normali, ma le loro

popolazioni sono stimolate da un aumento di sostanza organica. Si tratta prevalentemente di detritivori superficiali.

gruppo IV: Specie opportuniste di secondo ordine; principalmente piccoli policheti detritivori sub-superficiali, come i cirratulidi.

gruppo V: Specie opportuniste di primo ordine; sono detritivori che proliferano in sedimenti poco ossigenati e ridotti.

Gli intervalli di valori dell'indice AMBI e la conseguente classificazione della qualità dell'ambiente sono riportati in Tab. 2-XIII.

Infine, l'indice BENTIX (v. 1.0) è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica.

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una lista) in 2 principali gruppi ecologici:

1. gruppo 1 (GS): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GT): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress.

Una volta composti i due gruppi sopra citati, viene applicato il seguente algoritmo:

$$\text{BENTIX} = (6 \times \% \text{GS} + 2 \times \% \text{GT})/100$$

dove: %G = percentuale della somma delle densità di ciascun gruppo sulla densità totale registrata nella stazione di campionamento.

Tab. 2-XIII - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI.

Environmental Classification	AMBI
Ambiente non inquinato	$0,0 < \text{AMBI} \leq 1,2$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$1,2 < \text{AMBI} \leq 3,3$
Ambiente moderatamente inquinato	$3,3 < \text{AMBI} \leq 5,0$
Ambiente fortemente inquinato	$5,0 < \text{AMBI} \leq 6,0$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

Sulla base dei risultati ottenuti, per ogni sito di campionamento è stato possibile stilare una classifica della qualità dell'ambiente secondo i criteri riportati in Tab. 2-XIV. In Tab. 2-XV è infine riportata la classificazione dello stato ecologico dell'ambiente indicata in Bettencourt *et al.* (2004) sulla base della combinazione di tre differenti indici.

Tab. 2-XIV - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice BENTIX (Zenetos *et al.*, 2004).

Environmental Classification	BENTIX
Ambiente non inquinato	$4,5 \leq \text{BENTIX} < 6$
Ambiente leggermente inquinato, di transizione	$3,5 \leq \text{BENTIX} < 4,5$
Ambiente moderatamente inquinato	$2,5 \leq \text{BENTIX} < 3,5$
Ambiente fortemente inquinato	$2 \leq \text{BENTIX} < 2,5$
Ambiente estremamente inquinato	Azoico

Tab. 2-XV - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione di tre differenti indici (Bettencourt *et al.*, 2004).

Indice n. 1	Indice n. 2	Indice n. 3	Stato ecologico
non disturbato	non disturbato	non disturbato	alto
non disturbato	non disturbato	leggermente disturbato	alto/buono
non disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	leggermente disturbato	buono
leggermente disturbato	leggermente disturbato	moderatamente disturbato	buono/moderato
leggermente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	moderato
moderatamente disturbato	moderatamente disturbato	fortemente disturbato	moderato/povero
moderatamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
fortemente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero
estremamente disturbato	fortemente disturbato	fortemente disturbato	povero/pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	fortemente disturbato	pessimo
estremamente disturbato	estremamente disturbato	estremamente disturbato	pessimo

2.2.6. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

2.2.6.1 Campionamenti di pesca

Tutti gli individui delle specie presenti nelle catture sono stati portati in laboratorio e determinati dal punto di vista sistematico secondo Whitehead *et al.* (1986) per le specie ittiche e Fisher *et al.* (1987) per i crostacei e i molluschi. Inoltre, su ciascun esemplare sono stati rilevati i seguenti parametri morfometrici:

- lunghezza totale (pesci; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del mantello (molluschi cefalopodi; al ½ cm inferiore);
- lunghezza del carapace (crostacei; al mm inferiore);
- peso fresco (al g inferiore).

Per *Sardina pilchardus* e *Engraulis encrasicolus* sono stati rilevati solo il numero e il peso complessivo.

Le varie specie ittiche catturate sono state suddivise in pelagiche (P), necto-bentoniche (NB) e bentoniche (B). Inoltre, per comprendere meglio l'influenza della piattaforma Elettra sulla fauna originaria, ciascuna specie è stata definita come "attratta" (AT),

“parzialmente attratta” (PA) o “non attratta” (NA) in base alla sua affinità con i substrati duri, naturali o artificiali (Bombace *et al.*, 1994). Le specie definite “attratte” hanno un habitat limitato e sono strettamente dipendenti dai substrati duri. Esse utilizzano tali substrati, naturali o artificiali, per rifugiarsi e, probabilmente, “pascolano” su di essi o nelle loro immediate vicinanze. Quelle definite “parzialmente attratte” sono generalmente specie mobili, che possono essere temporaneamente attratte dai fondi duri, ma si possono osservare anche in aree prive di tali substrati. Le specie “non attratte” invece non hanno alcun rapporto con la piattaforma e, di norma, sono reperibili sul fondale originario.

Poiché la permanenza in mare dell’attrezzo variava nelle diverse stagioni e a volte la rete poteva subire dei danni a causa delle cattive condizioni meteo-marine, i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come numero e peso di individui pescati con 500 m di rete e 12 h.

Per le tre zone (piattaforma e 2 controlli) sono state calcolate sia la Ricchezza Specifica totale (S_{tot}), intesa come numero totale di specie rilevato in tutto il periodo di survey, sia la Ricchezza Specifica per cala (S), come numero di specie catturate in ogni campionamento di pesca.

L’indice di Shannon-Weaver (H'), per la cui definizione si rimanda al capitolo precedente, è stato applicato anch’esso ai dati relativi ad ogni singola cala in tutti i tre siti.

I rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici ($N = n. \text{ ind}/500\text{m}/12\text{h}$) che ponderali ($P = \text{kg}/500\text{m}/12\text{h}$).

Al fine di comparare i risultati ottenuti nel semestre per i suddetti indici nei tre siti, data la bassa numerosità campionaria è stato utilizzato un t-test per campioni indipendenti. Prima di effettuare questa analisi sono state valutate le assunzioni di normalità distributiva dei dati ed eguaglianze delle varianze rispettivamente con i test di Kolmogorov-Smirnov e di Burtlett (Zar, 1984). Se tale assunzioni non erano rispettate si è proceduto all’utilizzo di un test non parametrico Wilcoxon-Mann-Whitney.

2.2.6.2 Investigazioni acustiche

L’elaborazione dei dati inerenti la colonna d’acqua, rilevati tramite MBES, è stata eseguita con il software Echoview (Myriax, Tasmania).

Dopo la conversione dei *raw data*, è stato eseguito lo *screening* dettagliato degli ecogrammi bidimensionali relativi a ciascun transetto. Una volta individuata una possibile aggregazione di pesce (*target*), sono stati selezionati i ping contenenti l’aggregazione creando un sottoinsieme dell’ecogramma. In presenza di rumore di fondo ben distinguibile

dal target, è stata applicata una pulizia del dato utilizzando una procedura di mascheramento. D'altra parte, nel caso di intenso e diffuso rumore di fondo dovuto alla presenza di strutture e/o oggetti in grado di creare un forte *backscatter* e *scattering* dell'impulso acustico, non è stato possibile individuare alcun banco di pesce per l'alto livello di mascheramento. Questo avviene per esempio in prossimità della piattaforma stessa (fig. 2.10) la cui base, costituita da pali che si estendono verticalmente lungo tutta la colonna d'acqua, causa intensi fenomeni di *backscatter* e di *scattering* omnidirezionale. Inoltre, gli impulsi che penetrano negli spazi tra i pali della piattaforma possono venire riflessi più volte prima di tornare ai trasduttori o perdersi nell'ambiente circostante. Per tale motivo sono stati presi in considerazione solo quei *target* chiaramente distinguibili dall'intenso rumore di fondo.

Una volta individuato, il banco di pesce è stato estratto tramite la procedura *target detection* e l'algoritmo *cruise-scanning* per piattaforme (tipo imbarcazioni) in movimento (fig. 2.11).

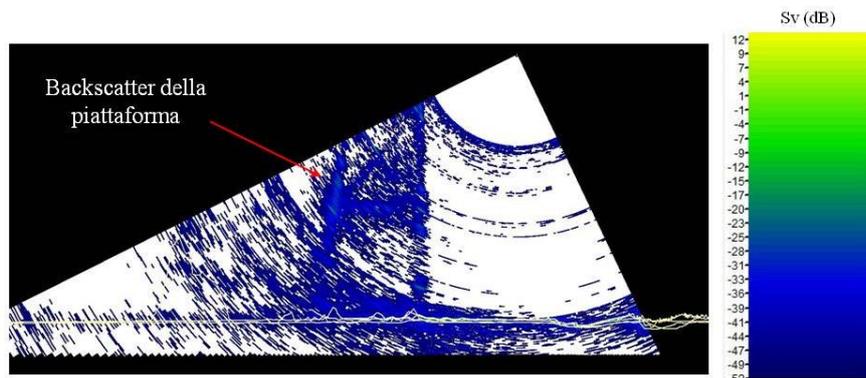


Fig. 2.10 - Ecogramma multibeam in prossimità della piattaforma Bonaccia NW. Il forte *backscatter* dovuto alla presenza della struttura e lo *scattering* omnidirezionale degli impulsi acustici impediscono il rilevamento di eventuali aggregazioni di pesce nelle vicinanze della piattaforma e/o tra i pali della stessa. Sv=Volume backscatter strength.

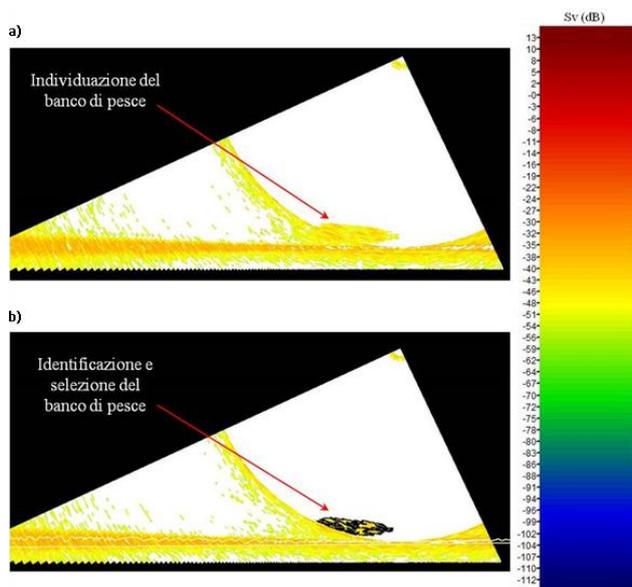


Fig. 2.11 - Elaborazione dei dati acustici della colonna d'acqua tramite il software Echowiew. a) Individuazione di un'aggregazione di pesce in un ping durante lo *screening* dell'ecogramma. b) Identificazione e selezione del *target* tramite la procedura *Target detection*. La scala a colori sulla destra rappresenta il *volume backscattering strength* (Sv) in dB e si riferisce a entrambi a) e b).

Poiché il sistema EM2040CD non può essere calibrato per il riconoscimento di particolari specie ittiche, si è considerato un *volume backscatter strength* (Sv) compreso tra -35 +64 dB, intervallo scelto a seguito di un controllo di qualità del dato effettuato al fine di isolare il rumore. Questa procedura, oltre a fornire l'immagine tridimensionale del *target* permette di estrarne le caratteristiche metriche e acustiche che, quando possibile, sono state usate come misure per confrontare la distribuzione dei due macrogruppi individuabili in base alla distanza dalla piattaforma (il primo comprendente i banchi rilevati entro 300 m dalla struttura e il secondo quelli individuati nelle zone periferiche). Di seguito si riporta la descrizione delle caratteristiche metriche e variabili acustiche estratte per ogni *target* tridimensionale (Tab. 2-XVI e 2-XVII).

Completata l'individuazione dei banchi di pesce, sono state create scene tridimensionali delle porzioni di colonna d'acqua investigate, includendo anche il fondale marino e la struttura Clara NW.

Tab. 2-XVI - Descrizione delle caratteristiche metriche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Caratteristica metrica	Unità	Descrizione
Superficie	m ²	Superficie del target (include la superficie di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Lunghezza NS	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Nord-Sud.
Lunghezza EW	m	Lunghezza massima del target lungo l'asse Est-Ovest.
Profondità minima	m	Profondità minima del target.
Profondità massima	m	Profondità massima del target.
Altezza	m	Altezza del target (dalla profondità massima alla profondità minima).
Volume	m ³	Volume del target (non include il volume di eventuali vacuoli individuati all'interno del target).
Centro geometrico (LAT)	gradi	Latitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico (LONG)	gradi	Longitudine del punto geometrico centrale del target.
Centro geometrico profondità	m	Profondità del punto geometrico centrale del target.
Ruvidità	m ⁻¹	Superficie del target diviso il volume del target.
n. vacuoli	-	Numero di vacuoli individuati all'interno del target.
Volume totale vacuoli	m ³	Volume totale dei vacuoli individuati all'interno del target.

Tab. 2-XVII - Descrizione delle variabili acustiche relative ai target tridimensionali (aggregazioni di pesce) individuati durante la procedura di *Target detection* del software Echoview.

Variabile acustica	Unità	Descrizione
Sv medio	dB re 1 m ⁻¹	Volume backscatter strength all'interno del target.
n. campioni	-	Numero di campioni validi all'interno del target.
n. ping	-	Numero di ping analizzati che intersecano il target.
n. beam	-	Numero di beam analizzati che intersecano il target.
Sv minimo	dB re 1 m ⁻¹	Valore minimo del <i>volume backscatter strength</i> all'interno del target.
Sv massimo	dB re 1 m ⁻¹	Valore massimo del <i>volume backscatter strength</i> all'interno del target.
Densità	Kg m ⁻³	Densità volumetrica di pesce espressa in unità di massa.

2.2.5.3 Indagini video in prossimità della piattaforma

Le immagini video registrate mediante telecamera in prossimità della piattaforma sono state analizzate per verificarne la qualità e per avvalorare i risultati ottenuti con i campionamenti di pesca e con le investigazioni tramite MBES per avere un riscontro sull'effettivo potere attrattivo della struttura.

3. RISULTATI

3.1. CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA D'ACQUA

3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO E FLUORESCENZA INDOTTA

Nel **maggio 2018** la colonna d'acqua si è presentata stratificata in temperatura e salinità con trend opposti (figg. 3.1 e 3.2). In superficie è stato misurato il massimo per il primo parametro (24,97°C nella stazione BO5) e il minimo di salinità (35,43 psu nella stazione BO2). Dalla superficie al fondo le temperature sono poi via via diminuite per attestarsi su poco più di 10-12°C al di sotto dei 60 m in quasi tutte le stazioni, mentre le salinità sono via via aumentate tra la superficie e i 20 m fino a un massimo di 38,8 psu, per poi diminuire leggermente fino alla quota di fondo.

Non sono state rilevate variazioni degne di nota fra le varie stazioni sia in superficie che al fondo (fig. 3.2).

La torbidità media è stata pari a $2,74 \pm 0,95 \text{ mg l}^{-1}$, con valori costanti (intorno a $2,20 \text{ mg l}^{-1}$) fino a circa 50-60 m e in aumento verso il fondo, dove è stato registrato un massimo di $5,29 \text{ mg l}^{-1}$ nella stazione BO5 (fig. 3.1).

L'ossigeno disciolto ha presentato una saturazione intorno all' $86,90 \pm 7,30\%$, con un massimo di 104,42% a 13 m nel sito BO5 in diminuzione con la profondità, sino a raggiungere un minimo pari al 77,51% al fondo della BO8 (fig. 3.1).

Per la fluorescenza *in situ* sono stati misurati picchi di concentrazione tra i 20 e i 40 m con un massimo di $0,88 \mu\text{g l}^{-1}$ nel sito BO7 a 28 m (fig. 3.3).

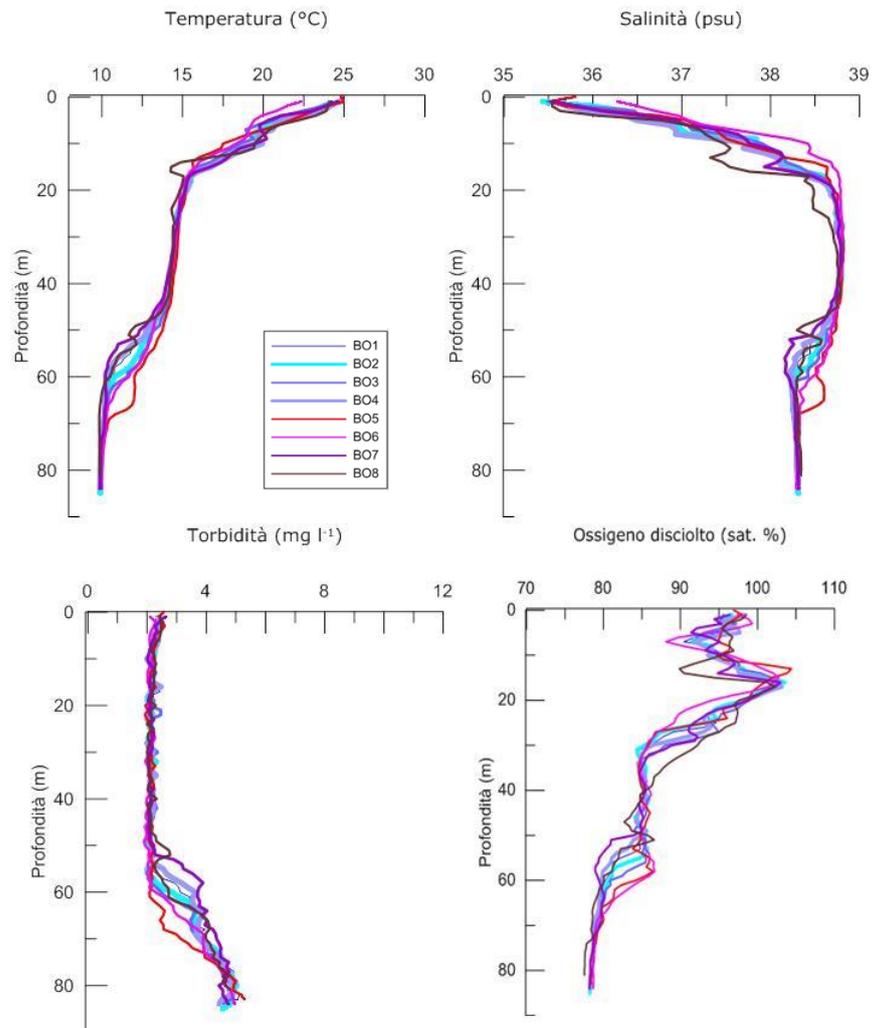


Fig. 3.1 - Profili di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu), torbidità (mg l^{-1}) e ossigeno disciolto in % di saturazione (sat %). **Maggio 2018.**

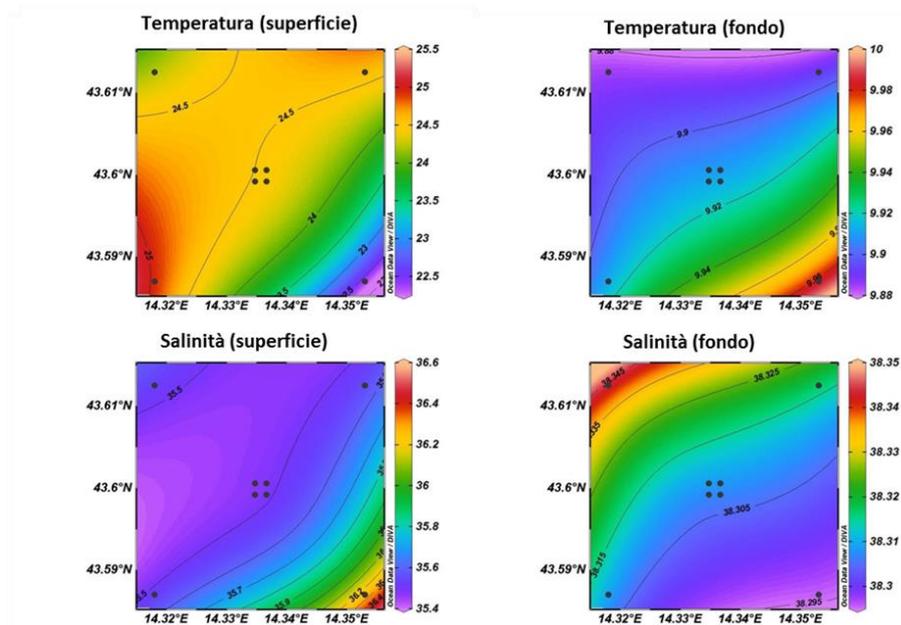


Fig. 3.2 - Mappe areali rappresentanti la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e la salinità (psu) in superficie e al fondo. **Maggio 2018.**

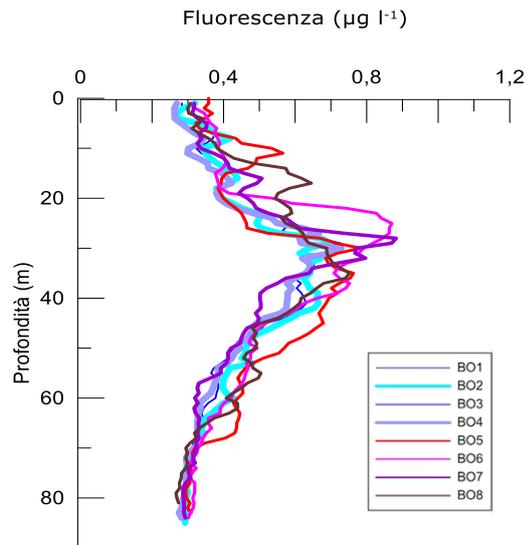


Fig. 3.3 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$). **Maggio 2018.**

3.1.2. NUTRIENTI

A **maggio 2018** le concentrazioni medie di NO_3 , NO_2 e NH_3 sono state rispettivamente pari a $1,17 \pm 0,57 \mu\text{M}$, $0,36 \pm 0,11 \mu\text{M}$ e $0,80 \pm 0,40 \mu\text{M}$ (figg. 3.4a, 3.4b, 3.5). I massimi ($2,46 \mu\text{M}$, $0,54 \mu\text{M}$ e $1,60 \mu\text{M}$ per NO_3 , NO_2 e NH_3) sono stati registrati nelle stazioni a 2000 m tra i 40 m e il fondo. Gli ortofosfati hanno presentato una concentrazione media di $0,14 \pm 0,05 \mu\text{M}$; figg. 3.4a, 3.4b, 3.5), con un massimo superficiale pari a $0,25 \mu\text{M}$ misurato sia nella BO2 che nella BO7. Gli $\text{Si}(\text{OH})_4$, mediamente pari a $2,86 \pm 1,59 \mu\text{M}$, hanno raggiunto i valori più alti al fondo, con un massimo nella stazione BO5 ($6,49 \mu\text{M}$, figg. 3.4a, 3.4b, 3.5).

3.1.3. PIGMENTI CLOROFILLIANI E PARTICELLATO SOSPESO

A **maggio 2018** la concentrazione media di clorofilla *a* (figg. 3.6a, 3.6b e 3.7) è stata pari a $388,60 \pm 200,37 \text{ ng l}^{-1}$, con un massimo di $923,40 \text{ ng l}^{-1}$ in superficie nella stazione BO5. La Chl *c* è risultata mediamente superiore alla Chl *b* (Chl *c*: $172,24 \pm 37,70 \text{ ng l}^{-1}$; Chl *b*: $97,99 \pm 25,13 \text{ ng l}^{-1}$; figg. 3.6a, 3.6b e 3.7). Le clorofille *a* e *c* hanno presentato i massimi in superficie nell'area più occidentale, entrambe nella stazione BO5 ($923,40 \text{ ng l}^{-1}$ e $172,24 \text{ ng l}^{-1}$ rispettivamente), mentre la *b* è risultata più abbondante più o meno in tutta l'area d'indagine alla quota 40 m (massima concentrazione di $97,99 \text{ ng l}^{-1}$ in BO6).

In questo periodo le concentrazioni di TSM sono state in media $4,77 \pm 2,09 \text{ mg l}^{-1}$ con il massimo $6,84 \text{ mg l}^{-1}$ registrato nella stazione BO6 a 20 m (figg. 3.6a, 3.6b).

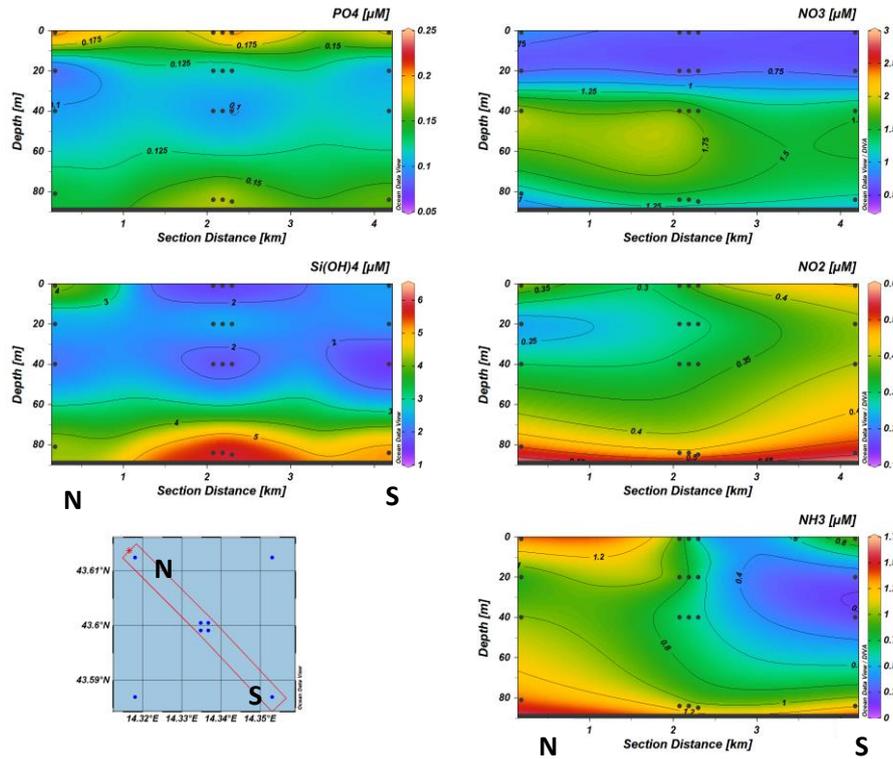


Fig. 3.4a - Sezioni verticali delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3), espresse in μM . **Maggio 2018.**

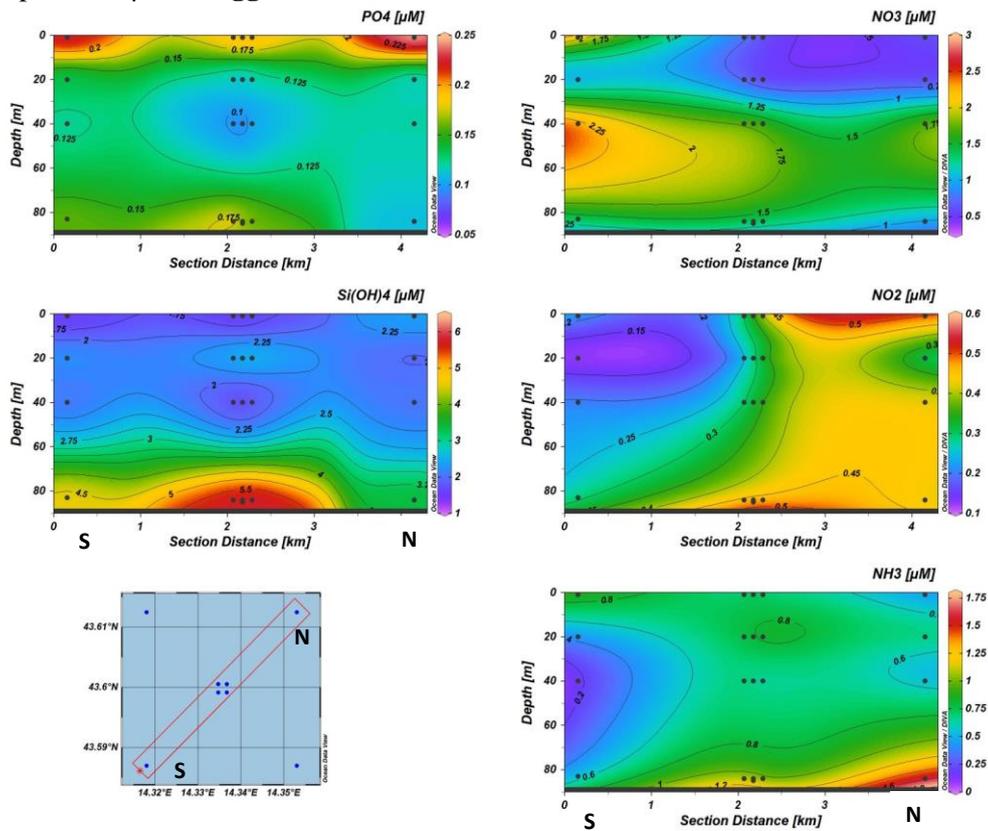


Fig. 3.4b - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7 rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) e ammoniaca (NH_3) espresse in μM . **Maggio 2018.**

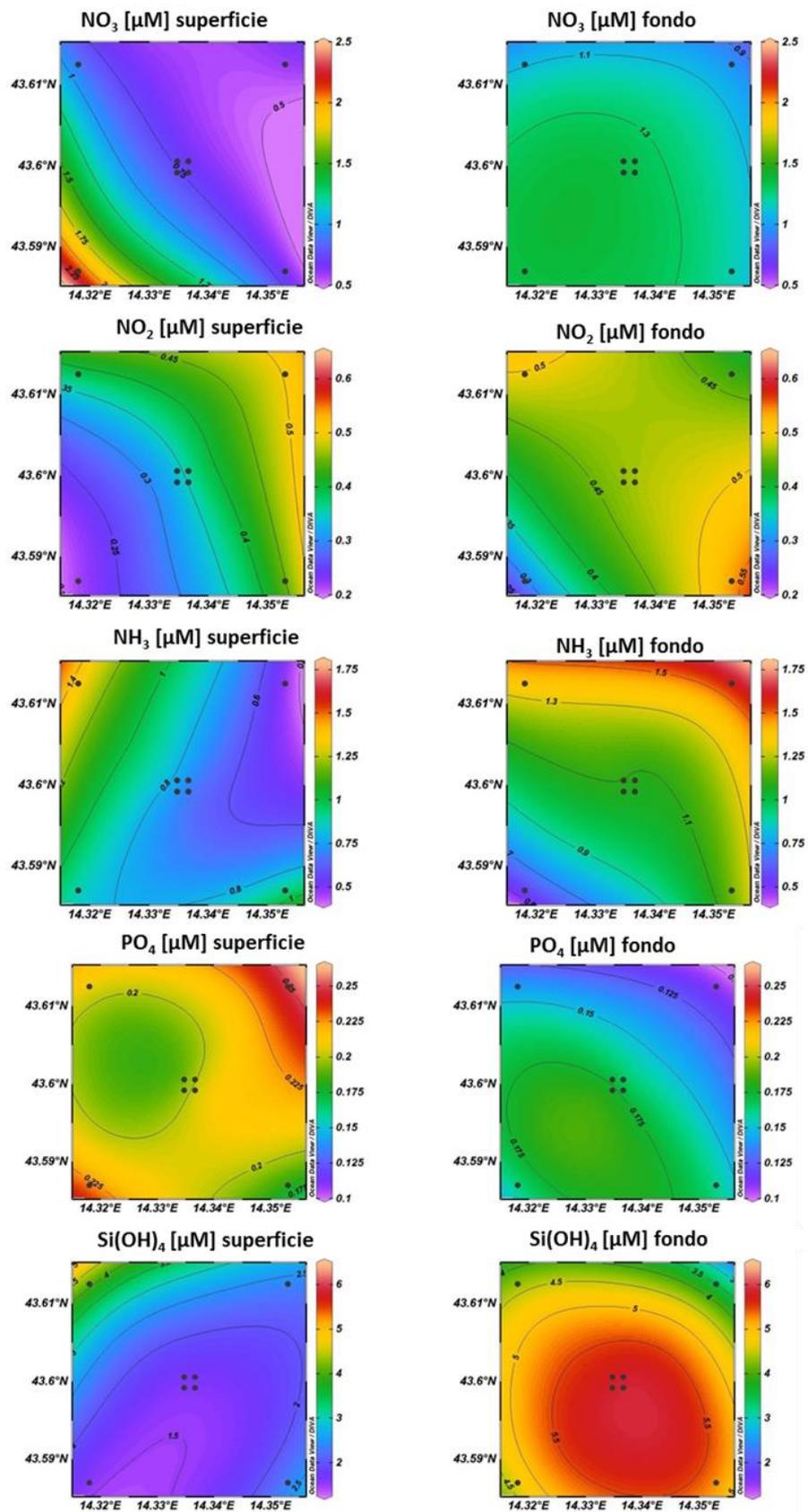


Fig. 3.5 - Mappe areali in superficie e al fondo rappresentanti le concentrazioni di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ammoniaca (NH_3), ortofosfati (PO_4) e ortosilicati (Si(OH)_4) espresse in μM . **Maggio 2018.**

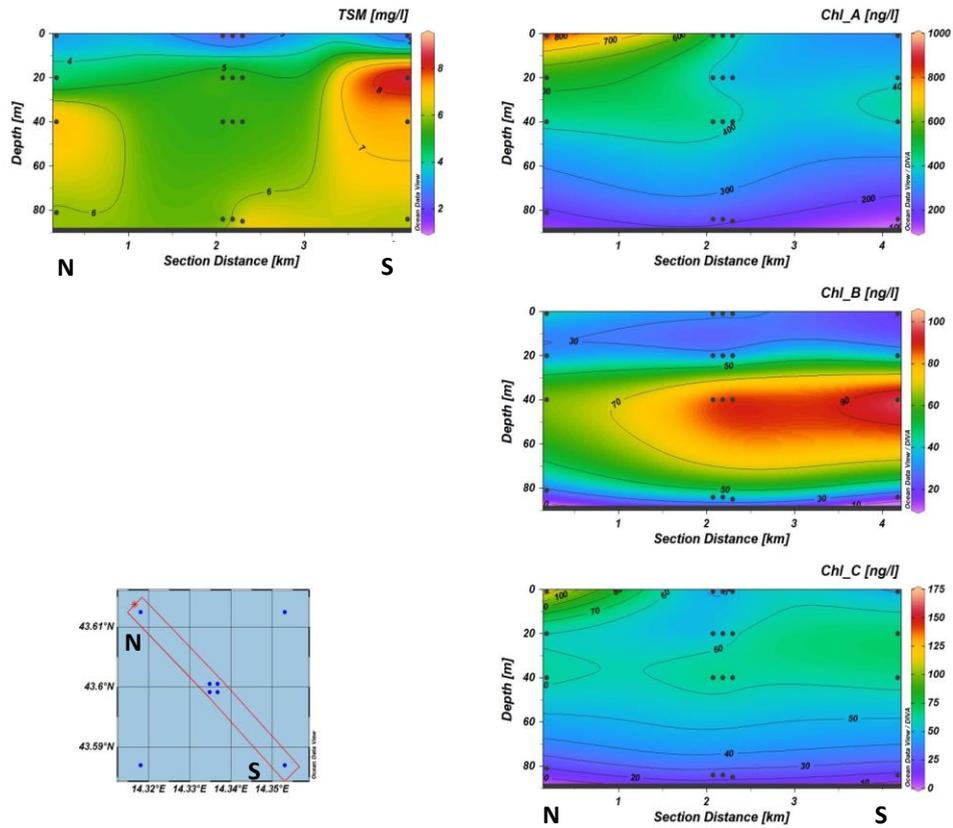


Fig. 3.6a - Sezione verticale delle stazioni BO8, BO4, BO1, BO3, BO2, BO6, rappresentante le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in mg l^{-1} , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in ng l^{-1} . **Maggio 2018.**

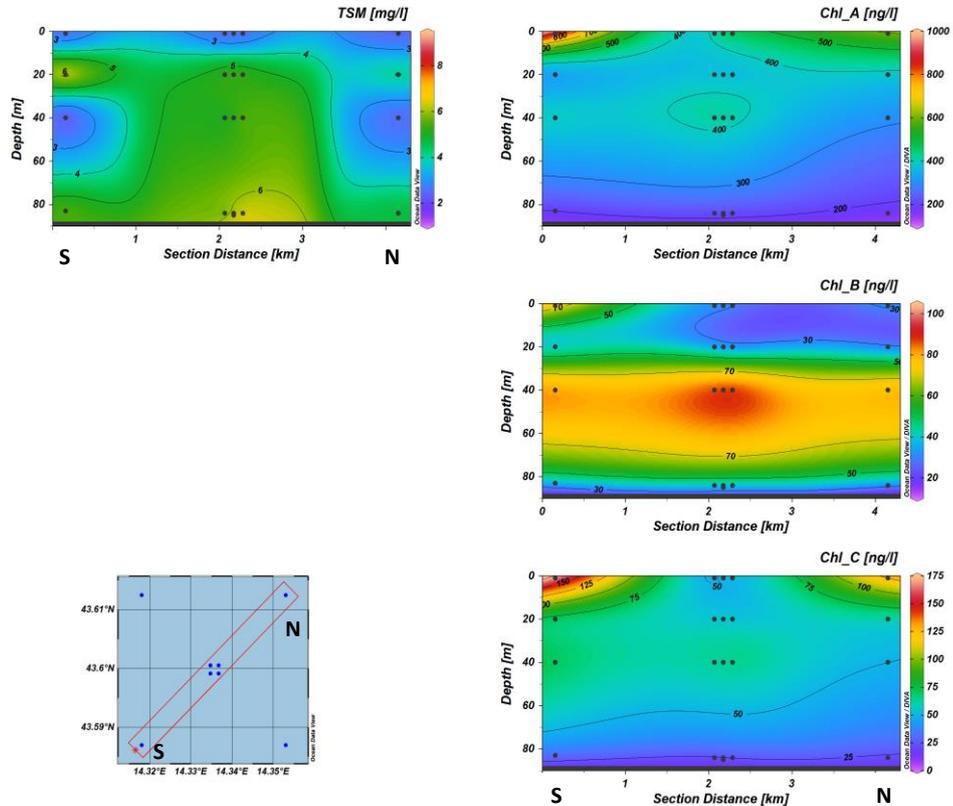


Fig. 3.6b - Sezioni verticali delle stazioni BO5, BO1, BO2, BO4, BO3, BO7, rappresentanti le concentrazioni di particolato sospeso (*TSM*) espresso in mg l^{-1} , clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in ng l^{-1} . **Maggio 2018.**

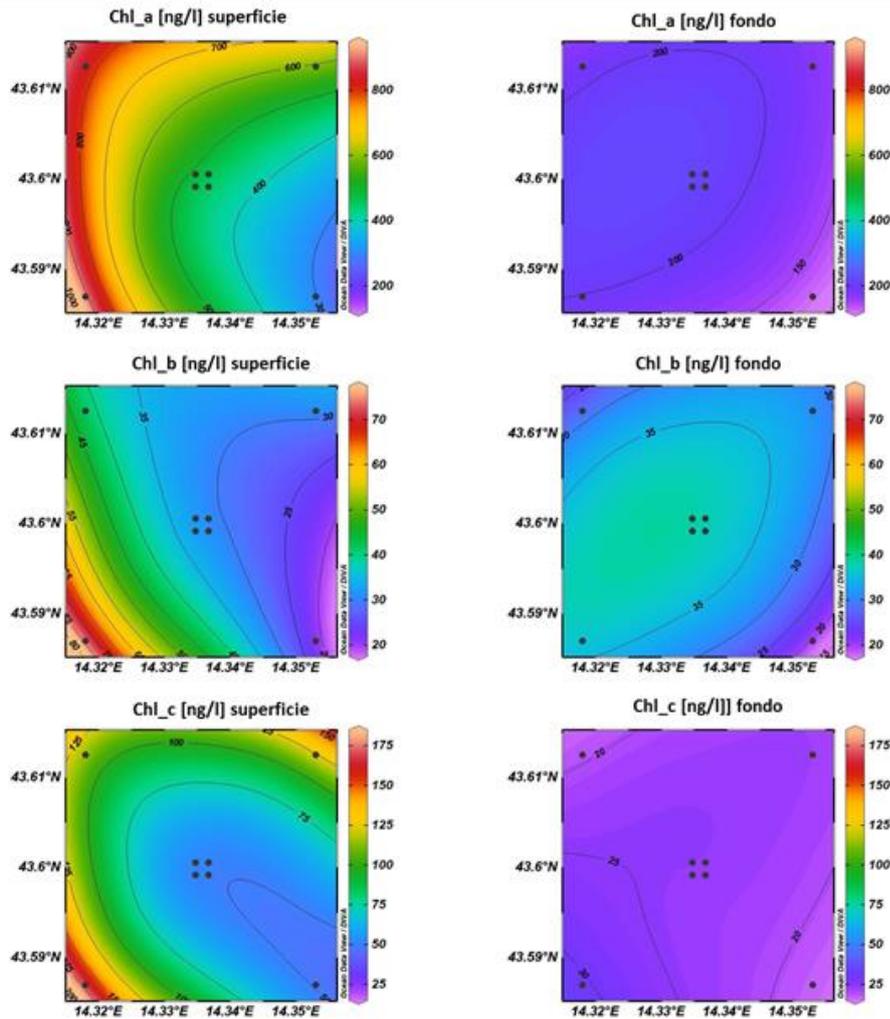


Fig. 3.7 - Distribuzione in superficie e al fondo delle concentrazioni di clorofilla *a* (*Chl a*), clorofilla *b* (*Chl b*) e clorofilla *c* (*Chl c*), espresse in ng l^{-1} . **Maggio 2018.**

3.1.4. IDROCARBURI TOTALI, IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI, BTEX

Gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici** (IPA), gli **Idrocarburi totali** e i **BTEX** (Tabb. 3-I e 3-II) sono risultati sempre e ovunque al di sotto dei limiti di rilevabilità strumentale. Gli **Idrocarburi Alifatici** (IA; Tab. 3-I) sono gli unici composti organici a essere stati rilevati. Le concentrazioni sono state quantificate in solo 8 campioni distribuiti casualmente, con valori prossimi al limite strumentale; il massimo, registrato alla quota dei 40 m nella stazione BO3, è stato pari a $6,07 \mu\text{g l}^{-1}$.

Tab. 3-I - Concentrazioni ($\mu\text{g/l}$) di Idrocarburi totali, IA e IPA registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel survey condotto a maggio 2018.

Stazione	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)	Stazione	Idroc. totali (n-esano)	IA (C10-C32)	IPA (16 IPA)
BO1 sup	< 30	< 1	<0,01	BO5 sup	< 30	1,13	<0,01
BO1 20 m	< 30	< 1	<0,01	BO5 20 m	< 30	< 1	<0,01
BO1 40 m	< 30	< 1	<0,01	BO5 40 m	< 30	< 1	<0,01
BO1 fondo	< 30	< 1	<0,01	BO5 fondo	< 30	< 1	<0,01
BO2 sup	< 30	2,03	<0,01	BO6 sup	< 30	1,06	<0,01
BO2 20 m	< 30	< 1	<0,01	BO6 20 m	< 30	< 1	<0,01
BO2 40 m	< 30	< 1	<0,01	BO6 40 m	< 30	1,12	<0,01
BO2 fondo	< 30	< 1	<0,01	BO6 fondo	< 30	< 1	<0,01
BO3 sup	< 30	1,48	<0,01	BO7 sup	< 30	< 1	<0,01
BO3 20 m	< 30	< 1	<0,01	BO7 20 m	< 30	1,54	<0,01
BO3 40 m	< 30	6,07	<0,01	BO7 40 m	< 30	< 1	<0,01
BO3 fondo	< 30	< 1	<0,01	BO7 fondo	< 30	< 1	<0,01
BO4 sup	< 30	< 1	<0,01	BO8 sup	< 30	< 1	<0,01
BO4 20 m	< 30	< 1	<0,01	BO8 20 m	< 30	< 1	<0,01
BO4 40 m	< 30	2,11	<0,01	BO8 40 m	< 30	< 1	<0,01
BO4 fondo	< 30	< 1	<0,01	BO8 fondo	< 30	< 1	<0,01

Tab. 3-II - Microinquinanti organici (BTEX; $\mu\text{g/l}$) determinati nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel corso del survey condotto a maggio 2018.

Stazione	Benzene	Etilbenzene	Stirene	Toluene	Xilene
BO1 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO1 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO2 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO3 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO4 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO5 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO6 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO7 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 sup	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 20 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 40 m	<0,1	<1	<1	<1	<1
BO8 fondo	<0,1	<1	<1	<1	<1

3.1.5. GLICOLE ETILENICO

Il glicole etilenico è risultato ovunque inferiore al limite di rilevabilità strumentale (Tab. 3-III).

Tab. 3-III - Concentrazioni (mg/l) di Glicole etilenico registrate nelle diverse stazioni e alle diverse quote nel maggio 2018.

Stazione	Maggio 2018	Stazione	Maggio 2018
BO1 sup	< 10	BO5 sup	< 10
BO1 20 m	< 10	BO5 20 m	< 10
BO1 40 m	< 10	BO5 40 m	< 10
BO1 fondo	< 10	BO5 fondo	< 10
BO2 sup	< 10	BO6 sup	< 10
BO2 20 m	< 10	BO6 20 m	< 10
BO2 40 m	< 10	BO6 40 m	< 10
BO2 fondo	< 10	BO6 fondo	< 10
BO3 sup	< 10	BO7 sup	< 10
BO3 20 m	< 10	BO7 20 m	< 10
BO3 40 m	< 10	BO7 40 m	< 10
BO3 fondo	< 10	BO7 fondo	< 10
BO4 sup	< 10	BO8 sup	< 10
BO4 20 m	< 10	BO8 20 m	< 10
BO4 40 m	< 10	BO8 40 m	< 10
BO4 fondo	< 10	BO8 fondo	< 10

3.1.6. METALLI PESANTI

Nel **maggio 2018 cadmio, cromo, mercurio, ferro, rame e indio** sono risultati ovunque al di sotto dei rispettivi limiti di rilevabilità (Tab. 3-IV). Anche il **piombo** è stato molto spesso non quantificabile, essendo stato registrato in solo 5 quote.

Alluminio e zinco sono risultati invece presenti rispettivamente nel 70% e nel 75% dei campioni e caratterizzati da una variabilità molto elevata (coefficiente di variazione CV rispettivamente pari al 78 e 111%), senza alcun trend spaziale. I rispettivi massimi sono stati raggiunti al fondo della stazione BO1 ($4,94 \mu\text{g l}^{-1}$) e alla quota 20 m della BO2 ($30,77 \mu\text{g l}^{-1}$).

Le altre specie chimiche sono risultate rilevabili ovunque. **Arsenico, bario, vanadio** sono stati i metalli meno variabili (CV medio intorno al 10%). I valori massimi sono stati raggiunti rispettivamente alla quota 40 m della stazione BO2 ($2,23 \mu\text{g l}^{-1}$), in superficie della BO8 ($10,94 \mu\text{g l}^{-1}$) e alla quota dei 40 m della stessa stazione ($1,67 \mu\text{g l}^{-1}$). Il bario ha inoltre evidenziato i valori massimi sempre nella quota superficiale, mettendo in evidenza un netto trend verticale delle concentrazioni. Nel confronto tra le stazioni vicine alla piattaforma e quelle di controllo, invece, nessun elemento ha mostrato differenze degne di nota, indicando una generale omogeneità orizzontale dell'area analizzata.

Tab. 3-IV – Metalli pesanti ($\mu\text{g/l}$; Si in mg/l) determinati nel maggio 2018.

Stazione	Al	As	Ba	Cd	Cr	Fe	Hg	Ni	Pb	Cu	V	Zn	In	Si
BO1 sup	1,45	1,80	10,39	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,33	< 0,1	< 0,1	1,10	< 0,1	< 0,1	0,12
BO1 20 m	4,26	1,55	8,06	0,12	< 0,1	< 5	< 0,1	0,20	< 0,1	< 0,1	1,27	7,73	< 0,1	0,19
BO1 40 m	2,21	1,98	8,31	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	1,39	2,79	< 0,1	0,19
BO1 fondo	4,94	1,90	8,47	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	1,24	6,55	< 0,1	0,24
BO2 sup	< 0,1	1,57	10,32	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,1	1,20	3,08	< 0,1	0,27
BO2 20 m	4,30	1,74	8,30	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	1,54	30,77	< 0,1	0,23
BO2 40 m	2,41	2,23	7,95	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	1,08	< 0,1	< 0,1	1,38	0,95	< 0,1	0,16
BO2 fondo	< 0,1	1,92	8,33	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,1	1,35	< 0,1	< 0,1	0,47
BO3 sup	0,93	1,88	10,27	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,57	< 0,1	< 0,1	1,29	0,83	< 0,1	0,23
BO3 20 m	3,31	1,98	8,03	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,62	0,12	< 0,1	1,39	28,55	< 0,1	0,13
BO3 40 m	< 0,1	2,13	8,06	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,25	< 0,1	< 0,1	1,40	9,46	< 0,1	0,18
BO3 fondo	1,08	1,86	8,02	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	1,40	< 0,1	< 0,1	0,29
BO4 sup	< 0,1	1,57	10,26	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,33	0,19	< 0,1	1,30	4,65	< 0,1	0,18
BO4 20 m	0,38	1,78	8,20	0,21	< 0,1	< 5	< 0,1	0,60	< 0,1	< 0,1	1,57	< 0,1	< 0,1	0,19
BO4 40 m	0,41	1,88	8,22	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,40	< 0,1	< 0,1	1,51	2,19	< 0,1	0,29
BO4 fondo	< 0,1	1,85	8,60	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,38	< 0,1	< 0,1	1,45	0,99	< 0,1	0,34
BO5 sup	1,10	1,84	10,54	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	1,18	17,46	< 0,1	0,18
BO5 20 m	4,42	1,86	8,20	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,36	< 0,1	< 0,1	1,49	12,36	< 0,1	0,15
BO5 40 m	1,39	2,02	8,56	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	1,41	8,70	< 0,1	0,19
BO5 fondo	1,03	1,79	8,68	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,24	< 0,1	< 0,1	1,39	0,99	< 0,1	0,25
BO6 sup	< 0,1	1,66	10,59	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,69	0,30	< 0,1	1,37	6,21	< 0,1	0,17
BO6 20 m	4,35	1,53	8,17	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,43	0,39	< 0,1	1,52	< 0,1	< 0,1	0,18
BO6 40 m	1,70	1,86	8,26	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,30	< 0,1	< 0,1	1,52	< 0,1	< 0,1	0,13
BO6 fondo	< 0,1	1,38	9,32	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,68	< 0,1	< 0,1	1,35	2,89	< 0,1	0,26
BO7 sup	1,41	1,66	10,28	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,66	< 0,1	< 0,1	1,33	5,06	< 0,1	0,11
BO7 20 m	< 0,1	1,77	8,39	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,41	< 0,1	< 0,1	1,36	1,78	< 0,1	0,13
BO7 40 m	1,20	1,61	8,81	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,54	< 0,1	< 0,1	1,39	5,87	< 0,1	0,12
BO7 fondo	< 0,1	1,67	8,76	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,32	< 0,1	< 0,1	1,32	1,00	< 0,1	0,29
BO8 sup	0,24	2,08	10,94	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,58	0,13	< 0,1	1,34	1,76	< 0,1	0,13
BO8 20 m	0,29	1,64	8,01	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,44	< 0,1	< 0,1	1,46	< 0,1	< 0,1	0,26
BO8 40 m	< 0,1	1,65	7,88	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,48	< 0,1	< 0,1	1,67	< 0,1	< 0,1	0,22
BO8 fondo	0,88	1,73	8,30	< 0,1	< 0,1	< 5	< 0,1	0,42	< 0,1	< 0,1	1,30	15,30	< 0,1	0,22

Il **nichel** e il **silicio** , infine, sono stati caratterizzati da una variabilità intermedia rispetto alle specie chimiche sopra descritte (CV medio pari al 36%). Anche in questo caso però, non è emersa alcuna differenza importante nel confronto tra stazioni vicine e lontane. Per il silicio è stato osservato il consueto, netto trend verticale delle concentrazioni, con i massimi misurati sempre alla quota di fondo eccetto in BO8. I massimi di questi due metalli sono stati raggiunti nella stazione BO2, rispettivamente a -40 m ($1,08 \mu\text{g l}^{-1}$) e al fondo ($0,47 \mu\text{g l}^{-1}$).

3.2. MISURE CORRENTOMETRICHE

Dal grafico della pressione (fig. 3.8) relativo al 1° semestre 2018 è emerso un buon equilibrio dell'ormeggio durante l'intero periodo di osservazione. La variazione di pressione avvenuta nel mese di maggio è stata una conseguenza di un recupero e successiva messa in mare del mooring su un fondale con profondità di circa 1m inferiore rispetto alla posizione precedente.

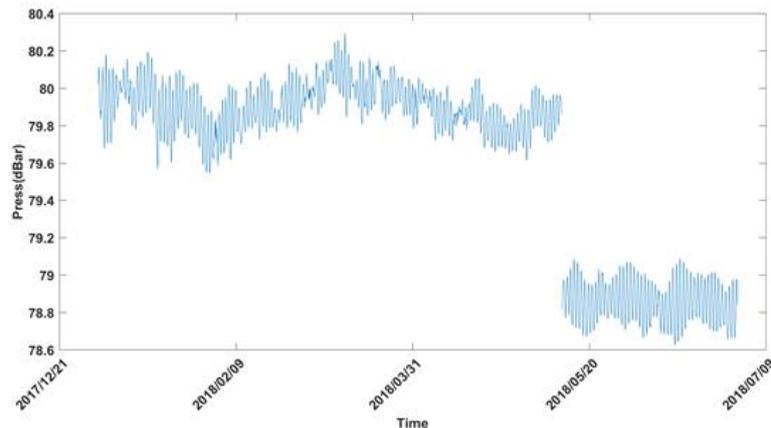


Fig. 3.8 - Pressione misurata nel periodo gennaio - giugno 2018 dal correntometro posizionato presso Bonaccia NW.

Per quanto concerne le misure correntometriche (figg. 3.9 - 3.11), il periodo preso in esame è stato caratterizzato da numerose rotazioni con brevi fasi di stasi. Nei mesi di gennaio e febbraio la corrente ha avuto una direzione prevalentemente settentrionale, soprattutto negli strati superficiali (dalla superficie fino a circa -30 m), con rapide e sporadiche rotazioni verso Sud.

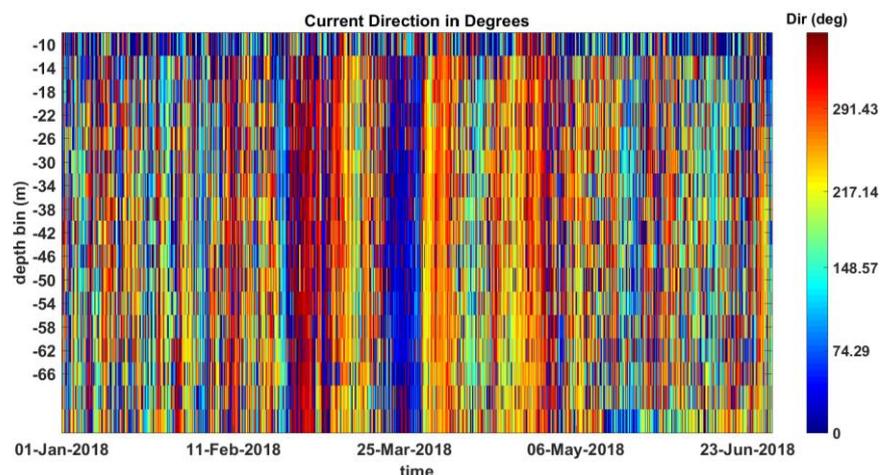


Fig. 3.9 - Contour plot della direzione della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2018.

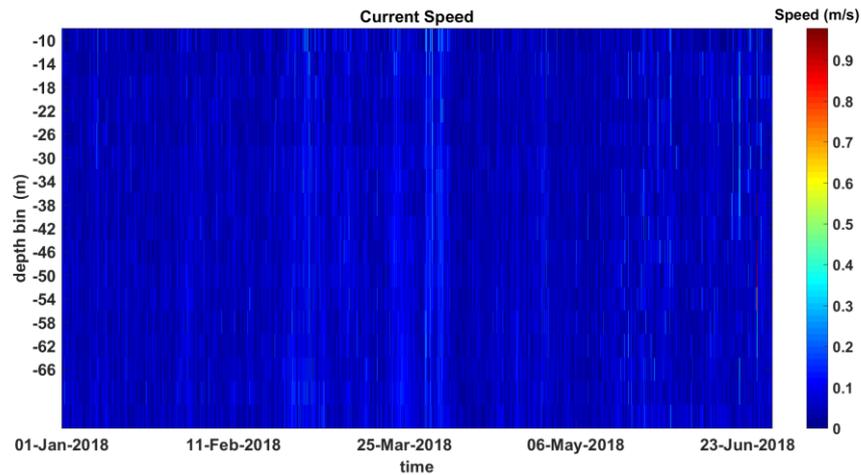
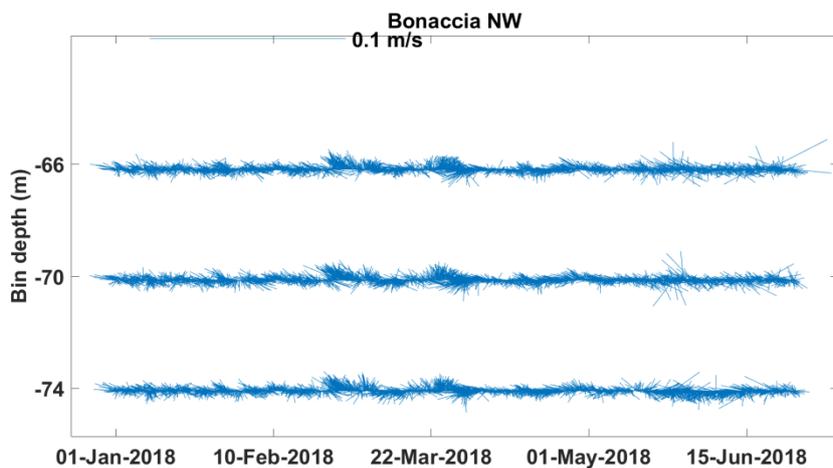


Fig. 3.10 - Contour plot della velocità della corrente lungo la colonna d'acqua ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2018.

Da marzo a maggio la direzione della corrente ha assunto un carattere molto uniforme su tutta la colonna d'acqua, alternando periodi con direzione prevalente verso Nord a periodi con rotazione verso Sud. Durante il mese di giugno la corrente ha avuto direzione verso Sud-Est con rotazione verso Nord. I picchi di velocità sono stati anche di 0,3 m/s, rilevati lungo tutta la colonna d'acqua essenzialmente durante i periodi in cui la direzione prevalente era settentrionale (fine febbraio, inizio aprile, inizio maggio e fine giugno).



Bin1(-74m) – Bin2(-70m) – Bin3(-66m)

Fig. 3.11 - Stickplot delle correnti (medie giornaliere) lungo la colonna d'acqua (dal fondo verso la superficie) ottenuti con il correntometro ADCP nel periodo gennaio - giugno 2018.

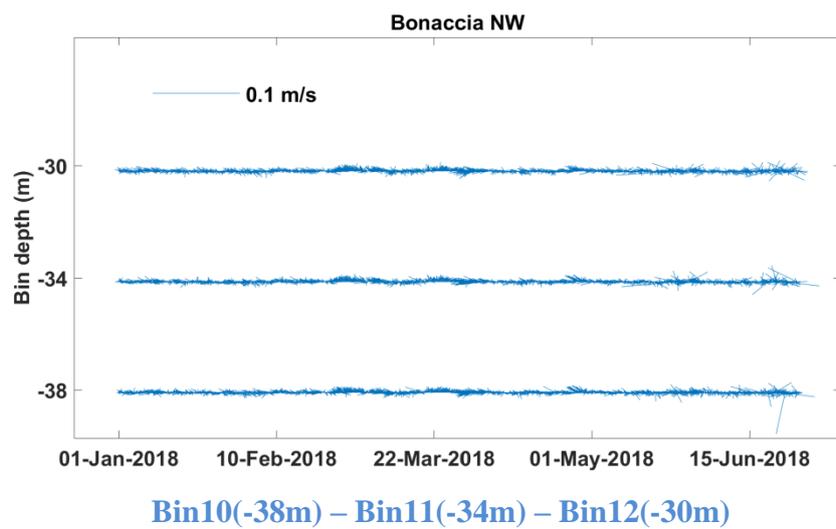
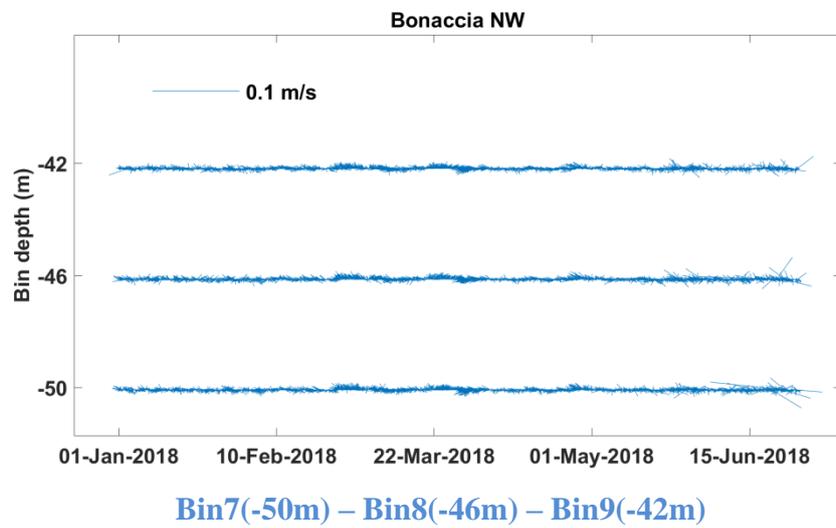
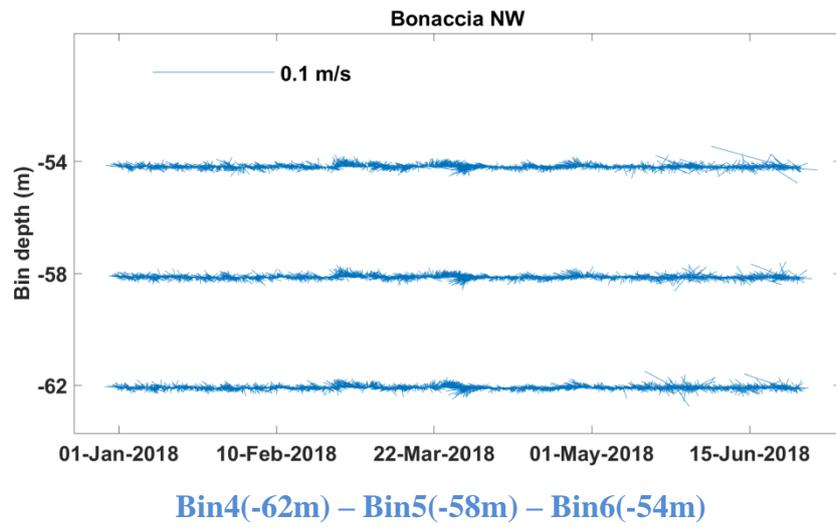


Fig. 3.11 - Continuo.

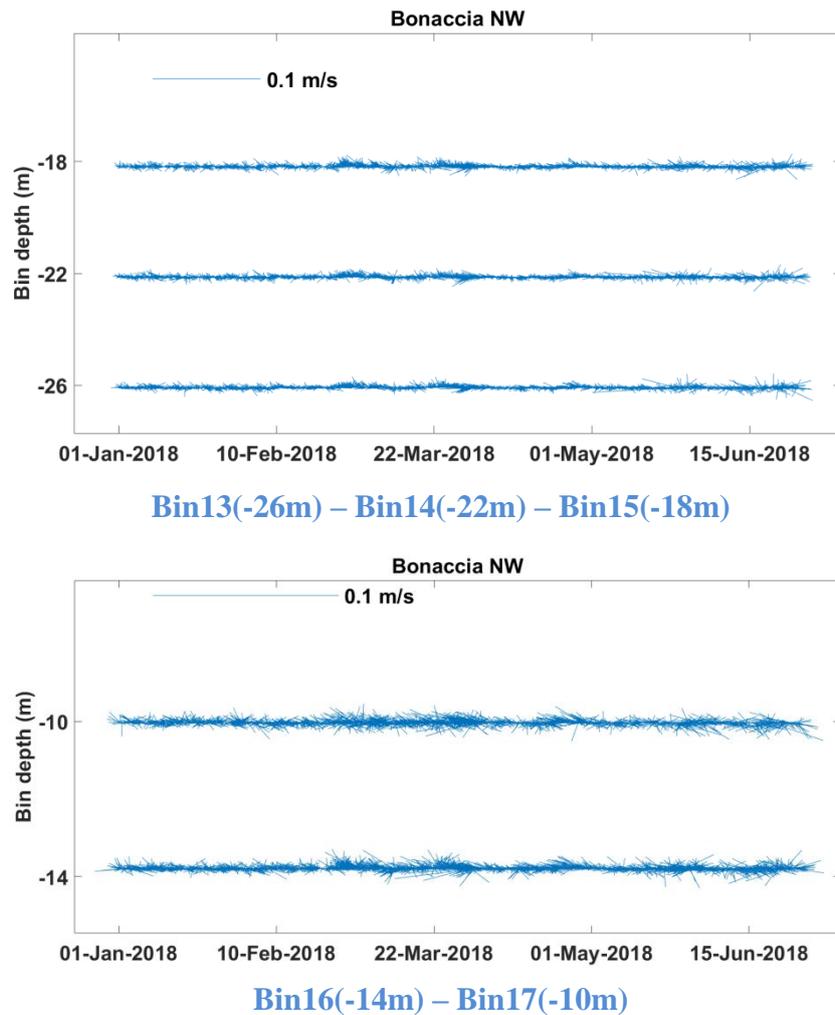


Fig. 3.11 - Continuo.

L'andamento della temperatura rilevata nel 1° semestre 2018 ha subito un decremento nei primi tre mesi passando da circa 14°C misurati a gennaio a circa 9°C a fine marzo (fig. 3.12). Successivamente, seppure con delle oscillazioni, i valori sono di nuovo aumentati a 14°C intorno alla metà di maggio per poi diminuire di nuovo, raggiungendo i 12°C circa a fine periodo.

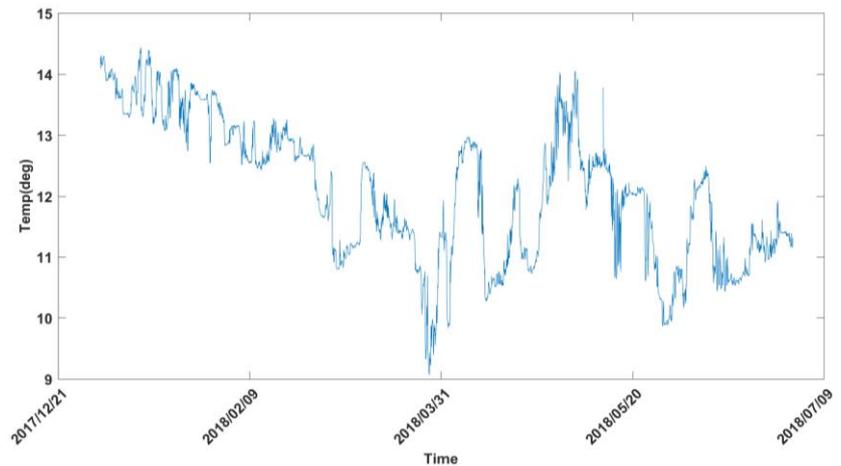


Fig. 3.12 - Andamento della temperatura registrata in prossimità del fondale dall'ADCP nel periodo gennaio - giugno 2018.

3.3. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.3.1. GRANULOMETRIA

All'analisi visiva tutti i sedimenti monitorati nel 5° survey post lavori di installazione di Bonaccia NW (inverno 2018) sono apparsi costituiti per lo più da sabbia fine e da una modesta percentuale di pelite. Tutti i campioni erano caratterizzati da uno strato ossidato di 2 cm e dall'assenza di biodetrito conchifero, tranne A4. Sono state osservate delle striature nerastre in BO SE (fig. 3.13), ma neanche in questo sito il sedimento era maleodorante. Presso la stazione A5 è stato rinvenuto del materiale di carpenteria (fig. 3.13).



Fig. 3.13 - Inverno 2018. Campione di sedimento prelevato dal sito BO SE e materiale di carpenteria rinvenuto in A5.

L'analisi granulometrica (Tab. 3-V e fig. 3.14) ha confermato la prevalenza di sabbia in tutti i campioni ad eccezione del controllo K4 dove ha leggermente prevalso il silt. La sabbia ha raggiunto le percentuali maggiori in K2, BO SE e BO SW, la minore in K4. La frazione pelitica è apparsa costituita più da silt che da argilla, anche se la differenza tra queste due componenti è risultata quasi sempre bassa e in alcuni casi trascurabile. Quella maggiore è stata registrata in B4, dove l'argilla era circa un terzo del silt.

Rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c) la sabbia è rimasta per lo più stabile nella maggior parte delle stazioni dei transetti, ha subito un aumento nell'area circostante la piattaforma e nel controllo K2 e si è ridotta nei restanti riferimenti.

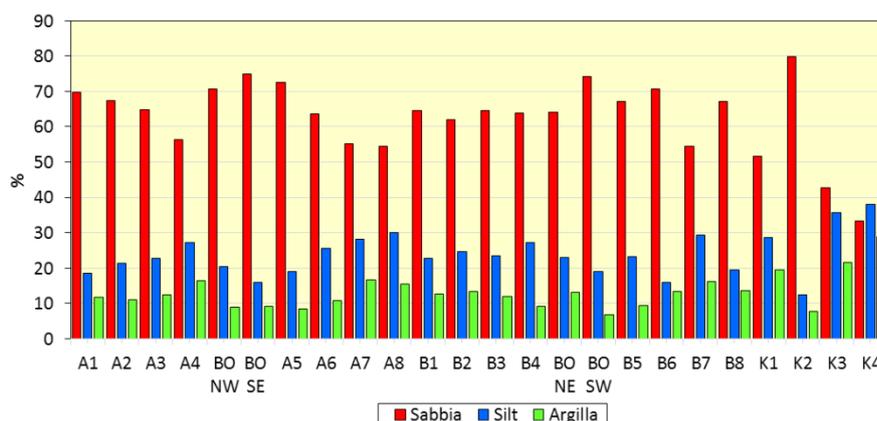


Fig. 3.14 - Ripartizione delle classi granulometriche, espresse in percentuale, nei sedimenti analizzati nell'inverno 2018.

Tab. 3-V - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche dei sedimenti analizzati nell'inverno 2018. Le stazioni corrispondenti alla piattaforma sono evidenziate in rosso.

	Sabbia	Pelite		Classificazione di Shepard
		Silt	Argilla	
A1	69,74	18,64	11,62	Sabbia siltosa
A2	67,50	21,45	11,05	Sabbia siltosa
A3	64,81	22,70	12,49	Sabbia siltosa
A4	56,40	27,18	16,43	Sabbia siltosa
BO NW	70,77	20,33	8,90	Sabbia siltosa
BO SE	75,00	15,97	9,03	Sabbia
A5	72,65	19,01	8,34	Sabbia siltosa
A6	63,62	25,56	10,82	Sabbia siltosa
A7	55,15	28,13	16,72	Sabbia siltosa
A8	54,46	30,05	15,49	Sabbia siltosa
B1	64,61	22,73	12,66	Sabbia siltosa
B2	62,03	24,59	13,38	Sabbia siltosa
B3	64,57	23,45	11,97	Sabbia siltosa
B4	63,83	27,14	9,03	Sabbia siltosa
BO NE	64,07	22,88	13,05	Sabbia siltosa
BO SW	74,25	18,94	6,81	Sabbia siltosa
B5	67,21	23,34	9,45	Sabbia siltosa
B6	70,64	16,02	13,33	Sabbia siltosa
B7	54,49	29,37	16,14	Sabbia siltosa
B8	67,10	19,37	13,53	Sabbia siltosa
K1	51,73	28,69	19,59	Sabbia siltosa
K2	79,78	12,48	7,73	Sabbia
K3	42,71	35,70	21,59	Loam
K4	33,24	37,95	28,81	Loam

3.3.2. IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI

Gli Idrocarburi Policiclici Aromatici sono risultati scarsamente presenti nell'inverno 2018 essendo nella maggior parte dei casi non quantificabili (Tab. 3-VI). Laddove rilevati, sono apparsi tutti inferiori sia ai valori chimici di Riferimento Nazionale L1 (DM 173/2007), sia ai valori cautelativi per le sostanze pericolose prioritarie (PP) indicati nel Manuale

ICRAM-APAT (2007).

Di conseguenza anche le concentrazioni degli IPA totali sono risultate estremamente basse (fig. 3.15); anche il picco relativo al sito B6 (81 µg/kg) non desta alcuna preoccupazione corrispondendo a circa $\frac{1}{11}$ dell'LCB.

Tutti i tenori registrati sono risultati inferiori a quelli del pre-survey eccetto nel controllo K1 (Fabi *et al.*, 2018c), testimoniando l'assenza di contaminazione dell'area.

Tab. 3-VI - Concentrazioni degli Idrocarburi Policiclici Aromatici ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in rosso. Ove disponibili sono anche riportati gli LCB e i valori chimici cautelativi per le sostanze Pericolose Prioritarie (PP) indicati da ICRAM-APAT (2007) e nel DM 173/2016. LQ = limite di rilevabilità strumentale ($0,2 \mu\text{g}/\text{kg}$).

	DM 173/16	LCB/PP	5° survey post lavori (inverno 2018)																							
			A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Acenaftene		7	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Acenaftilene			<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Antracene		47 (24)*	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) antracene	75	75	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	4	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (a) pirene	80	80 (30)*	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	7	<LQ	<LQ	4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ
Benzo (b) fluorantene	40	40	10	4	4	<LQ	4	4	4	4	5	10	5	4	4	4	5	4	4	19	6	4	13	3	2	9
Benzo (g, h,i) perilene	55	55	6	3	2	<LQ	3	2	2	3	4	6	3	3	3	3	3	2	12	4	2	8	<LQ	<LQ	5	
Benzo (k) fluorantene	20	20	4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	4	2	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	9	2	<LQ	3	<LQ	<LQ	3	
Crisene	108	108	5	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	7	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	2	
Dibenzo (a, h) antracene		6	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Fenantrene	87	87	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	2	2	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	3	<LQ	<LQ	3	
Fluorantene	110	113	3	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	<LQ	<LQ	4	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	2	2	<LQ	3	<LQ	<LQ	3	
Fluorene	21	21	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Indeno(1,2,3-c,d) pirene	70	70	9	5	4	2	5	4	4	5	7	9	6	4	5	5	4	3	3	15	7	3	14	3	2	9
Naftalene	35	35	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	
Pirene	153	153	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	3	<LQ	<LQ	2	
Totale		900	43	12	10	2	12	10	14	14	20	47	16	11	12	14	12	9	9	81	23	9	57	6	4	36

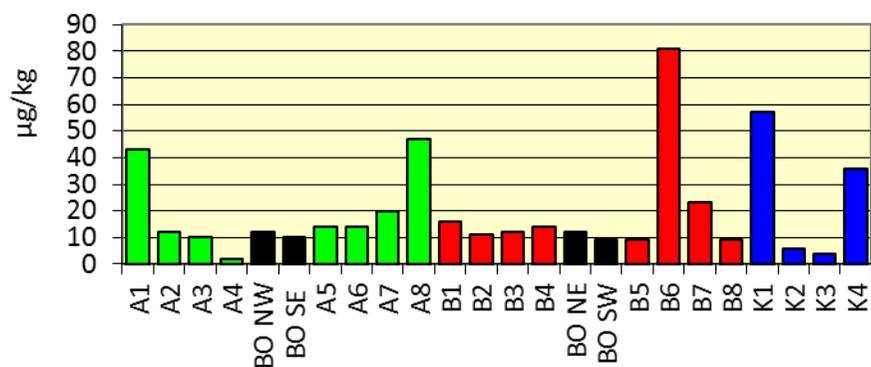


Fig. 3.15 - Concentrazioni ($\mu\text{g}/\text{kg}$ s.s.) di IPA nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

3.3.3. IDROCARBURI TOTALI

Le concentrazioni degli idrocarburi leggeri (C<12) sono risultate inferiori al limite di quantificazione anche nell'inverno 2018 come precedentemente (Fabi *et al.*, 2018c).

Per quanto riguarda gli idrocarburi pesanti (C>12; Tab. 3-VII e fig. 3.16), le analisi testimoniano la presenza di basse concentrazioni sia lungo i transetti, sia nei controlli, tanto che in molti casi sono risultate al di sotto del limite di quantificazione della metodica. Ovunque i tenori sono apparsi nettamente inferiori rispetto al pre-survey, indicando l'assenza di contaminazione dell'area.

Tab. 3-VII - Idrocarburi pesanti C>12 (mg/kg) rilevati nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. In rosso i siti corrispondenti alla piattaforma.

A1	7
A2	<5
A3	<5
A4	<5
BO NW	<5
BO SE	<5
A5	<5
A6	<5
A7	<5
A8	5

B1	6
B2	<5
B3	<5
B4	6
BO NE	5
BO SW	<5
B5	6
B6	9
B7	<5
B8	<5

K1	6
K2	5
K3	<5
K4	<5

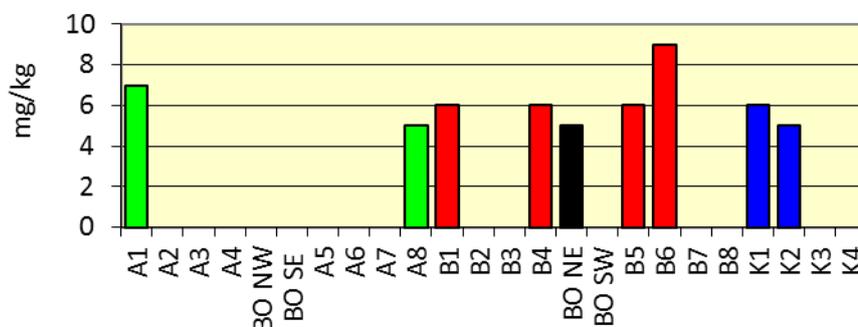


Fig. 3.16 - Idrocarburi pesanti (C>12) rilevati nell'inverno 2018. Le stazioni poste in corrispondenza della piattaforma sono evidenziate in nero.

3.3.4. METALLI PESANTI

I contenuti dei metalli pesanti rilevati nell'inverno 2018 sono riportati in fig. 3.17 e in Tab. 3-VIII. Nella discussione che segue vengono riportati riferimenti ai Livelli Chimici di Riferimento Nazionali (di seguito LCRN) indicati nel DM 173 2016 (tabella 2.5). I valori in colonna L1 sono i medesimi degli Standard di Qualità (SQA) riportati nei precedenti DM 56/2009, DM 260/2010 e DM 172/2015 per cadmio (0,3 mg/kg), mercurio (0,3 mg/kg), piombo (30 mg/kg), nichel (30 mg/kg), arsenico (12 mg/kg) e cromo totale (50 mg/kg). In tale tabella (tabella 2.5) sono inoltre indicati rame (40 mg/kg) e zinco (100

mg/kg).

Alluminio – Le percentuali di alluminio sono risultate basse e mediamente paragonabili tra transetti, siti prossimi a Bonaccia NW e controlli (\pm dev.st; A: $1,29\pm 0,12$; B: $1,16\pm 0,15$; BO: $1,09\pm 0,13$; K: $1,11\pm 0,44$ %). Non ci sono anomalie da segnalare. Nel complesso (Fabi *et al.*, 2018c) i dati suggeriscono l'assenza di effetti della piattaforma su questo metallo.

Arsenico – Le concentrazioni di arsenico sono risultate ovunque maggiori dell'LCRN. In termini di valori medi quelle relative al transetto B e ai siti BO sono apparse superiori rispetto ai controlli (A: $19,11\pm 4,35$; B: $22,80\pm 3,81$; BO: $27,28\pm 7,87$; K: $14,78\pm 2,49$ mg/kg). Inoltre, in BO NE e BO SE sono stati raggiunti i tenori più elevati in assoluto dell'intero periodo di indagine (Fabi *et al.*, 2018c). Rispetto al pre-survey l'arsenico è diffusamente incrementato, anche ai controlli.

Bario – In generale i tenori del bario sono apparsi diffusamente bassi e in linea con quelli del pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c) eccetto in corrispondenza del sito BO SE, dove è stato rilevato il valore più elevato dell'intero periodo di studio ($410,95$ mg/kg), pari a circa 17 volte la media dei controlli ($24,79\pm 8,62$ mg/kg). Tale anomalia, seppur modesta in valore assoluto, è riconducibile alla presenza della piattaforma.

Cadmio – Il cadmio è risultato presente in concentrazioni estremamente modeste, molto inferiori all'LCRN come in tutto il periodo di indagine precedente (Fabi *et al.*, 2018c), e molto omogenee tra loro (A: $0,050\pm 0,004$; B: $0,049\pm 0,003$; BO: $0,049\pm 0,002$; K: $0,049\pm 0,012$ mg/kg).

Cromo – Anche le concentrazioni medie di cromo sono risultate omogenee tra loro (A: $40,50\pm 2,20$; B: $36,99\pm 3,55$; BO: $35,06\pm 2,48$; K: $34,71\pm 9,39$ mg/kg) e inferiori all'LCRN, a differenza di quanto rilevato in qualche sito prima dell'installazione della piattaforma (Fabi *et al.*, 2018c).

Rame – Analogamente ai metalli precedenti, anche il rame è risultato presente in concentrazioni molto più basse dell'LCRN e mediamente omogenee (A: $7,55\pm 1,40$; B: $7,99\pm 1,28$; BO: $6,31\pm 0,79$; K: $7,44\pm 3,88$ mg/kg), Esse inoltre sono apparse inferiori o in linea con quelle rilevate prima della installazione di Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2018c).

Ferro – Nell'inverno 2018 è stata confermata la scarsa presenza di ferro nei sedimenti analizzati (Fabi *et al.*, 2018c) e l'omogenità delle concentrazioni (A: $1,77\pm 0,11$; B: $1,76\pm 0,12$; BO: $1,69\pm 0,10$; K: $1,50\pm 0,36$ mg/kg). I tenori dell'ultimo monitoraggio sono inoltre risultati inferiori o in linea con quelli rilevati prima della installazione di Bonaccia NW.

Tab. 3-VIII - Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al e Fe espressi in %) dei metalli in tracce presenti nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. In rosso le stazioni corrispondenti a Bonaccia NW. I superamenti del LCRN (DM 173/2016) sono evidenziati in grassetto.

	Alluminio	Arsenico	Bario	Cadmio	Cromo	Rame	Ferro	Indio	Mercurio	Nichel	Piombo	Silicio	Vanadio	Zinco
LCRN	-	12	-	0,3	50	40	-	-	0,3	30	30	-	-	100
A1	1,31	20,18	38,05	0,048	41,05	6,47	1,63	< ldq	0,018	28,91	11,92	85,57	37,43	42,35
A2	1,19	18,61	38,15	0,046	38,63	6,70	1,75	< ldq	0,019	30,79	17,17	87,07	38,07	42,56
A3	1,19	22,21	47,91	0,046	38,30	6,41	1,69	< ldq	0,018	27,38	10,87	76,68	37,36	41,94
A4	1,28	12,14	38,07	0,052	41,26	8,30	1,76	< ldq	0,012	33,30	11,58	87,40	36,63	43,26
BO NW	1,26	20,39	65,02	0,048	38,33	6,83	1,82	< ldq	0,017	29,11	13,93	98,56	39,89	47,16
BO SE	0,94	34,58	410,95	0,050	32,70	6,66	1,61	< ldq	0,015	26,17	10,71	63,11	34,69	39,80
A5	1,16	27,05	73,98	0,050	39,35	8,79	1,81	< ldq	0,017	27,95	16,15	86,94	39,49	42,03
A6	1,25	18,41	49,90	0,051	38,41	10,23	1,70	< ldq	0,020	28,70	10,09	82,60	38,54	41,22
A7	1,55	17,92	57,94	0,057	44,12	7,23	1,88	< ldq	0,023	34,08	12,90	85,99	42,36	48,84
A8	1,34	16,35	54,54	0,054	42,92	8,16	1,97	< ldq	0,022	37,78	15,07	97,83	39,66	52,60
B1	1,30	24,36	45,71	0,051	40,38	6,78	1,82	< ldq	0,018	31,18	14,78	87,07	40,45	43,82
B2	1,23	25,89	47,48	0,048	40,38	10,23	1,92	< ldq	0,019	34,77	17,81	77,93	40,07	46,32
B3	1,00	28,15	39,77	0,046	33,00	7,52	1,61	< ldq	0,019	30,34	15,30	65,78	32,61	40,35
B4	1,08	23,97	50,21	0,055	35,78	7,38	1,72	< ldq	0,022	29,79	15,58	83,35	35,04	45,68
BO NE	1,10	33,54	60,70	0,052	35,55	9,62	1,73	< ldq	0,019	26,42	12,65	74,77	35,81	41,44
BO SW	1,07	20,61	64,22	0,046	33,67	6,98	1,62	< ldq	0,017	25,63	8,34	84,93	34,70	40,09
B5	1,13	21,92	61,17	0,052	35,05	6,91	1,74	< ldq	0,018	27,96	13,24	60,31	37,36	40,06
B6	0,98	22,96	39,70	0,046	33,68	5,20	1,72	< ldq	0,018	30,60	13,08	42,31	34,81	39,57
B7	1,42	16,01	60,34	0,049	42,46	6,83	1,92	< ldq	0,023	36,82	16,24	43,23	40,84	47,99
B8	1,11	19,19	33,69	0,046	35,21	6,30	1,64	< ldq	0,020	27,24	12,05	39,03	34,86	38,16
K1	1,41	18,13	30,18	0,054	41,50	10,12	1,76	< ldq	0,026	36,20	11,73	46,97	38,10	48,44
K2	0,85	13,04	22,77	0,048	29,30	4,33	1,35	< ldq	0,014	20,85	8,67	41,73	28,30	30,73
K3	0,62	12,73	13,35	0,033	24,33	3,90	1,07	< ldq	0,018	18,77	6,21	35,85	19,45	24,35
K4	1,54	15,23	32,47	0,061	43,72	11,41	1,82	< ldq	0,027	39,50	14,67	50,04	37,38	52,30

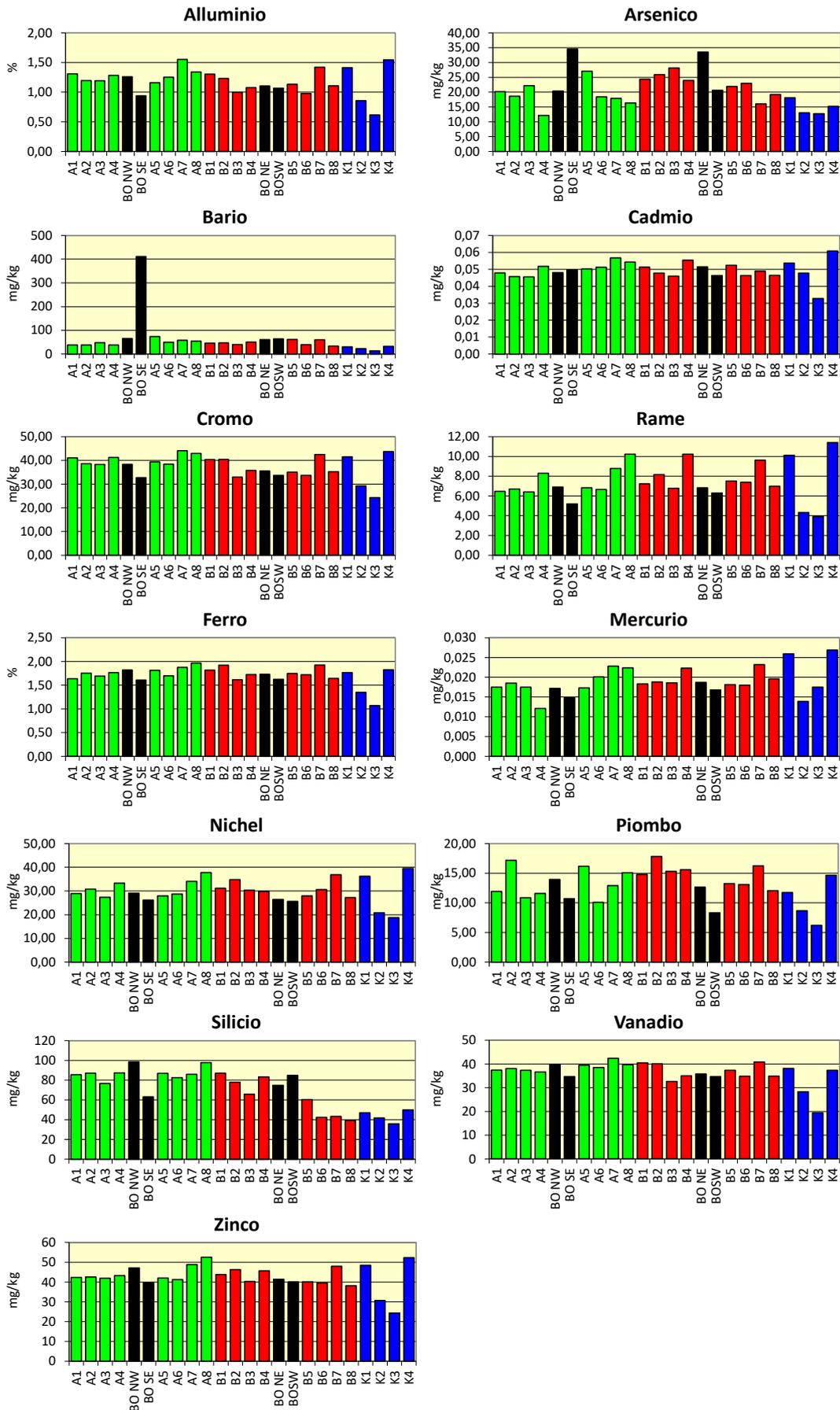


Fig. 3.17 - Concentrazioni (mg/kg; Al e Fe in %) dei metalli pesanti registrate nell'inverno 2018. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma. Non è riportato l'indio in quanto non rilevabile ovunque.

Indio – Questo metallo è stato sporadicamente rilevato solo durante la realizzazione della piattaforma e nel 1° survey post lavori (Fabi *et al.*, 2018c).

Mercurio – Anche le concentrazioni di mercurio sono risultate molto modeste, ampiamente inferiori all'LCRN come in tutto il periodo di indagine (Fabi *et al.*, 2018c). Nell'ultimo monitoraggio è stata rilevata una grande omogeneità (A: $0,019 \pm 0,003$; B: $0,020 \pm 0,002$; BO: $0,017 \pm 0,002$; K: $0,021 \pm 0,006$ mg/kg) e tenori paragonabili o inferiori a quelli del pre-survey.

Nichel – Tutte le concentrazioni rilevate nei siti A, B e BO sono risultate inferiori a quella del controllo K4 (39,50 mg/kg). Rispetto al pre-survey i tenori si sono abbassati ovunque (Fabi *et al.*, 2018c). Il superamento, lieve, dell'LCRN è avvenuto in 4 siti del transetto A, in 5 del transetto B e in 2 controlli. Nel pre-survey era stato registrato ovunque eccetto in due riferimenti.

Piombo – I tenori del piombo sono risultati tutti ampiamente inferiori all'LCRN, e mediamente comparabili (A: $13,22 \pm 2,60$; B: $14,76 \pm 1,89$; BO: $11,41 \pm 2,44$; K: $10,32 \pm 3,68$ mg/kg). Non ci sono anomalie da segnalare rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c).

Silicio – Le concentrazioni del silicio lungo i transetti e presso la piattaforma sono apparse tendenzialmente più elevate rispetto ai controlli, come si evince anche dal raffronto dei valori medi (A: $86,26 \pm 5,88$; B: $62,38 \pm 19,35$; BO: $80,34 \pm 15,07$; K: $43,65 \pm 6,23$ mg/kg).

Come emerso in precedenza (Fabi *et al.*, 2018c), il silicio è caratterizzato da un'elevata variabilità temporale e spaziale che non permette di identificare dei trend riconducibili alla presenza di Bonaccia NW. Rispetto al pre-survey è avvenuto un aumento un po' ovunque.

Vanadio – Mediamente il vanadio è apparso distribuito in modo omogeneo (A: $38,69 \pm 1,82$; B: $37,01 \pm 3,13$; BO: $36,27 \pm 2,47$; K: $30,80 \pm 8,79$ mg/kg). I tenori sono risultati inferiori o confrontabili con quelli rilevati nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c).

Zinco – Tutte le concentrazioni rilevate nei siti A, B e BO, sono apparse in linea con i riferimenti (A: $44,35 \pm 4,10$; B: $42,74 \pm 3,67$; BO: $42,12 \pm 3,43$; K: $38,95 \pm 13,53$ mg/kg) e nettamente inferiori all'LCRN. Rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c) è avvenuta una riduzione ovunque.

3.3.5. SOSTANZA ORGANICA

Le percentuali di sostanza organica rilevata lungo i transetti e presso Bonaccia NW nell'inverno 2018 sono oscillate all'interno del range dei controlli, compreso tra 6538 (K3) e 28750 mg/kg (K4; Tab. 3-IX e fig. 3.18).

Rispetto al pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c) la sostanza organica è aumentata maggiormente lungo i transetti e, soprattutto, nei siti BO, dove il tenore medio (17745 ± 1950 mg/kg) relativo all'ultimo monitoraggio è risultato quasi doppio rispetto a quello del pre-survey (9925 ± 1768 mg/kg). Tale trend non ha interessato le stazioni di controllo nelle quali, eccetto K3, la sostanza organica si è leggermente ridotta.

Tab. 3-IX – Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. In rosso le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

A1	15177	B1	19473	K1	14683
A2	14033	B2	19388	K2	7374
A3	12461	B3	17674	K3	6538
A4	15910	B4	20019	K4	28750
BO NW	17124	BO NE	19508		
BO SE	15269	BO SW	19080		
A5	15865	B5	19600		
A6	18119	B6	17411		
A7	22700	B7	22723		
A8	24091	B8	17459		

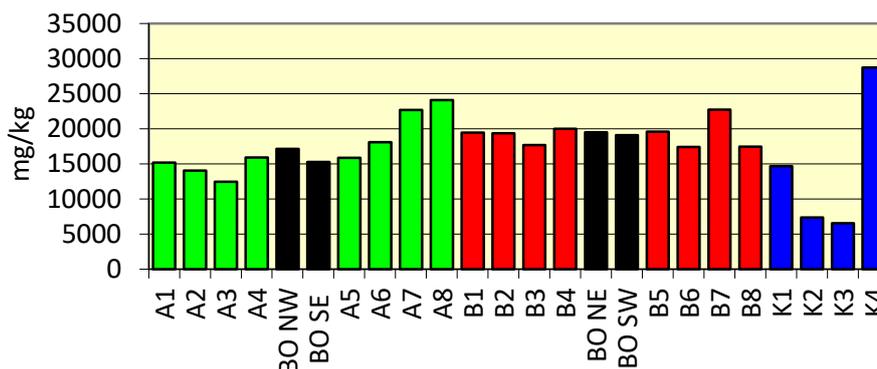


Fig. 3.18 - Concentrazioni di sostanza organica (mg/kg s.s.) rilevate nei sedimenti prelevati nell'inverno 2018. In nero le stazioni campionate nel sito in cui è installata Bonaccia NW.

3.3.6. TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)

I tenori di TOC osservati lungo i transetti e in prossimità di Bonaccia NW nell'inverno 2018 sono risultati in linea con quelli dei controlli (Tab. 3-X e fig. 3.19). Durante il pre-survey il TOC era stato quantificato solo in K4 con una concentrazione inferiore a quella rilevata nell'ultimo monitoraggio (Fabi *et al.*, 2018c).

Nel complesso la presenza di Bonaccia NW non sembra influenzare questa variabile. Solo durante il 2° survey post lavori di installazione erano stati osservati picchi anomali presso la piattaforma (BO NW) e in alcuni siti dei transetti che non sono stati confermati successivamente.

Tab. 3-X – Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell’inverno 2018. In rosso le stazioni in corrispondenza della piattaforma Bonaccia NW.

A1	2400
A2	2400
A3	2500
A4	2200
BO NW	2500
BO SE	2300
A5	2300
A6	2600
A7	3300
A8	3500

B1	2700
B2	2700
B3	3300
B4	3200
BO NE	2900
BO SW	3000
B5	3000
B6	2900
B7	3100
B8	2900

K1	3300
K2	2200
K3	1700
K4	3300

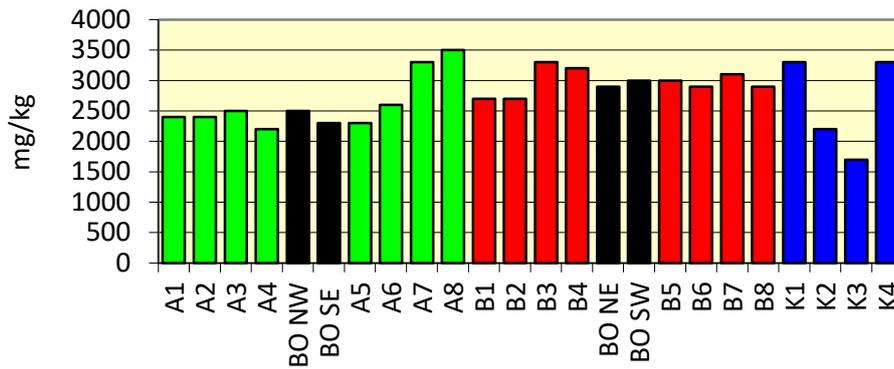


Fig. 3.19 - Total Organic Carbon (TOC) espresso in mg/kg s.s. rilevato nei sedimenti prelevati nell’inverno 2018. In nero le stazioni corrispondenti alla piattaforma.

3.4. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.4.1. *DUNALIELLA TERTIOLECTA*

QA-QC - Nell'inverno 2018 il valore di EC50 con $K_2Cr_2O_7$ =9,29 mg/l come cromo, (LC=9,11 mg/l e UC=9,47 mg/l) è rientrato nei limiti della carta di controllo intralaboratorio; i coefficienti di variazione tra le repliche nei campioni non diluiti sono risultati conformi in quanto inferiori al 15%. La crescita algale nei controlli è sempre stata superiore rispetto al limite minimo consentito (fattore ≥ 16).

Risultati del saggio - I risultati del saggio relativo all'inverno 2018 indicano l'assenza di un effetto tossico ovunque non essendo stata rilevata un'inibizione della crescita algale (Tab. 3-XI) e confermano i risultati di tutti i survey precedenti (Fabi *et al.*, 2018c).

Tab. 3-XI - Parametri di contorno e risultati del saggio di tossicità con *D. tertiolecta* nel 5° survey post lavori. In rosso il sito della piattaforma.

campione	pH	Salinità (‰)	ΔG (%) 72 h	EC50 % (L.C. 95%)	EC20 % (L.C. 95%)	Tossicità
BO SE	8,20	34	15,89	≥ 90	≥ 100	Assente
A3	8,25	34	11,45	≥ 90	≥ 100	Assente
A6	8,37	34	13,08	≥ 90	≥ 100	Assente
B3	8,14	34	7,48	≥ 90	≥ 100	Assente
B6	8,29	34	10,51	≥ 90	≥ 100	Assente
K1	8,28	34	6,78	≥ 90	≥ 100	Assente
K2	8,36	35	0,23	≥ 90	≥ 100	Assente
K3	8,36	34	23,36	≥ 90	≥ 100	Assente
K4	8,28	34	12,85	≥ 90	≥ 100	Assente

3.4.2. *VIBRIO FISCHERI* (SISTEMA MICROTOX®)

QA-QC – Nell'inverno 2018 il valore della EC50 a 15' =7,48 mg/l (LC=5,00 e UC=11,20) è rientrato nei limiti della carta di controllo del laboratorio.

Risultati del test – Tutti gli elutriati estratti dai sedimenti campionati nel 5° survey post lavori sono risultati privi di tossicità acuta (Tab. 3-XII) come precedentemente (Fabi *et al.*, 2018c).

3.4.3. *COROPHIUM ORIENTALE*

Nell'inverno 2018 la sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento ($CdCl_2$) LC50 = 3,00 (LC = 2,50 mg/l e UC = 3,60 mg/l) è rientrata nella carta di controllo di laboratorio. La sopravvivenza degli organismi sul sedimento di controllo dopo 10 gg è risultata conforme, in quanto superiore al 85%. In Tab. 3-XIII sono indicati i principali parametri chimici e fisici misurati all'inizio e alla fine del test eseguito nel 5° survey post

lavori.

Risultati del test - Nell'inverno 2018 non è stata rilevata alcuna tossicità (Tab. 3-XIV) confermando sostanzialmente i risultati pregressi (Fabi *et al.*, 2018c). Infatti, nell'intero periodo sono stati evidenziati solo deboli segnali di tossicità.

Tab. 3-XII - Risultati del saggio biologico *V. fischeri* relativo al 5° survey post lavori. In rosso la stazione corrispondente a Bonaccia NW.

campione	pH	Salinità (‰)	% Effetto (15')	% Effetto (30')	EC20 (15/30')	EC50 (15/30')	Tossicità
BO SE	8,20	34	1,24	1,96	≥90	≥90	Assente
A3	8,25	34	3,91	2,15	≥90	≥90	Assente
A6	8,37	34	4,91	3,02	≥90	≥90	Assente
B3	8,14	34	2,88	0,85	≥90	≥90	Assente
B6	8,29	34	1,45	-0,49	≥90	≥90	Assente
K1	8,28	34	0,35	0,19	≥90	≥90	Assente
K2	8,36	35	-4,30	-4,41	≥90	≥90	Assente
K3	8,36	34	1,62	2,49	≥90	≥90	Assente
K4	8,28	34	-0,96	2,18	≥90	≥90	Assente

Tab. 3-XIII – Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento testato osservati all'inizio e alla fine del test relativo al 5° survey post lavori. In rosso il sito sulla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	T (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	T (°C)	Salinità (‰)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	16 ± 1	35	8,19	0,5	> 85	16 ± 1	36	8,17	1	> 85
BO SE		36	8,10	0,5-1			36	8,15	0	
A3		36	8,18	0			36	8,12	0	
A6		36	8,10	0-0,5			36	8,19	0	
B3		36	8,11	0			36	8,18	0	
B6		35	8,09	0			36	7,99	0	
K1		36	8,19	0-0,5			36	8,18	0	
K2		36	8,18	0-0,5			36	8,11	0	
K3		36	8,14	0			36	8,15	0	
K4		36	8,15	0,5			36	8,18	0	

Tab. 3-XIV - Percentuali di mortalità degli organismi *C. orientale* osservati nel test di tossicità acuta relativo al 5° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente a Bonaccia NW.

Campione	N. organismi esposti	% organismi morti (± dev. st. %)	% (corretta) organismi morti	Tossicità
Controllo	100	2 ± 0,92	0	-
BO SE	100	4 ± 0,00	2	Assente
A3	100	5 ± 1,52	3	Assente
A6	100	8 ± 0,00	6	Assente
B3	100	6 ± 2,31	4	Assente
B6	100	7 ± 3,83	5	Assente
K1	100	2 ± 2,31	0	Assente
K2	100	10 ± 2,31	8	Assente
K3	100	2 ± 2,31	0	Assente
K4	100	4 ± 3,27	2	Assente

3.4.4. CRASSOSTREA GIGAS

QA-QC - Il test eseguito nell'inverno 2018 con la sostanza di riferimento ha prodotto una EC_{50} di 9,30 $\mu\text{g/l}$ di Cu ($LC=8,80$ e $UC=9,83$) che rientra nei limiti della carta di controllo; la % di larve D-shape normalmente sviluppate nel controllo è risultata superiore al limite del 70%.

Risultati del saggio - Nell'inverno 2018 l'indagine ha rilevato bassa tossicità in due campioni prelevati a 60 m dalla piattaforma (A6 e B6) e nel controllo K1 (Tab. 3-XV) indicando un lieve miglioramento rispetto all'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Non sono però ancora state raggiunte le condizioni ottimali osservate nel pre-survey.

Tab. 3-XV - Risultati relativi al saggio di tossicità con *C. gigas* nei campioni prelevati nel 5° survey post lavori. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Bonaccia NW.

campione	Concentrazione	% media di larve normali ± dev.st	% media di larve malformate	Correzione Abbott larve malformate	EC_{20} (%)	EC_{50} (%)	Tossicità
Controllo		85 ± 1,53	15	0			
BO SE	100	70 ± 1,53	30	17	≥90	≥100	Assente
	50	78 ± 2,31	22	8			
	25	84 ± 1,15	16	1			
A3	100	75 ± 1,53	25	12	≥90	≥100	Assente
	50	79 ± 1,15	21	6			
	25	83 ± 2,08	17	2			
A6	100	46 ± 1,53	54	45	46,3	≥100	Bassa
	50	64 ± 2,08	36	24			
	25	80 ± 1,53	20	5			
B3	100	72 ± 2,08	28	15	≥90	≥100	Assente
	50	80 ± 1,15	20	6			
	25	84 ± 1,00	16	1			
B6	100	61 ± 1,00	39	28	69,9	≥100	Bassa
	50	72 ± 2,08	28	15			
	25	82 ± 1,15	18	4			
K1	100	52 ± 2,00	48	39	51,1	≥100	Bassa
	50	67 ± 1,53	33	21			
	25	80 ± 1,53	20	5			
K2	100	74 ± 1,53	26	13	≥90	≥100	Assente
	50	80 ± 1,53	20	6			
	25	84 ± 1,53	16	1			
K3	100	72 ± 1,53	28	15	≥90	≥100	Assente
	50	79 ± 1,53	21	7			
	25	84 ± 1,53	16	1			
K4	100	70 ± 1,53	30	17	≥90	≥100	Assente
	50	77 ± 1,15	23	9			
	25	83 ± 1,00	17	2			

3.4.5. RICERCA DI METALLI PESANTI IN HEDISTE DIVERSICOLOR

I parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del test effettuato nel 5° survey post lavori, sono riportati in Tab. 3-XVI, mentre in Tab. 3-XVII sono indicate le mortalità degli organismi, tutte inferiori a quella del controllo.

Tab. 3-XVI - Parametri (chimico-fisici) dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio ed al termine del test di bioaccumulo condotto nel 5° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

campione	Inizio del test					Fine del test				
	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)	Temp. (°C)	Salinità (%)	pH	NH ₄ ⁺ (mg/l)	O ₂ (%)
Controllo	15 ± 1	35	8,01	1	> 85	15 ± 1	36	8,24	2-3	> 85
BOSE		38	8,13	0-0,5			38	8,15	1-2	
A3		38	8,13	0-0,5			38	8,16	1-2	
A6		38	8,13	0-0,5			38	8,17	1	
B3		38	8,12	0			38	8,16	1	
B6		38	8,12	0-0,5			38	8,18	1	
K1		38	8,13	0			38	8,18	2	
K2		38	8,13	0			38	8,16	2	
K3		38	8,12	0-0,5			38	8,17	1	
K4		35	8,12	0-0,5			38	8,17	1	

Tab. 3-XVII - Percentuali di mortalità degli organismi *H. diversicolor* osservate nel test di bioaccumulo condotto nel 5° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± dev.st %)
Controllo	15	90 ± 8,25
BO SE	15	48 ± 8,25
A3	15	43 ± 0,00
A6	15	38 ± 8,25
B3	15	43 ± 8,25
B6	15	33 ± 8,25
K1	15	33 ± 8,25
K2	15	62 ± 8,25
K3	15	57 ± 0,00
K4	15	48 ± 8,25

Risultati del saggio - In Tab. 3-XVIII sono riportate le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nel bianco (tempo 0') e quelle rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti ai sedimenti testati per 28 gg, mentre la Tab. 3-XIX mostra le differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* dopo l'esposizione ai sedimenti testati e quelle determinate nel bianco (0').

Rispetto al bianco le differenze sono risultate significative per **arsenico, ferro, nichel, piombo, silicio** e **mercurio**. Nel caso dell'arsenico il bioaccumulo è avvenuto prevalentemente lungo i transetti ma non nel sito della piattaforma. Il piombo è stato bioaccumulato sia in BO SE che nelle due stazioni del transetto A ma anche in un controllo, mentre i restanti quattro metalli sono risultati bioaccumulati ovunque con un paio di eccezioni lungo i transetti.

Tab. 3-XVIII - Concentrazioni (mg/kg; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* nel 5° survey post lavori. In rosso è evidenziata la stazione corrispondente a Bonaccia NW. Bianco = organismi analizzati al tempo 0, prima dell'esposizione al sedimento da testare. Controllo = organismi sottoposti per 28 gg a un sedimento di controllo. n.r. = non rilevabile. L.o.Q. = limite di rilevanza strumentale.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
L.o.Q.	170	0,3	1,2	0,01	1,2	1,2	170	1,2	0,02	0,3	8	1,2	1,2	0,005
Bianco	n.r.	2,23	n.r.	0,102	n.r.	7,17	183,41	n.r.	n.r.	0,40	65,92	n.r.	181,39	0,060
Controllo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,080
BO SE	n.r.	2,51	n.r.	0,039	n.r.	6,60	304,69	1,83	n.r.	0,51	162,88	n.r.	58,37	0,107
A3	n.r.	2,70	n.r.	0,024	n.r.	7,33	303,68	2,07	n.r.	0,52	148,51	n.r.	60,28	0,055
A6	n.r.	2,81	n.r.	0,036	n.r.	7,60	292,66	2,05	n.r.	0,52	93,23	n.r.	77,39	0,075
B3	n.r.	2,94	n.r.	0,020	n.r.	7,26	274,57	1,59	n.r.	0,45	73,98	n.r.	66,96	0,106
B6	n.r.	2,89	n.r.	0,029	n.r.	7,55	286,13	2,14	n.r.	0,39	92,48	n.r.	71,91	0,078
K1	n.r.	2,15	n.r.	0,027	n.r.	6,49	296,92	1,89	n.r.	0,39	89,58	n.r.	61,46	0,089
K2	n.r.	2,82	n.r.	0,037	n.r.	6,39	348,44	2,90	n.r.	0,43	308,21	n.r.	65,55	0,080
K3	n.r.	2,65	n.r.	0,032	n.r.	7,07	240,77	2,40	n.r.	0,54	100,05	n.r.	64,37	0,102
K4	n.r.	2,24	n.r.	0,025	n.r.	6,57	266,90	1,77	n.r.	0,42	107,21	n.r.	59,19	0,107

* quantità del campione insufficiente

Tab. 3-XIX - Differenze tra le concentrazioni dei metalli pesanti rilevate nei tessuti di *H. diversicolor* esposti al sedimento di controllo e ai sedimenti da testare e il bianco (0°). In rosso è evidenziata la stazione corrispondente alla piattaforma. In grassetto sono evidenziati i valori che indicano bioaccumulo da parte degli organismi. (bianco = organismi spurgati/non esposti ai sedimenti testati; controllo = organismi esposti al sedimento di controllo). n.c. = non calcolabile.

	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	In	Pb	Si	V	Zn	Hg
Controllo														0,020
BO SE	n.c.	0,28	n.c.	-0,063	n.c.	-0,57	121,28	1,23	n.c.	0,11	96,96	n.c.	-123,02	0,047
A3	n.c.	0,47	n.c.	-0,078	n.c.	0,16	120,27	1,47	n.c.	0,12	82,59	n.c.	-121,11	-0,005
A6	n.c.	0,58	n.c.	-0,066	n.c.	0,43	109,25	1,45	n.c.	0,12	27,31	n.c.	-104,00	0,015
B3	n.c.	0,71	n.c.	-0,082	n.c.	0,09	91,16	0,99	n.c.	0,05	8,06	n.c.	-114,43	0,046
B6	n.c.	0,66	n.c.	-0,073	n.c.	0,38	102,72	1,54	n.c.	-0,01	26,56	n.c.	-109,48	0,018
K1	n.c.	-0,08	n.c.	-0,075	n.c.	-0,68	113,51	1,29	n.c.	-0,01	23,66	n.c.	-119,93	0,029
K2	n.c.	0,59	n.c.	-0,065	n.c.	-0,78	165,03	2,30	n.c.	0,03	242,29	n.c.	-115,84	0,020
K3	n.c.	0,42	n.c.	-0,070	n.c.	-0,10	57,36	1,80	n.c.	0,14	34,13	n.c.	-117,02	0,042
K4	n.c.	0,01	n.c.	-0,077	n.c.	-0,60	83,49	1,17	n.c.	0,02	41,29	n.c.	-122,20	0,047

Nel complesso il fenomeno del bioaccumulo appare trascurabile avendo interessato solo alcuni metalli in maniera sporadica (Fabi *et al.*, 2018c). Merita un cenno il silicio risultato diffusamente accumulato nel 2° e nel 5° survey post lavori di installazione evidenziando pertanto la sua biodisponibilità in tutta l'area, fatto sostanzialmente legato alla sua elevata abbondanza in natura.

Nell'ultimo survey è stato rilevato anche un peggioramento generalizzato per il nichel, ma in valore assoluto le concentrazioni sono risultate molto basse e talvolta prossime al limite di quantificazione suggerendo che, nel complesso, si tratta di un fenomeno molto contenuto. Analoghe considerazioni valgono per l'arsenico.

3.5. ANALISI DI INQUINANTI E DI BIOMARKER NEI MITILI INSEDIATI SULLE PARTI IMMERSE DELLA PIATTAFORMA

3.5.1. INQUINANTI ORGANICI E INORGANICI

3.5.1.1 Materia organica estratta (MOE)

Il contenuto di MOE rilevato nell'inverno 2018 è risultato statisticamente comparabile nei tre siti (fig. 3.20; Tab. 3-XX). I valori osservati risultano confrontabili con quanto evidenziato in analoghe indagini condotte presso altre piattaforme offshore installate nell'Adriatico centro-settentrionale (Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; 2010a; 2010b; 2015).

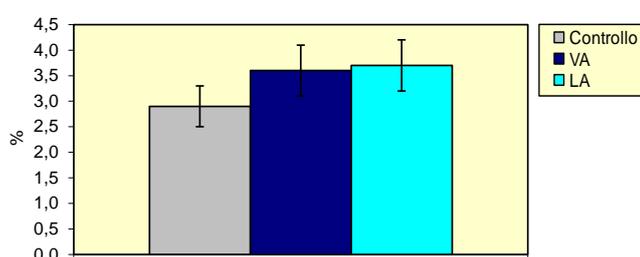


Fig. 3.20 - MOE rilevata negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

Tab. 3-XX - Distribuzione MOE (%) e degli IA (mg/kg; ± dev.st.) rilevati nei tessuti di mitili prelevati dalla piattaforma Bonaccia NW e dal sito di controllo nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

	Controllo	VA	LA
MOE%	2,9±0,4	3,6±0,5	3,7±0,5
Test U		ns	ns
C15	0,28 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,06 ± 0,01
C16	0,72 ± 0,03	0,42 ± 0,01	0,29 ± 0,01
C17	0,48 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,18 ± 0,01
C18	0,41 ± 0,02	0,28 ± 0,01	0,18 ± 0,01
C19	3,28 ± 0,01	1,71 ± 0,01	2,60 ± 0,01
C20	1,10 ± 0,04	0,57 ± 0,02	0,55 ± 0,02
C21	0,31 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,11 ± 0,01
C22	1,34 ± 0,05	0,78 ± 0,03	0,55 ± 0,03
C23	0,72 ± 0,02	0,48 ± 0,01	0,29 ± 0,01
C24	5,8 ± 0,1	7,7 ± 0,1	11,7 ± 0,1
C25	1,10 ± 0,04	1,20 ± 0,03	0,42 ± 0,02
C26	2,9 ± 0,1	1,39 ± 0,4	1,18 ± 0,04
C27	0,31 ± 0,01	0,38 ± 0,01	0,11 ± 0,01
C28	0,80 ± 0,02	1,84 ± 0,02	2,77 ± 0,01
C29	10,78 ± 0,08	12,54 ± 0,04	14,60 ± 0,04
C30	0,48 ± 0,01	0,42 ± 0,01	0,33 ± 0,01
C31	0,44 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Pristano	0,19 ± 0,01	0,19 ± 0,01	0,11 ± 0,01
Fitano	0,35 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,20 ± 0,02
ΣIA	31,4 ± 0,1	30,7 ± 0,1	36,2 ± 0,1
Test U		ns	*

3.5.1.2 Idrocarburi Alifatici (IA)

I livelli di IA nel segmento C₁₅-C₃₁ analizzati nell'inverno 2018 sono risultati compresi tra 30,7±0,1 mg/kg p.s. (VA) e 36,2±0,1 mg/kg p.s. (LA; Tab. 3-XX e fig. 3.21). Quest'ultimo valore è risultato significativamente più elevato rispetto agli altri due.

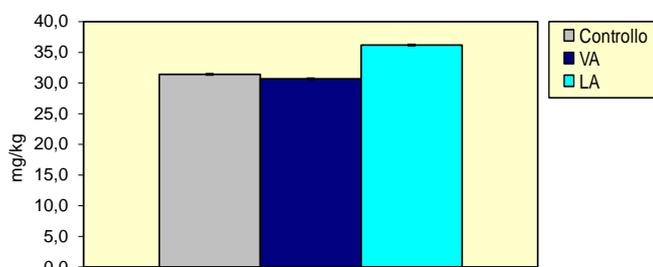


Fig. 3.21 - Concentrazioni di IA rilevate negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

L'analisi dell'abbondanza e della distribuzione dei livelli dei diversi omologhi investigati ha evidenziato valori del rapporto LMW/HMW inferiori all'unità (Tab. 3-XXI), confermando il predominio di sostanze di origine naturale nella miscela di IA investigati come nell'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Ad analoga conclusione si giunge anche analizzando i risultati dell'indice CPI. I rapporti C18/fitano e C17/pristano suggeriscono l'assenza di criticità ambientali poiché livelli >3 tendono ad indicare la presenza di stress ambientale, mentre valori inferiori suggeriscono un maggiore apporto di IA di origine naturale. Infine, l'Idrocarburo Alifatico maggiormente accumulato (MH) è risultato ovunque il C₂₉.

Tab. 3-XXI - Indici di distribuzione degli idrocarburi alifatici rilevati nei tessuti molli di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

Indice	Controllo	VA	LA
LMW/HMW	0,27	0,13	0,12
CPI (C _{-15/30})	2,26	1,27	1,06
C17/pristano	1,35	1,33	0,88
C18/fitano	2,12	1,46	0,88
MH	C ₂₉	C ₂₉	C ₂₉

3.5.1.3 Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)

Dei 16 IPA ricercati nell'inverno 2018 solo il Pirene ha presentato livelli superiori al limite di rilevabilità strumentale, omogenei tra i tre siti di prelievo (Tab. 3-XXII e fig. 3.22). I valori osservati appaiono inferiori a quelli registrati in aree marine e marino-costiere soggette a un moderato impatto antropico (Lima *et al.*, 2007; Carro *et al.*, 2006; Fabi *et al.*,

2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2016; Gomiero *et al.*, 2015).

Tab. 3-XXII - Distribuzione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici rilevati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'inverno 2018. Valori espressi in ng/g p.s. LOD = limite di rilevabilità.

	Controllo	VA	LA
Naftalene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftene	< LOD	< LOD	< LOD
Acenaftilene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorene	< LOD	< LOD	< LOD
Fenantrene	< LOD	< LOD	< LOD
Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
Pirene	2,8±2,0	2,4±2,0	3,7±2,0
B[a]Antracene	< LOD	< LOD	< LOD
Crisene	< LOD	< LOD	< LOD
B[b]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[k]Fluorantene	< LOD	< LOD	< LOD
B[a]Pirene	< LOD	< LOD	< LOD
DiB[a,h]A	< LOD	< LOD	< LOD
BghiPerilene	< LOD	< LOD	< LOD
Indeno [c,d] pirene	< LOD	< LOD	< LOD
Σ_{ipa}	2,8±2,0	2,4±2,0	3,7±2,0
Test U		ns	ns

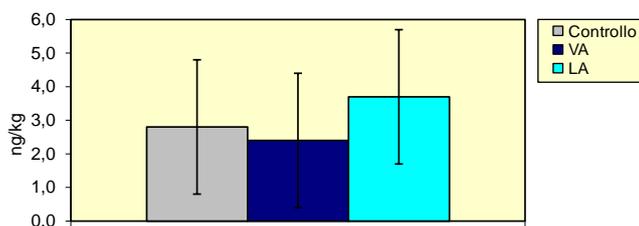


Fig. 3.22 - Concentrazioni di IPA rilevate negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

3.5.1.4 Metalli pesanti

Nell'inverno 2018 **cadmio** e **zinco** hanno evidenziato un accumulo significativo presso entrambi i siti della piattaforma rispetto al controllo (Tabb. 3-XXIII e 3-XXIV; fig. 3.23). Lo zinco è risultato significativamente differente anche tra VA e LA con la concentrazione maggiore in VA. Assolutamente anomalo in quest'ultimo sito è risultato il contenuto di **alluminio**, che conferma quanto già osservato nell'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Per questo metallo il minimo è stato registrato in LA, anch'esso significativamente differente dal controllo. Anche per il **bario** è apparso significativo il bioaccumulo in VA rispetto agli altri due siti.

Arsenico, **cromo**, **nicel**, **vanadio** e **silicio** hanno evidenziato una distribuzione omogenea presso tutti i siti investigati, mentre nei mitili di controllo sono stati registrati i livelli

maggiori di **ferro** e **rame** rispetto sia a VA che ad LA e sono stati l'unico campione in cui è stata rilevata anche la presenza di **piombo**. Infine, **mercurio** e **indio** sono risultati ovunque inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

Escludendo gli elevati livelli di alluminio riscontrati presso il VA, quanto osservato è in linea con le concentrazioni di metalli pesanti riportati in un precedente studio pluriennale condotto da Fattorini *et al.* (2008) e volto a valutare la biodisponibilità di metalli pesanti in mitili prelevati presso diverse piattaforme ubicate in Adriatico settentrionale e centrale. È stata inoltre riscontrata una certa similitudine con quanto rilevato da Gorbi *et al.* (2008) presso la piattaforma "Giovanna" da Fabi *et al.* (2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b) presso altre strutture offshore.

Tab. 3-XXIII - Distribuzione dei metalli in traccia rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Valori espressi in mg/kg p.s. (\pm dev. st.). LOD = limite di quantificazione strumentale.

	Controllo	VA	LA
As	2,10 \pm 0,15	1,89 \pm 0,15	2,00 \pm 0,15
Cd	0,07 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01
Cr	0,16 \pm 0,10	0,25 \pm 0,10	0,11 \pm 0,10
Al	10,4 \pm 0,5	614,0 \pm 0,5	4,3 \pm 0,5
Hg	LOD	< LOD	< LOD
Pb	0,10 \pm 0,10	< LOD	< LOD
Cu	0,78 \pm 0,10	0,36 \pm 0,10	0,44 \pm 0,10
Zn	11,4 \pm 0,5	17,6 \pm 0,5	15,0 \pm 0,5
Ni	0,28 \pm 0,10	0,25 \pm 0,10	0,24 \pm 0,10
V	0,23 \pm 0,1	0,25 \pm 0,1	0,25 \pm 0,1
Ba	0,18 \pm 0,10	0,44 \pm 0,10	0,22 \pm 0,10
Si	3,8 \pm 1,0	3,2 \pm 1,0	2,1 \pm 1,0
Fe	35,0 \pm 0,5	8,2 \pm 0,5	7,9 \pm 0,5
In	<LOD	< LOD	< LOD

Tab. 3-XXIV - Risultati dei confronti statistici relativi alla distribuzione dei metalli pesanti nei siti di Bonaccia NW e nel controllo (test U - Mann-Whitney). * = $p < 0,05$; ns = non significativo, nc = non calcolabile.

	Controllo vs VA	Controllo vs LA	VA vs LA
As	ns	ns	ns
Cd	*	*	ns
Cr	ns	ns	ns
Al	*	*	*
Hg	nc	nc	nc
Pb	nc	nc	nc
Cu	*	*	ns
Zn	*	*	*
Ni	ns	ns	ns
V	ns	ns	ns
Ba	*	ns	*
Si	ns	ns	ns
Fe	*	*	ns
In	nc	nc	nc

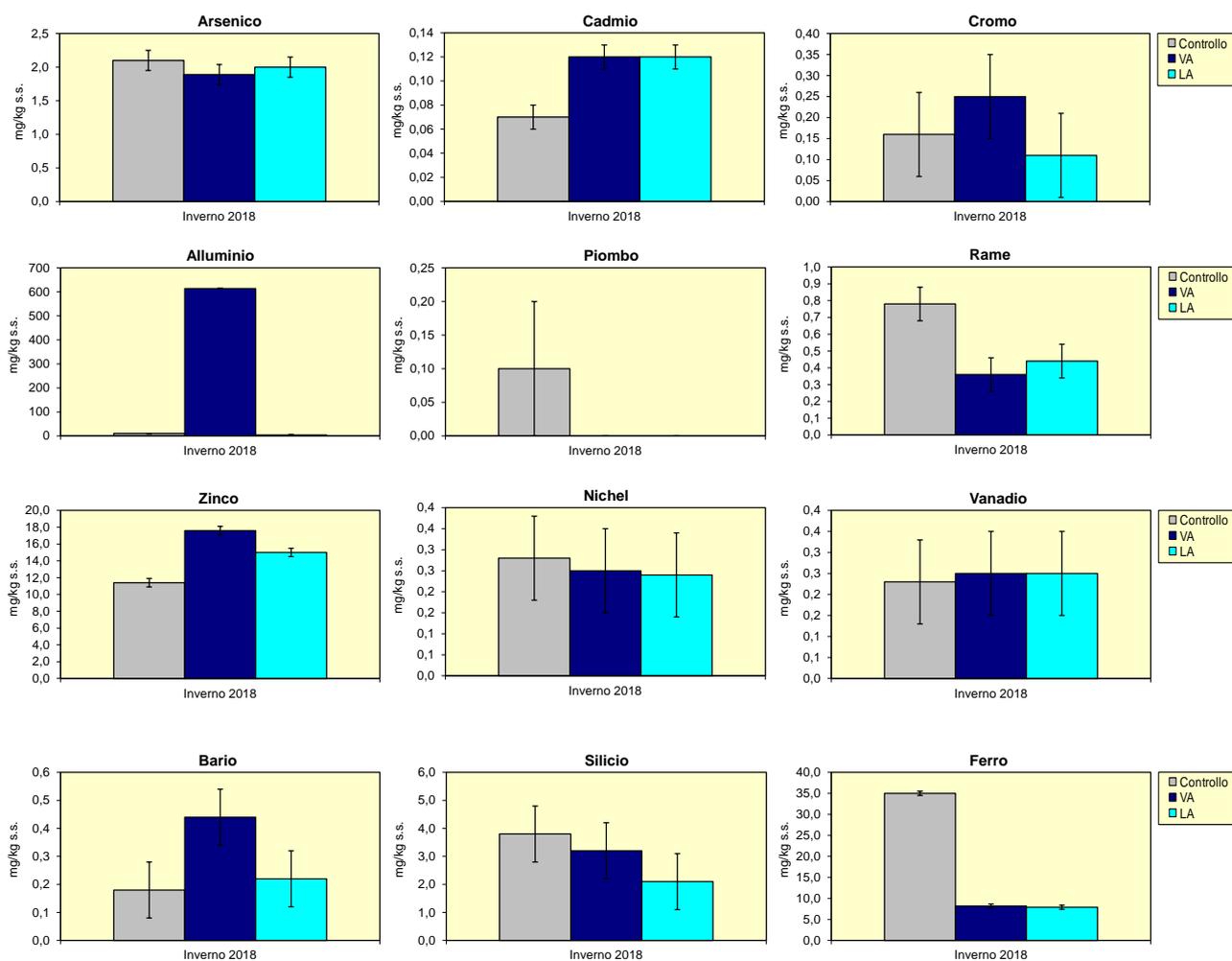


Fig. 3.23 - Concentrazioni (mg/kg s.s. \pm dev.st.) dei metalli in traccia rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Bonaccia NW e nel sito di controllo nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Non sono riportati mercurio e indio in quanto inferiori al limite di rilevabilità strumentale ovunque.

3.5.2. BIOMARKER

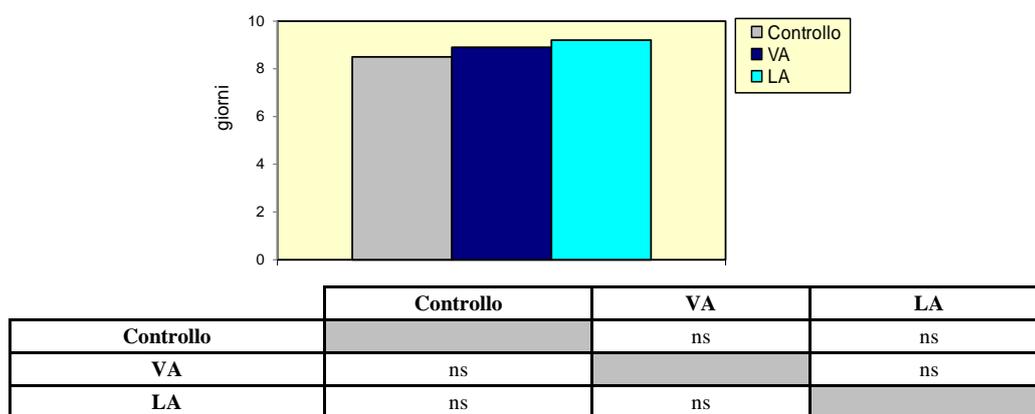
In Tab. 3-XXV sono riportati i risultati relativi ai mitili analizzati nell'inverno 2018.

Tab. 3-XXV - Valori medi dei biomarker (\pm dev. st.) determinati nei mitili campionati nell'inverno 2018 nei siti di controllo, vicino (VA) e lontano (LA) dall'anodo di sacrificio di Bonaccia NW.

Biomarker	Unità di misura	Controllo	VA	LA
Stress on Stress	LT50 (giorni)	8,5	8,9	9,2
Micronuclei	frequenza %	0,8 \pm 0,2	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,2
Lipofuscine	densità ottica / pixels ²	7392 \pm 326	8126 \pm 530	8261 \pm 630
Lipidi neutri	densità ottica / pixels ²	9382 \pm 1739	10830 \pm 1629	11298 \pm 4539
Stabilità lisosmiiale	min	60,5 \pm 3,5	50,5 \pm 3,5	50,0 \pm 5,0
Catalasi	μ mol/min/mg di proteine	0,029 \pm 0,007	0,035 \pm 0,007	0,030 \pm 0,006
Malondialdeide	nmol Mda g ⁻¹ tessuto	33,5 \pm 10,5	40,5 \pm 8,5	39,5 \pm 8,0
Metallotioneine	μ g MT/g	65,8 \pm 15,5	111,0 \pm 10,2	115,3 \pm 9,9
qPCR _{MT10}	Induzione	1,0	2,8	3,1
qPCR _{MT20}		1,0	7,1	7,9

3.5.2.1 Stress on Stress

I mitili prelevati dai due siti della piattaforma Bonaccia NW hanno presentato una sopravvivenza all'aria, misura dello stress on stress, uniforme con quella registrata negli esemplari di controllo (fig. 3.24), analogamente all'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). I tempi di sopravvivenza osservati sono apparsi simili, e in alcuni casi superiori, a quelli registrati in studi analoghi condotti su altre piattaforme offshore dell'Adriatico centro-settentrionale come PCMS-1 (Fabi *et al.*, 2005b), Calipso (Fabi *et al.*, 2006; Gomiero *et al.*, 2011; 2015), Naide (Fabi *et al.*, 2013), Clara Nord (Fabi *et al.*, 2010a), Clara Est (Fabi *et al.*, 2010b) e Annamaria B (Fabi *et al.*, 2016).



Test Kaplann-Meier, (ns = non significativo) * p < 0,05

Fig. 3.24 - Tempi di sopravvivenza all'aria riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

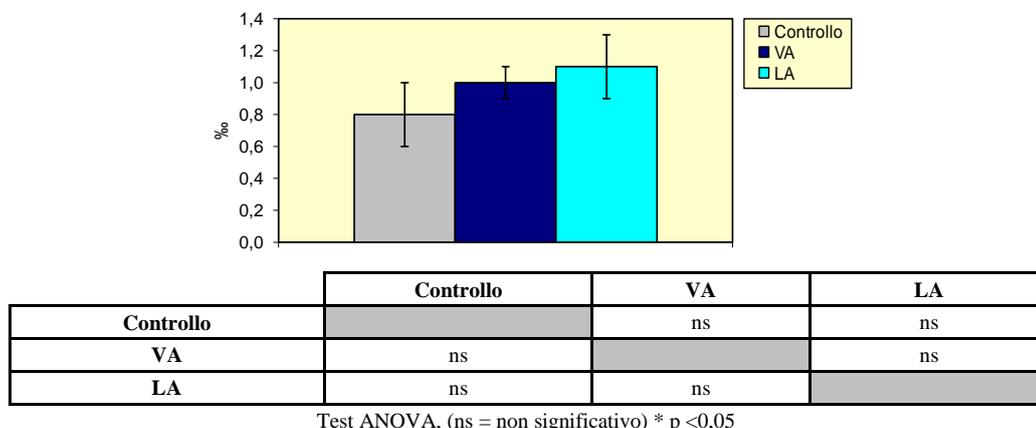
3.5.2.2 Micronuclei

Nell'inverno 2018 la distribuzione delle frequenze di micronuclei è risultata omogenea tra i siti investigati (fig. 3.25) come nel monitoraggio precedente (Fabi *et al.*, 2018c), essendo compresa tra $0,8 \pm 0,2\%$ (controllo) e $1,1 \pm 0,2\%$ (LA). Ciò indica l'assenza di genotossicità negli organismi esaminati. Le frequenze rilevate sono infatti apparse estremamente contenute rispetto a quanto riportato per aree costiere (Bolognesi *et al.*, 1996; 2004) e confrontabili con quelle rilevate per altre piattaforme offshore dell'Adriatico (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2018a; 2018b).

3.5.2.3 Valutazione del contenuto di lipofuscine

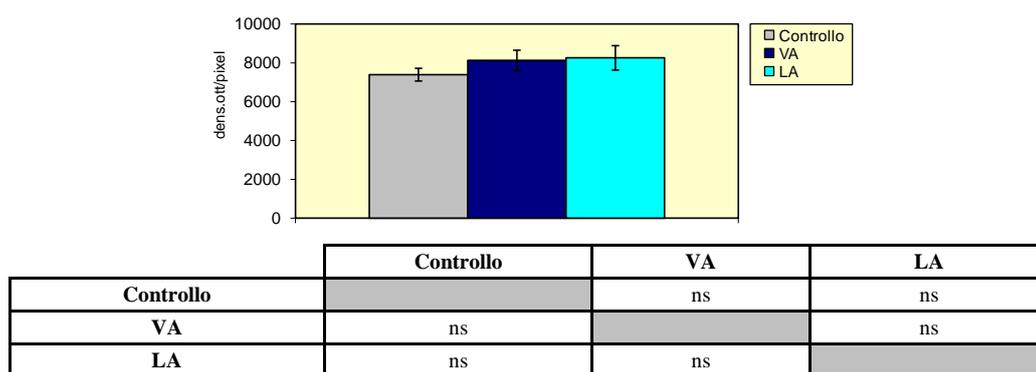
Anche i livelli di lipofuscine in inverno 2018 sono risultati omogenei tra i tre siti (fig. 3.26), confermando i risultati estivi del 2017 (Fabi *et al.*, 2018c) e indicando l'assenza di stress perossidativo a carico degli organismi prelevati dalla piattaforma. I livelli ottenuti sono apparsi nel complesso inferiori a quelli evidenziati in precedenti esperienze di

monitoraggio in aree costiere in Adriatico settentrionale (Petrovic *et al.*, 2004) o su analoghe piattaforme offshore (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2016; Gomiero *et al.*, 2011; 2015; Gorbi *et al.*, 2008).



Test ANOVA, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.25 - Frequenze medie (\pm dev.st.) dei micronuclei ottenute per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018 dalle parti sommerse di Bonaccia NW e dal controllo. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.



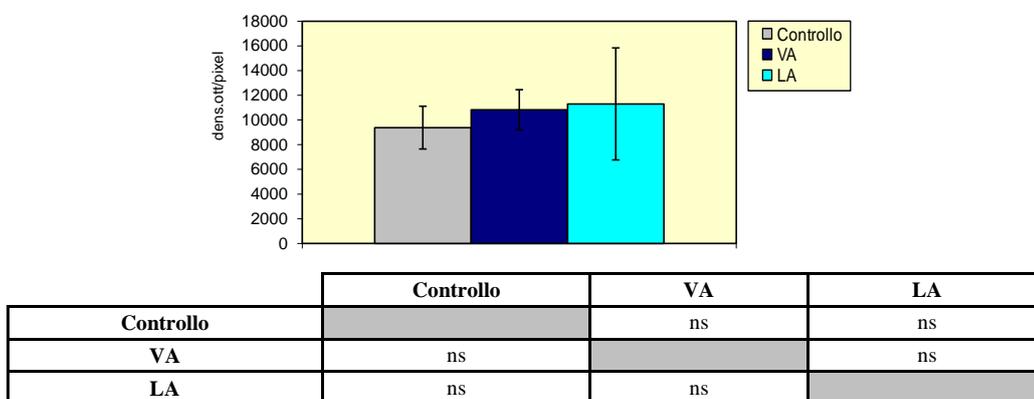
Test ANOVA, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.26 - Valori medi (\pm dev.st.) di accumulo di lipofuscine ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018 dalle parti sommerse di Bonaccia NW e dal controllo. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

3.5.2.4 Valutazione del contenuto di lipidi neutri

Nell'ultimo survey è stata rilevata una distribuzione omogenea dei livelli di lipidi neutri tra i tre campioni di mitili (fig. 3.27) come in quello estivo del 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Ciò tende ad escludere un'alterazione biologica associata alla sintesi dei lipidi nell'organismo a causa della potenziale presenza di sostanze xeno-biotiche biodisponibili, quali i composti organici, capaci di alterare il normale metabolismo lipidico di un organismo marino. Il contenuto lipidico totale della ghiandola digestiva è, infatti, costituito per circa l'80% da lipidi neutri insaturi ed è stato osservato che, in organismi esposti a contaminanti organici (PCB, IPA, diossine), avviene un incremento sostanziale dell'accumulo di lipidi neutri

associati a lisosomi secondari. Confrontando i risultati ottenuti con la letteratura più recente le risposte evidenziate sono apparse nella norma e assimilabili a organismi soggetti a una bassa pressione antropica (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2016; 2018a; 2018b; Gorbi *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2015).

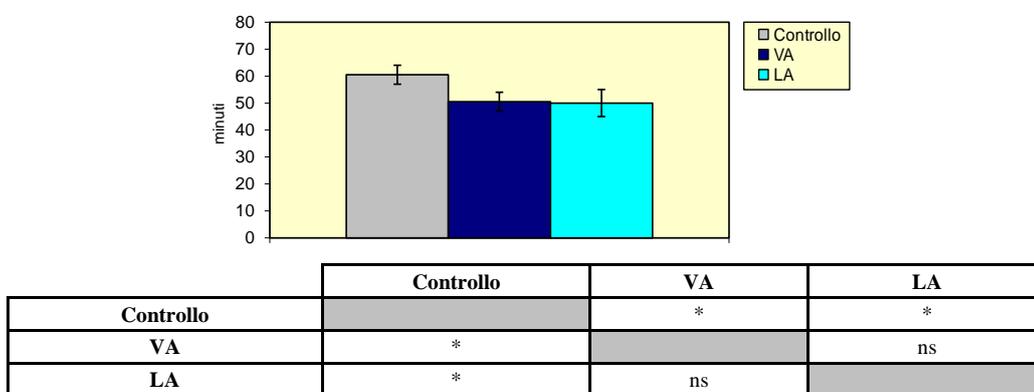


Test ANOVA, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.27 - Valori medi (\pm dev.st.) di accumulo di lipidi neutri ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

3.5.2.5 Stabilità delle membrane lisosomiali

I mitili prelevati dalla piattaforma hanno presentato un moderato ma significativo aumento della fragilità lisosomiale rispetto agli esemplari di controllo (fig. 3.28) come già osservato nell'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Comunque, nel complesso i tempi di destabilizzazione osservati sono apparsi confrontabili a quelli rilevati in organismi in discreto stato di salute (Donnini *et al.*, 2007). Essi sono inoltre risultati simili, e in alcuni casi superiori, agli analoghi registrati in precedenti indagini ambientali su strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b, 2013; 2015; 2016; 2018a; 2018b; Gorbi *et al.*, 2008; Gomiero *et al.*, 2011; 2015) e in altre aree dell'alto Adriatico (Petrovic *et al.*, 2004).

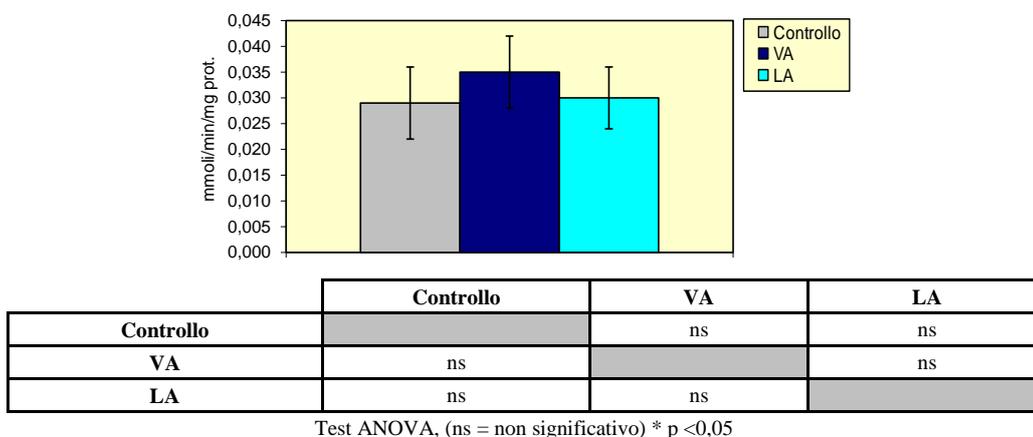


Test ANOVA, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.28 - Valori medi (\pm dev.st.) dei tempi di destabilizzazione ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

3.5.2.6 Catalasi

L'attività di catalasi misurata nelle ghiandole digestive dei bivalvi prelevati dai siti della piattaforma nell'inverno 2018 non ha presentato variazioni statisticamente significative rispetto agli esemplari di controllo (fig. 3.29) come nell'estate precedente (Fabi *et al.*, 2018c). Nel complesso, le risposte osservate si collocano nel range riportato nella più recente letteratura inerente sia analoghi monitoraggi ambientali (Fabi *et al.*, 2005a; 2006; 2010a; 2010b; 2016; 2018a; 2018b), sia la valutazione della qualità di aree marino-costiere (Bocchetti e Regoli, 2006).



Test ANOVA, (ns = non significativo) * p < 0,05

Fig. 3.29 - Valori medi (\pm dev.st.) dell'attività della catalasi ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

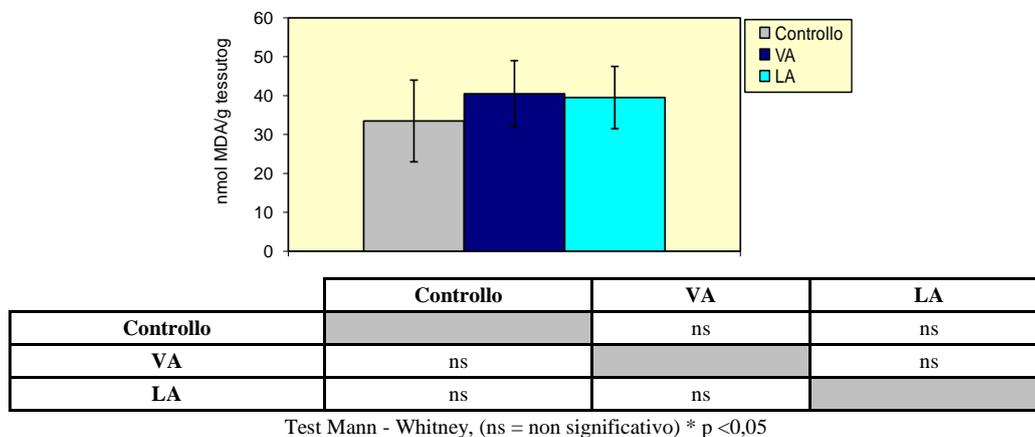
3.5.2.7 Malondialdeide

Anche i livelli medi di malondialdeide determinati nei mitili prelevati dai due siti della piattaforma Bonaccia NW e in quelli di riferimento sono risultati statisticamente omogenei tra loro (fig. 3.30) confermando i risultati precedenti (Fabi *et al.*, 2018c). Alla luce di questo risultato e di quello relativo alla determinazione dell'attività di catalasi, è possibile escludere al momento la presenza di un effetto biologico associato a uno stress ossidativo. Tuttavia, i livelli riscontrati appaiono nel complesso superiori agli analoghi osservati sia in esperimenti di biomonitoraggio attivo con mitili (Viarengo e Canesi, 1991) che presso analoghe piattaforme offshore (Fabi *et al.*, 2006; 2010a; 2010b; 2013).

3.5.2.8 Metallotioneine

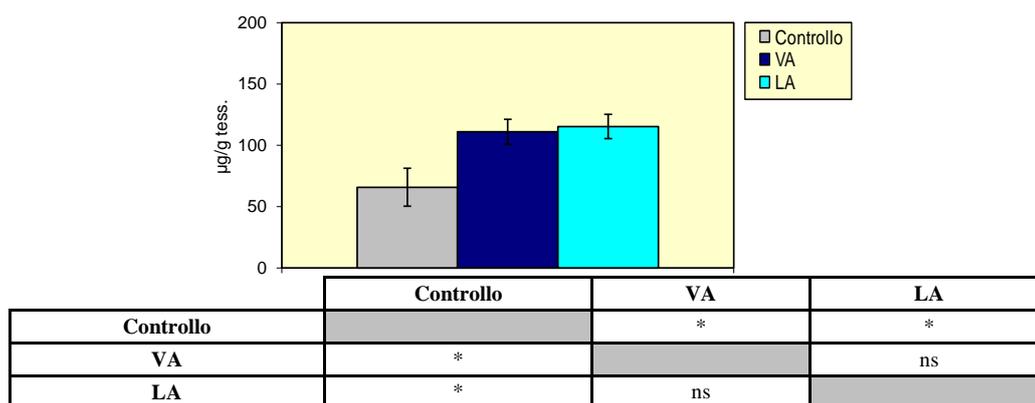
Come nel monitoraggio precedente (Fabi *et al.*, 2018c), anche nell'inverno 2018 i livelli medi di metallotioneine registrati in entrambi i siti della piattaforma sono risultati significativamente maggiori rispetto ai mitili di controllo (fig. 3.31).

Comunque, quanto osservato è confrontabile con i risultati ottenuti in precedenza presso altre piattaforme metanifere (Fabi *et al.*, 2005a; 2006; 2010b; 2013; 2018a; 2018b; Gomiero *et al.*, 2011; 2015).



Test Mann - Whitney, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.30 - Valori medi (\pm dev.st.) di malondialdeide ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.



Test Mann - Whitney, (ns = non significativo) * p <0,05

Fig. 3.31 - Valori medi (\pm dev.st.) di metallothioneine ottenuti per gli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

3.5.2.9 Polymerase Chain Reaction (qPCR)

L'analisi qPCR costituisce una tecnica d'indagine consolidata in campo biomedico e implementata con tecniche innovative per lo studio della qualità degli ambienti marini (Dondero *et al.*, 2005). La metodologia prevede l'amplificazione selettiva in vitro di una sequenza di DNA target. In particolare, nel corso del presente studio è stata approfondita la quantificazione di due sequenze geniche, MT10 ed MT20, responsabili della sintesi delle proteine metallo-chelanti metallothioneine (Dondero *et al.*, 2005). I risultati ottenuti tendono a confermare la presenza di induzione sia dell'MT10 che dell'MT20 nei mitili di Bonaccia NW rispetto a quelli di controllo (fig. 3.32) come in estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c).

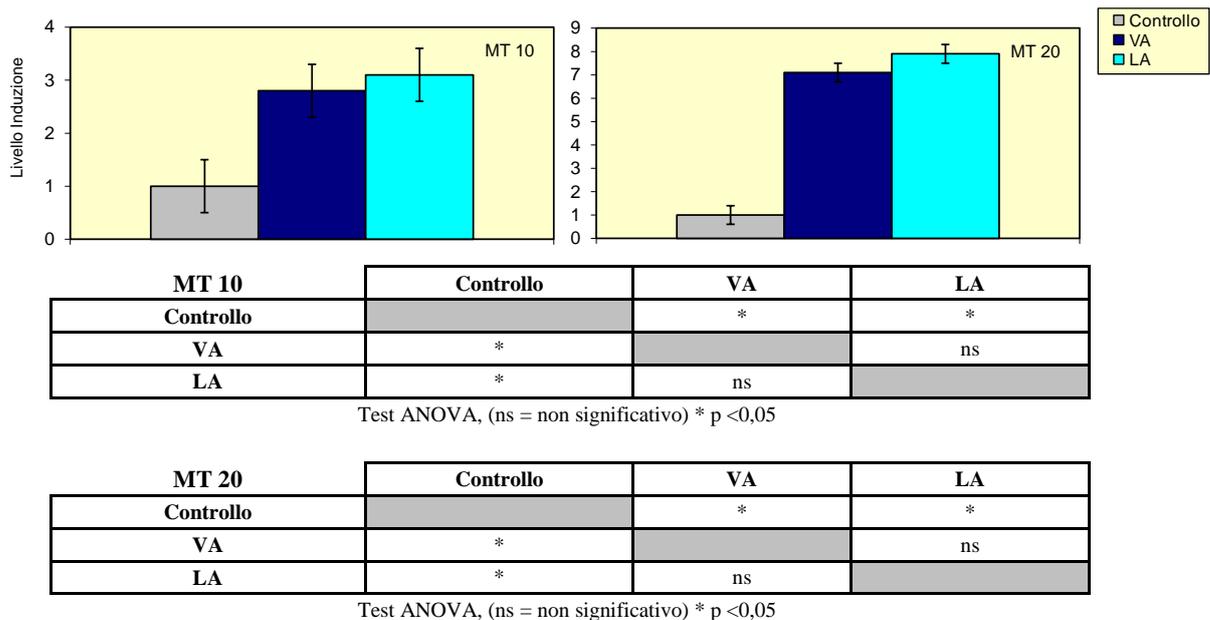


Fig. 3.32 – qPCR rilevati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell’inverno 2018. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

L’espressione del secondo gene risulta correlata all’omeostasi di cationi tipicamente essenziali allo sviluppo e alla corretta funzionalità cellulare nel mitilo quali Ca, Mg, Zn, Fe e, in piccole quantità, Cu. Diversamente, il primo gene risulta indotto in presenza di cationi non essenziali quali As, Be, Cd, Cs, Hg e Pb.

I livelli di induzione per l’MT20 osservati nei mitili della piattaforma (+7,1 ÷ +7,9) appaiono moderati rispetto a quelli osservati su mitili prelevati presso aree marine-costiere interessate da diverse attività tra cui industriali, agricole ed urbane (+0,86 ÷ +165; Banni *et al.*, 2007) ma superiori rispetto a quelli osservati su mitili prelevati presso analoghe aree marine soggette a sfruttamento di giacimenti di idrocarburi (Fabi *et al.*, 2015; 2016; 2018a).

3.6. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.6.1. DENSITÀ (N) E BIOMASSA (P)

Nell'inverno 2018 i maggiori valori di Densità lungo entrambi i transetti sono stati ottenuti in corrispondenza della piattaforma (fig. 3.33), dove l'indice è oscillato tra $127,00 \pm 24,11$ (BO NE) e $219,00 \pm 55,83$ ind/0,095 m² (BO NW, massimo assoluto dell'intero periodo di monitoraggio; Fabi *et al.*, 2018c). Nelle quattro stazioni posizionate a 30 m di distanza da Bonaccia NW l'indice si è notevolmente ridotto, presentando poi alcune oscillazioni all'aumentare della distanza dalla struttura. La maggior parte dei siti A e B è risultata confrontabile con i controlli; hanno invece presentato densità maggiori le stazioni BO, B3 e A6.

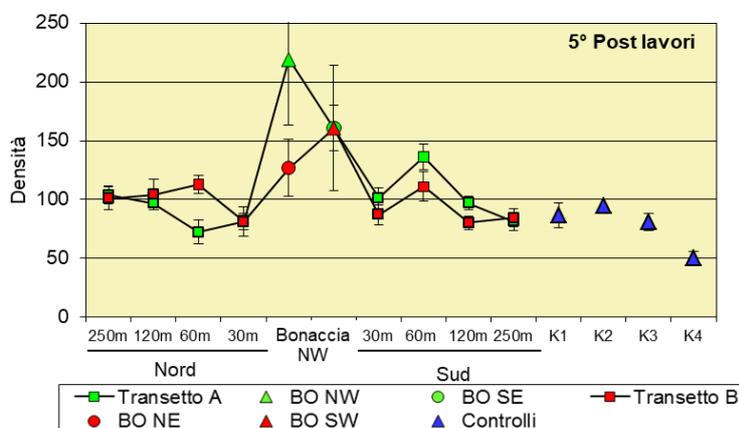


Fig. 3.33 – Densità (\pm e.s.) registrate presso i siti monitorati nell'inverno 2018.

Come riscontrato in tutti i campionamenti condotti dopo l'installazione di Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2018c), anche nel 5° survey post lavori i policheti della famiglia Paraonidae hanno costituito il taxon più abbondante in tutta l'area indagata, seguito in numerose stazioni dai policheti *Ophelina cylindricaudata*, *Paradiopatra calliopae* e *Aphelochaeta filiformis* (Tab. 3-XXVI). Da rilevare, in corrispondenza dei siti BO, le notevoli abbondanze dei molluschi bivalvi *Anomia ephippium* e *Neopycnodonte cochlear* e del polichete incrostante *Filograna* sp in BO NW, tutti organismi tipici di substrati rocciosi.

Tab. 3-XXVI – Lista e densità (n. ind/0,095 m²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate durante il 5° survey post installazione (inverno 2018). Per ogni sito è riportato il numero totale di taxa osservati. Sono anche indicate le Biocenosi di appartenenza dei taxa determinati a livello di specie. C = Bioc. del Coralligeno; DC = Bioc. del Detritico Costiero; DE = Biocenosi del Detritico Infangato; DL= Bioc. del Detritico del Largo; HP = Bioc. delle praterie di Posidonia; Lim = limicolo; Lre = Larga Ripartizione Ecologica; MI = Bioc. dei Fondi Mobili Instabili; Minut = minuticolo; Mixt = mistico; MO = indicatore della presenza di materia organica; Sab = sabulicolo; SFBC = Bioc. delle Sabbie Fini Ben Calibrate; Sm = substrato mobile; VB = Bioc. dei Fanghi Batiali; VTC = Bioc. dei Fanghi Terrigeni Costieri.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Briozoi																									
<i>Aetea truncata</i>	HP						0,50						0,33				0,17								
<i>Briozoa</i> nd																	0,17								
<i>Crisia</i> sp																	0,17								
<i>Schizoporella errata</i>	Lre			0,33	0,50	0,67	0,67	0,50	0,17						0,33	0,67	0,50	0,17							
<i>Scrupocellaria scruposa</i>	Sd				0,50	0,83	1,00	1,00	1,00	0,17	0,17	0,17		0,33	0,67	1,00	1,00	0,83	0,50	0,33	0,17		1,00	1,00	0,17
<i>Triticella flava</i>			0,67				0,17	0,33	0,33	0,17			0,17				0,17	0,33	0,50					0,33	
<i>Tubulipora</i> sp						0,17	1,00	0,17	0,67						0,17	0,33	0,50		0,17	0,17					
Cnidari																									
<i>Actinaria</i> nd					0,33	0,33	0,83	0,17									0,50						0,33		
<i>Anthozoa</i> nd		0,17	0,17	0,50	0,67	0,33	0,83	1,00	1,50	1,33	0,33	0,33			0,17				0,17		0,33	0,50		0,17	0,17
<i>Edwardsia clapedii</i>	SFBC										0,17	0,33				0,17			0,17						
<i>Epizoanthus</i> sp					2,17	8,00	4,17	0,17								1,33									
<i>Funiculina quadrangularis</i>	Lim							0,17		0,17															
<i>Pennatula rubra</i>	Mixt							0,17																	
<i>Virgularia mirabilis</i>	VTC	0,17						0,17																	
<i>Hydroidea</i> nd		0,33	0,17		0,33	0,17	0,83	1,00	0,50	0,83	0,33	0,67	0,50	0,83	0,83	0,50	0,83	0,83	0,67	0,50	0,83	0,83	0,67	0,67	0,17
Crostacei																									
<i>Acidostoma nodiferum</i>	Lre																0,17		0,17						
<i>Ampelisca diadema</i>	DE			0,50	0,33	1,67	0,67	0,67	0,50	0,33	0,50	0,83	0,33	0,17	1,83	0,67	1,33	0,50	0,83		0,50	0,33	0,33	0,50	0,17
<i>Amphilochus</i> sp				0,17																					
<i>Aora spinicornis</i>	AP								0,33																
<i>Coraphium</i> sp							0,17	0,17		0,67					0,17	0,83		0,17		0,83	0,33		0,17		0,83
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	Sd										0,17														
<i>Eriopisa elongata</i>	VB	0,83											0,17									0,17	0,33	0,67	
<i>Gammaropsis</i> sp											0,17					0,17									0,17
<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC							0,33		0,83	0,83	1,17										0,67	1,33	0,17	
<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab						0,33										0,17	0,17	0,33	0,33					
<i>Iphimedia</i> sp																	0,17								
<i>Leptocheirus guttatus</i>	Sm																								0,17
<i>Leptocheirus</i> sp																									0,17
<i>Leucothoe incisa</i>	SFBC										0,33	0,17			0,17			0,17							
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO										0,17														0,50
<i>Lysianassa</i> sp									0,17								0,17								
<i>Maera grossimana</i>	Sd							0,17																	
<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC				0,17	1,83	0,67	0,50									0,17			0,17				0,17	
<i>Othomaera schmidtii</i>	VB							0,17		0,17			0,17					0,67		0,33			0,17		0,17
<i>Paraphoxus oculatus</i>	Mixt		0,17	0,33	0,17	0,17	0,33	0,67	2,17	0,67	0,83	1,33	0,17	0,50	1,00	0,33		0,67	1,17	0,67	2,00	1,33	0,50	1,50	1,33
<i>Photis longicaudata</i>	VTC																						0,17		
<i>Phtisica marina</i>	Lre						1,33		0,33							0,17	1,17			0,17					
<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre																						0,33		
<i>Stenothoe bosporana</i>	Lim																	0,17							
<i>Stenothoe</i> sp					0,17	0,33											0,67		0,17				0,17		
<i>Synchelidium haplocheles</i>	Mixt								0,17																
<i>Copepoda</i> nd								0,17																	
<i>Cumacea</i> nd		0,17	0,33		0,33							0,17	0,33	0,17				0,33	0,33						0,50
<i>Eudorella truncatula</i>	Mixt		0,17		0,17			0,17	1,33	0,33			0,83	0,33	0,17			2,17	1,00	0,17	0,33	0,67		0,33	
<i>Leucon siphonatus</i>	Lim				0,17													0,17				0,33	0,17		

Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Crostacei																										
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC		0,33	0,33	0,17	0,17	0,33		0,67				0,33	0,17	0,17	0,33	0,17			0,17		0,17	0,17		
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim			0,17																					
	<i>Anapagurus sp</i>																0,33									
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,50	3,00	1,83	0,33	1,83	0,67	1,50	1,17	2,00	1,17	1,00	1,67	1,17	1,00	1,50	1,00	1,83	3,50	1,50	2,17	6,00	1,33	2,00	0,83
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC					0,33	0,17									0,17									
	<i>Eurynome aspera</i>	DC					0,67										0,33									
	<i>Galathea intermedia</i>	C					0,33		0,17							0,50	1,00									
	<i>Galathea sp</i>				1,50	1,00	0,67																			
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,50	0,67	0,50	0,67	1,33	1,83	0,50	1,17	0,50	0,17	0,33	0,17	0,17	1,17	1,50	1,17	1,67	1,83	0,83	1,00		0,17	0,83	0,50
	<i>Jaxea nocturna</i>	VTC			0,17																					
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB														0,17										
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab																								
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre				1,83	2,67	2,50								0,50	1,83	2,33								
	Paguridae nd						0,33	0,67								0,33	0,50	0,17								
	<i>Processa sp</i>				0,17														0,17		0,17					
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB								0,17										0,17						
Isopodi	<i>Anthura gracilis</i>	Lim																		0,33				0,17		
	Bopyridae nd																									
	<i>Cirolana neglecta</i>	Lre															0,33									
	<i>Eurydice sp</i>			0,17			0,17									0,50	0,33									
	<i>Gnathia sp</i>			0,17			0,17		0,50				0,67					0,33								
	<i>Idotea sp</i>																0,17						0,50			
Ostracodi	Ostracoda nd									0,17						0,17							0,17			
Tanaidacei	<i>Leptochelia savignyi</i>	C					0,17															0,17				
	<i>Leptognathia sp</i>										0,33			0,50								0,50			0,17	
Echinodermi																										
Echinoidei	<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>	VB			0,17		0,17		0,17	0,17					0,17	0,17			0,17		0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC				0,83	0,83									1,17								0,17		
	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Lre					0,67																			
	<i>Ophiura albida</i>	DC					0,50		0,17				0,17			0,67	0,33									
Oloturoidei	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC																				0,33		0,17	0,17	
	<i>Trachythyone elongata</i>	VTC	0,17				0,17																			
Molluschi																										
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC			0,17			0,17	0,33					0,17		0,33			0,17			0,67				
	<i>Anodontia fragilis</i>	SFBC								0,17																
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre			0,67	16,50	26,50									19,50	19,83									
	<i>Arca noae</i>	DC				0,17																				
	<i>Azorinus chamasolen</i>	Mixt			0,17					0,17																
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL				0,17																				
	<i>Coracuta obliquata</i>	Sab														0,50								0,83		
	<i>Hemilepton nitidum</i>	C			0,17																					
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd			0,67	1,33	1,83									0,83	2,83									
	<i>Hiatella rugosa</i>	Sd					0,17																			
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC				0,17			0,17										0,17					0,17	0,17	
	<i>Kurtiella bidentata</i>	VTC														0,33										
	<i>Mimachlamys varia</i>	DC						0,50								0,33										
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP			1,50	1,00	1,50									1,00	2,33									
	<i>Modiolula phaseolina</i>	DC				0,33										2,83										
	<i>Montacuta phasciolionis</i>	Lre														0,17										
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO								0,17																
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre			0,17	0,67										0,33										

Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli						
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Molluschi																										
Bivalvi	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Sd				0,17	44,33	11,00																		
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim				0,33																				
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim				0,17																	0,17	0,17		
	<i>Pandora pinna</i>	Lim							0,17																	
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt						0,17	0,67																	
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab					0,17				0,17															
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC						0,17								0,17	0,17	0,33					0,33			
	<i>Pteria hirundo</i>	Mixt						0,83																		
	<i>Tellimya ferruginosa</i>	SFBC															0,83									
	<i>Tellina serrata</i>	DE				0,17																				
	<i>Thyasira biplicata</i>	Lim				0,50	0,17	0,33	0,33	0,17							0,33			0,17						
	<i>Thyasira succisa</i>	Lim							0,17	1,83																
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre							1,17	0,33							0,67					0,33				
Caudofoveati	<i>Falciidens gutturosus</i>	Lim	1,00		0,17	4,50	3,00	0,33	1,83	0,67		0,33	0,50			1,00	0,50	1,50	0,33			0,33	0,33			
Gasteropodi	<i>Acteon tornatilis</i>	SFBC		0,17						0,17						0,17										
	<i>Alvania sp</i>																									
	<i>Bela brachystoma</i>	Lre					0,17	0,17				0,17	0,17				0,17		0,17							
	<i>Bittium latreillii</i>	Sd														0,17	0,33									
	<i>Capulus ungaricus</i>	DC						0,17																		
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC								0,17																
	<i>Epitonium commune</i>	Mixt											0,17													
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,83	1,50	0,50	0,33	0,17	0,83	0,17	2,83	1,83	1,17	1,17	0,33	1,50	0,67	1,33	3,50		0,17	0,83	0,83	0,67	2,33	1,33	
	<i>Palinices nitida</i>	Sab					0,17																			
	<i>Turritella communis</i>	VTC	1,33	0,33			0,50	0,17	0,50	1,17	0,17		0,17	0,67	0,17	0,17	0,50	0,33		0,17	0,50		0,17			
Nemertini																										
	Nemertea nd		0,83	1,17	1,50	3,33	6,33	5,83	2,83	5,17	1,17	1,17	1,17	2,00	1,50	2,83	4,00	5,50	1,67	3,33	1,33	1,67	2,00	1,83	0,83	0,83
Pantopodi																										
Picnogonidi	Pycnogonida nd					0,17				0,17				0,17		0,33						0,17	0,17	0,17		
Platelminti																										
	Platelminta nd									0,17							0,17							0,67	0,17	
Policheti																										
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,17	1,33	0,33	0,83	0,33	0,33	1,33	1,67		0,50	0,17	2,33	1,17	0,67	0,83	1,67	1,33	1,50	1,33	0,17	0,67	0,83	1,17	
	Ampharetidae nd		2,67	2,50	1,83	1,00	0,67	1,17	2,00	3,33	0,83	0,67	0,50	0,17	1,33	1,33	0,17	0,83	1,17	1,67	0,83	0,83		1,50	1,00	
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim						0,17								0,17	0,17									
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB			0,17	0,17		0,17	0,33	0,17	0,33	0,17			0,17		0,67	0,33	0,17	0,50					0,83	
	<i>Aphelochaeta filiformis</i>	MO	7,67	5,83	2,17	2,83	4,83	2,67	5,17	5,50	4,00	3,50	4,17	5,17	7,00	3,17	2,83	2,00	2,83	5,50	2,83	3,50	5,17	8,00	5,50	2,83
	<i>Aphelochaeta marioni</i>	MO	1,50	0,83	1,67	1,67	2,00	1,50	1,67	2,17	1,00	1,83	3,17	1,50	2,67	2,00	1,67	1,00	4,00	3,17	1,50	2,67	2,67	1,17	1,67	
	Aphroditidae nd																									
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	0,50	0,17		0,33	0,67	0,83	0,17					0,17	0,17	1,00	0,83						0,33	1,50		
	<i>Capitella capitata</i>	MO								0,33																
	Capitellidae nd		0,33				1,17	0,33		0,33	0,83	0,67	1,33	0,17		0,17	0,17	0,17	0,17		0,67	0,50	1,00	0,17	0,83	1,17
	Chaetopteridae nd				0,17				0,17							0,17	0,50	0,33	0,33	0,17		0,33	0,17	0,17	0,17	
	<i>Chaetozone caputesocis</i>	Lim	1,17	1,33	1,33	0,83	1,83	1,50	1,17	0,17			0,67	0,50	1,33	0,17	1,17	0,83	0,83	0,17		0,17	0,17		0,33	
	<i>Chirimia biceps</i>	MO												0,50								0,17	0,17	0,17		
	Cirratulidae nd		0,17	0,33			0,33	0,17	0,50	0,67	1,33	0,33	0,50	0,17	0,67	1,50	0,17	0,17	0,50	0,17		0,50	1,00	0,33	0,17	
	<i>Cossura soyeri</i>	Lim					0,17	0,50		0,50																
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI				0,17	1,67	0,50						0,67	0,50	0,17	0,17		0,33	0,17	0,33			0,17		
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C				0,17				0,33								0,17								
	<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP				0,17	0,33	0,33	0,17	0,17								1,83				0,17				
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim									0,17					0,17				0,17				0,17	0,17	
	<i>Euclymene sp</i>																							0,17		

Tab. 3-XXVI – Continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Policheti																									
<i>Filograna</i> sp							10,67	0,17								2,00		0,17							
<i>Glycera alba</i>	Lim	0,17	1,17	0,50	0,33	0,33	0,33	0,17	0,17			0,17			0,17	0,17			0,33	0,17			0,33		
<i>Glycera rouxii</i>	MO	0,33		0,67	0,33		1,67	0,50	0,50	1,17	0,17	0,17	0,17	1,00	0,17	0,83	0,83	0,83	0,17	0,50	0,17	0,17	0,67		
<i>Glycera</i> sp		1,67	1,00	0,33	0,67	1,17	2,33	2,00	3,00	2,00	3,33	2,17	2,17	2,67	3,00	2,00	1,83	2,00	2,67	0,17	0,17	2,17	2,67	0,17	
<i>Glycera tessellata</i>	Sd	0,17	0,17	1,00	1,00	2,33	0,17	0,17	1,00		0,33				1,33	1,00	0,50	0,33	0,17		1,33				
<i>Glycera tridactyla</i>	SFBC								0,17									0,17	0,17						
<i>Goniada maculata</i>	VTC						0,17	0,50				0,33		0,17									0,50		
<i>Harmothoe</i> sp		0,67	0,17		1,50	1,50	2,67	0,33				0,50		0,17		1,17	2,67						0,67		
<i>Hydroides elegans</i>	Sd			0,17											0,33										
<i>Hydroides norvegicus</i>	Sd				0,33			1,00								1,00	0,83								
<i>Hydroides stoichadon</i>	Sd					0,17	0,17																		
<i>Labioleanira yhleni</i>	VTC	0,17	1,00				0,17				0,33		0,50		0,33			0,33	0,17	0,17	0,50				
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	0,17					0,83	0,50	0,67	0,50	0,17	0,17	0,83	0,83	0,17	1,50	0,50	0,67	0,50	0,17		1,67	0,67		
<i>Magelona alleni</i>	VTC				0,33			0,33	0,33						0,33		0,33								
Maldanidae nd		0,33				0,17						0,33		0,17	0,17	0,17		0,17				0,17	0,17		
<i>Malmgreniella lunulata</i>	DE															0,17									
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	2,00	1,17	0,50	1,33	2,67	0,17	1,17	1,83	1,17	1,50	1,50	0,67	1,17	1,83	1,67	1,67	0,67	1,83	1,50	1,00	1,83	1,00		
<i>Megalomma vesiculosum</i>	Lim							0,17																	
<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33	0,67	0,67	0,33		0,17	0,50	1,50	0,33		0,33	0,17	0,50	0,50	0,17	0,33	0,33		0,17	0,33		0,17		
<i>Micronephthys sphaerocirrata</i>	Sab																						0,17		
<i>Micronephthys stammeri</i>	VTC						0,33	0,17																	
<i>Minuspia cirrifera</i>	MO	0,17	0,33	0,17	0,83		0,17	0,33	1,33		0,33			0,17	0,17		0,17				0,17	0,67	0,50		
<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt						0,17								0,17										
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC										0,17				0,17										
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	0,83	1,50	0,50	0,17	1,00	0,50	0,67	0,17	1,17	0,17	1,17	2,33	0,50	1,00	0,33	0,33	0,17	1,17	0,17	0,50	1,00	1,50		
Nereididae nd		0,33				0,83		0,17	0,33	0,33				0,17	0,33	0,17	0,33						0,17		
<i>Ninoe</i> sp		0,17	0,50	0,67	0,83	1,67	1,17	0,33	0,17	0,50			0,17	0,17	0,33	0,67	0,67	1,50	0,17	1,00	0,17	1,00	0,83		
<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,50		1,17	0,33	2,50	1,00	0,67	0,33	1,67	0,33	1,17	0,67	0,50	0,33	1,00	2,67	0,50	0,67	0,83	1,17	2,33	2,67		
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	14,83	10,00	6,33	6,00	8,17	1,83	6,67	11,83	7,50	10,17	12,83	10,67	9,83	8,33	6,17	2,33	6,83	9,17	5,83	7,00	5,00	12,67		
<i>Ophiadromus flexuosus</i>	Sab	0,17	0,17	0,33	1,17	0,67	0,67	0,33	0,67	0,50	0,50	0,33		0,17	0,17	0,50	1,67	0,17	0,33	0,67	0,33	1,17	0,17		
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	0,17					0,50	0,33	0,17				0,17	0,33	0,33		0,17	0,17	0,17	0,17		0,17	0,17		
<i>Paradiopatra calliopae</i>	Lim	7,00	5,00	3,00	3,67	4,83	3,83	5,50	7,83	2,83	5,33	5,00	5,33	5,00	6,50	4,17	1,50	4,33	5,83	3,67	4,50	2,67	4,00		
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,67	1,33	1,50	1,67	3,83	1,50	1,17	2,00	1,33	1,83	2,17	2,17	1,50	2,33	1,00	2,00	1,67	1,67	2,83	3,00	2,17	2,33		
Paraonidae nd		36,83	39,83	34,33	18,50	56,33	20,33	32,17	42,17	39,17	29,00	38,00	38,00	50,50	20,50	23,67	20,33	25,50	35,33	31,50	32,00	25,67	26,50		
<i>Paraprionospio pinnata</i>	VTC								0,17		0,17				0,33							0,17			
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab				1,33	0,17	0,67	0,33								0,17	0,17					0,17			
<i>Phyllodoce</i> sp						0,67	0,50								0,17	0,33		0,17					0,17		
Phyllodocidae nd				0,33	0,17		1,17		0,17					0,17	0,17	0,17					0,17				
<i>Phylo norvegica</i>	Lim																	0,17							
Pilargidae nd		1,50	1,83	1,00	0,83	0,67	1,67	1,33	0,67	2,17	0,50	0,33	2,50	2,83	1,00	1,67	1,33	2,00	2,67	1,50	1,50	1,17	1,17		
<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab						0,17	0,33						0,17							0,17	0,50	0,17		
<i>Pista brevibranchia</i>	Lim																								
<i>Pista cristata</i>	Lim								0,17						0,17					0,17					
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC					0,33		0,17	0,17								0,17		0,17				0,17		
<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd				1,50	0,83									0,67	0,17									
<i>Prionospio</i> sp		0,67	1,83	0,67	1,00	3,00	0,33	0,17	1,17	0,83	0,17	0,50	1,83	0,17	0,33	1,33		0,83	1,50	0,50	0,17	1,00	1,00		
<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre		0,17														0,33	0,17				0,17	0,17		
<i>Protula</i> sp						0,17																			
Sabellidae nd		0,50	1,17		0,83	1,33	1,17	1,00	2,67	0,33		1,17	1,50	0,33	1,00	0,17	1,50	1,17	1,83	0,50	1,00	0,17	1,17		
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim	0,50		0,17	0,17	0,17	0,17	0,33	0,33	0,33			0,33	0,33	0,50	0,17	0,33	0,33	0,17	0,67	0,83	0,17	0,17		
<i>Scolaricia capensis</i>																						0,17			

Tab. 3-XXVI- continuo.

Stazione	Biocenosi	Transetto A										Transetto B								Controlli					
		A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)		250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Policheti																									
<i>Scoletoma impatiens</i>	Mixt	0,17						0,17		0,33	0,17			0,17		0,17	0,17	0,33				0,17	1,17		0,17
<i>Scoletoma sp</i>								1,17	0,67			0,67	0,50	0,33	0,17	1,50		0,83	0,50	0,17	0,50	0,17	0,17		0,17
<i>Scoloplos armiger</i>	Lre	2,00	0,83				0,17		0,33	1,67	2,33	2,83	2,83	0,50		0,17	0,83	0,33	1,17	1,00	2,83	3,00	2,17	0,83	1,67
<i>Serpula concharum</i>	Sd							0,17																	
<i>Serpula sp</i>																		0,17							
<i>Serpula vermicularis</i>	AP						0,50										0,33								
Serpulidae nd				0,17	0,50		1,83	0,50	0,17																
<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt						1,00									0,17	0,83								
Sphaerodoridae nd											0,67		0,50	0,50						0,67					
Spionidae nd		3,50	1,50	1,17	1,67	6,17	5,17	7,00	4,50	3,50	1,50	2,33	2,50	4,17	3,00	3,83	5,17	5,33	3,67	3,00	1,83	1,83	3,00	3,00	
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC					0,17				0,17			0,33	1,17		0,17		0,17	1,67		0,67	0,50	0,67		0,67
<i>Sternaspis scutata</i>	VTC					0,17																			
<i>Sthenelais boa</i>	Lim																							0,33	
Syllidae juv																					0,50				
<i>Syllis parapari</i>	SFBC - Mixt							0,33								0,33	0,17		0,17					0,17	
<i>Syllis sp</i>					0,17	0,33	1,50									0,50	0,67								
Terebellidae nd		0,33			0,17	0,50	2,83	0,50		0,83	0,50	0,17		0,67	0,50	1,67	1,00		1,50	0,17	0,17	0,33	0,33	0,67	0,33
<i>Terebellides stroemi</i>	MO			0,17		0,17	0,17		0,83		0,33			0,33	0,17	0,17					0,17	0,17	0,17	0,17	
Poriferi																									
Porifera nd								0,17				0,17						0,17							
Sipunculidi																									
<i>Aspidosiphon muelleri</i>	MO		0,33			0,17		0,50								0,50		0,17			0,17			0,17	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	VB	1,00	1,83	1,17		0,83	0,50	1,00	2,83	2,33	1,83	0,83	2,00	2,50		0,17	0,17	0,67	1,67	1,33	0,50	1,67	1,17	1,83	1,67
<i>Phascolion strombus</i>	Lre		0,17			0,33		0,17								0,17	0,17		0,17						
Sipuncula nd		2,00	2,33	1,17	1,17	1,83	2,17	2,67	4,00	2,00	1,50	2,83	4,00	1,33	1,00	2,50	2,67	4,33	2,17	2,67	1,67	1,83	1,50	1,17	2,00
Tunicati																									
Asciacei <i>Ascidia mentula</i>	Lre				0,17																				
Densità totale		103,83	97,17	72,50	81,50	219,00	160,83	101,50	136,33	97,00	81,50	101,17	104,17	112,83	81,33	127,00	160,83	87,17	111,00	80,50	84,33	86,50	94,67	81,00	50,50
Ricchezza specifica totale		51	46	45	78	81	106	76	83	56	57	58	55	60	67	86	105	61	67	53	60	60	64	65	45

Per quanto riguarda la Biomassa (fig. 3.34; Tab. 3-XXVII), in generale nell'ultimo monitoraggio sono stati registrati valori estremamente bassi ma, come precedentemente (Fabi *et al.*, 2018c), anche nell'inverno 2018 sono stati rilevati dei picchi, precisamente in BO NW e BO SE ($19,67 \pm 4,96$ e $27,96 \pm 7,45$ gr/0,095 m² rispettivamente) determinati in entrambi i siti dai bivalvi di fondo roccioso *Mytilus galloprovincialis* e *N. cochlear*, ai quali si aggiunge il bivalve *Pteria hirundo* nella seconda stazione. Altri due picchi, di minore entità e comunque confrontabili con le altre stazioni dei transetti e i controlli a causa dell'elevata variabilità, sono stati rilevati in B4 ($5,33 \pm 4,95$ gr/0,095 m²) e K1 ($5,46 \pm 5,10$ gr/0,095 m²) per la presenza dell'echinoideo *Brissopsis atlantica mediterranea*.

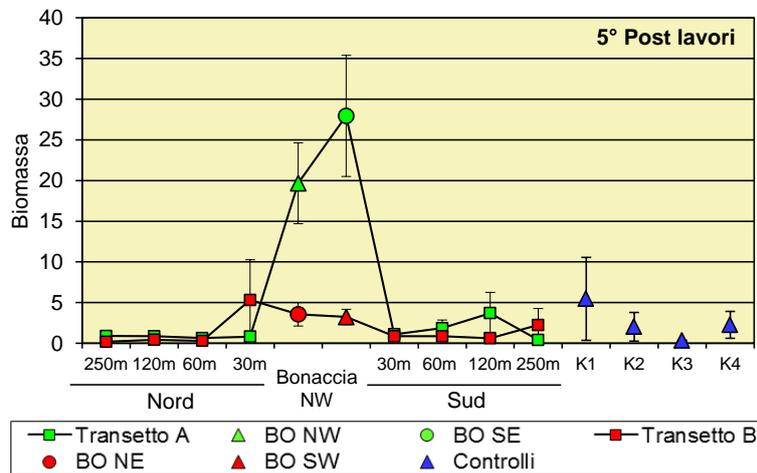


Fig. 3.34 – Biomassa (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2018 (5° survey post lavori di installazione).

Tab. 3-XXVI – Lista e biomassa (gr. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel 5° survey post lavori. * = <0,001 gr/0,095 m².

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Briozoi																								
<i>Aetea truncata</i>						0,001								*			*							
Briozoa nd																0,001								
<i>Crisia</i> sp																*								
<i>Schizoporella errata</i>			0,003	0,018	0,017	0,009	0,005	0,001							0,010	0,013	0,013	0,001						
<i>Scrupocellaria scruposa</i>				0,004	0,001	0,001	0,002	0,002	*	*	*			*	0,008	0,004	*	*	*			0,003	0,006	*
<i>Triticella flava</i>		*				*		*	*					*		*	*	*					*	*
<i>Tubulipora</i> sp					0,001	0,006	0,001	0,005							0,003	0,001		*	0,002					
Cnidari																								
Antozoi																								
Actiniaria nd				0,001	0,001	0,021	*									0,003						0,014		
Anthozoa nd	*	*	*	0,006			*	0,001	*	*	*						*	*		*	*		0,001	0,003
<i>Edwardsia claparedii</i>										0,008	0,030								0,181					
<i>Epizoanthus</i> sp				0,055	0,088	0,029	*									0,003								
<i>Funiculina quadrangularis</i>								0,036	0,037						0,002									
<i>Pennatula rubra</i>														0,032										
<i>Virgularia mirabilis</i>	0,001								0,002															
Idrozoi	0,004	0,001		*	0,001	0,005	0,002	0,002	0,002	0,002	*	*	0,004	0,001	0,013	*	0,002	*	*	0,008	*	0,001	*	
Crostacei																								
Anfipodi																								
<i>Acidostoma nodiferum</i>																	*	*						
<i>Ampelisca diadema</i>			0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	0,002	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Amphilocheus</i> sp			*																					
<i>Aora spinicornis</i>								*																
<i>Corophium</i> sp						*	*		*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Ericthonius brasiliensis</i>										*														
<i>Eriapisa elongata</i>	0,001									*	*									*	*	*	*	
<i>Gammaropsis</i> sp										*	*									*	*	*	*	
<i>Harpinia dellavallei</i>						*	*		*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Hippomedon massiliensis</i>						0,003									*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Iphimedia</i> sp															*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Leptocheirus guttatus</i>																							*	*
<i>Leptocheirus</i> sp																							*	*
<i>Leucothoe incisa</i>										*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>										*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Lysianassa</i> sp								*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Maera grossimana</i>							*																*	*
<i>Orchomene grimaldii</i>				*	0,001	0,002	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Othomaera schmidtii</i>								0,002		0,003		0,001		0,001			0,003		0,005			0,002	*	*
<i>Paraphoxus oculatus</i>		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Photis longicaudata</i>																						*	*	*
<i>Phtisica marina</i>						*		*							*	*			*			*	*	*
<i>Pseudoprotella phasma</i>																					*	*	*	*
<i>Stenothoe bosporana</i>																	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Stenothoe</i> sp				*	*										0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Synchelidium haplocheles</i>								*													*	*	*	*
Copepodi							*										*	*	*	*	*	*	*	*
Copepoda nd							*										*	*	*	*	*	*	*	*
Cumacei																								
Cumacea nd	*	*		*							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Eudorella truncatula</i>		*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Leucon siphonatus</i>				*													*	*	*	*	*	*	*	*

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Briozoi																									
Decapodi																									
<i>Alpheus glaber</i>			0,028	0,004	0,005	0,009	0,080		0,131				0,018	0,022	0,010	0,011	0,019			0,010		0,065	0,005		
<i>Anapagurus bicorniger</i>				*												*									
<i>Anapagurus sp</i>																									
<i>Callianassa subterranea</i>	0,021	0,030	0,024	0,002	0,023	0,005	0,010	0,018	0,030	0,022	0,016	0,014	0,040	0,016	0,027	0,008	0,017	0,048	0,013	0,028	0,054	0,022	0,029	0,006	
<i>Ebalia deshayesi</i>						0,001	0,001			*							0,008								
<i>Eurynome aspera</i>						0,001										0,001									
<i>Galathea intermedia</i>						0,005		0,001							0,001	0,005									
<i>Galathea sp</i>				0,009	0,012	0,002																			
<i>Goneplax rhomboides</i>	0,154	0,407	0,102	0,009	0,148	0,077	0,186	0,194	0,181	0,006	0,023	0,053	*	0,061	0,029	0,252	0,672	0,202	0,084	0,027		0,006	0,082	0,048	
<i>Jaxea nocturna</i>			*																						
<i>Liocarcinus depurator</i>														1,247											
<i>Liocarcinus maculatus</i>						0,012																			
<i>Monodaeus couchi</i>				0,408	0,132	0,154								0,018	0,015	0,568									
Paguridae nd				0,001	0,043									0,001	0,001	*									
<i>Processa sp</i>				0,002									0,001				*		*	*					
<i>Solenocera membranacea</i>										0,209															
Isopodi																	*								
<i>Anthura gracilis</i>																									
Bopyridae nd																							*		
<i>Cirolana neglecta</i>																0,004									
<i>Eurydice sp</i>		*				0,001								0,006	0,003										
<i>Gnathia sp</i>		*			*		*				*					*				*					
<i>Idotea sp</i>															*										
Ostracodi									*						*					*	*				
Tanaidacei					*															*	*				
<i>Leptochelia savignyi</i>										*										*	*		*	*	
<i>Leptognathia sp</i>																				*	*		*	*	
Echinodermi																									
Echinoidei																									
<i>Brissopsis atlantica mediterranea</i>				0,033		0,785		1,054	2,257					3,726	0,133			0,226		2,068	5,129	1,776		1,665	
Ofiuroidei					0,009	0,015										0,205							*		
<i>Ophiotrix fragilis</i>						0,018																			
<i>Ophiura albida</i>						0,013		*			*				0,004	*									
Oloturoidei																						0,032		0,023	0,258
<i>Labidoplax digitata</i>																									
<i>Trachythone elongata</i>	*				0,004																				
Molluschi																									
Bivalvi																									
<i>Abra prismatica</i>				*			*	0,001				*			*		*				0,001				
<i>Anodontia fragilis</i>									0,001																
<i>Anomia ephippium</i>				0,001	0,021	0,076									0,103	0,024									
<i>Arca noae</i>					0,027																				
<i>Azorinus chamasolen</i>			0,353						0,436																
<i>Cardiomya costellata</i>				0,002											*								*		
<i>Coracuta obliquata</i>																									
<i>Hemilepton nitidum</i>				0,002																					
<i>Hiatella arctica</i>				0,001	0,009	0,014									0,002	*									
<i>Hiatella rugosa</i>						*																			
<i>Kellia suborbicularis</i>					*		*										*						*	*	
<i>Kurtiella bidentata</i>																*		*				*	*	*	
<i>Mimachlamys varia</i>						0,007									0,002	*									
<i>Modiolarca subpicta</i>				0,001	0,003	0,001									0,001	*									
<i>Modiolula phaseolina</i>					*											0,002				*					
<i>Montacuta phascolionis</i>															*										
<i>Myrtea spinifera</i>						*																			
<i>Mytilus galloprovincialis</i>				*	8,855	7,389									1,657										

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Molluschi																									
Bivalvi																									
<i>Neopycnodonte cochlear</i>				0,015	9,733	12,347									1,151	1,826									
<i>Nucula nitidosa</i>				*																					
<i>Nucula sulcata</i>				0,007																		0,026	0,014		
<i>Pandora pinna</i>								0,007																	
<i>Parvicardium minimum</i>					*	*	*																		
<i>Phaxas adriaticus</i>					*				0,293						0,002										
<i>Plagiocardium papillosum</i>					*								*	*	*							*			
<i>Pteria hirundo</i>						6,584																			
<i>Tellima ferruginosa</i>																									
<i>Tellina serrata</i>				0,000																					
<i>Thyasira biplicata</i>				0,012	*	0,002	0,001	*									0,002		*						
<i>Thyasira succisa</i>							*	*																	
<i>Timoclea ovata</i>							0,001	*								0,006					*				
Caudofoveati	*		*	0,004	0,001	*	*	*		*	0,001			*	*	*					*	*			
<i>Falcidens gutturosus</i>																									
Gasteropodi		*																							
<i>Acteon tornatilis</i>																									
<i>Alvania sp</i>																									
<i>Bela brachystoma</i>					*	*			0,001	*							0,001								
<i>Bittium latreillii</i>															0,003	0,003		0,001							
<i>Capulus ungaricus</i>						0,003																			
<i>Cylichna cylindracea</i>								*																	
<i>Epitonium commune</i>											0,002														
<i>Hyalia vitrea</i>	*	0,001	0,001	*	*	0,001	*	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001		*	*		0,001	0,001	0,001	0,001	
<i>Polinices nitida</i>					*																				
<i>Turritella communis</i>	0,471	0,017			0,026	0,020	0,086	0,076	0,003		0,012	0,239	0,045	0,012	0,029	0,010		0,010	0,034			0,006			
Nemertini																									
Nemertea nd	0,029	*	0,029	0,003	0,002	0,002	*	0,051	*	*	0,001	*	0,001	0,001	0,056	0,003	*	0,001	0,011	0,031	0,001	0,012	*	0,066	
Pantopodi																									
Picnogonidi				*			*		*			*		*		*						*	*	*	
<i>Pycnogonida nd</i>																									
Platelminti																									
<i>Platelminta nd</i>					*										*							*	*		
Policheti																									
<i>Ampharete acutifrons</i>	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	0,001	*	0,001	*	*	*	0,001	*	*	
<i>Ampharetidae nd</i>	*	0,001	0,001	*	*	*	0,001	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Amphicteis gunneri</i>					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Aphelochaeta filiformis</i>	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,001	0,001	0,002	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	
<i>Aphelochaeta marioni</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	
Aphroditidae nd																									
<i>Aponuphis brementi</i>	0,006	0,017		0,007	0,021	0,032	0,001							0,002	0,006	0,027	0,033					0,009	0,014		
<i>Capitella capitata</i>																									
<i>Capitellidae nd</i>	*				0,002	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	
Chaetopteridae nd			0,001				0,055								*	0,001	0,001	0,005	0,026				*		
<i>Chaetozone caputesocis</i>	0,001	0,006	0,002	0,005	0,002	0,002	*	*		0,001	0,003	0,003	*	0,006	0,004	0,005	*			0,001	*		0,001		
<i>Chirimia biceps</i>											0,002									*			0,001		
Cirratulidae nd	*	0,004			*	*	*	*	0,103	0,017	0,010	*	*	0,044	0,001	*	0,011	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Cossura soyeri</i>					*	*	*	*																	
<i>Ditrupe arietina</i>				*	*	*	*	*			0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Dorvillea rubrovittata</i>				0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Dorvillea rudolphii</i>				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0,002	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Drilonereis filum</i>					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Euclymene sp</i>																								*	

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli						
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000	
Policheti																									
<i>Filograna</i> sp						0,001	*								*			*							
<i>Glycera alba</i>	*	*	0,003	0,002	0,033	0,001	0,001	0,001			0,006				0,001	0,002			0,002	0,001			0,001		
<i>Glycera rouxii</i>	0,010		0,003	0,003		0,089	0,006	0,007	0,026	*	0,001	0,002	0,078		*	0,020	0,004	0,127	0,001	0,002	0,003	0,008	0,011	*	
<i>Glycera</i> sp	0,001	0,001	*	0,001	0,001	0,001	*	0,002	0,004	0,018	0,001	0,001	*		0,002	0,001	0,003	*	0,010	*	*	0,003	0,001	*	
<i>Glycera tessellata</i>	*	*	*	0,002	0,001	*	*	*		*					0,002	0,002	*	*	*	*	0,002				
<i>Glycera tridactyla</i>								0,018										0,018	0,009						
<i>Goniada maculata</i>					*		*	*			0,001		*										0,001		
<i>Harmothoe</i> sp	*	*		0,006	0,001	0,011	*	*			0,001		*			0,001	0,003							0,001	
<i>Hydroides elegans</i>			*												*										
<i>Hydroides norvegicus</i>				*		0,001									*	*									
<i>Hydroides stoichadon</i>					*	*																			
<i>Labioleanira yhleni</i>	0,016	0,166				0,015	*	*		0,031		0,008			0,004			0,024	0,040	0,001	0,022				
<i>Lumbrineris gracilis</i>	*					0,006	*	*	*	*	*	0,001	*		*	*	*	*	0,002	*		0,003	0,001		
<i>Magelona alleni</i>				*			*	*							*	*	*	*	*	*		*	0,001		
Maldanidae nd	0,041				*						*				*	*	*	*	*	*		*	0,001		
<i>Malmgreniella lunulata</i>																0,002									
<i>Marphysa bellii</i>	0,093	0,126	0,042	0,049	0,323	0,003	0,169	0,143	0,127	0,050	0,023	0,043	0,075	0,101	0,167	0,106	0,065	0,127	0,175	0,030	0,165	0,022	0,039	0,153	
<i>Megalomma vesiculosum</i>							0,374																		
<i>Melinna palmata</i>	*	0,001	*	*		*	0,001	0,002	*		0,001	*	0,001	0,003	*	*	*	*	*	*		*			
<i>Micronephtys sphaerocirrata</i>								*															*		
<i>Micronephtys stammeri</i>						*	*	*																	
<i>Minuspio cirrifera</i>	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Nematonereis unicornis</i>					*						*														
<i>Nephtys hombergi</i>										0,008					0,008										
<i>Nephtys hystricis</i>	0,012	0,048	0,001	0,002	0,017	0,031	0,011	0,002	0,015	0,002	0,008	0,008	0,005	0,015	0,003	0,005	0,001	0,010	0,001	0,006	0,005	0,023	0,001	0,004	
Nereididae nd	0,001				0,001		*	*	*	*			*	*	0,001	0,001	0,001						0,002		
<i>Ninoe</i> sp	*	0,007	0,009	0,002	0,001	*		0,001	0,001	0,002		0,001	0,001	0,006	0,001	0,002	0,001	0,001	0,008	0,001	0,009	*		0,002	
<i>Notomastus aberans</i>	0,016		0,020	0,004	0,016	0,009	0,024	0,006	0,020	0,006	0,008	0,006	0,012	0,003	0,009	0,008	0,005	0,004	0,006	0,011	0,014	0,014	0,014	0,025	
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	0,002	0,001	0,001	*	0,001	*	*	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,002	*	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*
<i>Owenia fusiformis</i>	*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Paradiopatra calliope</i>	0,007	0,002	0,004	0,006	0,007	0,003	0,004	0,009	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,004	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,005	0,001	
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	0,001	*	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,001	*	0,001	0,001	*	*	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	*	0,001	
Paraonidae nd	0,004	0,004	0,003	0,001	0,005	0,003	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004	0,003	0,004	0,002	0,002	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	
<i>Paraprionospio pinnata</i>							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Pectinaria koreni</i>				0,041	0,002	0,007	0,001								*	*					0,002				
<i>Phyllodoce</i> sp					0,001	0,008									*	0,002		*					0,020		
Phyllodoceidae nd			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Phylo norvegica</i>																		0,004							
Pilargidae nd	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Pilargis verrucosa</i>					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Pista brevibranchia</i>								*	*	*														*	
<i>Pista cristata</i>							*	*	*	*				0,001					0,002						
<i>Poecilochetus serpens</i>					*		*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Pomatoceros triqueter</i>				0,011	0,002										0,002	0,001									
<i>Prionospio</i> sp	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,001	*	*	*	
<i>Prionospio steenstrupi</i>		*			*												0,001	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Protula</i> sp					*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Sabellidae nd	*	*		0,025	0,001	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
<i>Scalibregma inflatum</i>	*		*	*	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	0,001	*	*	0,002	0,001	*	*	0,001	0,001	*	*	*	
<i>Scolaricia capensis</i>																		*	*	*		0,001			

Tab. 3-XXVII – Continuo.

Stazione	Transetto A										Transetto B								Controlli					
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza dalla piattaforma (m)	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	250	120	60	30	0	0	30	60	120	250	2000	2000	2000	2000
Policheti																								
<i>Scoletoma impatiens</i>	*						*		0,001	*		*		*	0,001	*	*				*	*		*
<i>Scoletoma sp</i>							*	*			0,008	*	*	*	*		0,001	0,002	*	0,004	*	0,005		0,001
<i>Scoloplos armiger</i>	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Serpula cancharum</i>							*																	
<i>Serpula sp</i>																								
<i>Serpula vermicularis</i>							*										*							
Serpulidae nd				*	0,001		0,001	*	*					*			*							
<i>Sigambra tentaculata</i>							*								*	*								
Sphaerodoridae nd									*			*	*	*				*						
Spionidae nd	*	*	*	0,002	0,001	0,002	0,001	*	*	0,001	*	*	*	*	0,001	0,001	*	0,001	*	*	*	*	*	*
<i>Spiophanes bombyx</i>					*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	0,001	*	*	*	*	*	*
<i>Sternaspis scutata</i>					0,004																			
<i>Sthenelais boa</i>																							0,003	
Syllidae juv						*													*					
<i>Syllis paraparari</i>							*								*	*		*					0,001	
<i>Syllis sp</i>				*	*	0,001									0,002	0,001			*	*				
Terebellidae nd	0,001			0,001	0,080	0,047	0,012		0,002	0,001	*		0,001	0,001	0,060	0,004		0,002	*	*	0,001	0,001	0,001	0,002
<i>Terebellides stroemi</i>			0,001		*	*		0,215		0,002			0,003	*	0,002				*	*	*	0,002	0,006	
Poriferi																								
Porifera nd						0,002					*					0,003				0,003				
Sipunculidi																								
<i>Aspidosiphon muelleri</i>		0,002			*		0,001								0,007		*		*				0,021	
<i>Onchnesoma steenstrupi</i>	0,001	0,001	0,001		*	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002		*	*	*	0,001	0,001	*	0,002	*	0,002	0,003
<i>Phascolion strombus</i>		0,001			*		0,002								0,003	0,003		*						
Sipuncula nd	0,003	0,006	0,002	0,001	0,017	0,012	0,011	0,021	0,013	0,001	0,006	0,003	0,003	*	0,004	0,010	0,022	0,006	0,015	0,004	0,001	0,002	*	0,004
Tunicati																								
Asciidiacei <i>Ascidia mentula</i>				0,042																				
Biomassa totale	0,901	0,855	0,634	0,821	19,670	27,958	1,096	1,859	3,700	0,405	0,182	0,429	0,306	5,325	3,574	3,233	0,863	0,862	0,615	2,236	5,464	2,039	0,328	2,263
Ricchezza specifica totale	51	46	45	78	81	106	76	83	56	57	58	55	60	67	86	105	61	67	53	60	60	64	65	45

3.6.2. AFFINITÀ BIOECENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Analogamente a quanto osservato sin dall'inizio del monitoraggio della piattaforma Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2018c), i popolamenti bentonici rinvenuti nell'inverno 2018 sono risultati prevalentemente composti da taxa tipici di fondo mobile e, in particolare, da organismi Limicoli (Lim; Tab. 3-XXVIIIa e 3-XXVIIIb), seguiti dagli indicatori di materia organica nel sedimento (MO) e/o dai Sabulicoli (Sab; Tab. 3-XXVIIIa).

In corrispondenza di Bonaccia NW e in A4 è stato registrato il maggior numero di taxa tipici di substrato roccioso (Sd) o a larga ripartizione ecologica (Lre) tra i quali sono inseriti alcuni come ad esempio *A. ephippim*, strettamente legati ai fondi duri.

Anche in termini di numero di individui i Lim sono apparsi i meglio rappresentati ovunque eccetto in prossimità di Bonaccia NW dove, tranne in BO NE, sono risultats più numerose le specie Sd.

Tab. 3-XXVIII – Numero di taxa (a) e di individui (b) rinvenuti nell'inverno 2018 determinati a livello di specie suddivisi in base alla loro affinità biocenotica. In giallo sono indicati i gruppi più numerosi. Per la legenda si rimanda alla Tab. 3-XXVI.

a)	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								1
Lim, VTC, VB	19	14	16	23	23	26	25	28	17	17	16	17	17	20	18	25	18	19	19	14	19	21	21	14
Sab, SFBC	3	2	1	2	5	6	6	6	6	5	5	4	5	3	8	8	5	5	5	5	4	4	5	3
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	1	2	3	6	5	12	6	7	5	5	5	6	3	5	8	8	5	5	2	4	5	5	3	3
Ml				1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1
Minut	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1
MO	6	5	7	6	6	8	7	8	5	8	6	5	7	6	7	6	6	6	5	8	7	8	9	4
AP, C, HP, Sd	1	1	2	10	9	12	5	6	1	3	1	1	1	2	9	13	2	2	2	2	2	1	1	1
Lre	1	3	1	5	6	8	3	4	1	2	2	1	2	3	8	9	4	4	2	1	3	2	1	1

b)	Transetto A								Transetto B								Controlli							
	A1	A2	A3	A4	BO NW	BO SE	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	BO NE	BO SW	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Sm																								0,17
Lim, VTC, VB	34,67	30,00	17,50	22,00	32,50	17,17	25,67	38,67	22,33	24,83	27,00	29,00	25,50	23,83	23,17	19,83	21,00	28,83	19,83	18,33	23,50	26,83	26,50	13,50
Sab, SFBC	0,17	0,17	0,00	0,00	0,17	0,00	0,67	0,83	0,50	0,67	0,83	1,33	0,67	0,83	0,67	1,33	0,50	2,00	0,50	0,83	0,50	0,83	0,33	0,83
Mxt, DC, DE, DL, SGCF, SVMC	0,17	0,33	1,00	1,17	2,50	5,50	2,50	3,67	2,83	2,00	2,67	1,83	1,00	3,33	3,33	6,33	3,83	3,33	0,83	3,00	3,17	2,50	2,33	1,67
Ml				0,17	1,67	0,50					0,67	0,50	0,17	0,17		0,33	0,17	0,33		0,17				0,17
Minut	0,33	0,67	0,67	0,33		0,17	0,50	1,50	0,33		0,33	0,17	0,50	0,50	0,17	0,33	0,33		0,17	0,33				0,17
MO	12,83	8,67	7,50	7,67	13,50	8,83	10,00	13,00	9,17	8,50	11,33	9,67	13,17	8,17	7,33	8,67	10,00	12,00	8,17	11,33	12,83	15,33	11,00	7,00
AP, C, HP, Sd	0,17	0,17	1,17	6,17	51,33	18,50	1,67	3,00	0,17	0,67	0,17	0,33	0,33	2,00	19,67	41,50	1,33	0,83	0,50	0,33	1,50	1,00	1,00	0,17
Lre	2,00	1,17	0,33	3,33	21,00	34,50	1,83	1,17	1,67	2,50	3,00	2,83	0,83	1,00	23,00	26,00	1,00	1,67	1,17	2,83	3,67	2,33	0,83	1,67

3.6.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica della dominanza sono stati considerati i 17 taxa che nell'inverno 2018 hanno complessivamente costituito circa il 71% delle comunità bentoniche, includendo i rimanenti nella categoria "altro" (fig. 3.35).

Analogamente a tutti i survey condotti sinora (Fabi *et al.*, 2018c), i policheti della famiglia Paraonidae hanno sempre costituito il taxon più importante ovunque ad eccezione di tre siti corrispondenti alla piattaforma, rappresentando tra il 22,70% (A4) e il 47,36 (A3) dei

popolamenti lungo i transetti e tra il 24,69% (K3) e il 32,34 (K4) ai controlli.

In BO SE, BO NE e BO SW, invece, sono apparsi più importanti *A. ehippium* e/o *N. cochlear*. Nella maggior parte delle stazioni, dopo i paraonidi è risultato rilevante il polichete *O. cilindricaudata*, mentre tutti gli altri taxa riportati in fig. 3.35 non hanno mai raggiunto il 10%.

La categoria “altro” ha costituito dal 14,48% (B3) al 39,67% (A4) dei popolamenti rinvenuti lungo i transetti e nei siti BO e dal 22,015 (K2) al 29,29% (K1) ai controlli.

Le curve di dominanza cumulativa (fig. 3.36) hanno separato le stazioni BO SE e BO SW da tutte le altre a causa del maggior numero di specie rilevato in questi siti.

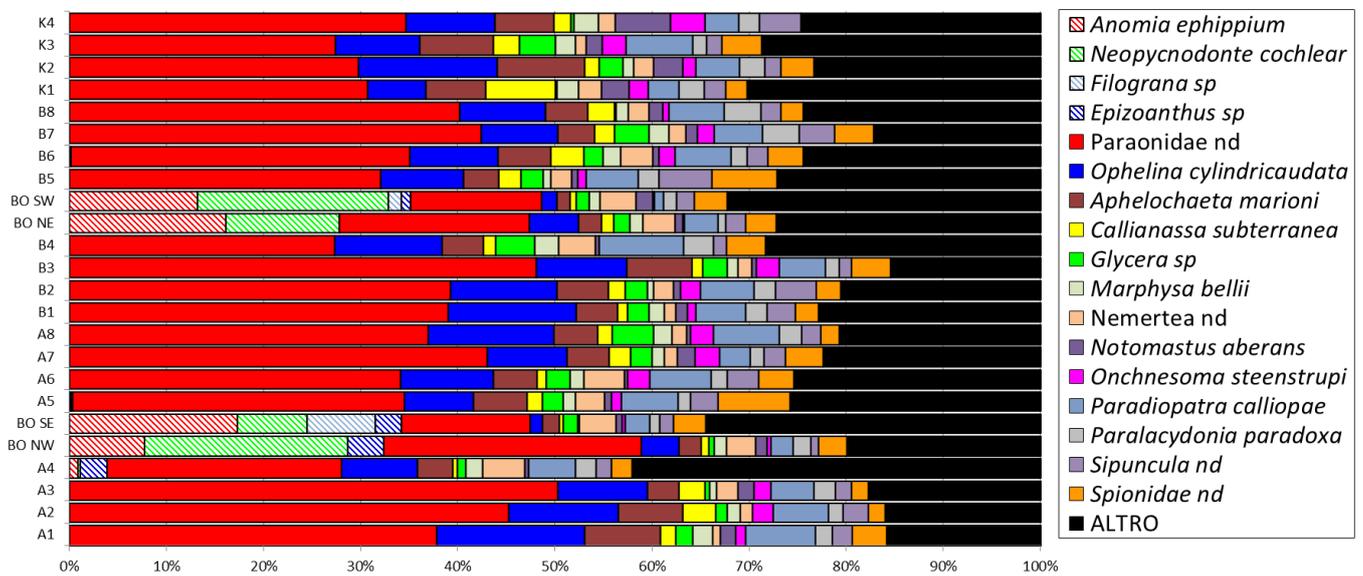


Fig. 3.35 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate nel 5° survey post lavori di installazione (inverno 2018).

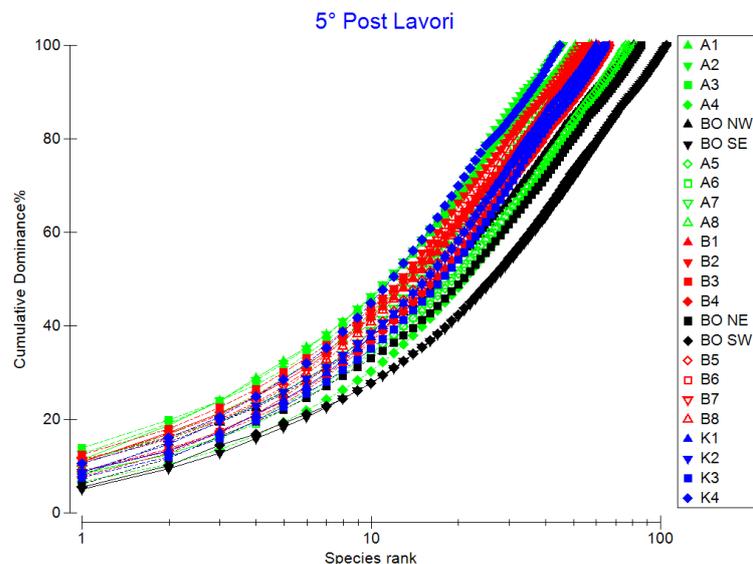


Fig. 3.36 - Curve di dominanza cumulativa ottenute per le stazioni campionate nell'inverno 2018.

3.6.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE (S)

Nell'inverno 2018 in tutta l'area monitorata sono stati rinvenuti 216 taxa appartenenti prevalentemente ai policheti (89), seguiti dai crostacei e dai molluschi (55 e 42 rispettivamente). E' stata osservata anche la presenza di 8 cnidari, 7 briozoi, 6 echinodermi, 4 sipunculidi, oltre a nemertini, pantopodi, plattelminti, poriferi e tunicati tutti rappresentati da un taxon. Il quantitativo di taxa raggiunto in quest'ultimo monitoraggio è il più elevato di tutti i campionamenti condotti nella fase di produzione della piattaforma (Fabi *et al.*, 2018c).

Anche per questo indice i valori maggiori sono stati registrati nei siti BO, in particolare in BO SE e BO SW dove sono stati raggiunti i massimi dell'intero periodo di monitoraggio con valori (106 e 105 rispettivamente) più che doppi rispetto all'estate 2017; valori elevati sono stati registrati anche nelle stazioni lungo il transetto A situate a 30-60 m di distanza dalla struttura (fig. 3.37). Altrove l'indice è risultato molto più basso e confrontabile con i controlli, dove è oscillato tra 45 (K4) e 65 (K3).

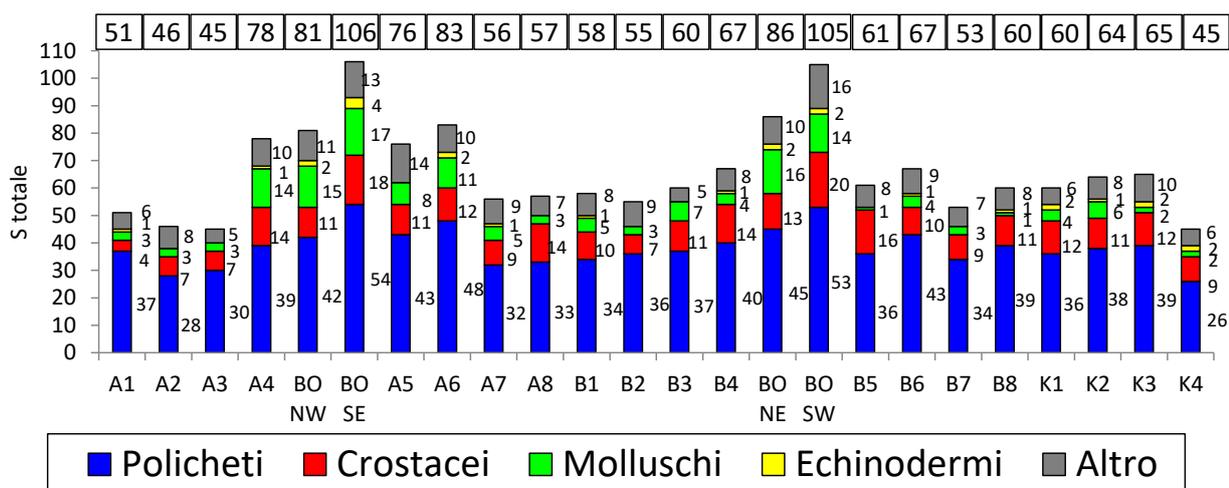


Fig. 3.37 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni campionate nell'inverno 2018. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri).

3.6.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA (S_M)

Analogamente ai survey precedenti (Fabi *et al.*, 2018c), anche nel 5° post lavori S_m ha presentato lo stesso trend osservato per la Densità e la Ricchezza specifica totale (fig. 3.38). I massimi sono stati ottenuti nelle due stazioni BO poste a Sud della piattaforma (BO SE: 49,67±1,80; BO SW: 46,17±3,90), corrispondenti anche ai valori in assoluto più elevati dell'intero periodo di osservazione. Questi, assieme a quelli rilevati negli altri due

siti BO e a quello relativo ad A6 ($39,33 \pm 1,20$) sono gli unici a non rientrare nel range dei controlli, compreso tra $21,17 \pm 1,74$ (K4) e $32,83 \pm 1,17$ (K3).

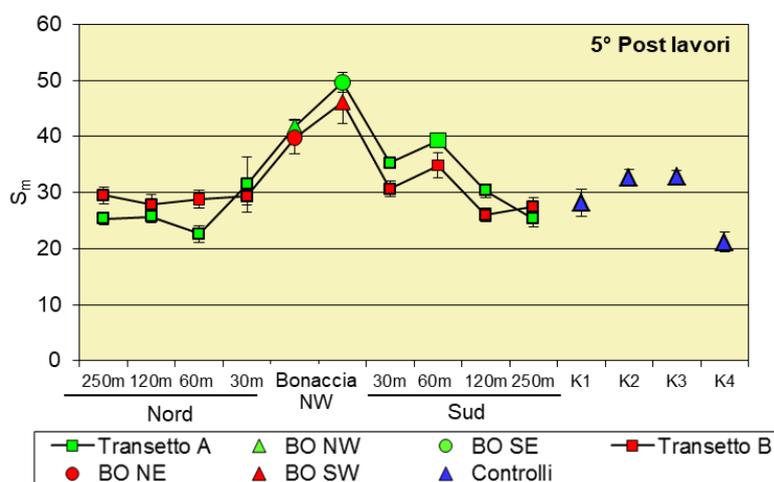


Fig. 3.38 - Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2018.

3.6.6. DIVERSITÀ SPECIFICA (H')

Nell'inverno 2018 la Diversità specifica (fig. 3.39) ha presentato un range molto simile a quelli dei monitoraggi precedenti (Fabi *et al.*, 2018c). I valori di questo indice rilevati lungo i transetti e nei siti BO, compresi tra $2,24 \pm 0,07$ (A3) e $3,19 \pm 0,10$ (BO SE), sono tutti risultati confrontabili con i controlli dove H' è variato tra $2,55 \pm 0,14$ e $2,98 \pm 0,03$ (K4 e K3 rispettivamente).

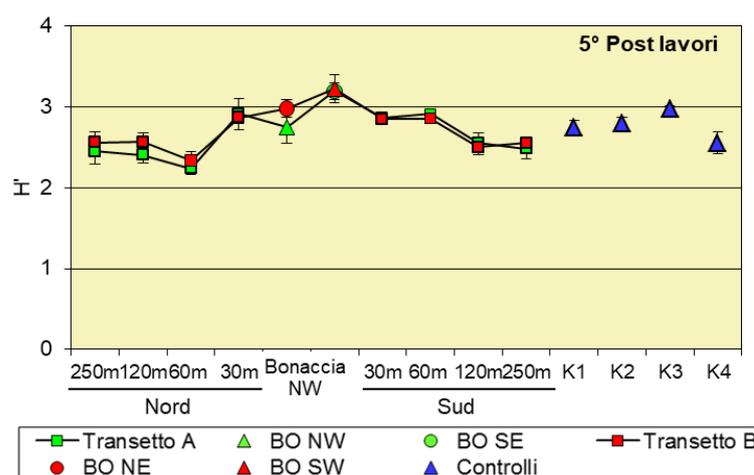


Fig. 3.39 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nell'inverno 2018.

3.6.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING (MDS)

L'MDS applicato ai dati di densità delle singole specie monitorate nell'inverno 2018 ha separato le quattro stazioni corrispondenti alla piattaforma e quella posizionata a 30 m a NW da essa da tutte le altre per la presenza esclusiva in questi siti di organismi tipici di substrato duro (figg. 3.40a – 3.40d), situazione questa osservata sin al 2° anno dall'entrata in produzione di Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2018c).

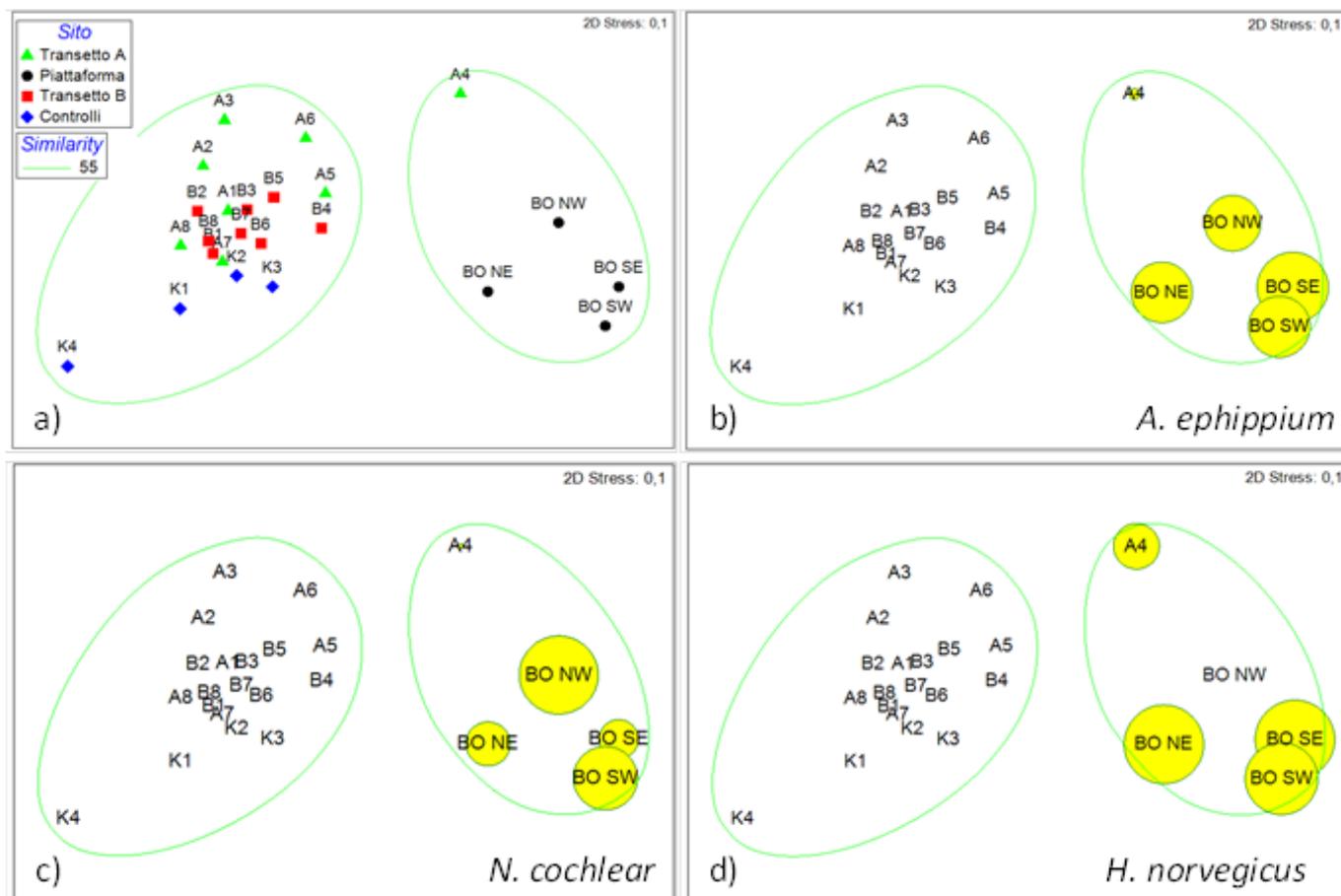


Fig. 3.40 – Rappresentazione bidimensionale dei siti campionati nel 5° survey post lavori di installazione (inverno 2018) tramite il metodo del MultiDimensional Scaling. I cerchi gialli indicano i quantitativi in termini di densità delle singole specie.

3.6.8. VALUTAZIONE DELLO STATO AMBIENTALE

3.6.8.1 Indice W di Clarke

Nell'inverno 2018 l'indice W di Clarke ha classificato tre siti del transetto A e quattro del transetto B come moderatamente disturbati, analogamente al controllo K3 (Tab. 3-XXIX), e tutte le altre come leggermente disturbate, inclusi i quattro siti BO. Rispetto all'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c) si è avuto un lieve peggioramento che ha coinvolto anche i

riferimenti.

Tab. 3-XXIX – Valori dell'indice W di Clarke ottenuti per i siti monitorati nell'inverno 2018.

	Stazione	W	Classificazione ambientale
5° Post lavori	A1	0,298	Moderatamente disturbato
	A2	0,305	Leggermente disturbato
	A3	0,343	Leggermente disturbato
	A4	0,278	Moderatamente disturbato
	BO NW	0,384	Leggermente disturbato
	BO SE	0,452	Leggermente disturbato
	A5	0,348	Leggermente disturbato
	A6	0,359	Leggermente disturbato
	A7	0,409	Leggermente disturbato
	A8	0,256	Moderatamente disturbato
	B1	0,170	Moderatamente disturbato
	B2	0,273	Moderatamente disturbato
	B3	0,234	Moderatamente disturbato
	B4	0,431	Leggermente disturbato
	BO NE	0,340	Leggermente disturbato
	BO SW	0,325	Leggermente disturbato
	B5	0,321	Leggermente disturbato
	B6	0,306	Leggermente disturbato
	B7	0,285	Moderatamente disturbato
	B8	0,389	Leggermente disturbato
	K1	0,446	Leggermente disturbato
	K2	0,326	Leggermente disturbato
	K3	0,263	Moderatamente disturbato
	K4	0,428	Leggermente disturbato

3.6.8.2 Indice AMBI

Analogamente a quanto riscontrato sin dall'inizio del monitoraggio di Bonaccia NW (Fabi *et al.*, 2018c), l'indice AMBI ha evidenziato ovunque anche nell'inverno 2018 un ambiente omogeneo e caratterizzato da un lieve disturbo, ad eccezione dei siti BO SE e BO SW risultati indisturbati come in diversi monitoraggi precedenti (Tab. 3-XXX). Nelle stazioni corrispondenti alla piattaforma e in A4 hanno prevalso le specie sensibili (I gruppo ecologico), mentre in tutte le altre inclusi i controlli sono state registrate le percentuali maggiori per i taxa tolleranti appartenenti al III gruppo.

3.6.8.3 Indice BENTIX

Il BENTIX ha fornito risultati simili a quelli dell'indice di Clarke (Tab. 3-XXXI), addirittura coincidenti per alcuni siti.

Tab. 3-XXX – Suddivisione percentuale nei 5 gruppi ecologici (I = specie molto sensibili; II = specie indifferenti all’arricchimento organico; III = specie tolleranti; IV = specie opportuniste di II ordine; V = specie opportuniste di I ordine) delle specie rinvenute nei siti monitorati nell’inverno 2018 e classificazione del disturbo ambientale secondo l’indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione.

	Stazione	I(%)	II(%)	III(%)	IV(%)	V(%)	Mean AMBI	Classificazione ambientale
5° Post lavori	A1	33,20	10,00	52,80	3,70	0,30	1,92	Leggermente disturbato
	A2	30,40	8,60	54,70	6,20	0	2,05	Leggermente disturbato
	A3	23,00	11,50	59,50	6,00	0	2,23	Leggermente disturbato
	A4	37,90	18,20	36,20	7,70	0	1,71	Leggermente disturbato
	BO NW	46,80	11,40	37,50	3,80	0,50	1,50	Leggermente disturbato
	BO SE	55,10	14,70	26,10	3,90	0,20	1,19	Non disturbato
	A5	30,50	14,20	50,60	4,80	0,00	1,95	Leggermente disturbato
	A6	32,40	15,50	46,70	4,80	0,50	1,88	Leggermente disturbato
	A7	26,30	12,50	57,10	3,30	0,90	2,10	Leggermente disturbato
	A8	31,50	15,10	48,30	4,30	0,80	1,92	Leggermente disturbato
	B1	30,00	12,70	51,20	4,80	1,30	2,02	Leggermente disturbato
	B2	29,10	13,50	52,60	4,70	0,20	2,00	Leggermente disturbato
	B3	26,50	11,10	59,20	3,30	0	2,09	Leggermente disturbato
	B4	33,00	20,70	40,20	6	0,20	1,79	Leggermente disturbato
	BO NE	50,70	13,40	32,00	3,70	0,10	1,34	Leggermente disturbato
	BO SW	54,80	15,90	25,90	3,30	0,10	1,17	Non disturbato
	B5	33,80	13,50	45,20	7,50	0	1,90	Leggermente disturbato
	B6	30,50	13,90	50,80	4,80	0	1,95	Leggermente disturbato
	B7	25,50	16,60	54,10	2,90	0,80	2,05	Leggermente disturbato
	B8	26,20	12,70	56,10	4,40	0,60	2,11	Leggermente disturbato
	K1	22,40	14,80	55,30	6,40	1,20	2,24	Leggermente disturbato
	K2	31,20	15,70	49,40	3,50	0,20	1,89	Leggermente disturbato
	K3	31,50	18,50	44,20	4,80	1,00	1,88	Leggermente disturbato
	K4	31,00	12,90	53,10	0,70	2,30	1,96	Leggermente disturbato

Tab. 3-XLVII – Valori dell’indice BENTIX ottenuti per i siti monitorati nell’inverno 2018.

	Stazione	BENTIX	Classificazione ambientale
5° Post lavori	A1	3,62	Leggermente disturbato
	A2	3,45	Moderatamente disturbato
	A3	3,22	Moderatamente disturbato
	A4	3,83	Leggermente disturbato
	BO NW	4,11	Leggermente disturbato
	BO SE	4,44	Leggermente disturbato
	A5	3,61	Leggermente disturbato
	A6	3,59	Leggermente disturbato
	A7	3,36	Moderatamente disturbato
	A8	3,64	Leggermente disturbato
	B1	3,50	Moderatamente disturbato
	B2	3,48	Moderatamente disturbato
	B3	3,29	Moderatamente disturbato
	B4	3,79	Leggermente disturbato
	BO NE	4,26	Leggermente disturbato
	BO SW	4,41	Leggermente disturbato
	B5	3,63	Leggermente disturbato
	B6	3,58	Leggermente disturbato
	B7	3,41	Moderatamente disturbato
	B8	3,35	Moderatamente disturbato
	K1	3,48	Moderatamente disturbato
	K2	3,60	Leggermente disturbato
	K3	3,68	Leggermente disturbato
	K4	3,61	Leggermente disturbato

3.6.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XXXII è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni campionate nell'inverno 2018 e derivato dalla combinazione dei tre indici. Nell'ultimo survey lo stato è risultato compreso tra buono e moderato nell'area circostante la piattaforma e tra buono e buono/moderato ai controlli, indicando rispetto all'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c) un lieve peggioramento in 9 stazioni lungo i transetti e in un controllo e un lieve miglioramento in tre. E' da rilevare, per quanto concerne i siti BO, che le condizioni ottimali registrate prima dell'installazione della piattaforma sono state quasi sempre rilevate anche nei monitoraggi successivi, incluso l'ultimo.

Tab. 3-XXXII - Classificazione dello stato ecologico derivata dalla combinazione dei tre differenti indici.

	W	AMBI	BENTIX	
Stazione	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Classificazione ambientale	Stato ecologico
A1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
A2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
A3	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
A4	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
BO NW	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
BO SE	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
A5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
A6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
A7	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
A8	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
B1	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
B2	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
B3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
B4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
BO NE	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
BO SW	Leggermente disturbato	Non disturbato	Leggermente disturbato	buono
B5	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
B6	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
B7	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	moderato
B8	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
K1	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Moderatamente disturbato	buono/moderato
K2	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono
K3	Moderatamente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono/moderato
K4	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	Leggermente disturbato	buono

3.6.9. MYTILUS GALLOPROVINCIALIS

Il campione prelevato nell'inverno 2018 dalle parti sommerse della piattaforma Bonaccia NW era costituito da 223 esemplari, corrispondenti a 14 ind/dm², e aveva un peso fresco di 2,8 kg. Il range di taglia è risultato compreso tra 4 e 74 mm LC. Sono apparse ancora ben

distinte le due coorti individuate nell'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c), la prima rappresentata da individui di taglia 4 - 34 mm LC e classi modali a 8 e 10 mm LC, l'altra costituita da mitili aventi lunghezza della conchiglia tra 40 e 74 mm LC con classe modale a 64 mm LC. 88 esemplari, corrispondenti al 39% del campione, aveva raggiunto o superato la taglia commerciale di 50 mm LC.

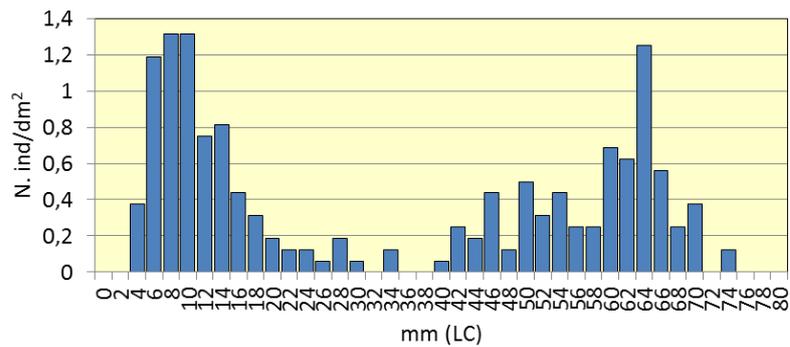


Fig. 3.41 - Distribuzione di frequenza delle lunghezze degli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati dalle parti sommerse di Bonaccia NW nell'inverno 2018.

3.7. INDAGINI SUL POPOLAMENTO ITTICO

3.7.1. CAMPIONAMENTI DI PESCA

3.7.1.1 Ricchezza specifica (S) e Diversità specifica (H')

Nel corso del 1° semestre 2018 sono state censite 33 specie (28 pesci, 2 molluschi e 3 crostacei). Di queste, 26 sono state catturate attorno a Bonaccia NW (22 pesci, 2 molluschi e 2 crostacei; Tab. 3-XXXIII). Presso i due controlli, invece, sono state censite complessivamente 17 specie (8 pesci in C1; 13 pesci e 2 crostacei presso C2; Tab. 3-XXXIV e 3-XXXV).

Tab. 3-XXXIII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso la **piattaforma Bonaccia NW** condotti nel 1° semestre 2018.

Bonaccia NW			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		TOTALE	
			N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind.	P(Kg)
Crostacei																
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA			1,68	0,11									1,68	0,11
<i>Parapenaeus longirostris</i>	B	NA	3,36	0,05	3,36	0,02	1,68	0,02							8,39	0,10
Crostacei totale			3,36	0,05	5,03	0,13	1,68	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,07	0,20
Molluschi																
<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA	1,68	1,23			3,36	2,18	3,36	1,91	5,03	2,03	1,68	0,51	15,10	7,86
<i>Illex coindetii</i>	P	NA	5,03	0,39			1,68	0,14							6,71	0,53
Molluschi totale			6,71	1,61	0	0	5,03	2,32	3,36	1,91	5,03	2,03	1,68	0,51	21,82	8,39
Pesci																
<i>Conger conger</i>	B	AT					1,68	0,08					1,68	2,36	3,36	2,44
<i>Mullus surmuletus</i>	B	AT	3,36	0,32											3,36	0,32
<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT					1,68	0,07							1,68	0,07
<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT	1,68	2,15							1,68	0,35			3,36	2,49
<i>Phycis phycis</i>	B	PA			1,68	0,33									1,68	0,33
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA	1,68	0,34					3,36	0,93					5,03	1,26
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA									1,68	0,05			1,68	0,05
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA					3,36	0,66			3,36	4,23			6,71	4,89
<i>Solea solea</i>	B	NA					1,68	0,27							1,68	0,27
<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA	1,68	0,81	1,68	1,49	8,39	9,03					1,68	1,77	13,43	13,09
<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA	1,68	0,20			1,68	0,50							3,36	0,70
<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA	3,36	0,16	1,68	0,07			3,36	0,06			1,68	0,04	10,07	0,32
<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA											3,36	0,03	3,36	0,03
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	5,03	1,69	1,68	0,48	8,39	3,40	1,68	0,95	5,03	1,70	1,68	0,50	23,50	8,72
<i>Boops boops</i>	P	PA	10,07	0,64	31,89	2,51	104,06	6,54	1,68	0,11	10,07	1,00			157,76	10,80
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	3,36	0,76	1,68	0,30			1,68	0,64	318,88	86,87			325,59	88,56
<i>Spicara maena</i>	P	PA							1,68	0,04					1,68	0,04
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	25,17	1,87									1,68	0,06	26,85	1,93
<i>Trachurus picturatus</i>	P	PA	15,10	2,05	10,07	0,84	20,14	2,67	8,39	1,10	1,68	0,23			55,38	6,89
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA	387,69	31,41	87,27	6,98	3,36	0,32			78,88	5,29			557,20	44,01
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA	1,68	2,01											1,68	2,01
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	171,19	3,37							18,46	0,20			189,65	3,57
Pesci totale			632,73	47,76	137,62	13,00	154,41	23,54	21,82	3,83	439,72	99,91	11,75	4,76	1398,04	192,80
Totale complessivo			642,80	49,42	142,66	13,13	161,12	25,89	25,17	5,74	444,76	101,94	13,43	5,27	1429,93	201,39

Tab. 3-LXXXIV - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **Controllo C1** condotti nel 1° semestre 2018.

C1			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		TOTALE	
			N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind	P (Kg)	N. ind.	P(Kg)
Pesci																
<i>Scorpaena notata</i>	B	AT									1,64	0,08			1,64	0,08
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA							1,69	0,30			3,38	0,99	5,07	1,30
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA	1,69	0,39	1,69	0,13									3,38	0,52
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA			1,69	0,08							1,69	0,12	3,38	0,19
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	1,69	0,42	5,07	1,61									6,76	2,02
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	1,69	0,62	1,69	0,51	1,69	0,64					5,07	0,89	10,14	2,66
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA									1,64	0,12			1,64	0,12
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA	1,69	0,05											1,69	0,05
Pesci totale			6,76	1,48	10,14	2,32	1,69	0,64	1,69	0,30	3,29	0,21	10,14	2,00	33,71	6,95
Totale complessivo			6,76	1,48	10,14	2,32	1,69	0,64	1,69	0,30	3,29	0,21	10,14	2,00	33,71	6,95

Tab. 3-XXXV - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle specie catturate durante i campionamenti di pesca presso il **Controllo C2** condotti nel 1° semestre 2018.

C 2			Gennaio		Febbraio		Marzo		Aprile		Maggio		Giugno		TOTALE	
			N. ind	P (Kg)	N. ind.	P(Kg)										
Crostacei																
<i>Nephrops norvegicus</i>	B	NA	1,68	0,22											1,68	0,22
<i>Squilla mantis</i>	B	NA	1,68	0,10											1,68	0,10
Crostacei totale			3,357	0,326	0,000	3,357	0,326									
Pesci																
<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA											1,68	0,24	1,68	0,24
<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA			5,03	0,07									5,03	0,07
<i>Lophius budegassa</i>	B	NA			5,03	0,40					1,69	0,26			6,73	0,66
<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	1,68	0,11											1,68	0,11
<i>Phycis blennoides</i>	B	NA							1,68	0,22					1,68	0,22
<i>Raja asterias</i>	B	NA											1,68	0,87	1,68	0,87
<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	1,68	0,59											1,68	0,59
<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA	3,36	0,44											3,36	0,44
<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	1,68	0,49	5,03	1,75	1,68	1,14					3,36	0,82	11,75	4,20
<i>Boops boops</i>	P	PA			5,03	0,33									5,03	0,33
<i>Spicara maena</i>	P	PA											1,68	0,05	1,68	0,05
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA											1,68	0,98	1,68	0,98
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA			15,10	0,28	1,68	0,03							16,78	0,30
Pesci totale			8,39	1,63	35,24	2,82	3,36	1,16	1,68	0,22	1,69	0,26	10,07	2,96	60,43	9,06
Totale complessivo			11,75	1,96	35,24	2,82	3,36	1,16	1,68	0,22	1,69	0,26	10,07	2,96	63,79	9,38

Alcuni taxa sono stati rilevati esclusivamente nei dintorni della piattaforma. In particolare, si tratta dei molluschi *Eledone cirrhosa* e *Illex coindetii*, del crostaceo *Parapenaeus longirostris* e di 16 specie ittiche (*Conger conger*, *Merlangius merlangius*, *Mullus surmuletus*, *Phycis phycis*, *Scomber japonicus*, *Scorpaena porcus*, *Scorpaena scrofa*, *Solea solea*, *Torpedo marmorata*, *Trachurus mediterraneus*, *Trachurus picturatus*, *Trisopterus minutus capelanus* e *Uranoscopus scaber*). Anche presso i siti di controllo sono state catturate in maniera esclusiva alcune specie. Complessivamente, si tratta del crostaceo *Squilla mantis*, dei pesci *Mullus barbatus*, *Scorpaena notata*, *Pagellus erythrinus*, *Phycis blennoides* e dei selaci *Scyliorhinus canicula* e *Raja asterias*. *S. notata* è stato catturato solo in C1, mentre *S. mantis*, *P. erythrinus*, *P. blennoides* e l'elasmobranchio *Raja asterias* sono state censite esclusivamente in C2.

La Ricchezza specifica media relativa al semestre è risultata significativamente maggiore in piattaforma rispetto ad entrambi i controlli (Tabb. 3-XXXVI e 3-XXXVII).

Analizzando i dati mensili, la Ricchezza specifica riscontrata presso il sito di estrazione ha avuto un andamento discontinuo ma nel complesso decrescente (abbastanza simile a quello osservato nel medesimo semestre del 2017; Fabi *et al.*, 2018c), con il massimo a gennaio (17) e il minimo a giugno (7; fig. 3.42). I controlli, i cui valori sono sempre stati inferiori a quelli della piattaforma, hanno avuto un trend confrontabile fra loro, decrescente fino a marzo-aprile e crescente da aprile-maggio.

Tab. 3-XXXVI – Valori medi (\pm e.s.) ottenuti per i vari indici nel periodo gennaio – giugno 2018 presso la piattaforma Bonaccia NW e le due aree di controllo. N = n. ind/500m/12h; P = kg/500m/12h.

	Bonaccia NW	C1	C2
S_m	10,83 \pm 1,49	2,50 \pm 0,56	3,33 \pm 0,92
H'	0,62 \pm 0,07	0,31 \pm 0,11	0,40 \pm 0,14
N	251,93 \pm 102,85	3,96 \pm 1,62	12,81 \pm 5,23
P	33,56 \pm 15,25	1,16 \pm 0,37	1,56 \pm 0,50

Tab. 3-XXXVII – Risultati statistici relativi ai valori di Ricchezza specifica (S_{tot}), diversità specifica (H'), abbondanza (N) e biomassa (P).

t-test			Wilcoxon-Mann-Whitney test		
H'	Bonaccia NW	C2	S_m	Bonaccia NW	C2
C1	0,049 *	0,71	C1	0,007 ***	0,512
C2	0,177		C2	0,007 ***	
N	Bonaccia NW	C2	P	Bonaccia NW	C2
C1	0,002 ***	0,59	C1	0,003 ***	0,699
C2	0,005 ***		C2	0,003 ***	

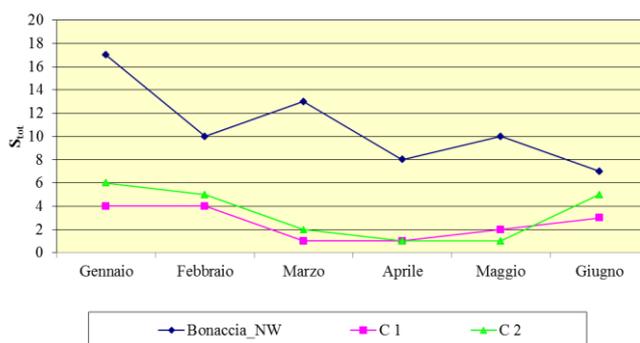


Fig. 3.42 - Ricchezza specifica (S_{tot}) ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo da gennaio a giugno 2018.

Il valore di Diversità specifica media di Shannon-Weaver relativo all'intero semestre è risultato significativamente maggiore presso la piattaforma solo rispetto al controllo C1 (3-XXXVI e 3-XXXVII).

L'andamento relativo alla struttura è apparso crescente sino ad aprile, con un decremento a maggio determinato da una netta dominanza nella cattura di *S. japonicus*, e una ripresa a giugno (fig. 3.43). I due controlli hanno presentato un H' superiore o identico a quello di Bonaccia NW nei primi due mesi. Entrambi i siti sono stati caratterizzati da due valori nulli, a marzo e aprile per quanto riguarda C1 e ad aprile e maggio per quanto concerne C2, tutti determinati dalla cattura di una sola specie.

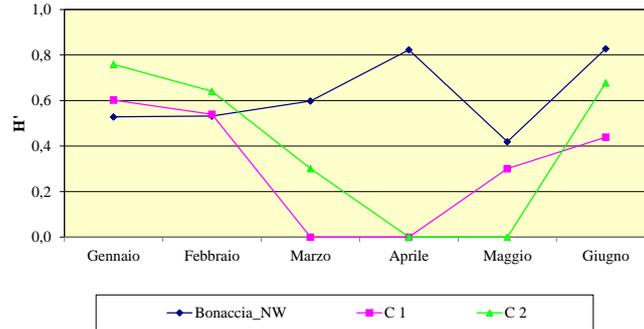


Fig. 3.43 - Diversità specifica ottenuta per la piattaforma Bonaccia NW e per i due siti di controllo da gennaio a giugno 2018.

3.7.1.2 Rendimenti di pesca e composizione delle catture

Presso la piattaforma Bonaccia NW i rendimenti di pesca medi, calcolati sull'intero semestre, sono risultati nettamente superiori sia in termini numerici che in peso rispetto ai siti di controllo come confermato dall'analisi statistica (Tabb. 3-XXXVI e 3-XXXVII), analogamente agli anni di indagine precedenti (Fabi *et al.*, 2018c).

Per quanto concerne i rendimenti in numero (fig. 3.44), nelle vicinanze di Bonaccia NW il massimo è stato registrato a gennaio (642,8 ind/500m/12h) per i grossi quantitativi di *Trachurus trachurus* ed *Engraulis encrasicolus*.

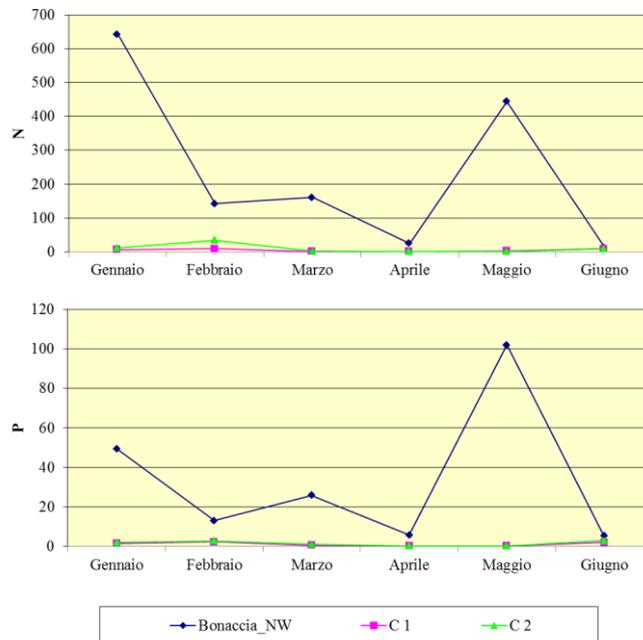


Fig. 3.44 - Rendimenti di pesca in termini numerici (N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso Bonaccia NW e nelle zone di controllo nel 1° semestre 2018.

Dopo un decremento sino ad aprile è avvenuto un aumento a maggio (444,76 ind/500m/12h) conseguente soprattutto alla cattura di *S. japonicus*. Il minimo si è registrato

nel mese di giugno (13,43 ind/500m/12h). Per quanto riguarda i siti di controllo, i valori sono sempre rimasti contenuti essendo inferiori a 10 ind/500m/12h, ad eccezione dei mesi di febbraio e giugno in C1 (10,14 ind/500m/12h) e di febbraio in C2 (35,24 ind/500m/12h). Il trend relativo ai rendimenti in peso in piattaforma è stato molto simile a quello in numero, ma in questo caso il massimo è stato registrato a maggio (101,94 kg/500/12h) soprattutto grazie a *S. japonicus*. Ai controlli i valori sono stati molto bassi anche in peso, essendo i massimi pari a 2,32 kg/500/12h in C1 (febbraio) e a 2,96 kg/500/12h in C2 (giugno).

I pesci hanno costituito la frazione dominante delle catture sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.45).

Pesci bentonici - In totale sono state censite 16 specie ittiche appartenenti a questo gruppo. Nel sito di estrazione ne sono state rilevate 11, in C1 5 e in C2 7 (Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXV). In termini numerici e ponderali la componente bentonica è risultata la seconda per importanza, sia nei pressi della piattaforma (N: 3,17%; P: 12,87%), sia in C2 (N: 31,59%; P: 29,41%). Presso il sito di estrazione è stata riconfermata la presenza di specie attratte dai substrati duri quali *C. conger*, *S. notata* e *S. porcus* (Fabi *et al.*, 2018c). Nel controllo C1, invece, le specie bentoniche sono risultate le più importanti sia in termini numerici che ponderali (60,03% e 59,22% rispettivamente).

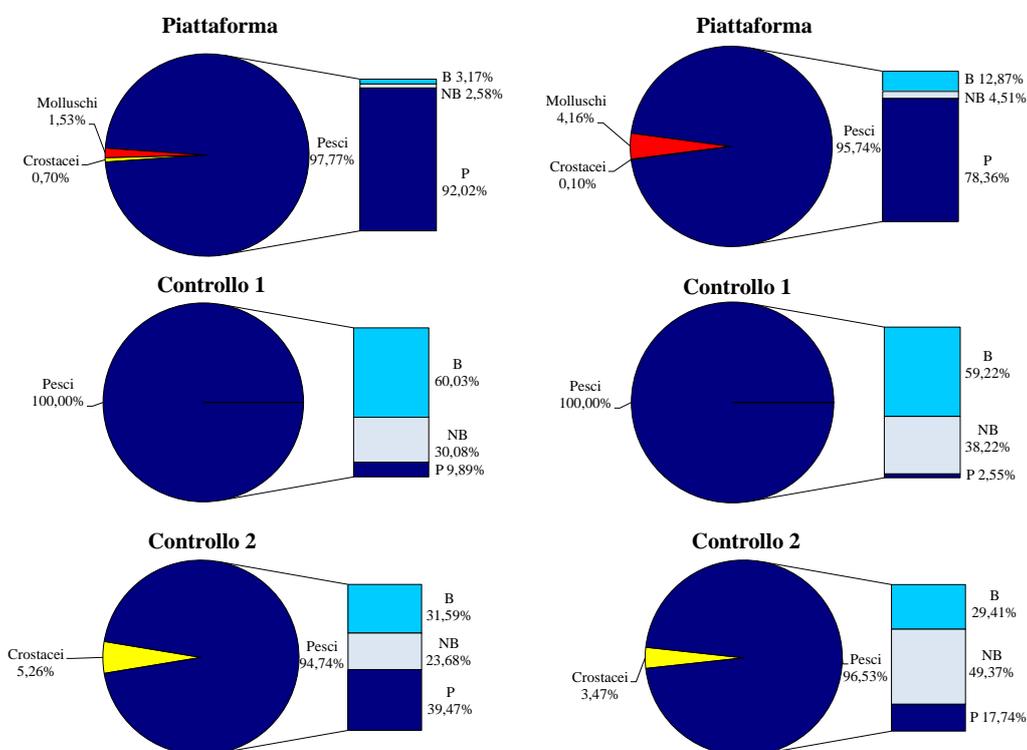


Fig. 3.45 - Composizione percentuale delle catture in numero (sinistra) e in peso (destra) effettuate nel 1° semestre 2018 presso Bonaccia NW e nei due siti di controllo. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

Pesci necto-bentonici - Complessivamente sono state censite 4 specie ittiche necto-bentoniche di cui 3 presso il sito di estrazione, 1 in C1 e 2 in C2 (Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXV). Sia numericamente che ponderalmente la componente necto-bentonica è risultata la terza per importanza nei pressi della piattaforma (N: 2,58%; P: 4,51%). Nei controlli questa categoria ha rappresentato percentuali delle catture decisamente superiori: in C1 i necto-bentonici si sono infatti collocati al secondo posto sia in numero che in peso con il 30,08% e il 38,22% rispettivamente, nonostante la cattura di una sola specie (*Merluccius merluccius*). In C2, invece, pur risultando al terzo posto numericamente, hanno però rappresentato il 23,68%. In questo sito hanno assunto una maggiore importanza in peso (49,37%) per la cattura di esemplari di *M. merluccius* di medie dimensioni.

Pesci pelagici - In totale sono state censite 8 specie appartenenti a questa categoria, tutte presenti in piattaforma, 2 presso C1 e 4 in C2 (Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXV). I pesci pelagici sono risultati nettamente il primo gruppo sia in termini numerici che ponderali nei dintorni di Bonaccia NW (N: 92,02%; P: 78,36%) per le catture abbondanti, quasi ogni mese, di specie a comportamento gregario come *S. japonicus*, *E. encrasicolus*, *Boops boops* e *T. trachurus*. Invece, i pesci pelagici hanno rappresentato la componente meno importante delle catture in C1 sia in numero che in peso (9,89% e 2,55% rispettivamente); anche in C2 hanno raggiunto la percentuale minore in peso (17,74%), mentre in numero sono stati i più importanti con il 39,47% per le catture di *E. encrasicolus* che è una specie di piccole dimensioni.

Crostacei - I crostacei sono stati osservati sia nei pressi di Bonaccia NW che nel controllo C1 (due specie ciascuno di cui *Nephrops norvegicus* in entrambe le aree), mentre non sono comparsi nelle catture effettuate in C2 (Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXV). In piattaforma hanno rappresentato una minima componente delle catture (N: 0,70%, P: 0,10%) decisamente inferiore rispetto al controllo (N: 5,26%, P: 3,74%).

Molluschi - Questo gruppo è stato censito esclusivamente presso il sito di estrazione (Tabb. 3-XXXIII - 3-XXXV). Sebbene i molluschi in termini numerici siano risultati poco rilevanti (1,53%), in termini ponderali hanno rappresentato una percentuale degna di nota (4,16%) grazie alla presenza, osservata quasi tutti i mesi, del mollusco cefalopode parzialmente attratto dai substrati duri *E. cirrhosa*.

3.7.1.3 Affinità delle specie catturate con i substrati duri

L'analisi della composizione delle catture secondo il grado di affinità delle specie con i substrati duri (fig. 3.46) ha evidenziato presso Bonaccia NW una netta prevalenza

numerica e ponderale di specie ittiche pelagiche PA, rappresentate soprattutto da *S. japonicus* e *T. trachurus* e *B. boops*. Numericamente sono seguiti i pesci pelagici NA per le catture soprattutto a gennaio di *E. encrasicolus*, in peso i pesci bentonici NA per i quali ha inciso soprattutto *Torpedo marmorata*. Queste ultime due categorie sono comunque risultate comparabili con tutte le restanti.

In C1, sono apparsi preponderanti i pesci bentonici e necto-bentonici NA, questi ultimi rappresentati, come già detto, esclusivamente da *M. merluccius*. Queste due categorie, assieme a quella dei pelagici NA, hanno fatto registrare i rendimenti migliori sia in numero che in peso anche in C2, risultando comunque comparabili ai necto-bentonici e ai pelagici PA in termini numerici.

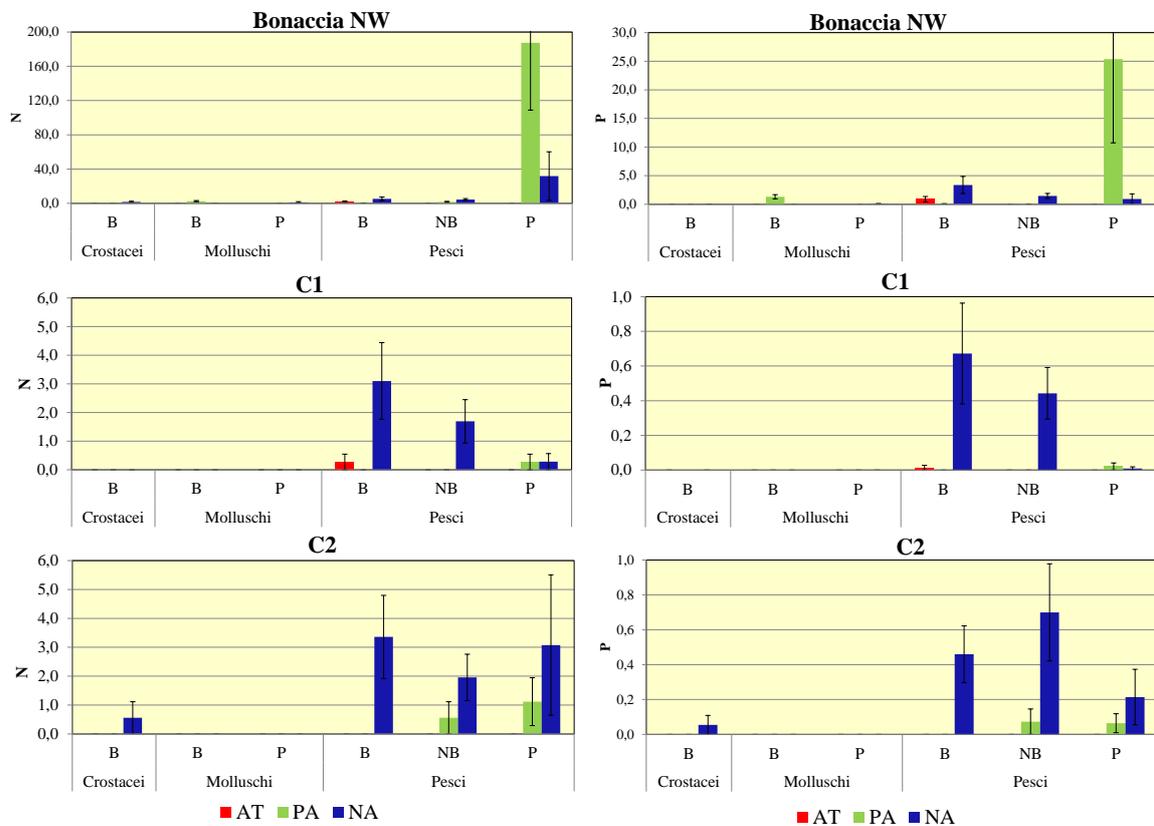


Fig. 3.46 - Numero (n. ind./500m/12h) e peso (kg/500m/12h) medi (\pm e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) ottenuti nelle catture effettuate nel 1° semestre 2018 nei tre siti. B = bentonico; NB = necto-bentonico; P = pelagico.

3.7.2. INVESTIGAZIONI ACUSTICHE

Nel **gennaio** 2018 sono stati rilevati 28 banchi di pesce distribuiti per lo più nella zona a Sud di Bonaccia NW, di cui 4 distanti meno di 300 m dalla piattaforma (fig. 3.47). Il banco più vicino è stato sondato a 233,9 m dalla piattaforma (n.10), il più lontano a 1092,7 m (banco n.17, Tab. 3-XXXVIII). L'aggregazione n. 25 è stata la più rilevante in termini di

superficie (1142,8 m²) e volume (589,177 m³), mentre la lunghezza EW maggiore è stata registrata per il banco n.23 (25,519 m) e quella NS per il n.4 (20,379 m; Tab. 3-XXXIX). Le profondità registrate per i centri geometrici delle aggregazioni sono variate da un minimo di 61,887 m (banco n.3) a un massimo di 82,434 m (banco n.19). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-XL. Le caratteristiche metriche dei banchi vicini e quelli lontani dall'impianto di estrazione sono risultate confrontabili (fig. 3.48).

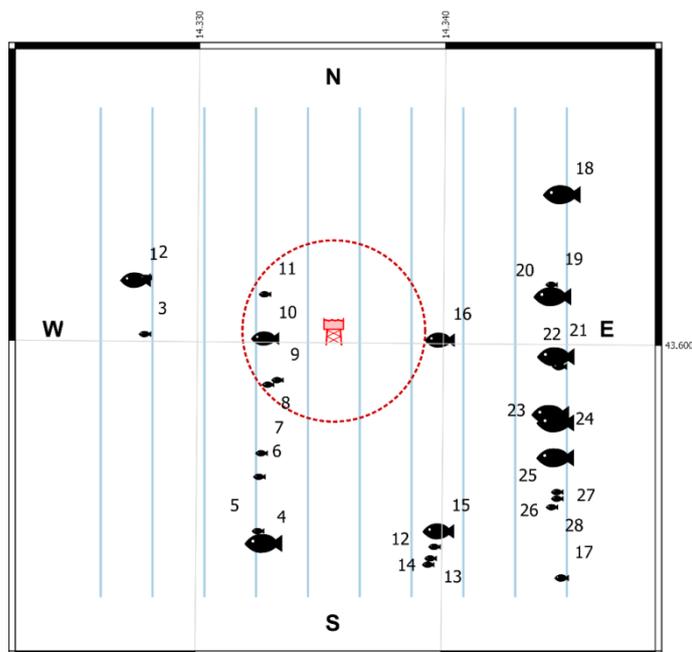


Fig. 3.47 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel **gennaio 2018**. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XXXVIII – Distanza (m) dalla piattaforma Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel **gennaio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Boancia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	683,1	15	731,0
2	654,4	16	340,3
3	629,4	17	1092,7
4	729,1	18	874,5
5	700,0	19	724,2
6	535,0	20	721,0
7	464,1	21	724,5
8	279,8	22	738,9
9	246,1	23	750,3
10	233,9	24	776,0
11	270,4	25	825,5
12	818,7	26	891,9
13	802,5	27	904,9
14	772,4	28	908,7

Tab. 3-XXXIX - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **gennaio 2018**. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	265,829	10,762	8,870	68,780	75,225	6,445	129,201	43,602	14,327	72,084	2,057	0	0
2	63,529	5,508	4,764	79,162	81,231	2,069	20,433	43,602	14,328	80,470	3,109	0	0
3	57,761	1,897	4,152	59,601	64,446	4,845	17,092	43,600	14,328	61,887	3,379	0	0
4	629,244	20,379	16,555	70,090	79,951	9,861	272,845	43,594	14,333	74,672	2,209	0	0
5	95,371	6,276	6,269	69,311	73,948	4,637	27,329	43,594	14,332	71,364	3,490	0	0
6	70,129	5,116	5,097	70,564	75,133	4,569	19,575	43,596	14,332	72,864	3,583	0	0
7	20,594	2,300	2,955	72,179	74,706	2,527	4,113	43,597	14,333	73,464	5,007	0	0
8	69,385	3,880	7,861	79,597	82,311	2,714	17,967	43,599	14,333	81,095	3,862	0	0
9	67,415	3,646	5,349	80,123	82,959	2,836	19,655	43,599	14,333	81,592	3,216	0	0
10	283,820	12,666	9,587	72,908	80,830	7,922	118,277	43,600	14,333	76,396	2,350	0	0
11	155,429	5,189	5,932	75,357	82,194	6,837	47,797	43,602	14,333	77,609	3,032	0	0
12	65,077	5,002	4,893	78,695	81,941	3,246	23,374	43,594	14,339	80,310	2,784	0	0
13	83,626	6,130	5,854	77,578	80,632	3,054	27,402	43,594	14,339	79,125	3,052	0	0
14	68,632	3,689	5,550	78,204	81,156	2,952	21,715	43,594	14,340	79,735	3,161	0	0
15	453,965	8,581	11,500	66,589	78,709	12,120	132,543	43,595	14,340	70,683	3,270	0	0
16	277,071	12,887	8,713	79,811	84,144	4,333	125,818	43,600	14,340	81,945	2,202	0	0
17	147,360	4,118	5,044	74,846	81,752	6,906	60,735	43,593	14,345	78,231	2,426	0	0
18	442,129	12,479	9,841	79,413	85,656	6,243	208,884	43,605	14,345	82,153	2,117	1	0,471
19	116,668	7,609	6,736	80,920	83,939	3,019	40,957	43,602	14,344	82,434	2,849	0	0
20	361,138	11,292	8,898	76,953	84,496	7,543	167,237	43,602	14,344	80,594	2,159	1	0,258
21	378,186	9,606	9,698	70,832	78,858	8,026	156,747	43,600	14,344	74,813	2,413	0	0
22	227,365	3,090	4,361	62,482	85,848	23,366	62,552	43,599	14,345	77,727	3,577	0	0
23	881,168	12,483	25,519	71,932	81,960	10,028	373,309	43,598	14,344	76,542	2,360	0	0
24	961,231	13,588	10,143	63,778	83,101	19,323	364,235	43,598	14,344	72,820	2,639	0	0
25	1142,851	18,162	19,034	72,915	85,199	12,284	589,177	43,597	14,344	78,619	1,872	4	1,272
26	130,863	10,639	5,778	79,548	82,483	2,935	40,262	43,596	14,345	80,751	3,250	0	0
27	46,837	4,283	4,260	76,277	77,945	1,668	16,181	43,596	14,345	77,136	2,895	0	0
28	117,302	7,729	5,560	75,935	79,714	3,779	40,350	43,595	14,344	77,790	2,907	0	0

Tab. 3-LX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel **gennaio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-14,332	363	8	99	-29,971	-2,542	368,799
2	-24,791	73	5	39	-29,971	-21,006	33,182
3	-22,194	85	2	26	-29,774	-17,103	60,344
4	-22,153	1117	23	318	-34,935	-9,399	60,912
5	-25,994	93	6	68	-34,847	-19,880	25,155
6	-27,799	83	6	48	-34,880	-20,380	16,599
7	-31,994	15	2	10	-34,180	-29,680	6,319
8	-29,009	70	4	39	-34,680	-22,111	12,562
9	-28,051	80	4	33	-34,680	-22,111	15,663
10	-26,108	470	14	141	-34,971	-17,180	24,503
11	-27,498	110	6	53	-34,646	-21,611	17,791
12	-25,883	90	5	42	-34,781	-18,748	25,803
13	-28,042	94	5	51	-34,646	-21,077	15,698
14	-30,036	98	4	43	-34,506	-22,506	9,917
15	-29,449	517	10	166	-34,979	-20,439	11,354
16	-22,328	515	14	186	-34,714	-10,646	58,504
17	-28,140	238	4	45	-34,971	-19,935	15,346
18	-24,208	884	14	199	-34,814	-12,180	37,950
19	-23,678	156	8	86	-34,847	-15,814	42,871
20	-20,862	625	11	169	-34,814	-11,577	82,000

*Sv = Volume backscattering strength

Tab. 3-LX - Continuo.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
21	-25,826	667	10	164	-34,935	-14,362	26,144
22	-31,871	94	3	21	-34,971	-26,751	6,500
23	-25,312	1752	15	577	-34,971	-11,006	29,430
24	-27,991	1546	14	255	-34,979	-15,111	15,883
25	-21,272	2253	20	473	-34,971	-7,042	74,613
26	-28,080	159	11	86	-34,611	-20,042	15,560
27	-29,591	68	4	36	-34,862	-24,362	10,986
28	-27,519	176	9	79	-34,646	-19,611	17,706

*Sv = Volume backscattering strength

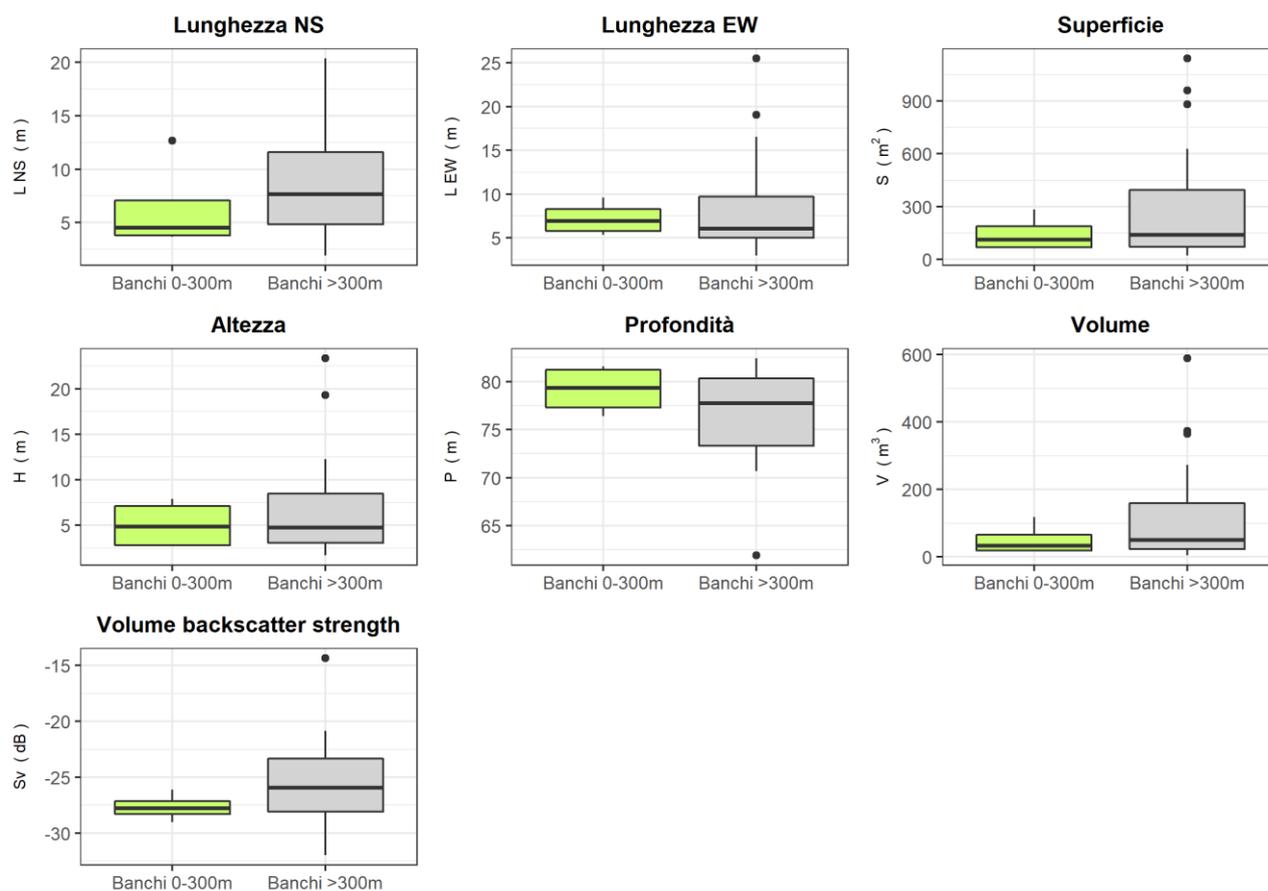


Fig. 3.48 –Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel **gennaio 2018**. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali outliers.

A **febbraio** sono state rilevate 30 aggregazioni di pesce di cui 3 distanti meno di 300 m da Bonaccia NW (banchi n. 7, 8 e 10; fig. 3.49). Il banco n.10, osservato a 251,7 m, è stato quello più vicino alla struttura, mentre il più lontano è risultato il n. 27, rinvenuto a 1173,5 m (Tab. 3-LXI). Il banco n. 29 è stato il più rilevante per superficie (4367,437 m²), volume (2767,585 m³) e lunghezza NS (39,768 m), mentre il massimo per la lunghezza EW è stata

rilevata per il n. 26 (26,359 m; Tab. 3-XLII). Le aggregazioni sono state sondate tra i 70 e gli 85 m di profondità eccetto due (n, 26 e 29) rilevate rispettivamente a 61,05 e 55,64 m (fig. 3.50). Le caratteristiche metriche sono apparse confrontabili tra i due raggruppamenti (banchi entro 300 m e oltre 300 m dalla piattaforma); solo lo sviluppo in altezza è risultato un po' maggiore per i banchi vicini. In Tab. 3-LIII sono riportate le variabili acustiche.

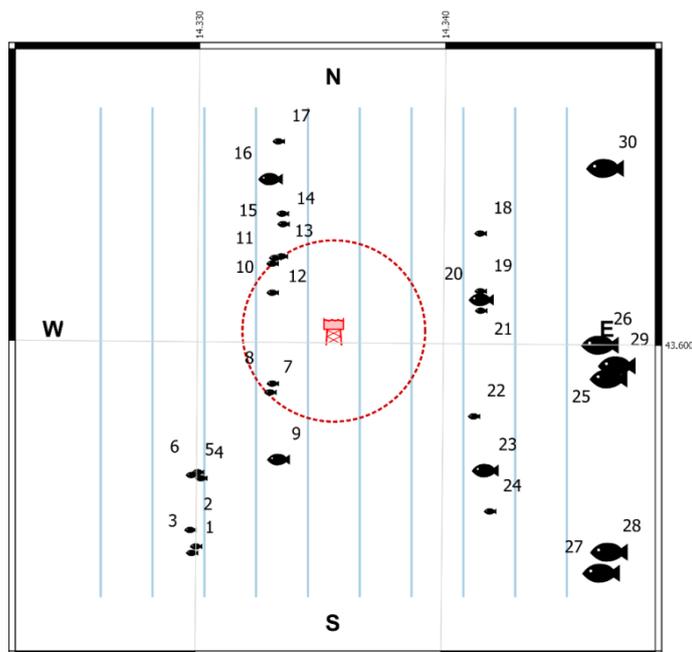


Fig. 3.49 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel febbraio 2018. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XLI - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel **febbraio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	864,6	16	558,9
2	805,2	17	666,8
3	839,4	18	578,5
4	650,6	19	493,8
5	664,9	20	489,2
6	644,0	21	480,5
7	290,0	22	525,8
8	265,2	23	663,6
9	454,4	24	772,0
10	251,7	25	905,9
11	315,2	26	866,8
12	324,1	27	1173,5
13	315,1	28	1147,9
14	404,9	29	927,0
15	437,5	30	1041,0

Tab. 3-XLII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce nel **febbraio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	56,148	3,828	4,570	72,851	75,478	2,627	18,785	43,594	14,330	74,103	2,989	0	0
2	56,693	5,677	3,855	73,921	75,439	1,518	18,034	43,594	14,330	74,738	3,144	0	0
3	7,295	0,982	1,385	81,330	82,825	1,495	1,213	43,594	14,330	82,130	6,016	0	0
4	20,299	1,128	3,312	76,838	79,604	2,766	5,184	43,596	14,330	78,207	3,916	0	0
5	26,620	1,936	4,110	71,565	73,531	1,966	6,152	43,596	14,330	72,530	4,327	0	0
6	10,030	0,982	2,496	74,122	75,813	1,691	1,651	43,596	14,330	74,923	6,076	0	0
7	102,584	4,524	5,774	78,245	81,030	2,785	37,046	43,599	14,333	79,733	2,524	0	0
8	81,931	3,156	5,955	81,203	85,219	4,016	25,908	43,599	14,333	83,477	3,162	0	0
9	300,196	8,933	7,384	77,055	83,415	6,360	96,444	43,597	14,333	79,807	2,929	0	0
10	54,303	3,847	5,350	79,258	81,323	2,065	17,072	43,602	14,333	80,411	3,181	0	0
11	125,723	7,169	15,481	76,016	80,049	4,033	27,528	43,602	14,333	77,542	4,500	0	0
12	103,112	3,847	5,344	82,218	85,749	3,531	31,826	43,603	14,333	83,664	3,001	0	0
13	35,765	2,566	4,577	79,453	82,426	2,973	10,371	43,603	14,333	80,926	3,449	0	0
14	91,222	2,957	4,972	78,890	82,502	3,612	20,124	43,604	14,333	80,391	4,275	0	0
15	26,037	1,865	4,877	78,086	80,063	1,977	5,492	43,604	14,333	79,073	4,741	0	0
16	221,251	9,236	9,177	75,578	79,800	4,222	102,562	43,605	14,333	77,652	2,157	0	0
17	49,822	4,233	4,103	74,180	76,657	2,477	16,822	43,606	14,333	75,513	2,962	0	0
18	106,882	5,345	6,312	77,139	80,965	3,826	35,524	43,603	14,341	78,757	3,009	0	0
19	102,224	6,696	6,601	73,809	76,476	2,667	40,981	43,602	14,341	75,135	2,494	0	0
20	251,129	7,401	15,983	75,987	80,965	4,978	104,933	43,601	14,341	78,479	2,393	0	0
21	57,381	4,304	4,793	78,600	81,338	2,738	18,191	43,601	14,341	79,967	3,154	0	0
22	84,264	2,082	5,829	82,317	85,939	3,622	23,679	43,598	14,341	84,235	3,089	0	0
23	271,514	8,056	8,377	72,330	79,214	6,884	112,568	43,596	14,342	76,641	2,412	0	0
24	110,171	7,953	5,836	72,610	76,858	4,248	36,324	43,595	14,342	74,582	3,033	0	0
25	1010,969	20,732	22,494	72,647	81,529	8,882	401,078	43,599	14,347	76,818	2,390	1	0,249
26	4044,861	19,567	26,359	51,394	83,271	31,877	2721,465	43,600	14,346	61,046	1,433	58	24,65
27	467,000	21,181	10,886	73,370	88,245	14,875	162,956	43,593	14,346	75,353	2,643	0	0
28	839,462	16,589	11,092	76,546	84,002	7,456	367,127	43,594	14,347	79,641	2,278	2	1,116
29	4367,437	39,768	16,581	45,532	66,132	20,600	2767,585	43,600	14,347	55,635	1,578	26	15,16
30	788,599	11,665	11,764	59,830	77,137	17,307	388,711	43,605	14,346	70,974	1,928	2	0,678

Tab. 3-XLIII - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati nel **febbraio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-22,170	87	4	38	-29,713	-15,637	60,671
2	-24,815	81	6	48	-29,713	-20,713	33,000
3	-25,444	5	1	3	-29,180	-23,180	28,547
4	-25,249	19	1	7	-29,680	-22,214	29,860
5	-24,942	29	2	16	-29,559	-20,059	32,046
6	-26,870	8	1	6	-29,399	-24,862	20,560
7	-27,384	132	5	55	-34,971	-19,506	18,265
8	-25,518	107	3	31	-34,748	-18,646	28,065
9	-23,059	268	10	100	-34,646	-13,111	49,442
10	-25,626	71	4	37	-34,971	-19,006	27,380
11	-27,636	122	6	73	-34,899	-22,325	17,233
12	-27,419	87	4	34	-34,781	-20,714	18,118
13	-25,577	37	2	17	-34,814	-19,781	27,691
14	-25,223	36	3	24	-34,814	-18,347	30,042
15	-33,000	22	2	14	-34,748	-31,214	5,012
16	-21,295	456	10	164	-34,971	-11,399	74,224
17	-27,942	65	4	31	-34,788	-22,325	16,061
18	-29,112	145	5	63	-34,971	-23,435	12,270
19	-26,476	173	7	78	-34,788	-17,751	22,511
20	-22,463	427	7	167	-34,971	-10,506	56,712

*Sv = Volume backscattering strength

Tab. 3-XLIII - Continuo.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
21	-29,421	69	4	36	-34,971	-24,006	11,426
22	-26,834	58	2	22	-34,814	-21,281	20,732
23	-23,888	441	8	118	-34,971	-14,077	40,848
24	-29,263	116	7	46	-34,748	-20,214	11,850
25	-23,696	1190	19	364	-34,971	-11,435	42,695
26	-22,607	13534	21	1051	-34,995	-9,290	54,860
27	-27,489	530	22	212	-34,971	-18,788	17,828
28	-25,450	876	19	251	-34,847	-13,748	28,511
29	-23,810	10050	37	998	-34,971	-10,899	41,594
30	-22,165	1687	12	190	-34,979	-10,362	60,737

*Sv = Volume backscattering strength

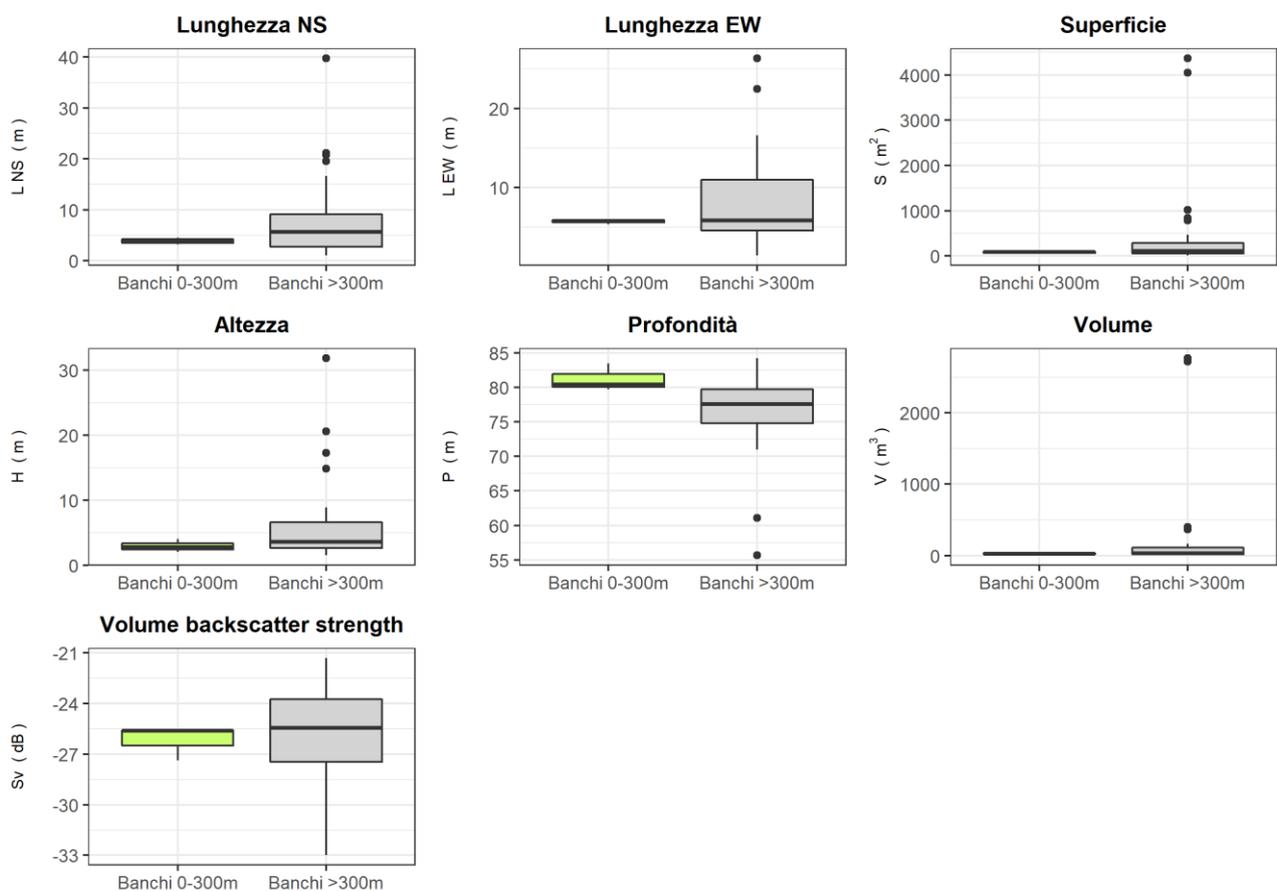


Fig. 3.50 - Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel febbraio 2018. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali outliers.

A **marzo** sono stati individuati 22 banchi di pesce, di cui 4 in prossimità di Bonaccia NW (fig. 3.51): l'aggregazione più vicina è risultata la n. 16 mentre la più lontana è stata la n. 21, sondate rispettivamente a 50,7 m e 1059,5 m dalla struttura (Tab. 3-XLIV). Il banco con maggiore superficie, volume e lunghezza NS è risultato il n. 18 (rispettivamente 889,741 m², 497,787 m³ e 20,289 m) mentre la maggiore lunghezza EW è stata registrata

per il banco n. 14 (12,702 m; Tab. 3-XLV).

Le caratteristiche metriche dei banchi vicini e di quelli lontani dall'impianto di estrazione sono risultate confrontabili (fig. 3.52). Le aggregazioni sono state rilevate a profondità comprese tra 13,074 (banco n. 17) e 73,282 (banco n. 1). In Tab. 3-XLVI sono riportate le variabili acustiche dei banchi.

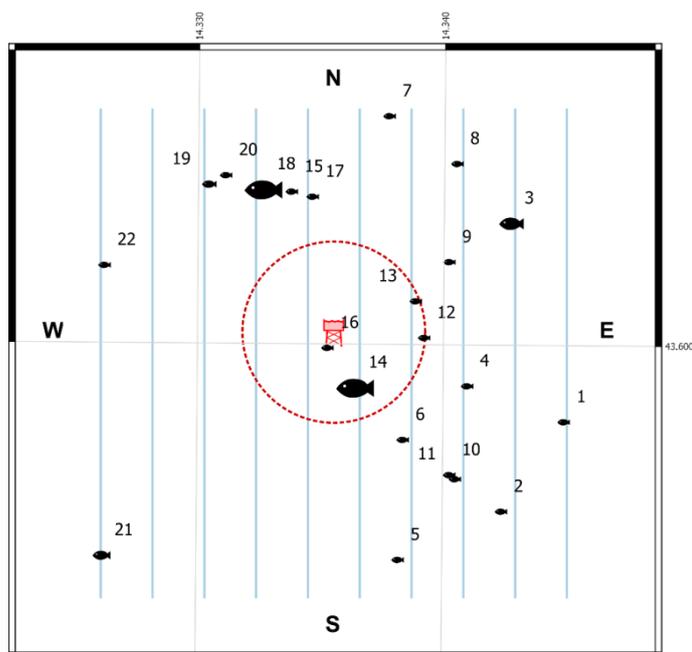


Fig. 3.51 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel **marzo 2018**. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XLIV - Distanza (m) dalla struttura Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati durante il campionamento di **marzo 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m di distanza dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	798,1	12	287,0
2	793,6	13	283,3
3	684,1	14	182,6
4	459,3	15	499,0
5	768,4	16	50,7
6	407,2	17	466,5
7	746,6	18	540,1
8	692,7	19	653,0
9	442,5	20	643,3
10	590,5	21	1059,5
11	613,2	22	797,3

Tab. 3-XLV - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **marzo 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m di distanza dalla piattaforma. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	41,877	4,322	4,413	72,224	74,274	2,050	14,300	43,598	14,345	73,282	2,928	0	0,000
2	156,240	8,717	6,943	10,868	15,761	4,893	41,845	43,595	14,342	13,552	3,690	0	0,000
3	291,575	7,608	6,453	15,277	20,588	5,311	102,502	43,604	14,343	17,483	3,012	0	0,000
4	63,047	4,034	5,494	20,310	23,433	3,123	19,236	43,599	14,341	21,858	3,278	0	0,000
5	32,382	2,562	3,046	47,064	53,218	6,154	5,921	43,594	14,338	50,842	5,242	0	0,000
6	140,476	4,977	5,479	24,750	32,710	7,960	31,386	43,597	14,338	31,427	4,649	0	0,000
7	134,392	6,796	4,921	29,656	35,612	5,956	38,779	43,607	14,338	32,843	3,222	0	0,000
8	15,476	3,289	1,878	32,154	33,456	1,302	2,395	43,605	14,340	32,821	6,462	0	0,000
9	93,397	7,849	4,387	13,449	16,966	3,517	24,829	43,603	14,340	15,125	3,762	0	0,000
10	35,941	1,726	3,014	27,869	31,984	4,115	7,411	43,596	14,340	29,680	3,751	0	0,000
11	35,651	3,323	4,127	33,950	36,566	2,616	9,523	43,596	14,340	35,275	3,744	0	0,000
12	107,432	7,814	3,797	17,718	24,678	6,960	22,416	43,600	14,339	19,337	4,414	0	0,000
13	94,266	5,905	5,190	11,871	15,025	3,154	30,142	43,601	14,339	13,494	3,127	0	0,000
14	535,099	12,134	12,702	25,675	31,060	5,385	217,863	43,599	14,336	28,508	2,417	3	0,732
15	10,596	1,779	2,059	25,127	27,118	1,991	2,074	43,605	14,334	26,176	5,109	0	0,000
16	52,219	4,960	3,595	46,319	50,030	3,711	15,162	43,600	14,335	48,169	3,444	0	0,000
17	123,303	9,448	5,867	11,214	14,844	3,630	25,947	43,604	14,335	13,074	4,752	0	0,000
18	889,741	20,289	11,974	25,855	36,945	11,090	497,787	43,605	14,333	29,462	1,594	0	0,000
19	226,373	7,747	7,460	42,426	49,333	6,907	61,437	43,605	14,330	47,735	3,658	0	0,000
20	88,913	6,935	3,455	22,597	27,646	5,049	40,055	43,605	14,331	24,846	2,220	0	0,000
21	244,631	7,705	7,667	18,746	22,781	4,035	74,955	43,594	14,326	20,591	3,264	0	0,000
22	32,238	2,988	3,128	47,904	50,672	2,768	9,647	43,602	14,326	49,284	3,342	0	0,000

Tab. 3-XLVI - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel **marzo 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m di distanza dalla piattaforma.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	41,877	4,322	4,413	72,224	74,274	2,050	14,300
2	156,240	8,717	6,943	10,868	15,761	4,893	41,845
3	291,575	7,608	6,453	15,277	20,588	5,311	102,502
4	63,047	4,034	5,494	20,310	23,433	3,123	19,236
5	32,382	2,562	3,046	47,064	53,218	6,154	5,921
6	140,476	4,977	5,479	24,750	32,710	7,960	31,386
7	134,392	6,796	4,921	29,656	35,612	5,956	38,779
8	15,476	3,289	1,878	32,154	33,456	1,302	2,395
9	93,397	7,849	4,387	13,449	16,966	3,517	24,829
10	35,941	1,726	3,014	27,869	31,984	4,115	7,411
11	35,651	3,323	4,127	33,950	36,566	2,616	9,523
12	107,432	7,814	3,797	17,718	24,678	6,960	22,416
13	94,266	5,905	5,190	11,871	15,025	3,154	30,142
14	535,099	12,134	12,702	25,675	31,060	5,385	217,863
15	10,596	1,779	2,059	25,127	27,118	1,991	2,074
16	52,219	4,960	3,595	46,319	50,030	3,711	15,162
17	123,303	9,448	5,867	11,214	14,844	3,630	25,947
18	889,741	20,289	11,974	25,855	36,945	11,090	497,787
19	226,373	7,747	7,460	42,426	49,333	6,907	61,437
20	88,913	6,935	3,455	22,597	27,646	5,049	40,055
21	244,631	7,705	7,667	18,746	22,781	4,035	74,955
22	32,238	2,988	3,128	47,904	50,672	2,768	9,647

*Sv = Volume backscattering strength

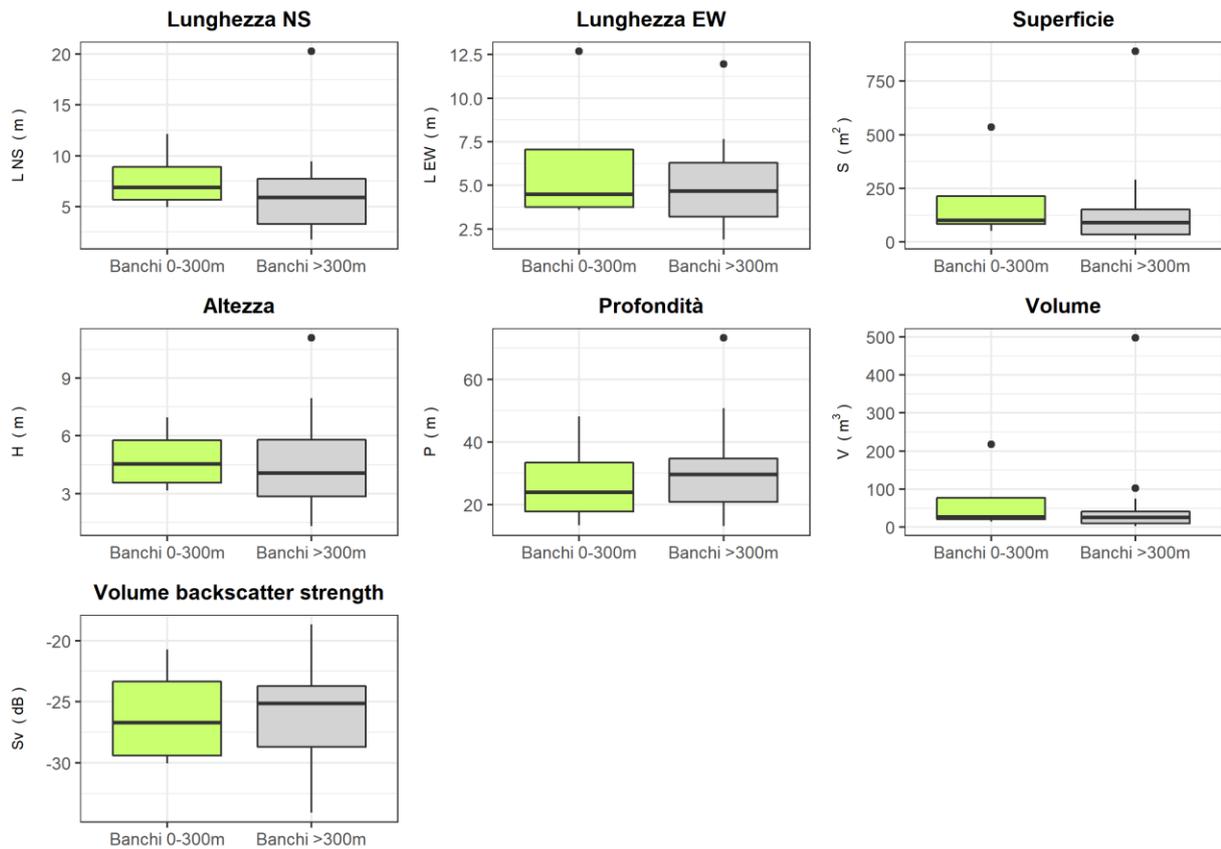


Fig. 3.52 –Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel **marzo 2018**. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali *outliers*.

Nell'**aprile 2018** sono stati osservati 36 banchi di pesce (fig. 3.53), di cui uno solo all'interno dei 300 m da Bonaccia NW (banco n. 23 a 84,0 m; Tab. 3-XLVII); l'aggregazione n. 12 è risultata quella più lontana da Bonaccia NW, essendo stata rilevata a 1035,3 m dalla piattaforma.

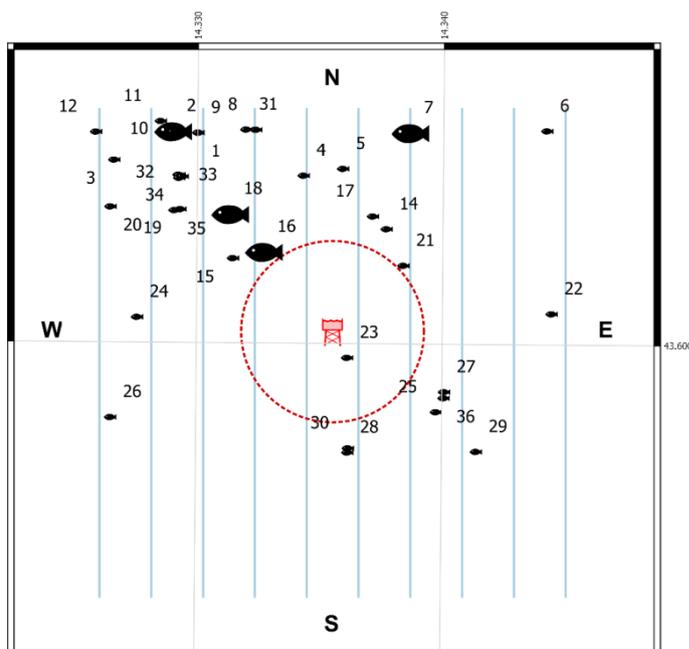


Fig. 3.53 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nell'**aprile 2018**. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-XLVII - Distanza (m) da Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati nell'aprile 2018. In evidenza il banco rilevato entro 300 m dalla piattaforma.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	807,7	19	658,3
2	859,0	20	852,8
3	930,2	21	319,7
4	538,0	22	712,4
5	550,9	23	84,0
6	968,2	24	654,6
7	713,6	25	416,5
8	727,9	26	788,0
9	806,8	27	402,7
10	858,1	28	390,3
11	911,7	29	601,1
12	1035,3	30	376,6
13	739,9	31	740,7
14	388,6	32	736,8
15	422,3	33	730,9
16	361,2	34	726,4
17	411,4	35	671,4
18	528,0	36	411,5

Il banco n. 2 è stato il più rilevante in termini di superficie (2818,374 m²), volume (1098,208 m³), lunghezza EW (24,411 m) e lunghezza NS (30,824 m). Lo stesso banco è anche risultato il più profondo essendo stato rilevato a 85,223 m; all'opposto il n. 33, rilevato a 8,386 m sotto la superficie (Tab. 3-XLVIII).

Le caratteristiche metriche dei banchi ricadenti entro e oltre i 300 m da Bonaccia NW sono comparabili (fig. 3.54). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-XLIX.

Tab. 3-XLVIII - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nell'aprile 2018. In verde il banco individuato entro 300 m da Bonaccia NW. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	42,001	1,456	5,825	25,337	26,950	1,613	10,717	43,606	14,330	26,228	3,684	0	0
2	2818,374	30,824	24,411	83,028	86,857	3,829	1098,208	43,606	14,329	85,223	2,566	0	0
3	10,989	2,141	1,283	34,276	36,928	2,652	2,169	43,606	14,326	35,651	5,066	0	0
4	11,934	1,246	2,002	17,880	19,265	1,385	1,490	43,605	14,334	18,660	7,446	0	0
5	23,929	3,594	3,858	14,702	17,525	2,823	3,948	43,605	14,336	16,058	6,061	0	0
6	17,588	0,787	1,321	16,515	17,995	1,480	1,774	43,606	14,344	17,047	8,575	0	0
7	591,214	24,062	15,368	83,107	85,570	2,463	199,647	43,606	14,339	84,684	2,961	0	0
8	4,487	1,050	1,357	9,892	11,095	1,203	0,317	43,606	14,332	10,538	14,138	0	0
9	45,054	3,038	4,675	24,695	26,936	2,241	12,968	43,606	14,330	25,906	3,474	0	0
10	142,091	13,344	5,652	83,603	85,570	1,967	49,737	43,606	14,329	84,878	2,857	0	0
11	66,223	6,283	4,324	22,834	25,914	3,080	16,206	43,607	14,328	24,361	4,086	0	0
12	150,248	15,016	6,732	82,730	84,927	2,197	35,937	43,606	14,326	84,262	4,181	0	0
13	48,934	1,869	1,881	7,811	21,065	13,254	7,543	43,605	14,329	19,690	5,176	0	0
14	36,149	3,395	3,007	21,532	24,584	3,052	10,117	43,604	14,338	23,093	3,573	0	0
15	239,499	15,124	9,022	11,957	16,534	4,577	49,275	43,603	14,331	13,978	4,830	0	0
16	813,858	16,134	13,035	17,608	27,074	9,466	224,810	43,603	14,333	23,150	3,530	1	0,370

Tab. 3-XLVIII - Continuo.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
17	83,796	5,316	5,343	9,920	12,896	2,976	19,123	43,604	14,337	11,181	3,851	0	0
18	847,260	15,698	21,621	18,712	26,675	7,963	205,109	43,604	14,331	22,854	3,856	0	0
19	35,702	2,909	3,699	18,262	21,794	3,532	9,573	43,604	14,329	20,094	3,729	0	0
20	54,209	2,847	3,469	26,999	30,987	3,988	10,100	43,604	14,326	29,576	4,447	0	0
21	16,581	1,597	2,005	18,555	20,535	1,980	3,122	43,602	14,338	19,199	4,737	0	0
22	41,421	2,941	3,881	29,651	32,326	2,675	10,976	43,601	14,344	30,988	3,774	0	0
23	93,023	4,419	12,740	12,720	16,085	3,365	17,082	43,600	14,336	14,975	5,180	0	0
24	23,483	4,109	1,861	80,417	82,303	1,886	6,195	43,601	14,327	81,385	3,791	0	0
25	35,855	3,837	3,075	22,932	26,080	3,148	10,858	43,598	14,340	24,501	3,302	0	0
26	41,100	4,153	3,968	21,004	24,113	3,109	10,015	43,598	14,326	22,450	4,104	0	0
27	44,212	2,826	3,015	60,418	63,650	3,232	9,416	43,599	14,340	62,169	4,579	0	0
28	92,956	5,400	2,832	18,918	23,811	4,893	25,302	43,597	14,336	21,509	3,509	0	0
29	75,938	4,854	5,528	22,714	26,081	3,367	24,197	43,597	14,341	24,398	3,138	0	0
30	14,929	2,500	1,591	22,796	24,330	1,534	2,350	43,597	14,336	23,625	6,352	0	0
31	6,185	1,131	1,381	11,909	13,303	1,394	0,819	43,606	14,332	12,641	7,554	0	0
32	4,516	0,853	0,941	19,139	20,491	1,352	0,589	43,605	14,329	19,848	7,671	0	0
33	5,652	1,351	1,870	7,811	9,081	1,270	0,622	43,605	14,329	8,386	9,084	0	0
34	12,185	1,869	1,623	18,657	20,588	1,931	1,680	43,605	14,329	19,782	7,254	0	0
35	33,722	3,979	3,087	20,072	23,637	3,565	6,721	43,604	14,329	21,697	5,018	0	0
36	13,314	2,473	1,241	60,562	62,268	1,706	2,669	43,598	14,340	61,451	4,989	0	0

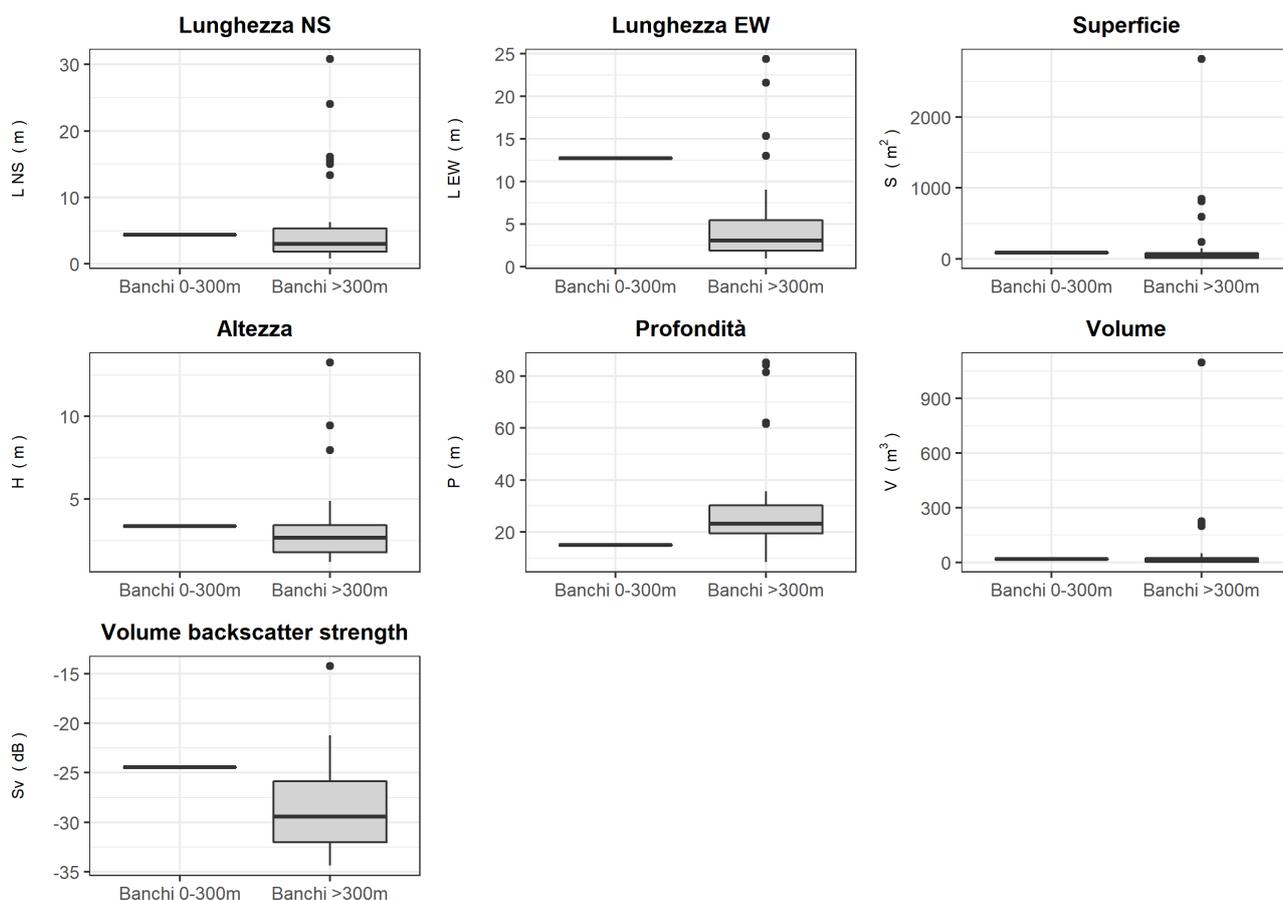


Fig. 3.54 –Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nell'aprile 2018. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali outliers.

Tab. 3-XLIX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nell'aprile 2018.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-29,325	90	5	50	-34,765	-21,659	11,681
2	-14,197	1608	19	825	-34,840	1,628	380,437
3	-32,239	11	1	6	-34,234	-30,692	5,971
4	-32,447	19	2	13	-34,783	-30,783	5,693
5	-29,444	51	4	25	-34,970	-23,970	11,366
6	-33,215	6	1	6	-34,817	-32,317	4,769
7	-22,220	540	12	345	-34,807	-12,307	59,976
8	-34,398	5	1	3	-34,909	-33,909	3,632
9	-21,229	122	4	55	-34,659	-10,659	75,353
10	-24,916	137	4	79	-34,807	-16,807	32,237
11	-28,517	73	3	29	-34,878	-20,813	14,069
12	-21,521	93	4	82	-34,774	-13,274	70,453
13	-28,414	45	2	22	-34,928	-23,928	14,410
14	-25,731	68	2	22	-34,442	-19,852	26,722
15	-29,903	427	8	131	-34,970	-19,368	10,225
16	-27,381	1734	13	228	-34,978	-18,246	18,277
17	-26,932	168	4	51	-34,963	-18,587	20,267
18	-31,344	1158	18	416	-34,973	-23,902	7,339
19	-27,874	33	2	16	-34,921	-22,421	16,314
20	-34,378	15	2	9	-34,975	-33,930	3,649
21	-30,378	66	3	39	-34,783	-24,783	9,166
22	-25,944	84	3	34	-34,942	-19,442	25,448
23	-24,424	318	15	149	-34,976	-12,607	36,111
24	-33,497	16	1	9	-34,674	-32,640	4,470
25	-25,078	63	2	24	-34,902	-17,902	31,063
26	-30,914	43	3	18	-34,864	-26,921	8,102
27	-31,765	18	2	12	-34,596	-28,135	6,661
28	-21,635	388	3	92	-34,939	-11,825	68,636
29	-22,074	298	7	96	-34,970	-13,659	62,033
30	-33,339	39	2	23	-34,825	-30,325	4,635
31	-29,896	12	1	7	-33,909	-27,107	10,243
32	-33,957	11	1	6	-34,928	-33,068	4,021
33	-30,221	19	2	12	-34,515	-27,260	9,505
34	-28,544	33	2	19	-34,928	-23,428	13,981
35	-32,454	40	3	23	-34,806	-30,128	5,683
36	-29,969	10	1	7	-34,519	-27,063	10,073

*Sv = Volume backscattering strength

Nel rilievo di **maggio** sono stati osservati 27 banchi di pesce (fig. 3.55), di cui tre (nn. 5, 8 e 10) entro il raggio di 300 m da Bonaccia NW (Tab. 3-L). L'aggregazione n. 10, rilevata a 176,2 m dalla piattaforma, è risultata la più vicina, la n. 27 quella più lontana essendo stata osservata a 947,9 m.

Le caratteristiche metriche massime sono state misurate per il banco n. 25 (superficie: 335,04 m²; volume: 86,214 m³; lunghezza EW: 9,688 m; lunghezza NS: 10,306 m; Tab. 3-LI). Le profondità rilevate sono apparse piuttosto eterogenee con più del 50% delle misure comprese tra i 25 m e 50 m (intervallo interquartile delle aggregazioni; fig. 3.56). Le variabili acustiche sono riportate in Tab. 3-LII.

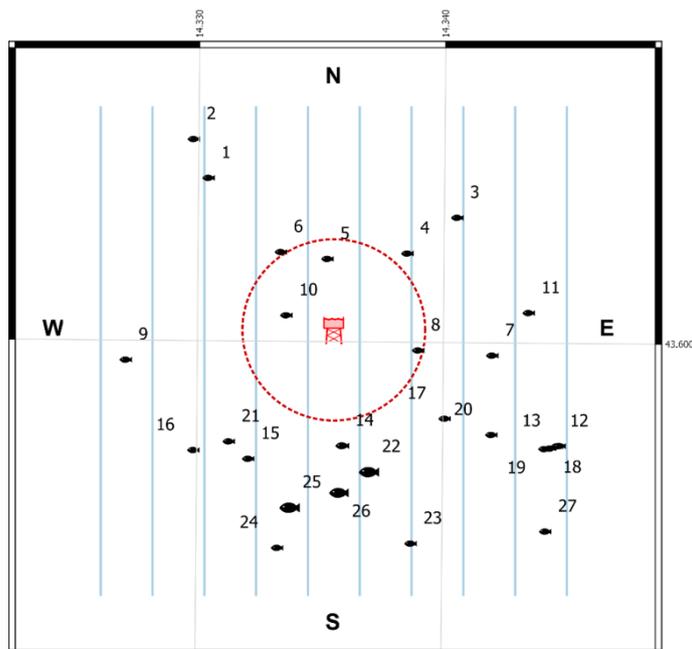


Fig. 3.55 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel **maggio 2018**. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-L - Distanza (m) da Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati nel **maggio 2018**. In evidenza i banchi rilevati entro 300 m da Bonaccia NW.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	664,7	15	506,6
2	796,0	16	608,6
3	550,3	17	452,9
4	351,6	18	797,2
5	248,4	19	781,8
6	326,0	20	608,4
7	515,5	21	503,3
8	273,1	22	470,5
9	697,9	23	736,6
10	176,1	24	736,1
11	633,5	25	596,5
12	814,0	26	527,0
13	820,6	27	947,9
14	372,1		

Tab. 3-LI - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **maggio 2018**. In verde i banchi rilevati entro 300 m di distanza da Bonaccia NW. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	191,036	8,308	5,862	81,394	85,741	4,347	50,233	43,605	14,330	83,548	3,612	0	0
2	40,757	2,676	3,038	19,367	23,299	3,932	6,862	43,606	14,330	21,063	5,942	0	0
3	32,782	2,184	2,729	22,748	24,897	2,149	5,070	43,604	14,340	24,028	6,518	0	0
4	53,844	4,237	3,694	23,412	26,388	2,976	11,440	43,603	14,338	25,212	5,449	0	0
5	23,293	4,413	1,709	71,190	72,984	1,794	5,976	43,603	14,335	72,099	3,898	0	0
6	12,146	2,064	2,239	28,095	30,080	1,985	2,703	43,603	14,333	29,086	4,493	0	0

Tab. 3-LI - Continuo.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
7	27,531	3,539	2,433	17,384	19,440	2,056	4,551	43,600	14,342	18,444	6,049	0	0
8	24,035	2,793	2,501	19,539	22,597	3,058	5,671	43,600	14,339	21,195	4,238	0	0
9	27,541	2,772	2,568	14,133	16,850	2,717	6,129	43,600	14,327	15,428	4,494	0	0
10	39,788	4,213	3,973	16,614	19,720	3,106	9,917	43,601	14,333	18,092	4,012	0	0
11	110,762	6,625	3,225	20,309	24,597	4,288	32,306	43,601	14,343	22,290	3,429	0	0
12	114,678	4,460	5,546	73,859	80,974	7,115	26,146	43,597	14,345	77,298	4,330	0	0
13	10,383	1,907	1,924	85,332	86,686	1,354	1,732	43,597	14,345	85,844	5,996	0	0
14	165,833	7,565	7,354	30,105	32,810	2,705	58,200	43,597	14,336	31,478	2,849	0	0
15	83,820	5,750	5,928	21,478	25,066	3,588	31,034	43,597	14,332	23,354	2,701	0	0
16	64,909	3,647	6,403	16,981	20,227	3,246	15,402	43,597	14,330	18,594	4,214	0	0
17	20,574	2,675	2,668	50,417	53,556	3,139	3,908	43,598	14,340	51,971	5,264	0	0
18	19,041	1,429	2,301	46,221	48,972	2,751	3,768	43,597	14,344	47,815	5,054	0	0
19	27,996	2,015	3,972	65,216	67,877	2,661	5,188	43,597	14,344	66,790	5,397	0	0
20	57,732	4,379	3,731	25,162	28,418	3,256	16,417	43,597	14,342	26,738	3,516	0	0
21	22,738	2,220	2,931	26,633	29,188	2,555	4,824	43,597	14,331	27,920	4,714	0	0
22	197,933	8,850	9,543	40,318	49,811	9,493	85,619	43,596	14,337	46,278	2,129	0	0
23	26,290	3,177	2,502	19,313	21,986	2,673	5,316	43,594	14,339	20,660	4,945	0	0
24	104,002	4,967	5,600	18,544	22,724	4,180	19,497	43,594	14,333	20,441	5,413	0	0
25	335,040	10,306	9,688	20,685	27,762	7,077	86,214	43,595	14,334	24,482	3,860	0	0
26	216,280	7,332	8,401	19,827	24,447	4,620	82,313	43,596	14,336	22,292	2,628	1	0,282
27	44,104	3,325	3,004	74,933	78,039	3,106	9,542	43,594	14,344	76,092	3,993	0	0

Tab. 3-LXX - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati durante il campionamento condotto nel nel maggio 2018. In verde i banchi rilevati entro 300 m di distanza da Bonaccia NW.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	191,036	8,308	5,862	81,394	85,741	4,347	50,233
2	40,757	2,676	3,038	19,367	23,299	3,932	6,862
3	32,782	2,184	2,729	22,748	24,897	2,149	5,070
4	53,844	4,237	3,694	23,412	26,388	2,976	11,440
5	23,293	4,413	1,709	71,190	72,984	1,794	5,976
6	12,146	2,064	2,239	28,095	30,080	1,985	2,703
7	27,531	3,539	2,433	17,384	19,440	2,056	4,551
8	24,035	2,793	2,501	19,539	22,597	3,058	5,671
9	27,541	2,772	2,568	14,133	16,850	2,717	6,129
10	39,788	4,213	3,973	16,614	19,720	3,106	9,917
11	110,762	6,625	3,225	20,309	24,597	4,288	32,306
12	114,678	4,460	5,546	73,859	80,974	7,115	26,146
13	10,383	1,907	1,924	85,332	86,686	1,354	1,732
14	165,833	7,565	7,354	30,105	32,810	2,705	58,200
15	83,820	5,750	5,928	21,478	25,066	3,588	31,034
16	64,909	3,647	6,403	16,981	20,227	3,246	15,402
17	20,574	2,675	2,668	50,417	53,556	3,139	3,908
18	19,041	1,429	2,301	46,221	48,972	2,751	3,768
19	27,996	2,015	3,972	65,216	67,877	2,661	5,188
20	57,732	4,379	3,731	25,162	28,418	3,256	16,417
21	22,738	2,220	2,931	26,633	29,188	2,555	4,824
22	197,933	8,850	9,543	40,318	49,811	9,493	85,619
23	26,290	3,177	2,502	19,313	21,986	2,673	5,316
24	104,002	4,967	5,600	18,544	22,724	4,180	19,497
25	335,040	10,306	9,688	20,685	27,762	7,077	86,214
26	216,280	7,332	8,401	19,827	24,447	4,620	82,313
27	44,104	3,325	3,004	74,933	78,039	3,106	9,542

*Sv = Volume backscattering strength

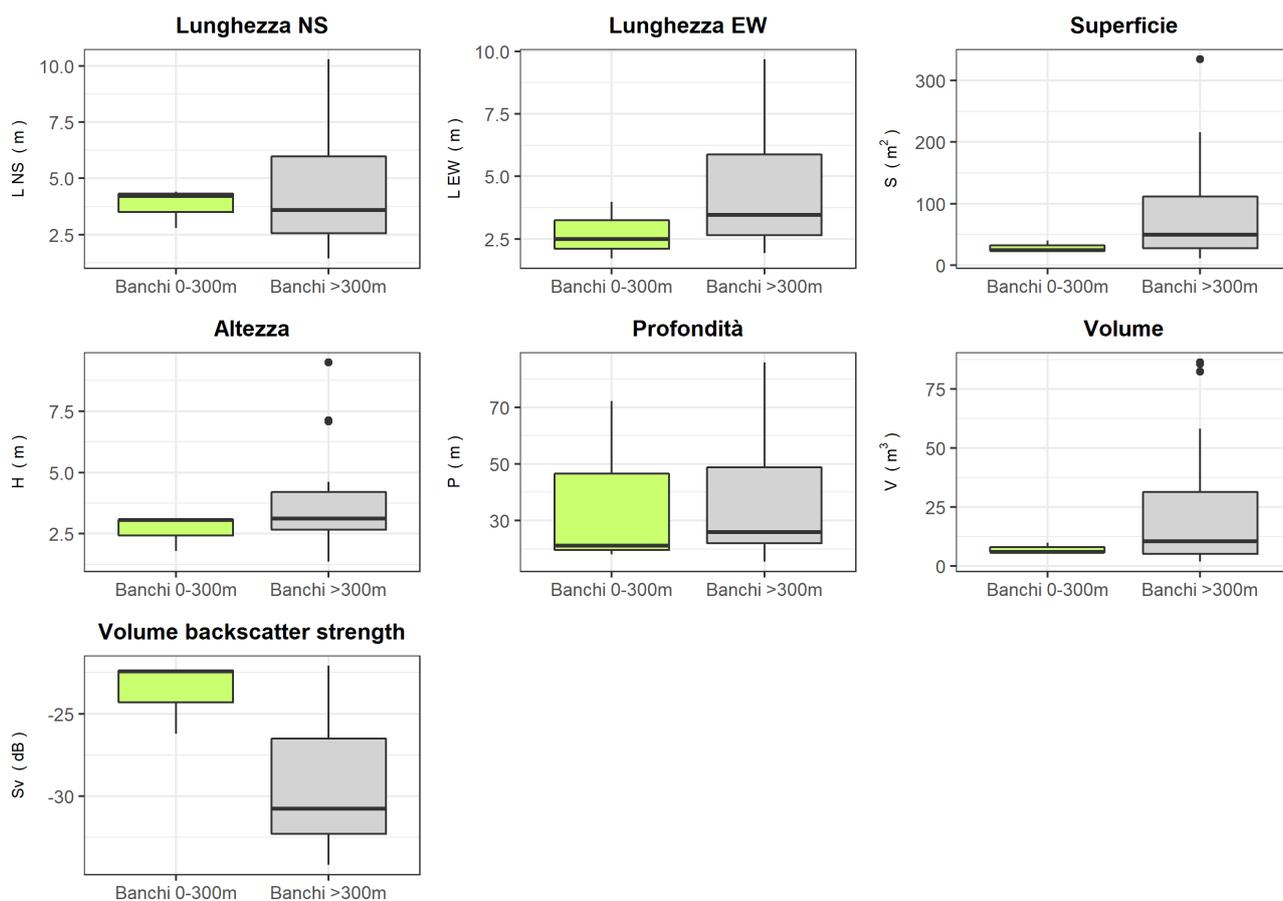


Fig. 3.86 –Box plot di alcune caratteristiche metriche e acustiche delle aggregazioni rilevate nel **maggio 2018**. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali *outliers*.

Infine, anche nel campionamento di **giugno** sono stati osservati 27 banchi di pesce di cui 3 entro i 300 m dalla struttura (banchi n. 11, 14 e 26; fig. 3.57). Il più vicino è risultato il n. 26 (distanza da Bonaccia NW: 228,0 m) e il più lontano il n. 3 a 1053,4 m dalla piattaforma (Tab. 3-LIII). Le profondità rilevate sono oscillate tra 24,353 m (banco n. 6) e 88,174 m (banco n. 30). Le caratteristiche metriche massime sono state misurate per il banco n. 16 (superficie: 1800,149 m²; volume: 735,486 m³; lunghezza EW: 27,858 m; lunghezza NS: 31,064 m). In fig. 3.58 sono illustrati i box plot delle caratteristiche metriche, mentre in Tab. 3-LV sono riportate le variabili acustiche relative a questo campionamento.

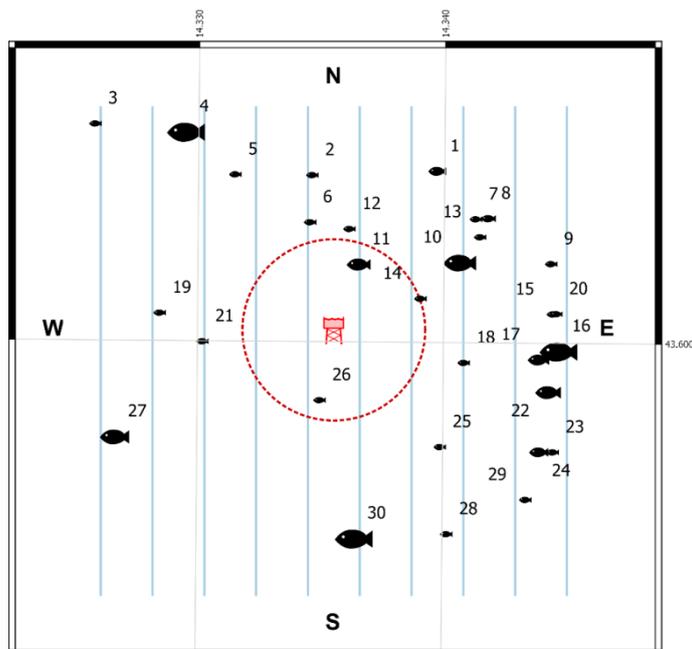


Fig. 3.57 - Schema planare delle posizioni delle aggregazioni di pesce individuate durante il campionamento condotto nel **giugno 2018**. La visualizzazione graduata dei banchi ne evidenzia le differenze volumetriche.

Tab. 3-LIII - Distanza (m) da Bonaccia NW dei banchi di pesce individuati nel **giugno 2018**. In evidenza i banchi rilevati entro 300 m da Bonaccia NW.

Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)	Banco	Distanza da Bonaccia NW (m)
1	630,4	16	732,3
2	529,9	17	668,6
3	1053,4	18	428,0
4	829,9	19	585,2
5	622,7	20	723,4
6	378,2	21	441,6
7	592,5	22	721,4
8	626,4	23	810,9
9	740,0	24	771,1
10	468,7	25	505,9
11	240,4	26	228,0
12	348,2	27	803,4
13	568,1	28	755,4
14	297,5	29	828,5
15	712,2	30	680,7

Tab. 3-LIV - Caratteristiche metriche dei banchi di pesce individuati nel **giugno 2018**. In verde i banchi rilevati entro il raggio di 300 m da Bonaccia NW. S = superficie, L = lunghezza, P = profondità, H = altezza, V = volume.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
1	249,080	12,445	7,342	84,142	86,776	2,634	74,648	43,605	14,340	85,403	3,152	0	0
2	70,560	7,717	6,299	85,677	87,023	1,346	19,042	43,605	14,334	86,512	3,705	0	0
3	20,596	4,549	3,063	80,500	81,827	1,327	4,289	43,607	14,326	81,219	4,802	0	0
4	586,989	15,916	12,482	82,903	87,023	4,120	207,578	43,606	14,329	85,205	2,828	0	0
5	93,560	6,957	7,441	84,883	86,367	1,484	24,708	43,605	14,331	85,854	3,787	0	0
6	24,535	1,336	1,004	21,515	29,564	8,049	3,634	43,604	14,334	24,353	5,633	0	0
7	45,676	1,474	1,831	21,796	27,925	6,129	7,657	43,604	14,341	25,664	5,295	0	0

Tab. 3-LIV – Continuo.

Banco	S (m ²)	L NS (m)	L EW (m)	P minima (m)	P massima (m)	H (m)	V (m ³)	Centro geometrico (LAT)	Centro geometrico (LONG)	Centro geometrico profondità (m)	Ruvidità (m ⁻¹)	n. vacuoli	Volume totale vacuoli (m ³)
8	242,541	9,540	7,027	84,365	86,373	2,008	61,091	43,604	14,342	85,701	3,690	0	0
9	28,522	5,516	1,175	74,796	76,539	1,743	7,661	43,602	14,344	75,703	3,723	0	0
10	321,024	9,031	11,203	82,681	86,697	4,016	137,411	43,602	14,341	84,656	2,090	0	0
11	330,478	17,607	8,308	84,613	87,023	2,410	100,428	43,602	14,336	86,184	2,990	0	0
12	23,733	4,846	1,767	74,456	77,463	3,007	5,589	43,603	14,336	76,032	4,247	0	0
13	42,314	3,636	2,662	45,828	50,004	4,176	12,365	43,603	14,341	47,962	3,422	0	0
14	184,079	8,422	10,255	74,798	79,721	4,923	50,226	43,601	14,339	77,351	3,665	0	0
15	16,626	1,971	2,730	83,729	85,883	2,154	3,381	43,601	14,344	84,981	4,918	0	0
16	1800,149	31,064	27,858	84,641	90,270	5,629	735,486	43,600	14,345	87,943	2,287	1	0,365
17	247,870	4,771	4,646	47,396	67,622	20,226	89,759	43,600	14,344	56,129	2,618	0	0
18	33,555	3,694	3,101	79,466	82,884	3,418	8,699	43,600	14,341	81,243	3,857	0	0
19	20,759	4,419	1,638	71,031	72,644	1,613	4,749	43,601	14,328	71,874	4,371	0	0
20	27,169	3,787	3,072	83,687	85,657	1,970	6,142	43,601	14,344	84,651	4,423	0	0
21	12,354	2,015	1,426	61,465	63,781	2,316	2,706	43,600	14,330	62,604	4,566	0	0
22	404,602	14,172	12,780	81,110	86,107	4,997	106,676	43,599	14,344	83,853	3,492	0	0
23	58,682	5,451	4,823	83,202	86,721	3,519	20,248	43,597	14,344	84,909	2,898	0	0
24	238,702	5,812	5,889	76,113	87,402	11,289	80,331	43,597	14,344	83,156	2,911	0	0
25	16,823	3,439	1,382	72,553	73,967	1,414	3,349	43,597	14,340	73,423	5,023	0	0
26	19,063	4,299	1,383	82,482	84,163	1,681	4,230	43,598	14,335	83,320	4,506	0	0
27	386,988	12,507	16,988	76,271	81,925	5,654	122,298	43,597	14,327	79,264	3,164	0	0
28	32,208	4,919	2,244	70,372	72,754	2,382	9,398	43,594	14,340	71,592	3,427	0	0
29	24,912	5,337	2,369	79,312	82,355	3,043	6,039	43,595	14,343	80,825	4,125	0	0
30	689,179	17,258	15,343	85,240	88,971	3,731	189,092	43,594	14,336	88,174	3,934	0	0

Tab. 3-LV - Variabili acustiche relative ai banchi di pesce individuati nel giugno 2018. In verde i banchi rilevati a meno di 300 m di distanza da Bonaccia NW.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
1	-20,652	127	5	86	-34,880	-10,880	86,060
2	-29,217	50	5	37	-34,880	-23,380	11,974
3	-25,605	19	1	11	-34,112	-21,612	27,508
4	-28,421	693	13	277	-34,880	-18,248	14,383
5	-25,311	68	6	63	-34,347	-19,847	29,434
6	-30,798	22	1	10	-35,980	-26,366	8,322
7	-30,044	25	1	10	-35,700	-25,591	9,900
8	-24,978	122	7	83	-35,847	-15,315	31,785
9	-22,295	25	1	13	-35,789	-17,326	58,955
10	-29,086	341	9	129	-35,880	-22,815	12,342
11	-25,508	204	5	136	-35,880	-17,880	28,135
12	-20,450	20	1	11	-33,646	-15,646	90,164
13	-27,195	55	3	27	-34,899	-21,899	19,079
14	-31,476	170	10	121	-34,880	-26,880	7,119
15	-29,877	13	3	7	-34,347	-25,880	10,288
16	-21,900	1849	17	730	-34,977	-8,540	64,565
17	-28,148	355	4	64	-34,995	-20,192	15,318
18	-31,110	27	2	12	-34,815	-27,815	7,745
19	-25,368	20	1	11	-34,598	-21,598	29,053
20	-31,030	24	3	18	-34,880	-26,880	7,888
21	-33,837	7	1	4	-34,542	-33,042	4,134
22	-28,108	330	14	195	-34,880	-18,380	15,459
23	-29,368	44	2	18	-34,945	-24,880	11,565
24	-29,326	235	5	45	-34,971	-20,781	11,679
25	-30,533	10	1	8	-34,637	-28,175	8,845

Tab. 3-LV – Continuo.

Banco	Sv medio (dB re 1 m ⁻¹)	n. campioni	n. ping	n. beam	Sv minimo (dB re 1 m ⁻¹)	Sv massimo (dB re 1 m ⁻¹)	Densità (kg/m ³)
26	-27,386	16	1	9	-32,748	-23,714	18,256
27	-25,731	290	12	207	-34,847	-15,847	26,725
28	-22,998	30	1	13	-34,637	-17,098	50,142
29	-20,133	20	1	11	-34,847	-14,847	96,979
30	-26,228	253	11	228	-34,977	-15,477	23,836

*Sv = Volume backscattering strength

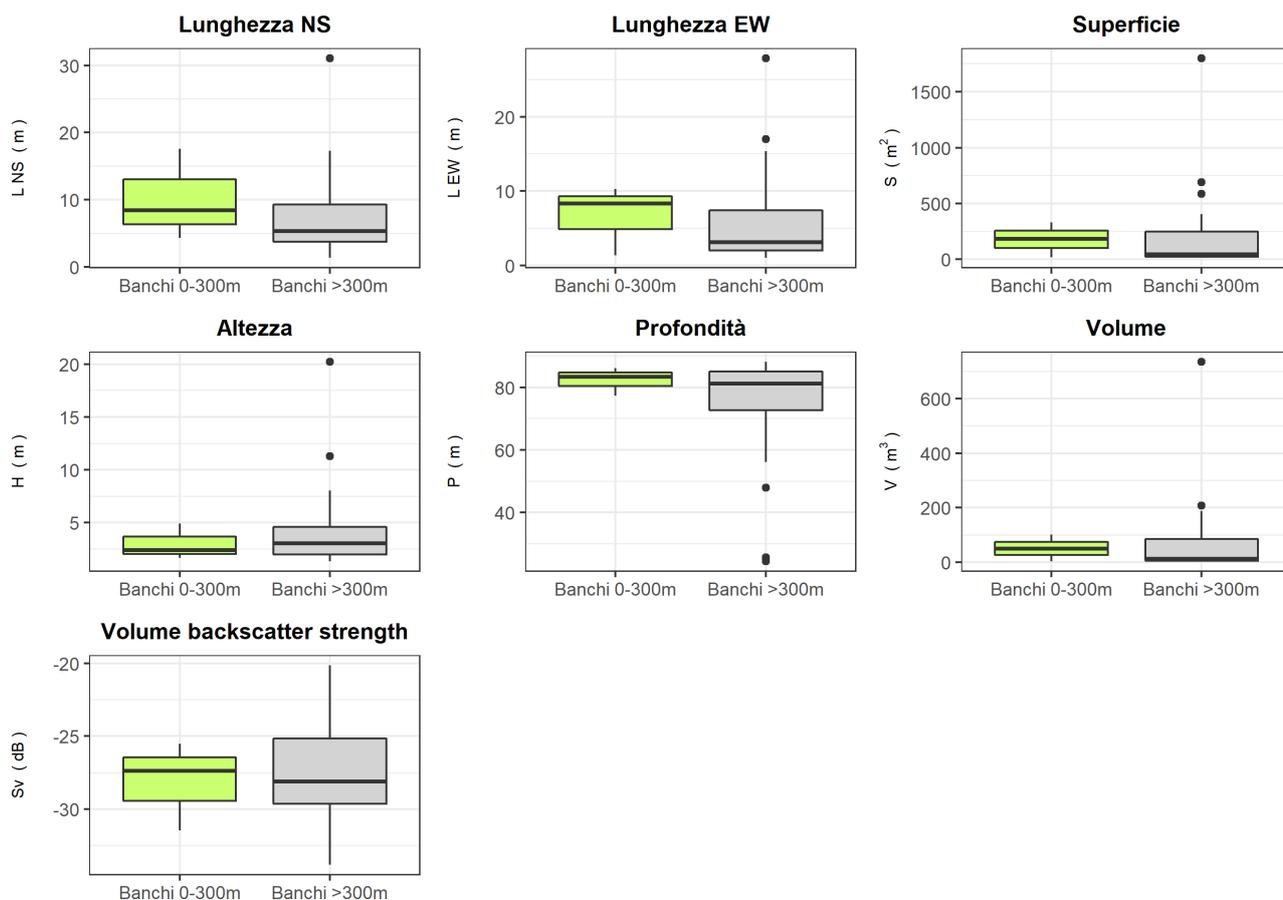


Fig. 3.88 –Box plot di alcune caratteristiche metriche ed acustiche delle aggregazioni rilevate nel giugno 2018. Sono mostrati il primo, la mediana, il terzo quartile e la presenza di eventuali outliers.

Di seguito si riportano alcuni esempi di rappresentazioni tridimensionali delle aggregazioni di pesce rilevate nei campionamenti sopra descritti (figg. 3.59 - 3.64). Tali immagini permettono una percezione spazio-temporale dei singoli banchi nell'ambiente circostante la struttura.

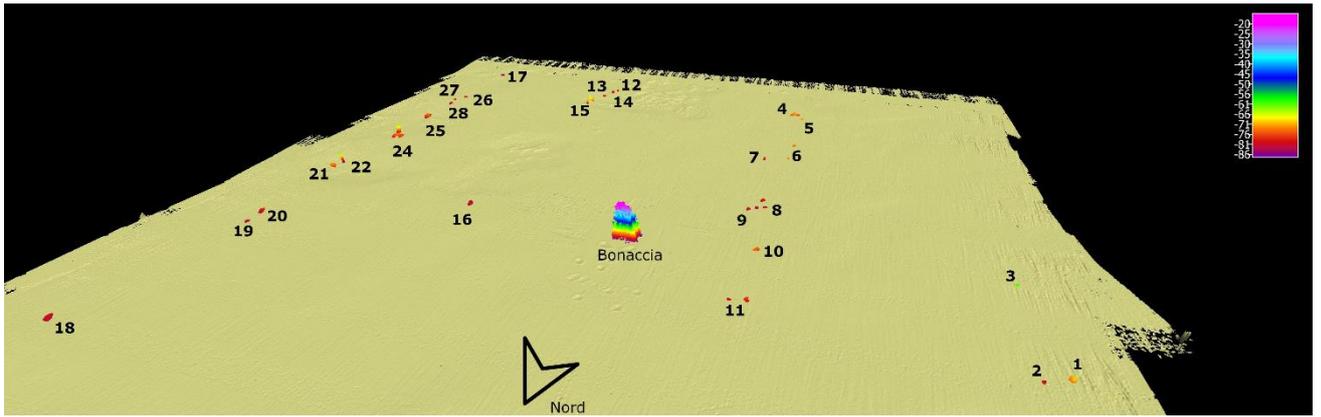


Fig. 3.59 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce nel gennaio 2018. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.

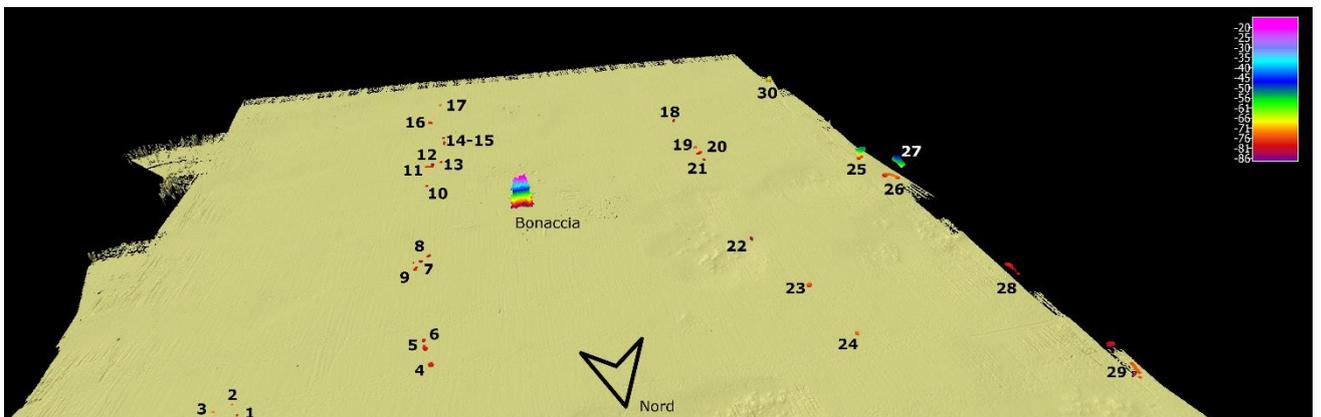


Fig. 3.60 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce in febbraio 2018. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.

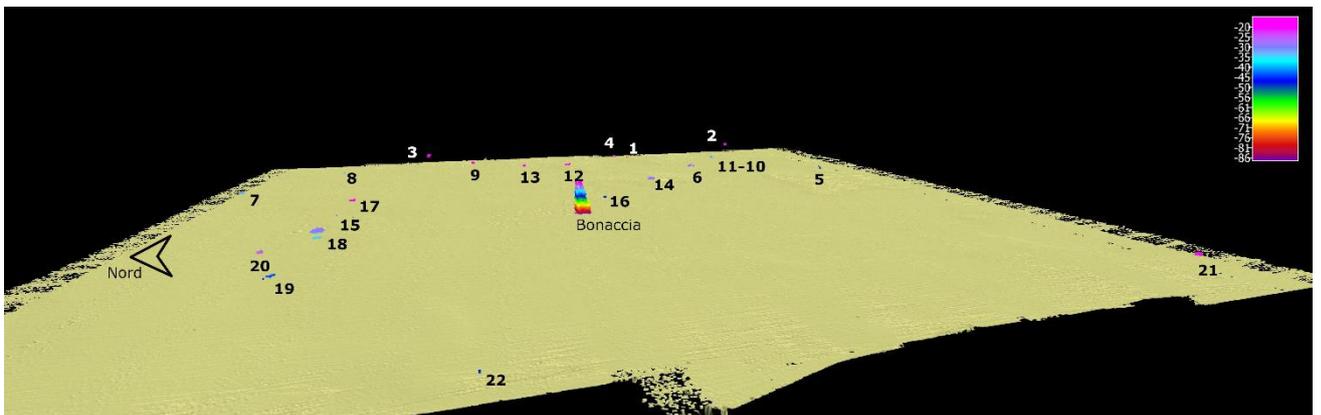


Fig. 3.61 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce nel marzo 2018. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.

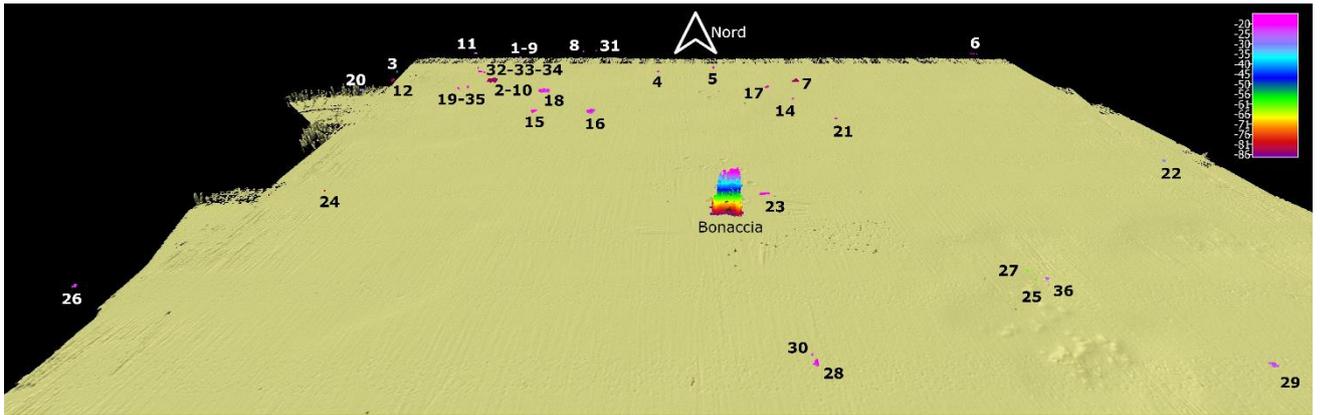


Fig. 3.62 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce durante il campionamento di **aprile 2018**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.



Fig. 3.63 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce nel **maggio 2018**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.

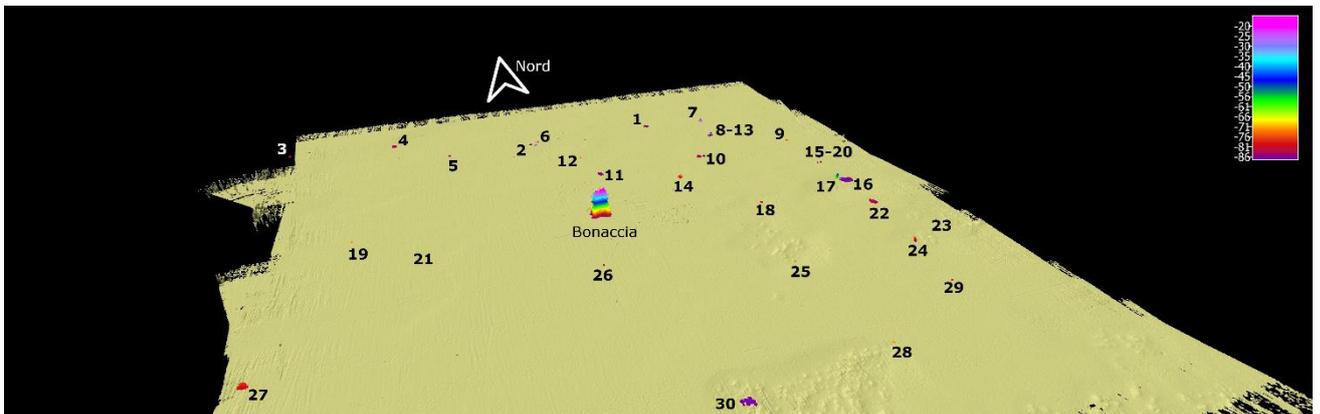


Fig. 3.64 – Immagine tridimensionale della colonna d’acqua in cui stati individuati i banchi di pesce nel **giugno 2018**. Al centro dell’immagine è visibile la struttura Bonaccia NW.

3.7.3. INDAGINI VIDEO IN PROSSIMITÀ DELLA PIATTAFORMA

Nei mesi di **gennaio** e **febbraio 2018** non è stato possibile realizzare registrazioni con la videocamera.

A **marzo** è stata rilevata la presenza di specie ittiche pelagiche (PA) come *B. boops* e

Trachurus trachurus a una profondità di circa 45 m (fig. 3.65) raggruppate in banchi attorno alle parti sommerse della piattaforma. Sul fondale invece, non sono stati osservati pesci ma un banco piuttosto consistente di canestrelli (mollusco bivalve).



Fig 3.65 – Marzo 2018. Pesce pelagico di vario tipo attorno al jacket della piattaforma Bonaccia NW; si distinguono esemplari di *T. trachurus* e *B. boops* (sinistra) e immagine del fondale privo di pesce con un banco di canestrelli (destra).

Ad **aprile**, banchi costituiti da specie pelagiche tra cui esemplari di *Spicara maena* (P-PA) sono stati rilevati in prossimità della piattaforma a profondità comprese tra 12 m e 16 m (fig. 3.66). A **maggio** non è stato possibile acquisire immagini da videocamera a causa di un'elevata torbidità, mentre a **giugno** non sono stati rilevati banchi di pesce in prossimità della piattaforma.



Fig. 3.66 – Esemplari *S. maena* (NB-PA) in mezzo ad altro pesce di tipo pelagico individuati durante il campionamento condotto nell'**aprile 2018**.

3.8. RILEVAMENTO DEL PASSAGGIO DI CETACEI E RETTILI MARINI

Nel 1° semestre 2018 è avvenuto un solo avvistamento il giorno 6 giugno. In quell'occasione, alle ore 9:30 è stata notata la presenza di 4 esemplari di *Tursiops truncatus* a circa 150 m di distanza da Bonaccia NW verso NW (Tab. 3-LIV e fig. 3.67).

Tab. 3-LIV - Survey condotti durante il 1° semestre 2018 per l'avvistamento di cetacei nell'area in cui è stata installata la piattaforma Bonaccia NW.

		N. survey	N. avvist.
3° anno PL	Gennaio 2018	3	0
	Febbraio 2018	3	0
	Marzo 2018	3	0
	Aprile 2018	3	0
	Maggio 2018	3	0
	Giugno 2018	3	1



Fig. 3.67 - Esempari di *T. truncatus* avvistati nel giugno 2018 nei pressi della piattaforma Bonaccia NW.

4. CONCLUSIONI

In riferimento al Decreto n. 0000222 del 09/09/2014 emesso dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il CNR-IRBIM (allora ISMAR) UOS di Ancona è stato incaricato da ENI S.p.A. – UPSTREAM DICS di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Bonaccia NW e della condotta sottomarina collegante tale struttura alla piattaforma Bonaccia. Gli aspetti indagati contemplati in tale monitoraggio sono stati scelti in base: a) alle specifiche riportate nel Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare; b) alle prescrizioni dell'ARPAM; c) alle conoscenze acquisite dal CNR-IRBIM di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell'oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; d) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-IRBIM dal 1998 ad oggi presso altri impianti di estrazione off-shore installati in alto e medio Adriatico su diverse tipologie di fondale da 20 a 85 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord, Naide, Tea, Annamaria B, pozzi sottomarini Bonaccia EST 2&3, Fauzia, Elettra; Fabi *et al.*, 2001a; 2001b; 2002; 2003; 2004a; 2005a; 2005b; 2006; 2010a; 2010b; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018a; 2018b); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Bonaccia NW.

Per quanto concerne la piattaforma, è stato proposto un monitoraggio comprendente indagini riguardanti la colonna d'acqua (studio delle correnti, caratteristiche fisiche e chimiche), le comunità fito- e zooplanctoniche (solo nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione), i sedimenti (granulometria, IPA, idrocarburi totali, metalli pesanti, sostanza organica, TOC, ecotossicologia, bioaccumulo), la ricerca di inquinanti e lo studio di biomarkers in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* insediati sulle parti sommerse della struttura, la composizione quali-quantitativa della comunità bentonica e del popolamento ittico.

Il monitoraggio comprende diverse fasi:

- a. fase precedente alla posa in opera della piattaforma (pre-survey);
- b. fase di installazione e perforazione dei pozzi;
- c. fase di esercizio;
- d. fase di fine esercizio.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti nel 1° semestre del 2018 (3° anno della fase di produzione della struttura).

Caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua – Le caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua rilevate nel maggio 2018 sono apparse in accordo con la climatologia del bacino (Artegiani *et al.*, 1997a, 1997b; Zavatarelli *et al.*, 1998) come in tutto il periodo di indagine precedente (Fabi *et al.*, 2018c).

Il riscaldamento superficiale della colonna d'acqua è risultato ben evidente, così come il corrispondente aumento della salinità con la profondità.

Per quanto riguarda gli aspetti idrochimici considerati, non sono state osservate condizioni ipossiche o anossiche confermando i dati precedenti e le concentrazioni di nutrienti e dei pigmenti clorofilliani sono rientrate nei range dei valori noti per l'area (Zavatarelli *et al.*, 1998; Totti *et al.*, 2000; Marini *et al.*, 2008).

I pigmenti clorofilliani sono nel range dei valori osservati per l'Adriatico centrale. La clorofilla *a* è risultata mediamente predominante, seguita dalla clorofilla *c* e dalla *b*. La Chl *b* è generalmente caratteristica delle alghe verdi, Prasinophyceae, e delle Euglenophyta, mentre la Chl *c* è solitamente in relazione alle fioriture di diatomee come descritto anche per l'Adriatico settentrionale (Bernardi Aubry *et al.*, 2004).

Il carico solido sospeso ha presentato al solito un aumento della concentrazione nelle acque di fondo come evidenziato dal profilo di torbidità. Questo trend è stato osservato frequentemente in Adriatico ed è probabilmente da correlare a processi di risospensione e trasporto di sedimenti di fondo (Wang e Pinardi, 2002; Wang *et al.*, 2006).

Nel confronto fra le stazioni in prossimità della piattaforma, che più direttamente possono essere modificate nelle loro caratteristiche ambientali dalle attività nella piattaforma, e le stazioni localizzate a 2000 m, considerate come controllo, in generale non sono emerse differenze degne di nota per quanto riguarda le condizioni oceanografiche. Anche per le concentrazioni medie dei macronutrienti inorganici disciolti le stazioni più prossime a Bonaccia NW sono apparse simili a quelle di riferimento mentre i pigmenti clorofilliani, a parte la clorofilla *b*, sono risultati mediamente più elevati nelle stazioni a 2000 m dalla piattaforma.

Per quanto riguarda la ricerca di inquinanti, l'analisi dei dati relativa ai metalli pesanti ha evidenziato la completa assenza (concentrazioni sempre sotto il limite di rilevabilità) di alcune delle specie chimiche considerate tra le più tossiche, quali mercurio, cadmio, rame ed indio (Canli e Furness, 1995; Dong *et al.*, 2016).

Tra le specie chimiche rilevabili sono stati fondamentalmente distinti due differenti andamenti. L'arsenico, il bario e il vanadio hanno evidenziato la minima variabilità delle concentrazioni sia nella distribuzione orizzontale, sia in quella verticale. Nichel, silicio,

alluminio e zinco sono invece apparsi più variabili, soprattutto gli ultimi due metalli. Il silicio e il bario sono gli unici elementi che hanno mostrato un andamento particolare delle concentrazioni e nello specifico, rispetto alla profondità. Infatti il primo è risultato maggiormente presente in prossimità del fondale, fenomeno questo comunemente riscontrato (Fabi *et al.*, 2018c), rivelando una forte correlazione con i fenomeni di risospensione che qui avvengono. Il bario, viceversa, ha mostrato i valori massimi sempre alla quota superficiale, raggiungendo comunque concentrazioni considerate naturali per questa specie chimica (Neff, 2002). La presenza di questo elemento in acqua di mare in ambienti non contaminati è principalmente da ascrivere agli apporti fluviali e al dilavamento del terreno (il bario rappresenta in percentuale il quattordicesimo elemento più abbondante nella crosta terrestre). L'occasionale aumento riscontrato in superficie durante questa campagna di misura potrebbe essere dovuto perciò alla presenza di acque relativamente più dolci provenienti dal contributo continentale (Wohlgemuth e Broecker, 1970), circostanza confermata anche dalla concomitante diminuzione della salinità superficiale misurata.

Per quanto riguarda gli inquinanti organici, l'unica categoria di composti presente è stata quella degli Idrocarburi Alifatici come nei monitoraggi precedenti, comunque caratterizzati da valori sempre molto bassi e vicini al limite di rilevabilità.

In generale, tutti i metalli e i microinquinanti organici rilevati sono risultati ampiamente al di sotto dei limiti previsti dalle Leggi attinenti agli obiettivi di qualità delle acque (es. i limiti per le acque riportati nella DIRETTIVA 2008/105/EC) e confrontabili con i risultati ottenuti in altre aree non contaminate sia del Mediterraneo (Béthoux *et al.*, 1990; Annibaldi *et al.*, 2009), sia di altre zone d'Europa e del mondo (Law, 1978; Middelburg *et al.*, 1988; Alves *et al.*, 1993; Crompton, 2006).

Per quanto concerne infine eventuali peculiarità dei siti posizionati nei pressi della piattaforma (100 m) rispetto ai controlli (2000 m), nessun elemento ha evidenziato delle differenze degne di nota in tale confronto, indicando una generale omogeneità delle concentrazioni sia nella distribuzione verticale che in quella orizzontale.

In conclusione, nel periodo di osservazione in tutta l'area esaminata non è stato evidenziato alcun fenomeno di contaminazione ambientale in relazione alla presenza della piattaforma Bonaccia NW confermando i risultati conseguiti sin dal pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c).

Misure correntometriche – Anche nel 1° semestre 2018, come nella fase di indagine precedente (Fabi *et al.*, 2018c), è emerso che l'area in cui è installata Bonaccia NW è caratterizzata da correnti deboli e variabili in direzione, anche se a giugno sono stati

raggiunti picchi di 0,3 m/s su tutta la colonna d'acqua.

Caratteristiche fisiche e chimiche dei sedimenti – L'area su cui è installata Bonaccia NW è caratterizzata da un sedimento sabbioso affiancato da una componente pelitica costituita in prevalenza da silt. Nel complesso i sedimenti non hanno presentato nel tempo cambiamenti che non siano inquadrabili nella naturale variabilità spazio-temporale (Fabi *et al.*, 2018c).

I dati acquisiti nell'inverno 2018 non hanno evidenziato segnali di alterazione nelle caratteristiche chimiche dei sedimenti eccetto per bario e arsenico. Il primo è stato caratterizzato da anomalie positive a partire dai lavori di installazione di Bonaccia NW riconducibili alla presenza della piattaforma. I valori sinora registrati non sono molto elevati in valore assoluto, ma in BO SE l'ultima concentrazione registrata corrisponde al massimo assoluto dell'intero periodo (Fabi *et al.*, 2018c). L'arsenico, che nell'inverno 2018 ha superato ovunque l'LCRN, anche ai controlli, in due siti corrispondenti alla piattaforma ha raggiunto i valori più elevati dell'intero periodo di indagine. I monitoraggi successivi consentiranno di verificare se si tratta di un graduale accumulo di questo elemento nei sedimenti o, se al contrario, si sia trattato di una variazione naturale legata a cambiamenti nelle dinamiche sedimentarie.

Ecotossicologia dei sedimenti – Nel 5° monitoraggio post installazione della piattaforma Bonaccia NW condotto nell'inverno 2018 i saggi biologici con *Dunaliella tertiolecta*, *Vibrio fischeri* e *Corophium orientale* hanno confermato l'assenza di tossicità nell'intera area investigata già osservata sin dal pre-survey (solo per l'anfipode nell'intero periodo di indagine sono stati evidenziati deboli e sporadici segnali; Fabi *et al.*, 2018c). Per quanto concerne il test per lo sviluppo larvale di *Crassostrea gigas*, nell'ultimo monitoraggio è avvenuto un lieve miglioramento rispetto all'estate 2017 essendo stata riscontrata una tossicità debole solo in due siti posizionati a 60 m dalla piattaforma e in un controllo. Da evidenziare che in corrispondenza della struttura non è mai stata rilevata tossicità per questo organismo. Pertanto, la presenza del disturbo osservato a partire dalla fase di installazione anche nei riferimenti non è imputabile direttamente alla presenza di Bonaccia NW.

I risultati del test di bioaccumulo eseguito utilizzando esemplari di *Hediste diversicolor* hanno evidenziato una biodisponibilità diffusa di mercurio e nichel, entrambi bioaccumulati anche nel pre-survey (Fabi *et al.*, 2018c), ferro e silicio, sia nell'area della piattaforma che nei controlli e, in minor misura, di arsenico e piombo.

Analisi di inquinanti e biomarker in *Mytilus galloprovincialis* - L'applicazione della

batteria di biomarker ai mitili prelevati dalle parti sommerse di Bonaccia NW nell'inverno 2018 ha evidenziato l'assenza di stress negli organismi analizzati. Non è stato rilevato rischio genotossico, con valori medi di micronuclei simili a quelli riscontrabili su popolazioni prelevate in ambienti naturali. Solo i test relativi alla stabilità delle membrane lisosomiali e quelli relativi alla sintesi ed espressione genica delle proteine metallo-chelanti tendono ad evidenziare alcune alterazioni a livello sub-cellulare, confermando quanto osservato nell'estate 2017 (Fabi *et al.*, 2018c). Nel primo caso si tratta di una misura dell'efficienza del comparto lisosomiale e di conseguenza dello stato di salute generale della cellula, mentre nel secondo caso, tramite un approccio sia spettrofotometrico che molecolare, viene valutata la presenza (biodisponibile) di elementi metallici nell'ambiente acquatico. La risposta è ulteriormente confermata dai livelli di accumulo di taluni metalli tra i quali spicca l'alluminio, risultato bioaccumulato nei mitili prelevati dal sito vicino agli anodi di sacrificio in concentrazioni decine di volte superiori rispetto al controllo seguito, in misura decisamente minore ma comunque significativa, da cadmio e zinco.

Praticamente assente è stato l'accumulo di IPA, dei quali è stato rilevato solo il pirene in tutti i tre siti di prelievo in basse concentrazioni, mentre gli IA sono stati rilevati ovunque, con una concentrazione nei mitili prelevati lontano dall'anodo sacrificale significativamente maggiore rispetto agli altri due campioni risultati invece omogenei. Comunque, l'applicazione dei vari indici ha evidenziato un'origine naturale di tali idrocarburi confermando quanto osservato nel monitoraggio precedente (Fabi *et al.*, 2018c) e l'assenza di criticità ambientali.

Comunità bentonica – Come già osservato in tutti i survey finora condotti (Fabi *et al.*, 2018c), anche nell'inverno 2018 le comunità bentoniche non sono risultate particolarmente diversificate nonostante una cospicua presenza di specie secondarie, a causa della netta dominanza di policheti appartenenti alla famiglia Paraonidae seguiti da *Ophelina cylindricaudata*, *Paradiopatra calliopae* e *Aphelochaeta filiformis*.

I popolamenti sono apparsi costituiti soprattutto da organismi limicoli, seguiti dagli indicatori della materia organica e/o da quelli tipici di fondali sabbiosi. Si tratta per lo più di policheti e, in misura minore di crostacei e molluschi. In corrispondenza della piattaforma e a 30 m a NW da essa sono risultati particolarmente importanti i taxa di substrato duro o comunque ecologicamente legati ad essi, che sono aumentati rispetto all'estate 2017 essendo passati da 13 a 18. Attorno a Bonaccia NW alcune di queste specie (es. *Anomia ephippium* e *Neopycnodonte cochlear*) sono diventate particolarmente importanti in termini di numero di individui diventando dominanti in alcuni casi.

Analogamente ai due monitoraggi del 2017 (Fabi *et al.*, 2018c), i valori maggiori di tutti gli indici biotici sono stati registrati nelle stazioni corrispondenti alla piattaforma con una tendenza al decremento alle distanze maggiori. Ciò conferma che la presenza della struttura determina un arricchimento delle comunità che, verosimilmente, sarà ancora più evidente con il proseguo del monitoraggio. Infatti, da esperienze pregresse (Fabi *et al.*, 2005c; Trabucco *et al.*, 2006; 2008; Manoukian *et al.*, 2010), è emerso che presso le strutture di estrazione offshore installate in Adriatico centro-settentrionale a profondità maggiori di 40 m avviene una grande diversificazione dei popolamenti bentonici dopo circa tre anni dalla loro installazione.

La valutazione dello stato ecologico relativa all'ultimo monitoraggio è risultata compresa tra buono e moderato nelle stazioni poste lungo i transetti e tra buono e buono/moderato ai controlli. Si evidenzia uno stato buono in tutti i quattro siti a ridosso di Bonaccia NW, che indica uno stato ottimale dei popolamenti rilevato in questi siti sin dal periodo precedente all'installazione della struttura.

Indagini sul popolamento ittico - L'indagine condotta con reti tremaglio nel 1° semestre 2018 ha evidenziato rendimenti di pesca sia in numero che in peso maggiori, in tutti i mesi di monitoraggio, presso la piattaforma rispetto a quelli di riferimento, risultato confermato anche in termini statistici e conforme con quanto registrato precedentemente (Fabi *et al.*, 2018c). Anche i valori di Ricchezza specifica sono risultati superiori presso il sito di estrazione rispetto ai controlli, come evidenziato in analoghi monitoraggi effettuati in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (es.: Scarcella *et al.*, 2011; Fabi *et al.*, 2017; 2017a; 2018b; 2019). L'abbondanza, sia numerica che ponderale, di esemplari riconducibili a specie ittiche parzialmente attratte dai substrati rocciosi (es.: *T. trachurus*, *S. japonicus*) presso Bonaccia NW, oltre alla maggiore presenza di organismi attratti, e la preponderanza di specie non attratte presso i siti di controllo, evidenziano l'influenza da parte delle strutture nei confronti di organismi altrimenti rari o assenti nell'area.

In generale, mediante l'impiego dell'indagine acustica effettuata con il Multibeam Echosounder (MBES) è stata ormai accertata una maggiore concentrazione di banchi negli strati d'acqua più vicini al fondo durante le ore diurne di monitoraggio (Punzo *et al.*, 2015), attribuibile all'etologia delle specie gregarie. Infatti, i banchi nell'arco della giornata compiono migrazioni verticali trovandosi negli strati di acqua più profondi nelle ore diurne (periodo in cui viene condotta l'indagine acustica) e in quelli più superficiali nelle ore notturne (periodo in cui vengono svolti i campionamenti di pesca). Queste migrazioni verticali sono molto probabilmente legate all'opportunità di procurarsi

nutrimento oltre che all'ottimizzazione bioenergetica e alla necessità di trovare riparo dai predatori (Pitcher 1986; Cardinale *et al.*, 2003). Tale comportamento è tipico di specie pelagiche e, in particolar modo, di *Engraulis encrasicolus*, i cui esemplari tendono ad aggregarsi formando banchi di notevoli dimensioni (Iglesias *et al.* 2003; Tsagarakis *et al.* 2012). Tali specie pelagiche di piccole dimensioni vengono generalmente catturate in quantità minore rispetto alla reale abbondanza durante i campionamenti di pesca a causa della selettività dell'attrezzo utilizzato e del suo posizionamento in prossimità del fondale.

In quest'ottica, l'indagine acustica con MBES può implementare i dati di cattura, sondando interamente la colonna d'acqua e permettendo di individuare queste specie che, dai dati acustici, erano presenti anche in banchi molto estesi.

In riferimento ai dati raccolti nel 1° semestre 2018, dalle informazioni ottenute dalla letteratura e dai dati derivati dai campionamenti di pesca, si può ipotizzare che i banchi individuati a profondità intermedie (~50 m) e nelle vicinanze della piattaforma Bonaccia NW, come i nn. 14 e 16 di marzo e il n. 23 di aprile, fossero rappresentati da specie nectobentoniche parzialmente attratte dai substrati duri come *Trisopterus minutus capelanus*. Rilevate a profondità minori e riconducibili a specie pelagiche parzialmente attratte (es. *Trachurus* spp, *B. boops* e *S. japonicus*) sono verosimilmente le aggregazioni che hanno mostrato notevoli dimensioni come il banco n. 18 di marzo, il n. 14 di marzo e il n. 17 di aprile. La loro presenza è testimoniata dai campionamenti di pesca durante quasi tutto il semestre.

Nelle zone periferiche rispetto Bonaccia NW sono state sondate aggregazioni di notevoli dimensioni e profondità come ad esempio i banchi n. 2 di aprile, n. 25 di gennaio, nn. 26 e 29 di febbraio e il n. 16 di giugno, presumibilmente rappresentate da pelagici non attratti come *E. encrasicolus*.

Rilevamento del passaggio di cetacei– Nel 1° semestre 2018 è avvenuto un solo avvistamento di cetacei nell'area circostante la piattaforma Bonaccia NW, confermando i dati raccolti sin dal pre-survey (ad esclusione delle fasi di installazione e perforazione dei pozzi i cui risultati sono riportati in Leonori *et al.*, 2016), ovvero una scarsa frequentazione dell'area da parte di questi organismi.

5. BIBLIOGRAFIA

- Alves L.C., Allen L.A., Houk R.S. 1993. Measurement of vanadium, nickel, and arsenic in seawater and urine reference materials by inductively coupled plasma mass spectrometry with cryogenic desolvation. *Anal. Chem.*, 65(18): 2468-2471.
- Amouroux J.M. 1974. Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 24 (1) sèr. B: 209-222.
- Annibaldi A., Truzzi C., Illuminati S., Scarponi G., 2009. Recent sudden decrease of lead in Adriatic coastal seawater during the years 2000–2004 in parallel with the phasing out of leaded gasoline in Italy. *Mar. Chem.*, 113: 238–249.
- Artegiani A. 1996. *Temperature and salinity measurements of seawaters, Handbook of method protocols*. MAST II Mediterranean Targeted Project. 34 pp.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997a. The Adriatic Sea general circulation. Part I. Air-sea interactions and water mass structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27, 1492–1514.
- Artegiani, A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. 1997b. The Adriatic Sea general circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure, *J. Phys. Oceanogr.*, 27: 1515– 1532.
- ASTM. 1998. *Standard guide for determination of the bioaccumulation of sediment-associated contaminants by benthic invertebrates*. Standard ASTM E1688-97a. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA: 1072-1121.
- ASTM. 2004a. *Standard guide for conducting static toxicity tests with microalgae*. ASTM E1218-04-E1. 14 pp.
- ASTM. 2004b. *Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests Starting with Embryos of Four Species of Saltwater Bivalve Molluscs*. ASTM E724-98. 21 pp.
- Augier H. 1992. *Inventaire et classification des biocénoses marines benthique de la Méditerranée*. Conseil de l'Europe. U.E.R. Des Sciences de la Mer et de l'Environnement de Luminy Marseille. 59 pp.
- Banni M., Dondero F., Jebali J., Guerbej H., Boussetta H., Viarengo A. 2007. Assessment of heavy metal contamination using real-time PCR analysis of mussel metallothionein MT10 and MT20 expression: a validation along the Tunisian coast. *Biomarkers*, 12(4): 369-383.
- Bellan Santini D., Ledoyer M. 1972. Inventaire des amphipodes gammariens récoltés dans la Région de Marseille. *Tethys*, 4 (4): 899-934.
- Bellan G., Bellan Santini D., Picard J. 1980. Mise en évidence de modèles eco-biologiques dans des zones soumises à perturbations par matières organiques. *Oceanol. Acta*, 3: 383-390.
- Bernardi Aubry F., Berton A., Bastianini M., Socal G., Acri F., 2004. Phytoplankton succession in a coastal area of the NW Adriatic over 10 years of samplings (1990–1999). *Cont. Shelf Res.*, 24: 97–115.
- Béthoux J.P., Courau P., Nicolas E., Ruiz-Pino D. 1990. Trace metal pollution in the Mediterranean Sea. *Oceanol. Acta*, 13: 481–488.
- Bettencourt A., Bricker S.B., Ferriera J.G., Franco A., Marques J.C., Melo J.J., Nobre A., Ramos L., Reis C.S., Salas F., Silva M.C., Simas T., Wolff W. 2004. *Typology and reference conditions for Portuguese transitional and coastal waters*. Instituto da Agua. Instituto do Mar, Lisbon.
- Bianchi C.N., Ceppodomo I., Galli C., Sgorbini S., Dell'Amico F., Morri C. 1993. Benthos dei mari toscani. I: Livorno – Isola d'Elba (Crociera ENEA 1985). *ENEA Arcipelago Toscano – Serie Studi Ambientali*: 263-291.
- Bocchetti R., Regoli F. 2006. Seasonal variability of oxidative biomarkers, lysosomal parameters, metallothioneins and peroxisomal enzymes in the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* from Adriatic Sea. *Chemosphere*, 65(6): 913-921.

- Bolognesi C., Rabboni R., Roggeri P. 1996. Genotoxicity biomarkers in *M. galloprovincialis* as indicators of marine pollutants. *Comp. Biochem. Physiol.*, 113C(2): 319-323.
- Bolognesi C., Fenzilli G., Lasagna C., Perrone E., Roggeri P. 2004. Genotoxicity biomarkers in *Mytilus galloprovincialis* wild versus caged mussels. *Mut. Res.*, 552: 153-162.
- Bombace G., Fabi G., Fiorentini L., Speranza S. 1994. Analysis of the efficacy of artificial reefs located in five different areas of the Adriatic Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 55(2-3): 559-580.
- Borja A., Mader J. 2008. *Instructions for the use of the AMBI index software (version 4.1)*. AZTI-Tecnalia. 13 pp.
- Borja A., Franco J., Pérez V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environment. *Mar. Pollut. Bull.*, 40(12): 1100-1114.
- Bourcier M., Nodot C., Jeudy De Grissac A., Tine J. 1979. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). *Tethys*, 9: 103-112.
- Bradford M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, 72 (1-2): 248-254.
- Canli M., Furness R.W. 1995. Mercury and cadmium uptake from seawater and from food by the Norway lobster *Nephrops norvegicus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 14: 819-828.
- Cardinale M, Casini M, Arrhenius F, Håkansson N. 2003. Diel spatial distribution and feeding activity of herring *Clupea harengus* and sprat *Sprattus sprattus* in the Baltic Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16:283-292.
- Carro N., Cobas J., Maneiro J. 2006. Distribution of aliphatic compounds in bivalve mollusks from Galicia after the Prestige oil spill: Spatial and temporal trends. *Environ. Res.*, 100(3): 339-348.
- Chimenz Gusso C., Gravina M.F., Maggiore F.R. 2001. Temporal variations in soft bottom benthic communities in Central Tyrrhenian Sea (Italy). *Archo Oceanogr. Limnol.*, 22: 175-182.
- Christensen E.R., Kusk, K.O., Nyholm N. 2009. Dose-response regressions for algal growth and similar continuous endpoint: calculation of effective concentrations. *Environ. Toxicol. Chem.*, 28: 826-835.
- Clarke K.R., Warwick R.M. 2001. *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd Edition. PRIMER-E, Plymouth, Uk. 172 pp.
- Craeymeersch J.A. 1991. Applicability of the abundance/biomass comparison method to detect pollution effects on intertidal macrobenthic communities. *Hydrobiol. Bull.*, 24(2): 133-140.
- Crompton T.R. 2006. *Analysis of Seawater. A Guide for the Analytical and Environmental Chemist*. CRC Press, 297 pp.
- DIRETTIVA 2008/105/CE, 2008. *Standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive del Consiglio 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE e 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo e del Consiglio*. Parlamento Europeo e Consiglio. 16 dicembre 2008.
- Dondero F., Piacentini L., Banni M., Reselo M., Burlando B., Viarengo A. 2005. Quantitative PCR analysis of two molluscan metallothionein genes unveils differential expression and regulation. *Gene*, 345: 259-270.
- Dong Y., Rosenbaum R.K., Hauschild M.Z. 2016. Assessment of metal toxicity in marine ecosystems: comparative toxicity potentials for nine cationic metals in coastal seawater. *Environ. Sci. Technol.*, 50: 269-278.
- Donnini F., Dinelli E., Sangiorgi F., Fabbri E. 2007. A biological and geochemical integrated approach to assess the environmental quality of a coastal lagoon (Ravenna, Italy). *Environ. Int.*, 33(7): 919-928.
- EPA. 1993. *Guidance manual, Bedded sediment Bioaccumulation Tests*. EPA/600/R-93/183. 246 pp.
- EPA. 2003a. *Volatile organic compounds in various sample matrices using equilibrium headspace*

- analysis. EPA METHOD 5021A. 25 pp.
- EPA. 2003b. *Nonhalogenated organics using gc/fid*. EPA METHODS 8015D. 37 pp.
- EPA. 2007a. *Mercury in Solids and Solutions by Thermal Decomposition, Amalgamation, and Atomic Absorption Spectrophotometry*. EPA METHOD 7473. 15 pp.
- EPA. 2007b. *Graphite furnace atomic absorption spectrophotometry*. EPA METHOD 7010. 24 pp.
- EPA. 2007c. *Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry*. EPA METHOD 6010C. 34 pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001a. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Regina. III Anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 185 + XXVII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M. 2001b. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Anemone (1999-2000). Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 119 + XI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Panfili M. 2002. *Servizi di monitoraggio ambientale campo Calpurnia. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2000-2001)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 65 + IX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Panfili M., Scarcella G., Spagnolo A. 2003. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annalisa. III Anno di indagine. Rapporto Finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione AGIP, Distretto di Ravenna. 123 + XLVI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Scarcella G., Spagnolo A. 2004a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Barbara NW. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (2000 – 2002)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228 + XLIX pp.
- Fabi G., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005a. *Servizi di monitoraggio ambientale Piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Naomi-Pandora”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2002-2003)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 201 + XXVIII pp.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005b. *Servizi di monitoraggio ambientale piattaforma di estrazione di idrocarburi gassosi “Porto Corsini Mare Sud 1 (PCMS-1)”. Rapporto conclusivo di due anni di indagine*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 95 + XI pp.
- Fabi G., Ausili S., Campanelli A., De Biasi A., Fornasiero P., Grati F., Grilli F., Marini M., Panfili M., Paschini E., Puletti M., Scarcella G., Spagnolo A. 2005c. Evaluation of the ecological impact of gas platforms in the Adriatic Sea. Pagg. 127-139, in: Libro de Ponencias II Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Marina e Oceanos III Millennium Tomo I. Editorial C.P.D, Madrid.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calipso. Rapporto finale di 4 anni di studio (2002-2005)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 224 + XLII pp.
- Fabi G. De Ranieri S., Grilli F., Nasci C., Spagnolo A. 2010a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Nord. Rapporto conclusivo di tre anni di indagine (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 240 + XLIII pp.
- Fabi G., Campanelli A., De Ranieri S., Nasci C., Polidori P., Punzo E. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di tre anni di monitoraggio (estate 2005 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 353 + XLI pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2013. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto conclusivo di 4 anni di monitoraggio, dal pre-survey al terzo anno dopo la posa (estate 2004 - inverno 2008)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 397 + xlvI pp.

- Fabi G., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P.G., Polidori P., Spagnolo A. 2015. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea - Rapporto conclusivo dal pre-survey al terzo anno successivo alla posa in opera della piattaforma (2006-2010)*. 251 + XLIV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Campanelli A. De Biasi A.M., Gaetani A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Polidori P., 2016. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Annamaria B - Piano Nazionale. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. Rapporto finale di sei anni di indagine (dal pre-survey al 3° anno post lavori di installazione)*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 258 + CXVIII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L. 2017. *Monitoraggio ambientale Pozzi sottomarini Bonaccia Est 2 e Bonaccia Est 3. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione dei pozzi sottomarini. V anno successivo ai lavori di installazione (2015) - Rapporto finale*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 61 + XXXI pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Scanu M., Tasseti A.N. 2018a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Elettra - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 4° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale. Rapporto n. 13*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 188 + LV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Girasole M., Gomiero A., Kozinkova L., Pellini G., Tasseti A.N. 2018b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Fauzia - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma. 4° anno della fase di produzione - Rapporto semestrale. Rapporto n. 13*. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 199 + LV pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Armelloni E.N., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., Delazzari A., Kozinkova L., Salvalaggio V. Tasseti A.N. 2018c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Bonaccia NW - Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della della piattaforma Bonaccia NW. Fase di produzione - Rapporto Finale 2° anno (dal pre-survey a dicembre 2017)*. Rapporto n. 6. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM DICS. 234 + LII pp.
- Fabi G., Spagnolo A., Borghini M., Cassin D., De Biasi A.M., De Lazzari A., Kozinkova L., Masnadi F., Montagnini L., Tasseti A.N. 2019. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara NW. Monitoraggio dell'area interessata dall'installazione della piattaforma Clara NW. Fase di produzione - 3° anno - Rapporto semestrale (gennaio - giugno 2018)*. Rapporto n. 11. Rapporto per Eni S.p.A. – UPSTREAM, DICS. 160 + LII pp.
- Fattorini D., Notti A., Di Mento R., Cicero A.M., Gabellini M., Russo A., Regoli F. 2008. Seasonal, spatial and inter-annual variations of trace metals in mussels from the Adriatic Sea: a regional gradient for arsenic and implications for monitoring the impact of offshore activities. *Chemosphere*, 72: 1524–1533.
- Fisher W., Bauchot M.L., Schneider M. (Eds). 1987. *Fishes FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1) Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche 37. Vol. 1. Végétaux et Invertébrés*. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO. 760 pp.
- Gomiero A., Da Ros L., Meneghetti F., Nasci C., Spagnolo A., Fabi G. 2011. Integrated use of biomarkers in the mussel *Mytilus galloprovincialis* for assessing off-shore gas platforms in the Adriatic Sea: Results of a two-year biomonitoring program. *Mar. Pollut. Bull.*, 62(11): 2483-2495.
- Gomiero A., Volpato E., Nasci C., Perra G., Viarengo A., Dagnino A., Spagnolo A., Fabi G. 2015. Use of multiple cell and tissue-level biomarkers in mussels collected along two gas fields in the northern Adriatic Sea as a tool for long term environmental monitoring. *Mar. Poll. Bull.*, 93(1-2): 228-244.
- Gorbi S., Lamberti C.V., Notti A., Benedetti M., Fattorini D., Moltedo G., Regoli F. 2008. An ecotoxicological protocol with caged mussels, *Mytilus galloprovincialis*, for monitoring the

- impact of an offshore platform in the Adriatic sea. *Mar. Environ. Res.*, 65(1): 34-49.
- Grasshoff K., Cremling K., Erhardt M. 1999. *Methods of seawater analysis*. Verlag Chemie, Weinheim, Germany. 600 pp.
- Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. 1993. Kinetic PCR analysis: real-time monitoring of DNA amplification reactions. *Biotechnology (NY)*, 11 (9): 1026-1030.
- ICRAM. 2001. *Metodologie analitiche di riferimento. Programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)*.
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- Iglesias M, Carrera P, Muiño R. 2003. Spatio-temporal patterns and morphological characterisation of multispecies pelagic fish schools in the North-Western Mediterranean Sea. *Aquat. Liv. Res.*, 16:541-548.
- IRSA-CNR. 1994. *Metodi analitici per le acque*. Istituto poligrafico e zecca dello Stato, Roma.
- ISO 2004. *Determination of content of hydrocarbon in the range C10 to C40 by gas chromatography*. ISO 16703:2004. 18 pp.
- ISO. 2005. *Water quality - determination of acute toxicity of marine or estuarine sediment to amphipods*. ISO 16712:2005(E). 15 pp.
- Law R.J. 1978. Determination of petroleum hydrocarbons in water, fish and sediments following the Ekofisk blow-out. *Mar. Poll. Bul.*, 9: 321-324.
- Lima I., Moreira S.M., Rendon-Von Osten J., Soares A.M., Guilhermino L. 2007. Biochemical responses of the marine mussel *Mytilus galloprovincialis* to petrochemical environmental contamination along the North-western coast of Portugal. *Chemosphere*, 66(7): 1230-1242.
- Livak J., Schmittgen T.D. 2001. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the $2^{-\Delta\Delta CT}$. *Methods*, 25: 402-408.
- Losso C., Picone M., Arizzi Novelli A., Delaney E., Ghetti P.F., Volpi Ghirardini A. 2007. Developing toxicity scores for embryotoxicity tests on elutriates with the sea urchin *Paracentrotus lividus*, the oyster *Crassostrea gigas* and the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 53: 220-226.
- Manoukian S., Spagnolo A., Scarcella G., Punzo E., Angelini R., Fabi G. 2010. Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (north western Adriatic Sea, Italy). *Mar. Environ. Res.*, 70(5): 402-410.
- Marini M., Jones B.H., Campanelli A., Grilli F., Lee C.M. 2008. Seasonal variability and Po River plume influence on biochemical properties along western Adriatic coast. *J. Geophys. Res.*, 113 (C05S90), doi:10.1029/2007JC004370.
- May R.M. 1979. Patterns of Species Abundance and Diversity. Pagg. 81-120, in: Cody M.L. and Diamond J.M. (Eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4.
- Middelburg J.J., Hoede D., Van Der Sloot H.A., Van Der Weijden C.H., Wijkstra J. 1988. Arsenic, antimony and vanadium in the North Atlantic Ocean. *Geochim. cosmochim. Acta*, 52: 2871-2878.
- Muxika I., Borja A., Bald J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Framework Directive. *Mar. Pollut. Bull.*, 55: 13-29.
- Neff J.M., 2002. Barium in the Ocean. Pagg. 79-87, in: Bioaccumulation in Marine Organisms. Elsevier.
- Nodot C., Bourcier M., Juedy De Grissac A., Hursner S., Regis J., Tine J. 1984. Répartition des biocénoses benthiques en fonction des substrats sédimentaires de la rade de Toulon (France). 2. La Grande Rade. *Tethys*, 11: 141-153.
- Ottaviani E., Franceschini C. 1997. The invertebrate phagocytic immunocyte: clues to a common evolution of immune and neuroendocrine system. *Immunology Today*, 18: 169-174.

- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31(47). 137 pp.
- Petrovic S., Semencic L., Ozetic B., Orzetic M. 2004. Seasonal variations of physiological and cellular biomarkers and their use in the biomonitoring of North Adriatic coastal waters (Croatia). *Mar. Pollut. Bull.*, 49(9-10): 713-720.
- Pianka E.R. 1970. On r- and k-selection. *Amer. Nat.*, 104: 592-597.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Publ., New York. 424 pp.
- Pitcher T.J. 1986. Behaviour of teleost fishes. Fish and Fisheries Series 7. second ed. Chapman & Hall, London: 363-439
- Poppe G.T., Goto Y. 1991. *European Seashells (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogaster, Gastropoda)*. Vol. 1. Publ. by V.C. Hemmen, Grillparzerstr. 22, D-6200 Wiesbaden, Federal Republic of Germany. 352 pp.
- Poppe G.T., Goto Y. 1993. *European seashells. Vol. II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Hemmen V.C. (Ed.), Germany. 221 pp.
- Punzo E, Malaspina S, Domenichetti F, Polidori P, Scarcella G, Fabi G. 2015. Fish detection around offshore artificial structures: preliminary results from hydroacoustics and fishing surveys. *J. Appl. Ichthyol.*, 31(S3): 48-59.
- Rinelli P., Spanò N. 1997. Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, 4: 440-442.
- Saggiomo V., Catalano G., Ribera d'Alcalà M. 1990. Ossigeno disciolto. Pagg. 91-103. In: Innamorati M., Ferrari I., Marino D., Ribera d'Alcalà M. (Eds.), *Metodi nell'ecologia del plancton marino*. Nova Thalassia, Vol. 11.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sédimentation en milieu circalittoral Méditerranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Scarcella G., Grati F., Fabi G. 2011. Temporal and Spatial Variation of the Fish Assemblage Around a Gas Platform in the Northern Adriatic Sea, Italy. *Turkish J. Fish. Aquatic Sci.*, 11: 433-444.
- Schlitzer R., 2016. *Ocean Data View*. <http://odv.awi.de>.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Medit. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- Teixeira H., Salas F., Pardal M.A., Marques J.C. 2007. Applicability of ecological evaluation tools in estuarine ecosystem: a case of the lower Mondego estuary (Portugal). *Hydrobiologia*, 587: 101-112.
- Totti C., Civitarese G., Acri F., Barletta D., Candelari G., Paschini E., Solazzi A. 2000. Seasonal variability of phytoplankton populations in the middle Adriatic sub-basin. *J. Plankton Res.*, 22(9): 1735-1756.
- Trabucco B., Cicero A.M., Gabellini M., Virno Lamberti C., Di Mento R., Bacci T., Moltedo G., Tomassetti P., Panfili M., Marusso V., Cornello M. 2006. Study of the soft bottom macrozoobenthic community around an offshore platform (central Adriatic Sea). *Biol. Mar. Medit.*, 13(1): 659-662.
- Trabucco B., Bacci T., Marusso V., Lomiri S., Vani D., Marzialetti S., Cicero A.M., Di Mento R., De Biasi A.M., Gabellini M., Virno Lamberti C. 2008. Study of the macrofauna surrounding offshore platforms in the central Adriatic Sea. *Biol. Mar. Medit.*, 15(1): 141-143.
- Tsagarakis K, Giannoulaki M, Somarakis S, Machias A. 2012. Variability in positional, energetic and morphometric descriptors of European anchovy *Engraulis encrasicolus* schools related to patterns of diurnal vertical migration. *Mar. Ecol. Progr. Series*, 446: 243-258.

- UNI EN ISO. 2000. *Saggio di inibizione della crescita di alghe marine con Skeletonema costatum e Phaeodactylum tricornerutum*. UNI EN ISO 10253:2000. 14 pp.
- UNESCO. 1983. *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Tech. Pap. Mar. Sci., 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. *The acquisition, calibration, and analysis of CTD data*. Tech. Pap. Mar. Sci., 54. 59 pp.
- USEPA. 1991. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms -Section 14- Green alga Selenastrum capricornutum growth test - Method 1003.0*. EPA/600/4-91/002. 334 pp.
- USEPA. 1995. *Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluent and receiving waters to west coast marine and estuarine organisms*. EPA/600/R-95/136. 15 pp.
- Viarengo A., Canesi L. 1991. Mussels as biological indicators of pollution. *Aquaculture*, 94(2-3): 225-243.
- Vidussi F., Claustre H., Bustillos-Guzmán J., Cailliau C., Marty J. C. 1996. Determination of Chlorophylls and carotenoids of marine phytoplankton: separation of Chlorophyll a from divinylChlorophyll a and zeaxanthin from lutein. *J. Plankton Res.*,18(12): 2377-2382.
- Wang, X.H., Pinardi N. 2002. Modeling the dynamics of sediment transport and resuspension in the northern Adriatic Sea. *J. Geophys. Res.*, 107(C12): 1-23.
- Wang, X.H., Pinardi N., Malacic V. 2006. Sediment transport and resuspension due to combined motion of wave and current in the northern Adriatic Sea during a Bora event in January 2001: A numerical modelling study. *Cont. Shelf Res.*, 27(5): 613 – 633.
- Whitehead P.J.P., Bauchot M.L., Hureau J.C., Nielsen J., Tortonese E. (eds). 1986. *Fishes of the North- Eastern Atlantic and Mediterranean*. UNESCO, Voll. 1-2-3. 1473 pp.
- Winkler L.W. 1888. Die Bestimmung des im Wasser gelosten Sauerstoffes. *Chem. Ber.*, 21: 2843-2855.
- Wohlgemuth K., Broecker W.S. 1970. Barium in sea water. *Earth Planet. Sci. Letters*, 8: 372-378.
- Zar J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 663 pp.
- Zavatarelli M., Raicich F., Bregant D., Russo A., Artegiani A. 1998. Climatological biogeochemical characteristics of the Adriatic Sea. *J. Mar. Syst.*, 18: 227-263.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004. The use of BENTIX in Assessing Ecological Quality of coastal waters across the Mediterranean. Proceedings of an international workshop on the promotion and use of benthic tools for assessing the health of coastal marine ecosystems. Intergovernmental Oceanographic Commission. Workshop Report n. 195: 19-22.

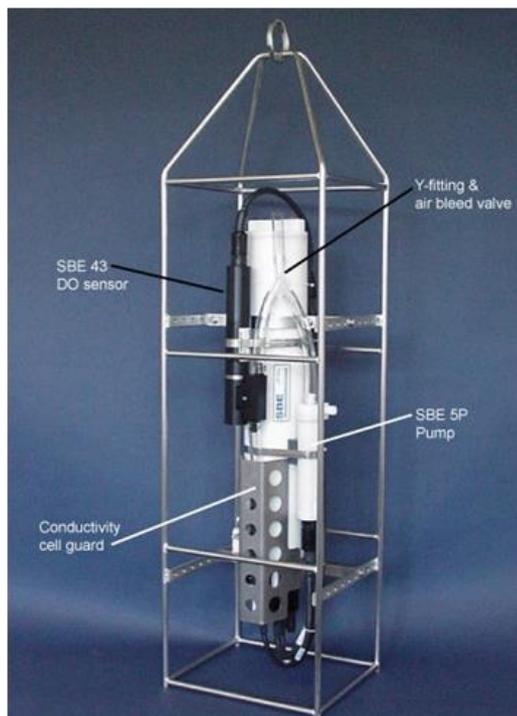
ALLEGATO A

SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

UTILIZZATA NELLE INDAGINI

A1
**INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DELLA COLONNA
D'ACQUA**

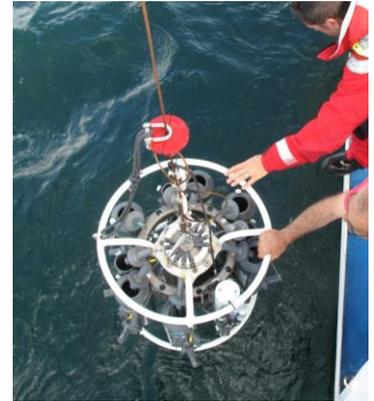
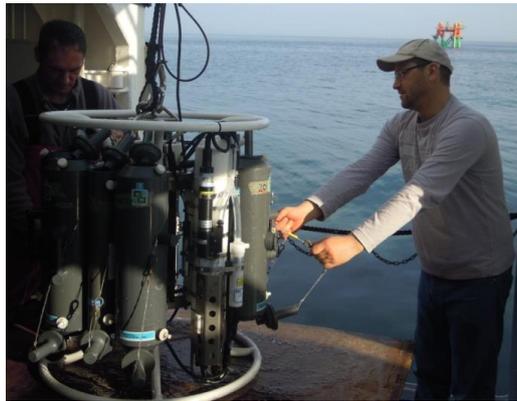
A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



CTD: Sonda multiparametrica CTD SBE 19plusV2 dotata dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione
Temperatura	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,005 \text{ }^\circ\text{C}$	-5 : +35 $^\circ\text{C}$	12/02/2014
Conducibilità	Sea Bird Electronics	Interno	$\pm 0,0005 \text{ S m}^{-1}$	0 : 9 S m^{-1}	12/02/2014
Pressione	Sea Bird Electronics	Druck	$\pm 0,1 \text{ \% fondo scala}$	0: 600 m	04/02/2014
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 0,1 \text{ ml L}^{-1}$	0 : 15 ml L^{-1}	calibrazione con Winkler ad ogni campagna
Fluorimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$	0 : 50 $\mu\text{g L}^{-1}$	calibrazione con campioni di Chl ad ogni campagna
Torbidimetro	Turner Designs	Cyclops-7	$\pm 0,01 \text{ NTU}$	0 : 300 NTU	calibrazione con campioni di TSM ad ogni campagna

Campionatore: SBE 32C Carousel Water Sampler con bottiglie GO.



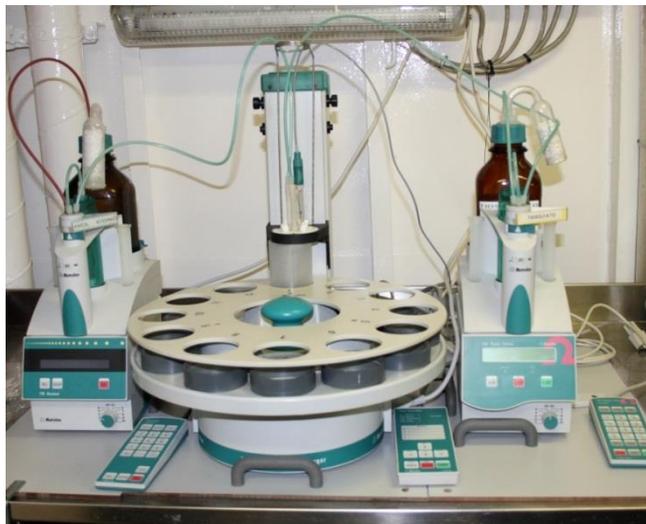
A1-II ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
ADCP	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1 cm/s	± 0,3 cm/s	± 5 m/s (default) ±20 m/s (maximum)	Ad ogni deployment

Sensore	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Temperatura	Teledyne RD Instruments	Sentinel V	0,1°C	± 0,4 cm/s	da -5°C a + 45°C	ad ogni deployment

A1-III TRITINO per la misurazione dell'ossigeno disciolto con il metodo Winkler



Sistema di titolazione automatico con Metrohm Basic Titrino 794 e campionatore

A1-IV ANALIZZATORE COLORIMETRICO AUTOMATICO EasyChem Plus™ per l'analisi dei sali nutritivi



A1-V HPLC per l'analisi dei pigmenti



A1- VI Analisi metalli pesanti - Spettrofotometro di massa ICP-MS 7500ce



A1- VII Analisi del Silicio - Spettrofotometro a emissione atomica ICP-AES Vista-MPX



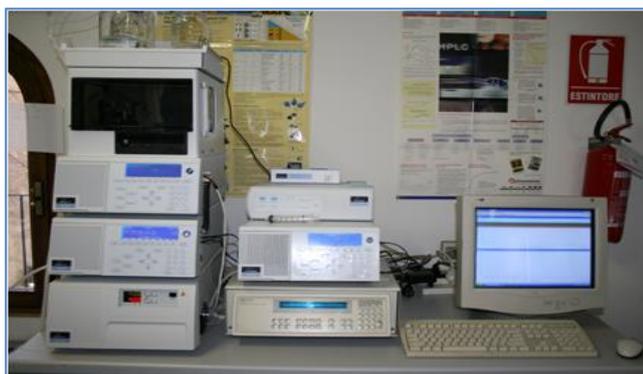
A1- VIII Analisi BTEX - Spettrofotometro di massa quadrupolare HEWLWTT-PACKARD GC/MS 5973 Network



A1- IX Analisi Glicole etilenico e Idrocarburi totali - Gascromatografo GC FISON'S INST.



A1- X Analisi cromatografica degli IPA - Cromatografo liquido HPLC Perkin Elmer PE 200, accoppiato a un rivelatore a fluorescenza PE serie 200A



A1- XI Analisi cromatografica degli IA - Gascromatografo Agilent 7820A accoppiato a un rivelatore di massa sistema MSD Agilent Serie 5977A.



A2

INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

A2-I BOX-CORER per il prelievo dei campioni



Materiale	Dimensione scatola campionatore (cm)
Ferro zincato	17x10x24,5h

A2-II BILANCIA ELETTRONICA



Le bilance elettroniche sono sensibili all'accelerazione di gravità; pertanto, in accordo con la direttiva 90/384, devono essere calibrate nel luogo di utilizzo con masse tarate in classe F1 che corrispondono a un peso di 200 g.

Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Gibertini Elettronica S.r.l.	EU 2000	±0,01 g	1000 g

A2-III STUFA TERMOSTATA “HIGH PERFORMANCE”



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	F.lli Galli G&P	2100	96	50 – 300	±2

Ogni sei mesi viene inserito un termometro per verificare che la temperatura della stufa resti costante. La lettura del termometro viene eseguita ogni 45 minuti per una durata totale della prova di 3 ore. E' accettata una variazione di 2°C rispetto alla temperatura iniziale.

A2-IV SETACCI



Strumento	Costruttore	Serie	Materiale	Diametro (mm)	Dimensione delle maglie (μ)
Setacci normalizzati	Giuliani Teconologie S.r.l.	ASTM	acciaio inox	100 - 200	63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000

Periodicamente si verifica che le maglie abbiano mantenuto le dimensioni e la forma originaria e si testa la regolarità delle saldature.

A2-V DENSIMETRO



Strumento	Costruttore	Serie	Scala (ml)	Divisione (ml)	Zavorra	Taratura (°F)
Densimetro per terreni	Vetrotecnica	Normale ASTM	0,995 – 1,040	0,001	piombo	68/68

Lo strumento non necessita di verifica e taratura. Viene sostituito quando la scala graduata non è più visibile.

A2-VI TSQ™ 9000 TRIPLE QUADRUPOLE GC-MS/MS SYSTEM



A2-VII GAS-CROMATOGRAFO DOPPIA COLONNA, RIVELATORE FID - PERKIN ELMER SIGMA3B – DUAL FID



Il controllo interno della taratura dello strumento viene effettuato preliminarmente all'avvio di ogni indagine commissionata. Il controllo esterno e l'eventuale taratura ordinaria sono condotti annualmente da un Tecnico incaricato dalla Ditta costruttrice, quando il controllo interno risulta sfavorevole.

A2-VIII DMA 80 per la misurazione del MERCURIO



Consente di effettuare analisi per la determinazione diretta del contenuto di mercurio su matrici di varia natura, senza che si rendano necessari trattamenti chimici del campione.

A2-IX VARIAN SPECTRA AA-240 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO E ARSENICO

Spettrofotometro ad assorbimento atomico usato mediante l'impiego del fornello di grafite con piattaforma pirolitica. La correzione del rumore di fondo è assicurata dalla correzione di background trasversa "Zeeman" e dall'interpolazione polinomiale per la correzione delle interferenze. Al fine di ridurre il rumore di fondo e il limite di rivelabilità e di incrementare la sensibilità vengono utilizzate lampade monoelemento a catodo cavo.



A2-X VARIAN ICP-720ES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, FERRO, CROMO, NICHEL, RAME, SILICIO, VANADIO e ZINCO



Spettrofotometro ad emissione atomica al plasma ad accoppiamento induttivo (ICP) e lettura sequenziale. Il sistema di raccolta della radiazione emessa dal plasma è di tipo assiale. Il generatore di radiofrequenze è 40 MHz. Per il raffreddamento del plasma viene impiegato argon ultrapuro.

A2-XI ICP-MS Agilent Mod. 7700 per la misurazione dell'INDIO



A3

INDAGINI SULLA COMUNITA' BENTONICA

A3-I BENNA VAN VEEN



Materiale	superficie di sedimento campionata (m ²)
Acciaio	0,095

A3-II SETACCIO



Materiale	Lato maglia (mm)
Acciaio inox	0,5

A3-III MICROSCOPIO STEREO ZEISS STEMI 2000-C



Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

A3-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



Obiettivi in dotazione: 10x, 40x, 100x.

A3-V BILANCIA ANALITICA

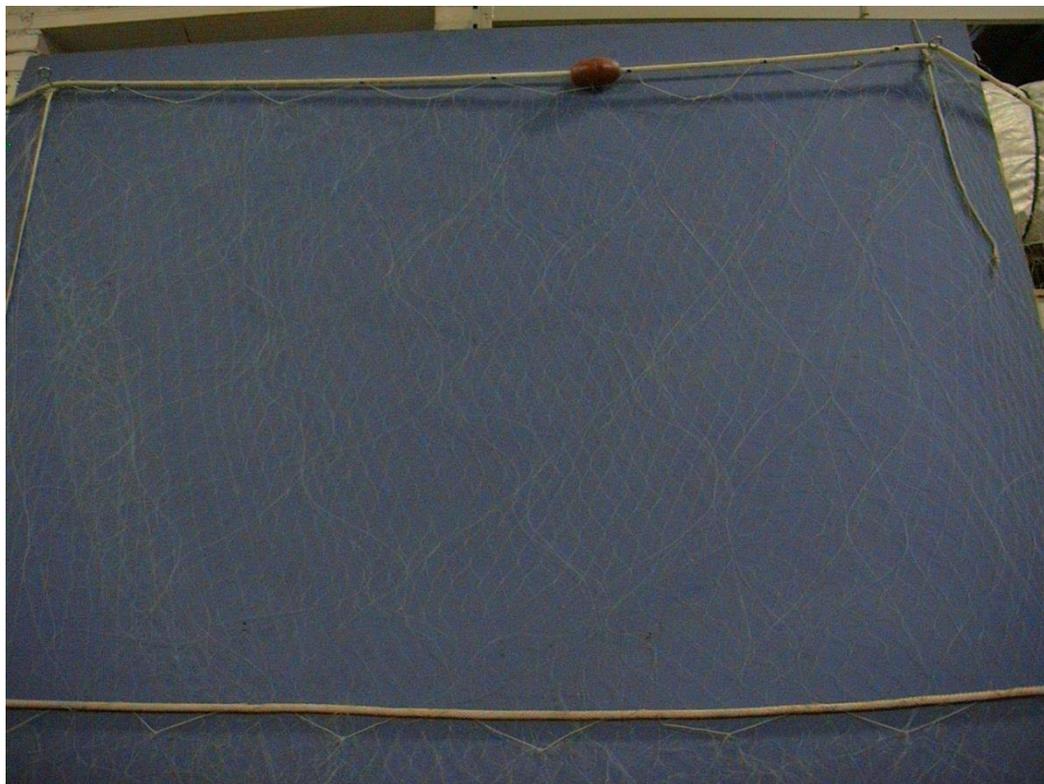


Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Capacità
Bilancia elettronica	Mettler Toledo	ML204	0,0001 g	220 g

A4

INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

A4-I RETE TREMAGLIO



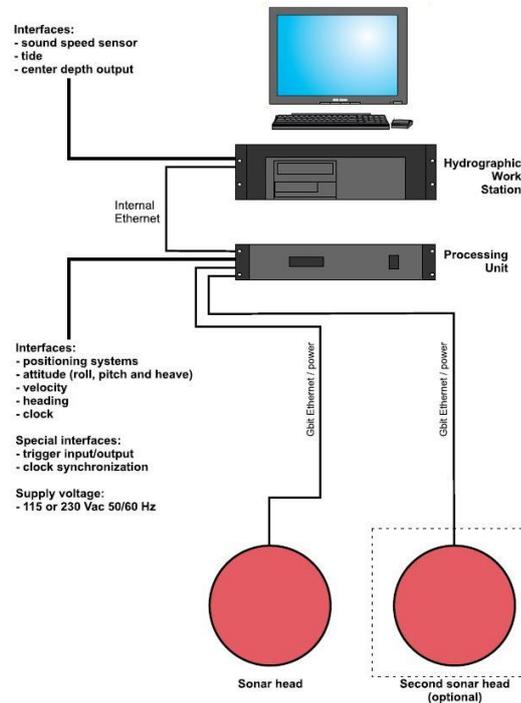
Lunghezza totale: 300 m

	Pannello interno	Pannello esterno
materiale	Monofilamento di poliammide	Monofilamento di poliammide
altezza (m)	6	3
apertura maglia stirata (mm)	72	400
diametro filo (mm)	0,18	0,30
rapporto di armamento	0,35	0,50

	Lima dei galleggianti	galleggianti	Lima dei piombi
materiale	poliammide		
diametro (mm)	7		
quantità ogni metro		1	
tipo		B19-70	
spinta (g)		55	
peso (g/m)			120

A4-II MULTIBEAM ECHOSOUNDER KONGSBERG EM EM 2040C

System diagram



Features

The EM 2040C-D (C for Compact – D for Dual Heads) is a shallow water multibeam echo sounder, ideal tool for high-resolution mapping and inspection application that fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

The EM 2040C system operating frequency range is from 200 to 400 kHz enabling the user to choose on the fly the best operating frequency for the application in base of the depth.

The EM 2040C-D has three units: a sonar head (two for this system) where receiver and transmitter are integrated, a processing unit and a hydrographic workstation. For completeness, data input from a motion sensor and a positioning system is required, as is the sound speed profile of the water column between the transducers and the bottom. Sound speed at the transducer depth is an optional input and is highly recommended, especially for a dual head system.

Further features:

- Wide frequency range
- FM chirp
- Roll and pitch stabilisation
- Yaw stabilisation
- Nearfield focusing both on transmit and receive
- Short pulse lengths, large bandwidth
- Water column display
- Seabed image
- Water column logging
- Dual swath

Technical specifications

Performance specifications

- | | |
|---|-------------------|
| • Frequency range: | 200 – 400 kHz |
| • Maximum detected depth: | 490 m |
| • Minimum detected depth: | 0.5 m |
| • Maximum ping rate: | 50 Hz |
| • Number of soundings per ping (dual head): | Up to 1600 |
| • Beam width (TX x RX) at 200 kHz: | 2 x 2 degrees |
| • Beam width (TX x RX) at 300 kHz: | 1.3 x 1.3 degrees |

• Beam width (TX x RX) at 400 kHz:	1 x 1degrees
• TX source level at 300 kHz:	204.5 dB re 1 µPa at 1 m
• RX beam spacing:	Equidistant, equiangle and high density
• Coverage sector (dual head):	200 degrees at 200 – 320 kHz,
• Coverage sector (dual head):	170 degrees at 350 kHz,
• Coverage sector (dual head):	140 degrees at 400 kHz
• Transmit beam steering:	Stabilised for pitch (+/- 10 degrees)
• Receive beam steering:	Stabilised for roll (+/- 15 degrees)
• Range resolution (defined as cT/2):	18.8 mm at 25 µs pulse
• Roll stabilised beams:	+/-15 degrees
• Pitch stabilised beams:	+/-10 degrees
• Yaw stabilised beams:	+/-10 degrees
• Pulse length:	14 µs -12ms
• System accuracy:	better then 10 mm
• Depth resolution	1 cm
• Transducer geometry	Mills cross

External sensors

- Position
- Heading
- Motion sensor (Pitch, roll and heave)
- Sound velocity profile
- Clock synchronisation (1 PPS)

Environmental and EMC specifications

The system fulfils and even surpasses the IHO-S44 special order and the more stringent LINZ specification.

A4-III QUASI STELLAR COLOR



Quasi Stellar, derivata dalla Light Camera, deriva dall'applicazione di recenti tecnologie elettroniche e meccaniche. Costruita con componenti elettronici e meccanici di qualità (acciaio inossidabile, metacrilato, delrin), consente la visione diurna in bianco e nero (o a colori) del fondo in condizioni di scarsa luminosità e torbidità a grandi profondità, fino e oltre 200 m., con intensità di appena 2 millesimi di lux, ideale per la ricerca sistematica con i metodi della traina o del pendolo, consente un buon riconoscimento della tipologia del fondo e degli oggetti, anche seminterrati.

Caratteristiche generali: Trasmettitore video entro-contenuto, che permette la ricezione su qualsiasi televisore o videoregistratore (non occorrono monitor). Cavo ombelicale di piccolo diametro (4.2 mm.) rinforzato internamente con treccia in poliestere che assicura una trazione di oltre 80 Kg. Dimensioni e pesi contenuti: corpo 101,6 mm. di diametro per 280 mm. di lunghezza. L'alimentazione, fornita da batterie al piombo gelatinoso alloggiate nella consolle, assicura una lunga autonomia (maggiore di 24 h di servizio continuo) grazie al basso consumo della telecamera. Per periodi d'uso continuato, o se non si desidera ricorrere all'uso delle batterie, sono disponibili alimentatori a 220 V. Quasi Stellar è fornita in allestimento base con versioni operative a 100 e 200 m. di profondità, con pezzature di cavo ombelicale di analoga lunghezza e cavetto di collegamento al televisore.

A5

ANALISI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

A5-I ESTRAZIONE LIQUIDO-SOLIDO A FLUSSO tipo Soxhlet



Materiale: Apparato elevatore, isomantello, pallone da 250 ml, un apparato di Soxhlet con refrigerante apposito, un ditale di carta, pinze e morsetti, due tubi di gomma, moderatore di ebollizione (sfere di pyrex), cilindro graduato da 250 ml, solvente organico d'estrazione, cilindretto graduato da 10 ml, pipette Pasteur, cristallizzatore, piastra riscaldante, ancoretta magnetica, imbuto, tettarelle, cotone, provetta o protettone da 250 ml.

A5-II CROMATOGRAFIA LIQUIDA Waters 996 PDA HPLC System (liquid chromatograph)



TIPO DI STRUMENTO: **Cromatografo per cromatografia liquida ad alte pressioni (HPLC).**

CONSTRUTTORE **Waters**

SERIE **996 PDA**

TIPO DI DETECTOR: **Fluorescenza (Waters® 474 Scanning Fluorescence Detector) e UV-Visibile (rivelatore a serie di fotodiodi Waters® PDA 996)**

VOLUME DI INIEZIONE: **5 µl**

CARRIER: **Acqua/Acetonitrile**

TIPO DI COLONNA: **Supelcosil LC-PAH**

LUNGHEZZA: **25 cm**

DIAMETRO: **4.5 mm**

FASE: **C-18**

PARTICLE SIZE: **5 µm**

INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Waters Millennium software®**

A5-IIa SUPELCOSIL™ LC-PAH HPLC Column (colonna per cromatografia liquida ad alte prestazioni-HPLC)



CARATTERISTICHE FISICHE: **5 µm diametro granuli**, lunghezza × I.D. **25 cm × 4.6 mm**

MATRICE (supporto): **gel di silice a forma sferica**

(Fase stazionaria): **octadecyl silice**

diámetro granuli: **5 µm**

dimensione pori: **120 Å**

A5-III GAS – CROMATOGRAFIA FID (Flame Ionization Detector Perkin Elmer) per l'analisi degli Idrocarburi Alifatici



TIPO DI STRUMENTO: **gas cromatografo**
COSTRUTTORE **Perkin Elmer**
SERIE **GC FID Autosystem**
TIPO DI DETECTOR: **FID (Flame Ionized Detector)**
TECNICA DI INIEZIONE: **Splitless**
VOLUME DI INIEZIONE: **2 µl**
CARRIER: **Elio**
TIPO DI COLONNA: **Capillare**
LUNGHEZZA: **30 metri**
DIAMETRO: **0.2 mm**
FASE: **SOPB-5**
SPESSORE DEL FILM: **0.2 µm**
INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Software TotalCrom Perkin Elmer**

A5-IIIa SUPELCO SPB-5

CARATTERISTICHE TECNICHE: **Lunghezza 30m, Ø 0.32mm**
MATRICE-Fase stazionaria **0.25mm, 95% difenil-, 5% dimetil-silicone)**



A5-IV MINERALIZZATORE Milestone Ethos 900



TIPO DI STRUMENTO: Forno **Mineralizzatore /estrattore**
COSTRUTTORE **Milestone**
SERIE: **900**
VOLUME DI INIEZIONE: **6 posizioni da 200 ml**
POTENZA SORGENTE: **fino a 1600w**
SOFTWARE DI CONTRIOLLO: **EasyControl software®**

A5-V SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO Perkin-Elmer



TIPO DI STRUMENTO: Spettrofotometro ad assorbimento atomico a doppio raggio con correttore di fondo Zeeman 4100 Z.
COSTRUTTORE: Perkin-Elmer.
SERIE: AAS 3030
LAMPADA: a catodo cavo.

ACCESSORI OPZIONALI:

A5-Va

Flow injection Mercury system FIMS 400, Perkin-Elmer per il dosaggio/analisi del Hg



A5-Vb

Flow Injection Analysis System (FIAS 400, Perkin Elmer) per il dosaggio/analisi dell'As



A5-VI CRIOSTATO Leica CM1900



Strumento	Costruttore	Serie	Cabina	Refrigerante
Criostato	Leica	1900	Refrigerata fino a -50C°	Freon

A5-VII MICROSCOPIO invertito Carl Zeiss AxioCam 135 motorizzato con telecamera Carl Zeiss Axiovert HS



Main features	Highly stable pyramid shape and low center of gravity for vibration-free work, min. 6 adaptation options (12 drilled holes) e.g. for micromanipulators Optovar revolver 3x motorized 6x objective nosepiece for HD DIC, motorized
Optics	ICS optics for finest image quality: special application objectives with long working distance
Objectives	Reflected light: Epiplan, Epiplan-Neofluar, EC Epiplan-Neofluar Transmitted light: Achromplan, Plan-Neofluar Special: LD-Epiplan, LD-EC Epiplan-Neofluar (reflected light objective with long working distance)
Modules	Polarization optical shearing interferometer (TIC) to measure reflected light-phase objects(levels, differences in height), MHT 10, DeepView
Illumination Reflected light	12V, 100W halogen HBO 50W mercury vapor short arc lamp HBO 100W mercury vapor short arc lamp XBO 75W xenon lamp
Reflected light/filter slider	3 positions for filters with 25 mm diameter
Reflector turret	5 positions, manual or motorized, exchangeable
Light Trap	High contrast, minimized stray light
Transmitted light	6V, 30W 12V, 100W LCD-display, light manager

TelecameraAxiovert HS

Sensore	Sony ICX 414, progressives readout
Risoluzione	660(H) x 494 (V) = 330 K Pixels
Pixel Size	9.9 µm (H) x 9.9 µm (V)
Dimensione sensore	6,5 mm x 4,9 mm, equivalent to ½
Sensibilità spettrale	HSc appr. 400 bis 720 nm con BG 40 IR-blocking filter HSm appr. 350 bis 1000 nm con BK7 protective cover glass
Dynamic Range	Typical SNR 65 dB = 1 : 1800
Noise	1 17 e
Dark Current	0,7 LSB/s, equivalenti a to 5,4 e / Pixel/s
Fotogrammi / sec	Appr. 54 fotogrammi/s in risoluzione normale fino a . 140 fotogrammi/s a
Tempo di esposizione	da 0,25 ms fino a 60 s
Color optimisation	Available for color model, default white point 3200 k

A5-VIII CENTRIFUGA Beckman Allegra 25R



Strumento	Costruttore	Modello	Range velocità	Range temperatura (°C)	Precisione	Diametro rotore
Centrifuga	Beckman	Allegra 25R	100-25000 rpm	0 – 50 piena velocità -30-40 a veloc. ridotta	±1	215 mm

A5-IX SPETTROFOTOMETRIA Shimadzu UV-1700 Pharma



Strumento	Costruttore	Serie	Lampada	Range lunghezza d'onda	Accuratezza lung. d'onda	Range fotometrico	Accuratezza fotometrica
Spettrofotometro	Shimadzu	UV 1700 Pharma	UV-VIS	195-1100 nm)	±0,5 nm	Trasmittanza 0-100% T Assorbanza 0-4 A	±0,005 A

Taratura giornaliera ed esecuzione di curva standard di riferimento.

ALLEGATO B

SCHEDE GRANULOMETRICHE DEI SITI POSTI NELL'AREA DELLA PIATTAFORMA BONACCIA NW E DEI CONTROLLI

K1 - K4

5° SURVEY POST LAVORI DI INSTALLAZIONE

1° semestre 2018



Stazione A1 (250 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

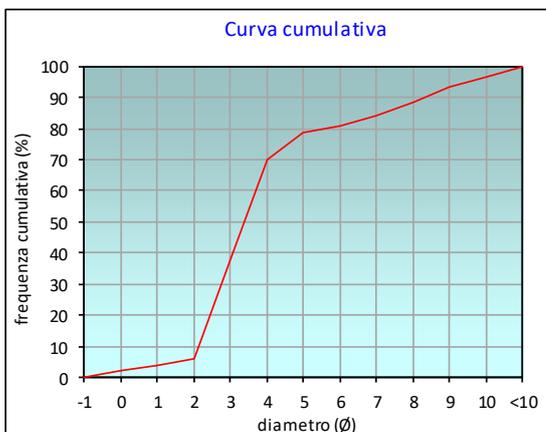
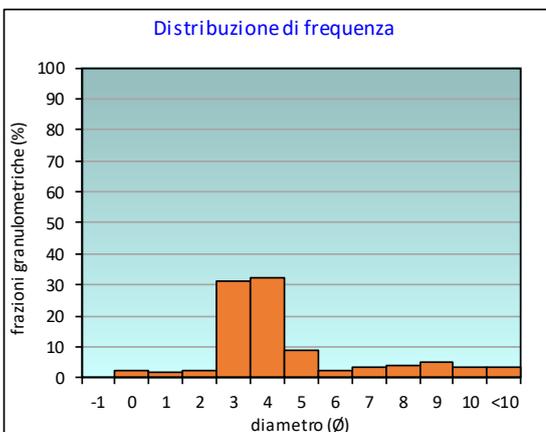
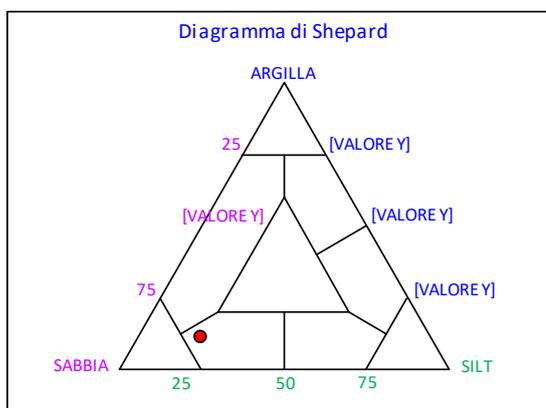
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	4,21	5	1,54
Mediana	M _d	3,39	16	2,32
Classazione	σ	2,36	25	2,60
Asimmetria	S _{KI}	0,54	50	3,39
Appuntimento	K _G	1,66	75	4,58
			84	6,92
			95	9,53

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	2,1	2,1
	1	500	1,6	3,7
	2	250	2,5	6,1
	3	125	31,3	37,4
	4	62,5	32,3	69,7
LIMO	5	31,2	9,1	78,8
	6	15,6	2,1	81,0
	7	7,8	3,3	84,3
	8	3,9	4,1	88,4
ARGILLA	9	2	4,9	93,3
	10	0,98	3,3	96,5
	<10	<0,98	3,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	69,7	18,6	11,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A2 (120 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,28
Mediana	M _d	3,54
Classazione	σ	2,19
Asimmetria	S _{ki}	0,55
Appuntimento	K _G	1,57

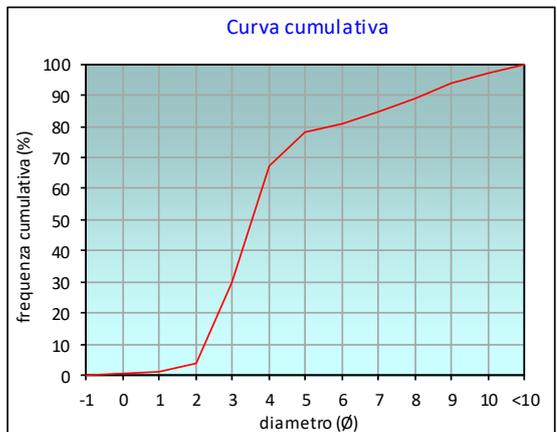
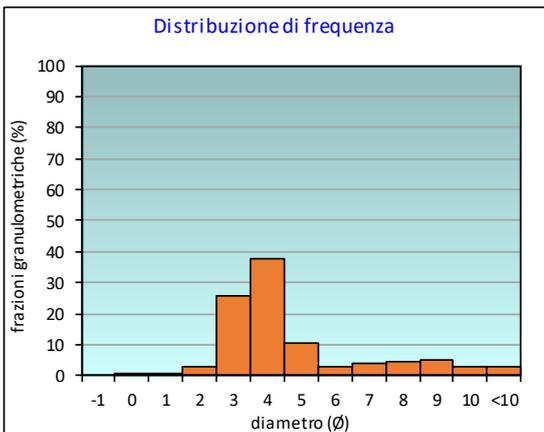
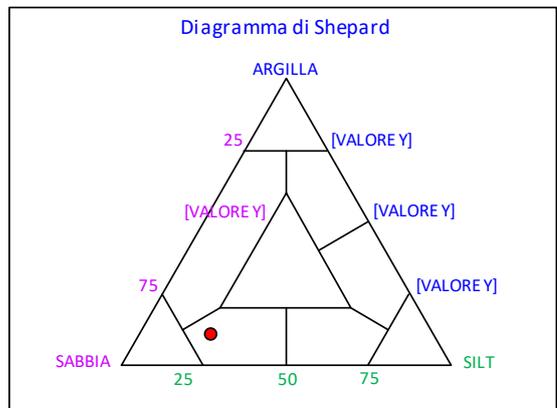
PERCENTILE	Ø
5	2,05
16	2,47
25	2,82
50	3,54
75	4,71
84	6,82
95	9,30

	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,4	0,4
SABBIA	1	500	0,7	1,1
	2	250	2,7	3,8
	3	125	25,8	29,6
	4	62,5	37,9	67,5
LIMO	5	31,2	10,5	78,0
	6	15,6	2,9	80,9
	7	7,8	3,7	84,7
	8	3,9	4,3	89,0
ARGILLA	9	2	5,1	94,1
	10	0,98	3,1	97,1
	<10	<0,98	2,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	67,5	21,4	11,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A3 (60 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,38
Mediana	M _d	3,56
Classazione	σ	2,39
Asimmetria	S _{ki}	0,52
Appuntimento	K _G	1,52

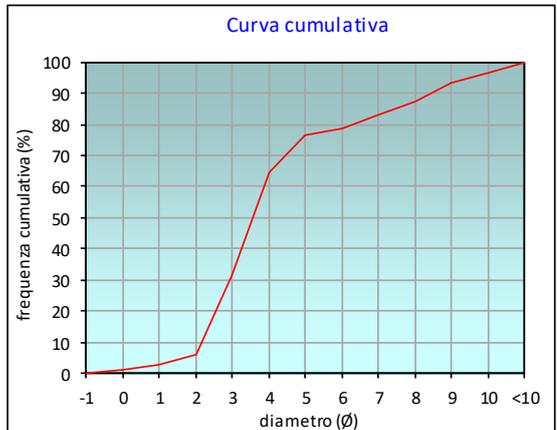
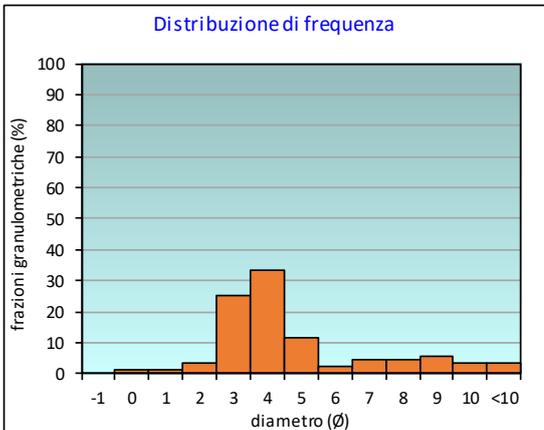
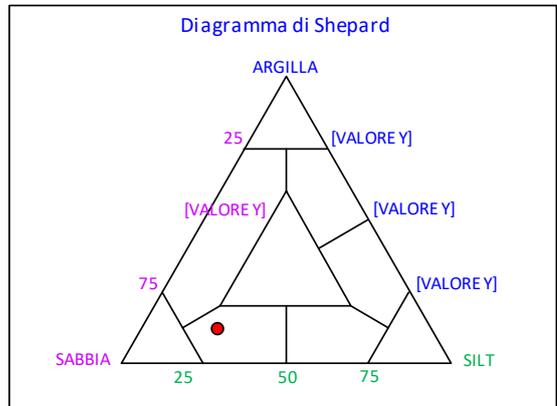
PERCENTILE	∅
5	1,67
16	2,39
25	2,75
50	3,56
75	4,87
84	7,18
95	9,53

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,1	1,1
SABBIA	1	500	1,4	2,5
	2	250	3,7	6,2
	3	125	25,0	31,2
	4	62,5	33,6	64,8
LIMO	5	31,2	11,7	76,5
	6	15,6	2,1	78,6
	7	7,8	4,6	83,2
	8	3,9	4,3	87,5
ARGILLA	9	2	5,7	93,2
	10	0,98	3,5	96,6
	<10	<0,98	3,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,8	22,7	12,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A4 (30 m NW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

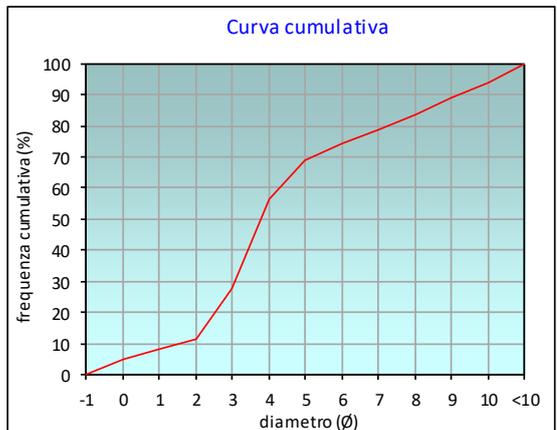
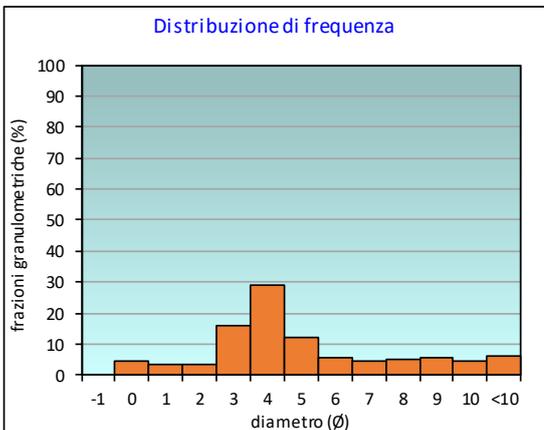
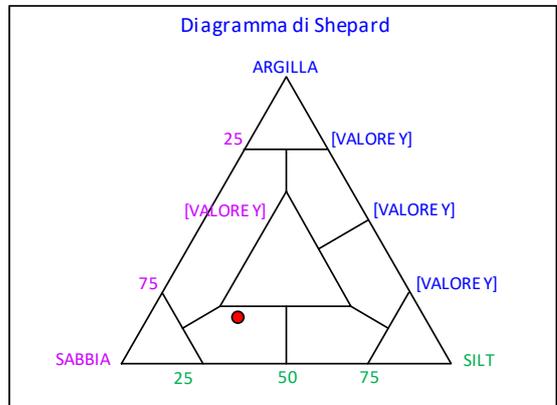
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	4,71	5		0,09
Mediana	M _d	3,78	16		2,28
Classazione	σ	2,98	25		2,85
Asimmetria	S _{KI}	0,38	50		3,78
Appuntimento	K _G	1,25	75		6,17
			84		8,08
			95		10,19

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	4,7	4,7
SABBIA	1	500	3,6	8,3
	2	250	3,3	11,6
	3	125	15,8	27,4
	4	62,5	29,0	56,4
LIMO	5	31,2	12,3	68,7
	6	15,6	5,5	74,2
	7	7,8	4,5	78,8
	8	3,9	4,8	83,6
ARGILLA	9	2	5,6	89,2
	10	0,98	4,6	93,8
	<10	<0,98	6,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	56,4	27,2	16,4

NOTE
4,44 gr di resti conchigliari sui 2000 micron

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione BO NW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

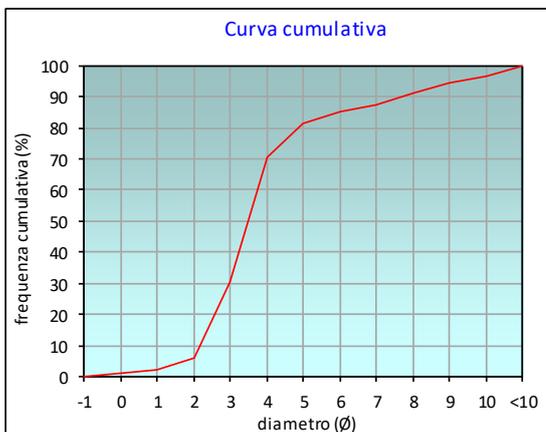
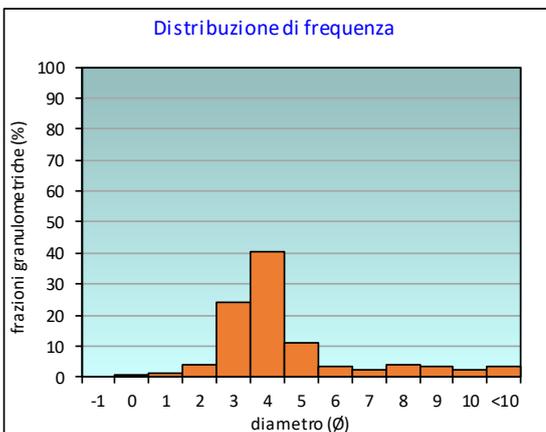
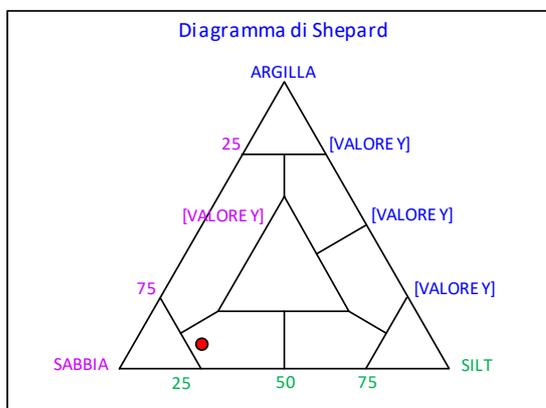
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	3,87	5	1,71	
Mediana	M _d	3,49	16	2,41	
Classazione	σ	1,97	25	2,78	
Asimmetria	S _{KI}	0,44	50	3,49	
Appuntimento	K _G	1,93	75	4,39	
			84	5,72	
			95	9,26	

	ϕ	μ m	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,9	0,9
	1	500	1,4	2,3
	2	250	3,8	6,1
	3	125	24,1	30,2
LIMO	4	62,5	40,6	70,8
	5	31,2	10,8	81,6
	6	15,6	3,3	84,9
	7	7,8	2,4	87,3
ARGILLA	8	3,9	3,8	91,1
	9	2	3,3	94,4
	10	0,98	2,4	96,8
	<10	<0,98	3,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	70,8	20,3	8,9

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione BO SE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

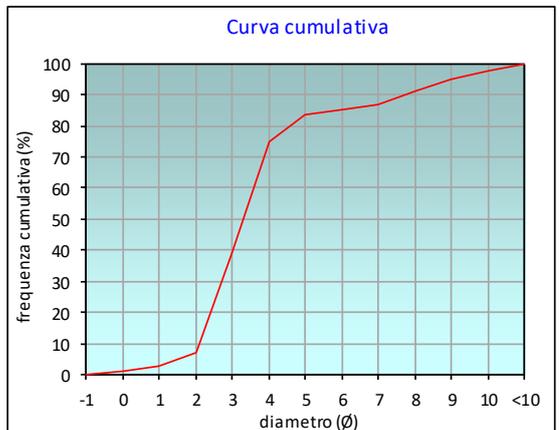
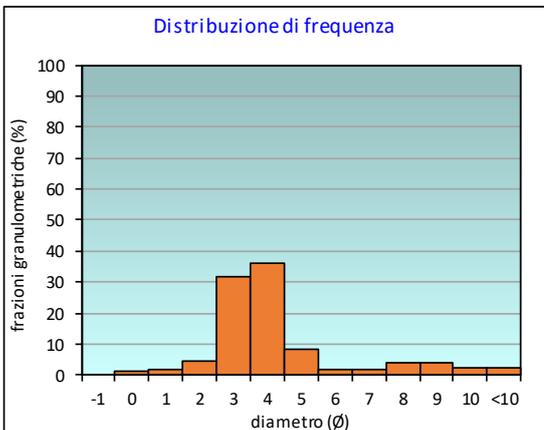
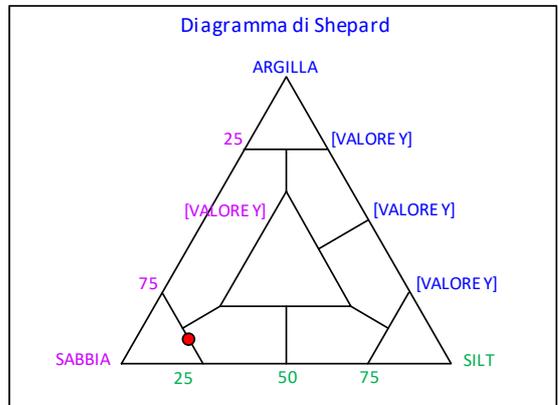
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	3,64	5	1,51	
Mediana	M _d	3,30	16	2,27	
Classazione	σ	1,90	25	2,56	
Asimmetria	S _{KI}	0,42	50	3,30	
Appuntimento	K _G	2,12	75	4,00	
			84	5,35	
			95	8,99	

	ϕ	μ m	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	1,0	1,0
SABBIA	1	500	1,6	2,6
	2	250	4,7	7,3
	3	125	31,8	39,1
	4	62,5	35,9	75,0
LIMO	5	31,2	8,3	83,3
	6	15,6	1,9	85,3
	7	7,8	1,6	86,9
	8	3,9	4,1	91,0
ARGILLA	9	2	4,1	95,0
	10	0,98	2,4	97,5
	<10	<0,98	2,5	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	75,0	16,0	9,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia
Classazione	Mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A5 (30 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

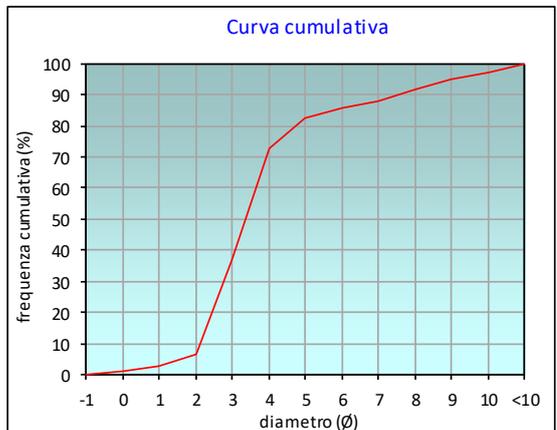
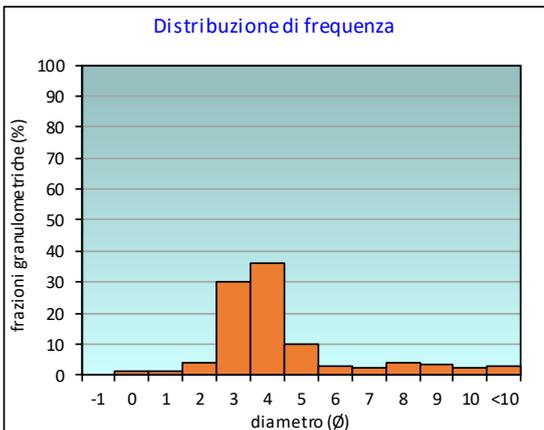
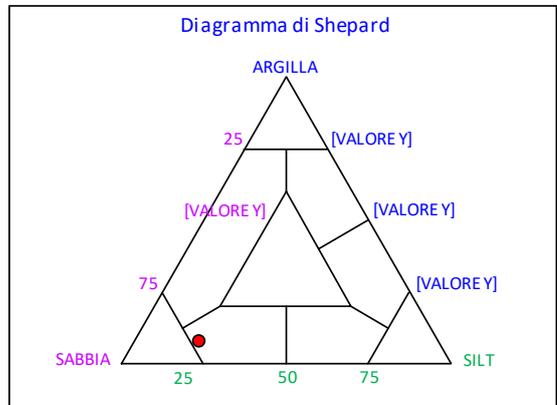
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M_l	3,72	5	1,61	
Mediana	M_d	3,37	16	2,31	
Classazione	σ	1,91	25	2,61	
Asimmetria	S_{ki}	0,43	50	3,37	
Appuntimento	K_G	1,86	75	4,23	
			84	5,47	
			95	8,98	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	1,2	1,2
	1	500	1,4	2,6
	2	250	4,0	6,6
	3	125	30,1	36,7
	4	62,5	35,9	72,6
LIMO	5	31,2	10,1	82,7
	6	15,6	2,7	85,4
	7	7,8	2,2	87,7
	8	3,9	4,0	91,7
ARGILLA	9	2	3,4	95,1
	10	0,98	2,3	97,3
	<10	<0,98	2,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	72,6	19,0	8,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A6 (60 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

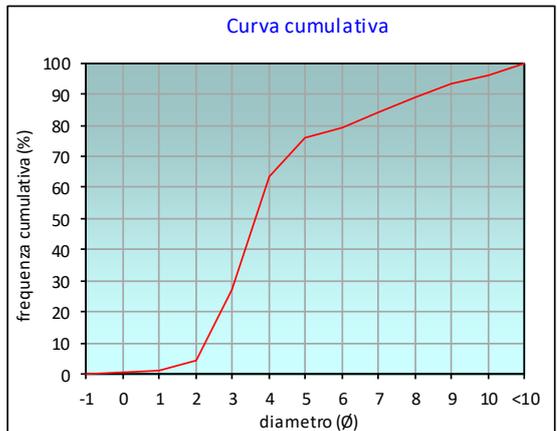
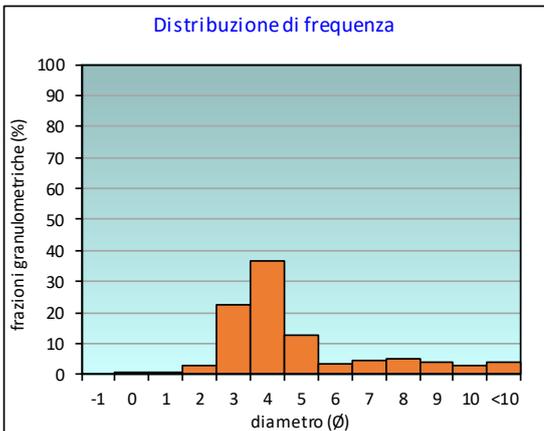
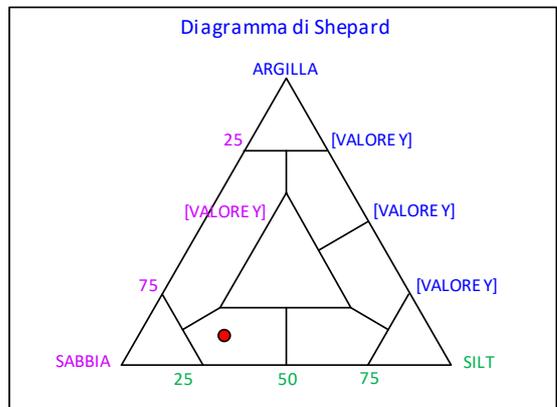
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _f	4,38	5		2,03
Mediana	M _d	3,63	16		2,52
Classazione	σ	2,27	25		2,91
Asimmetria	S _{K1}	0,54	50		3,63
Appuntimento	K _G	1,56	75		4,90
			84		7,00
			95		9,63

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,8	1,2
	2	250	3,1	4,3
	3	125	22,7	26,9
	4	62,5	36,7	63,6
LIMO	5	31,2	12,6	76,2
	6	15,6	3,2	79,4
	7	7,8	4,6	84,0
	8	3,9	5,2	89,2
ARGILLA	9	2	4,0	93,1
	10	0,98	3,0	96,1
	<10	<0,98	3,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	63,6	25,6	10,8

NOTE	
n.d.	

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione A7 (120 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

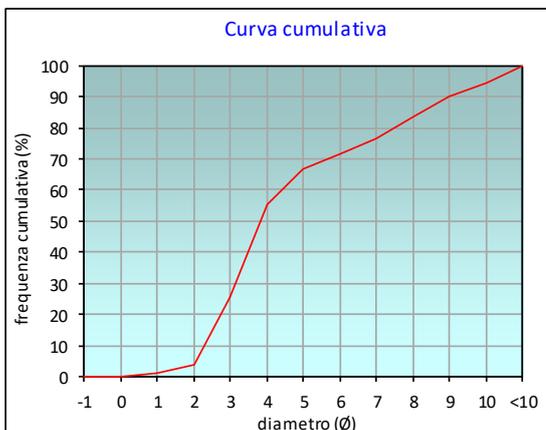
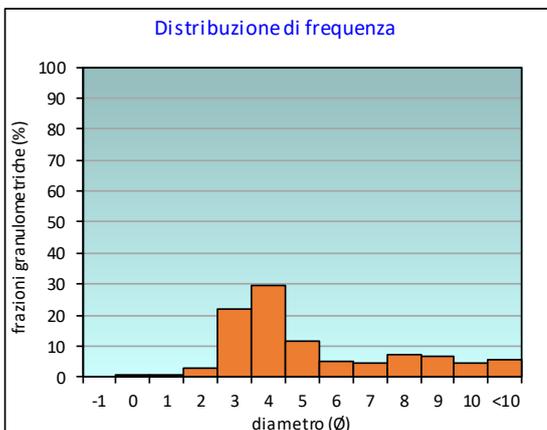
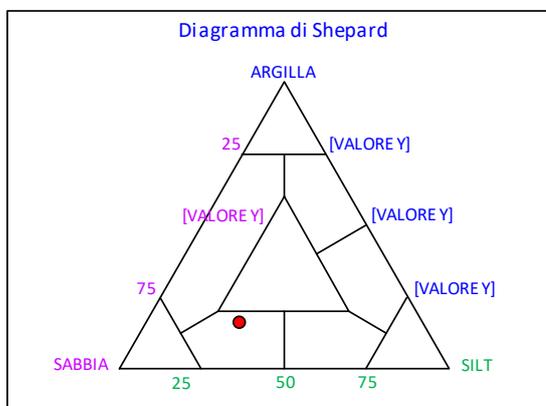
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	4,83	5	2,06
Mediana	M _d	3,83	16	2,56
Classazione	σ	2,60	25	2,97
Asimmetria	S _{KI}	0,55	50	3,83
Appuntimento	K _G	0,87	75	6,73
			84	8,11
			95	10,08

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,7	0,9
	2	250	2,8	3,6
	3	125	22,1	25,7
LIMO	4	62,5	29,5	55,2
	5	31,2	11,5	66,6
	6	15,6	4,9	71,5
	7	7,8	4,7	76,3
ARGILLA	8	3,9	7,0	83,3
	9	2	6,7	90,0
	10	0,98	4,6	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	55,2	28,1	16,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione A8 (250 m SE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

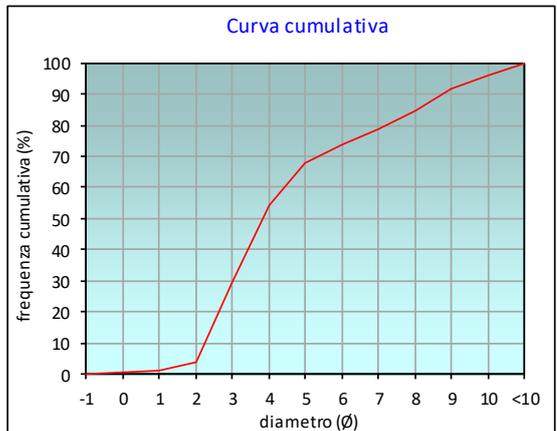
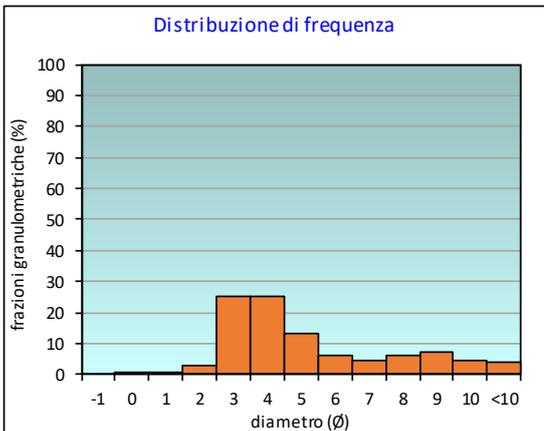
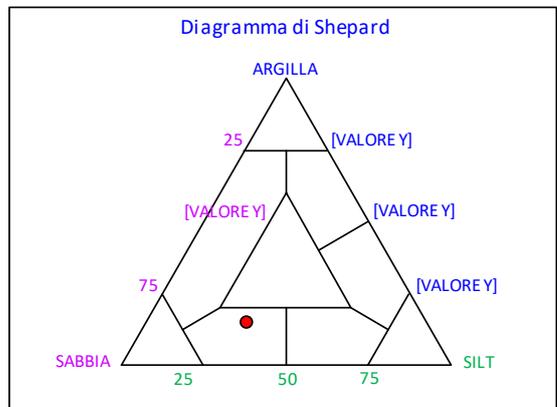
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M_j	4,74	5	2,04	
Mediana	M_d	3,82	16	2,47	
Classazione	σ	2,54	25	2,83	
Asimmetria	S_{kl}	0,52	50	3,82	
Appuntimento	K_G	0,93	75	6,24	
			84	7,91	
			95	9,81	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,3	0,3
SABBIA	1	500	0,7	0,9
	2	250	3,1	4,0
	3	125	25,4	29,4
	4	62,5	25,0	54,5
LIMO	5	31,2	13,1	67,6
	6	15,6	6,3	73,9
	7	7,8	4,7	78,6
	8	3,9	6,0	84,5
ARGILLA	9	2	7,0	91,5
	10	0,98	4,3	95,8
	<10	<0,98	4,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	54,5	30,1	15,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Mesocurtica



Stazione B1 (250 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

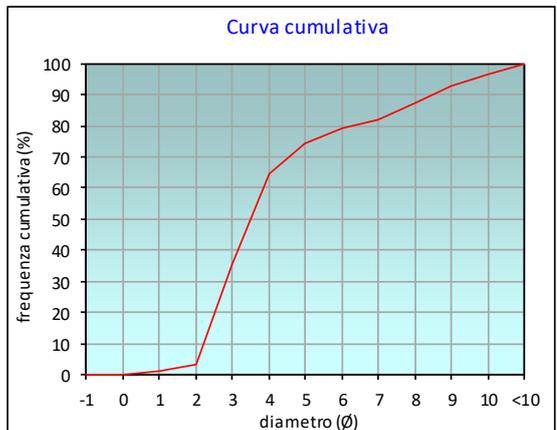
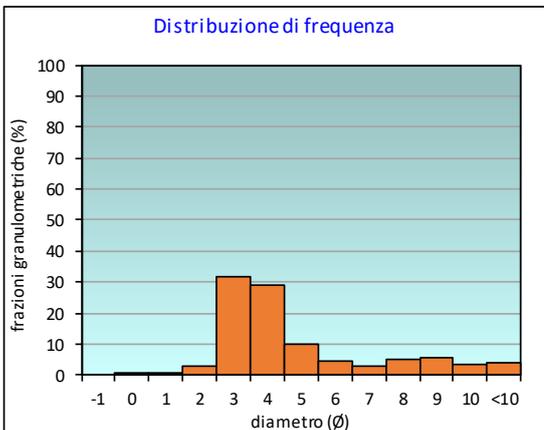
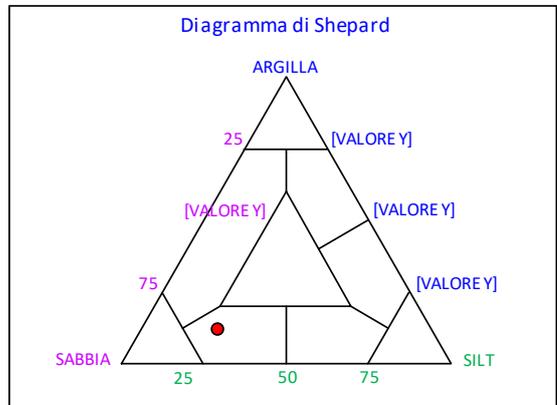
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M_l	4,42	5	2,05	
Mediana	M_d	3,50	16	2,39	
Classazione	σ	2,39	25	2,67	
Asimmetria	S_{ki}	0,59	50	3,50	
Appuntimento	K_G	1,26	75	5,14	
			84	7,37	
			95	9,63	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,6	0,9
	2	250	2,6	3,5
	3	125	32,0	35,4
LIMO	4	62,5	29,2	64,6
	5	31,2	9,7	74,3
	6	15,6	4,6	79,0
	7	7,8	3,1	82,1
ARGILLA	8	3,9	5,3	87,3
	9	2	5,5	92,8
	10	0,98	3,5	96,3
	<10	<0,98	3,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,6	22,7	12,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B2 (120 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	4,48
Mediana	M _d	3,60
Classazione	σ	2,39
Asimmetria	S _{ki}	0,56
Appuntimento	K _G	1,29

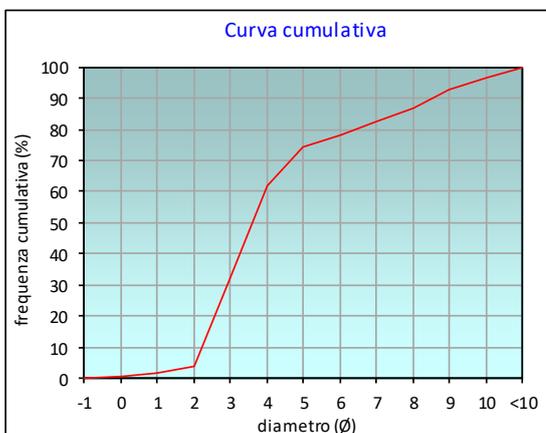
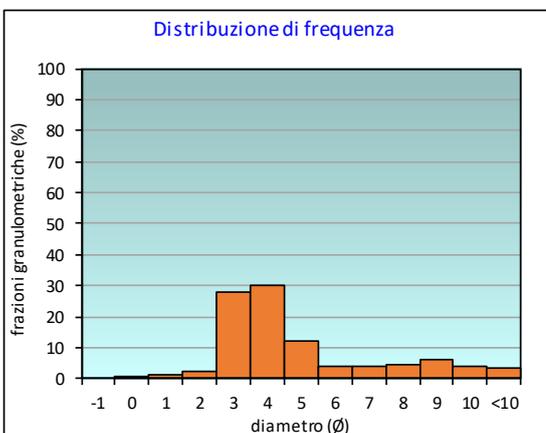
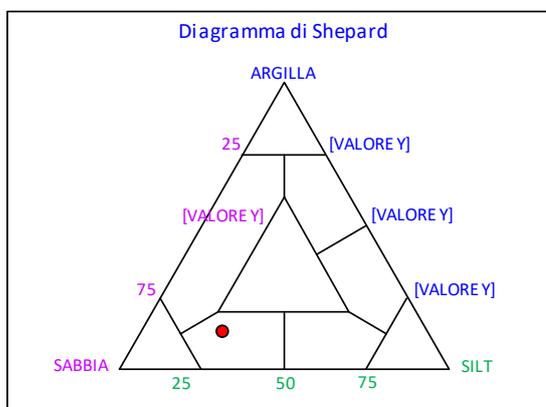
PERCENTILE	Ø
5	2,04
16	2,43
25	2,75
50	3,60
75	5,17
84	7,40
95	9,65

	Ø	µm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	0,5	0,5
SABBIA	1	500	1,2	1,6
	2	250	2,2	3,9
	3	125	28,0	31,9
	4	62,5	30,1	62,0
LIMO	5	31,2	12,3	74,4
	6	15,6	3,7	78,1
	7	7,8	4,1	82,2
	8	3,9	4,4	86,6
ARGILLA	9	2	5,9	92,6
	10	0,98	3,8	96,3
	<10	<0,98	3,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	62,0	24,6	13,4

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B3 (60 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

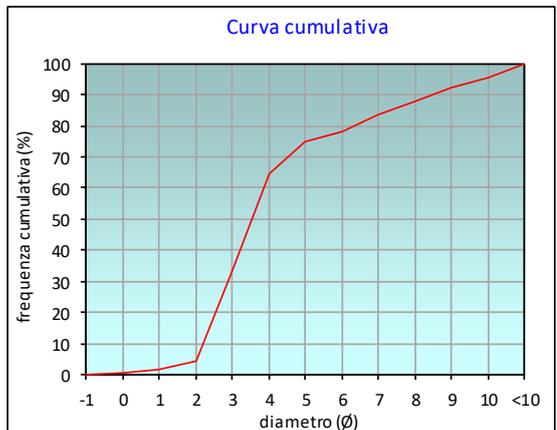
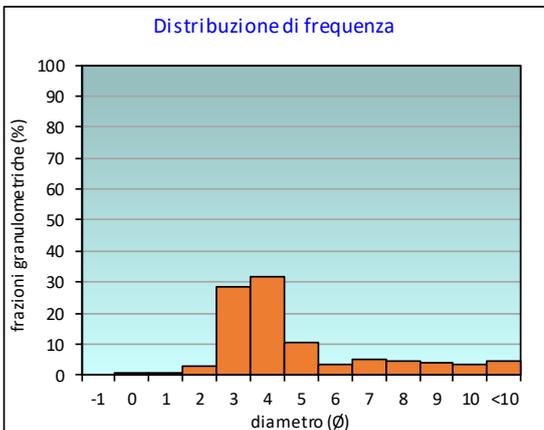
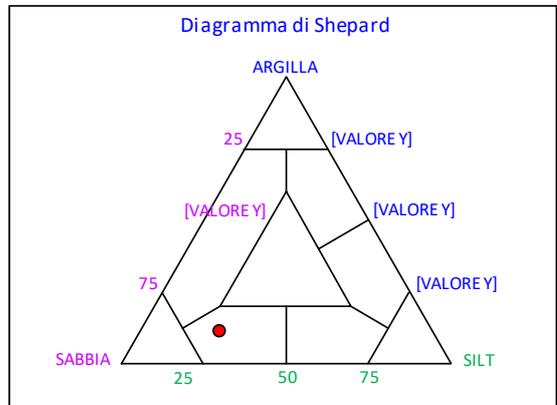
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	4,36	5	2,02
Mediana	M _d	3,54	16	2,41
Classazione	σ	2,38	25	2,72
Asimmetria	S _{KI}	0,57	50	3,54
Appuntimento	K _G	1,42	75	5,00
			84	7,13
			95	9,91

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	0,9	1,5
	2	250	2,9	4,4
	3	125	28,7	33,0
LIMO	4	62,5	31,5	64,6
	5	31,2	10,4	75,0
	6	15,6	3,2	78,2
	7	7,8	5,2	83,4
ARGILLA	8	3,9	4,6	88,0
	9	2	4,0	92,0
	10	0,98	3,3	95,3
	<10	<0,98	4,7	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,6	23,5	12,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione B4 (30 m NE)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

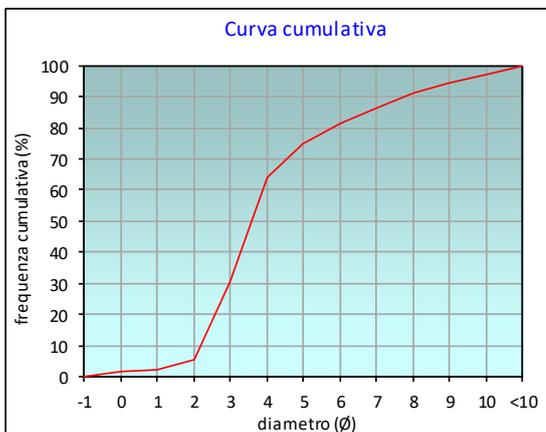
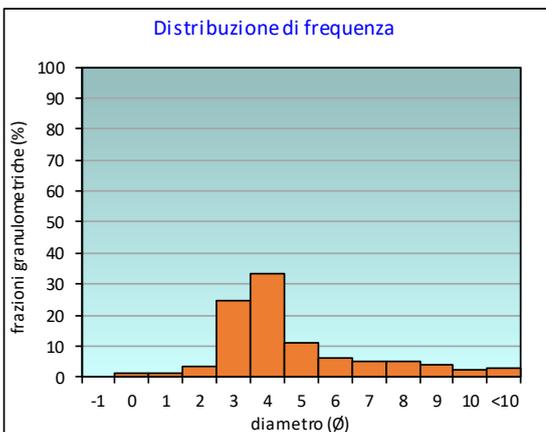
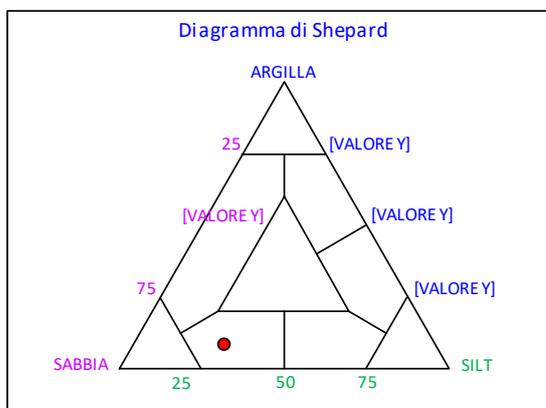
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	4,19	5	1,80
Mediana	M _d	3,58	16	2,42
Classazione	σ	2,15	25	2,78
Asimmetria	S _{KI}	0,48	50	3,58
Appuntimento	K _G	1,36	75	4,99
			84	6,57
			95	9,14

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	1,4	1,4
	1	500	1,0	2,4
	2	250	3,3	5,7
	3	125	24,9	30,5
LIMO	4	62,5	33,3	63,8
	5	31,2	11,2	75,1
	6	15,6	6,1	81,2
	7	7,8	5,0	86,2
ARGILLA	8	3,9	4,8	91,0
	9	2	3,7	94,7
	10	0,98	2,5	97,1
	<10	<0,98	2,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	63,8	27,1	9,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione BO NE

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

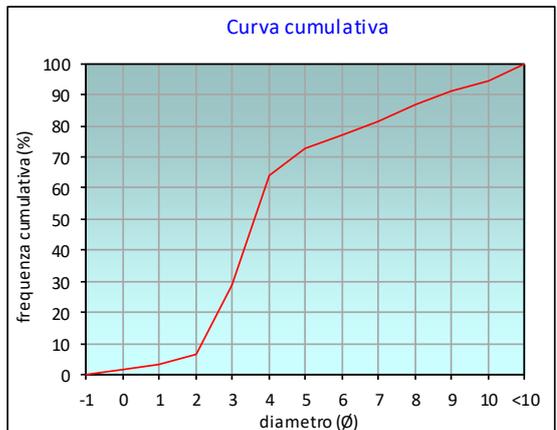
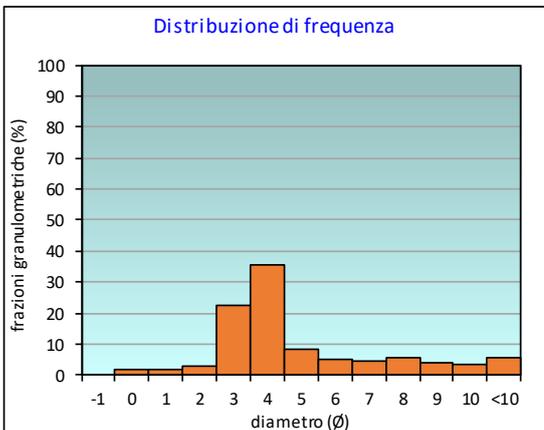
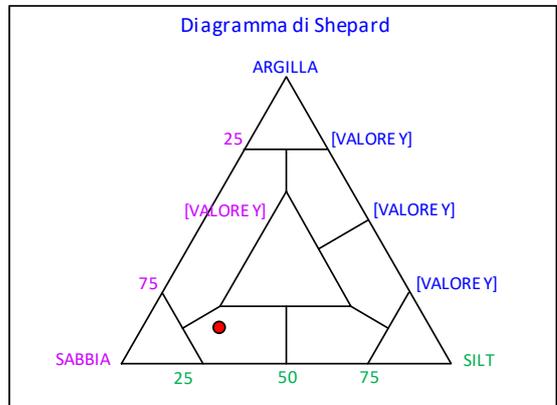
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M_l	4,50	5	1,58	
Mediana	M_d	3,60	16	2,43	
Classazione	σ	2,54	25	2,84	
Asimmetria	S_{ki}	0,53	50	3,60	
Appuntimento	K_G	1,29	75	5,54	
			84	7,46	
			95	10,07	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	1,7	1,7
	1	500	1,5	3,2
	2	250	3,1	6,3
	3	125	22,3	28,6
LIMO	4	62,5	35,5	64,1
	5	31,2	8,4	72,4
	6	15,6	4,8	77,2
	7	7,8	4,3	81,5
ARGILLA	8	3,9	5,4	87,0
	9	2	4,1	91,1
	10	0,98	3,5	94,6
	<10	<0,98	5,4	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	64,1	22,9	13,0

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione BO SW

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI		
Media	M _i	3,64
Mediana	M _d	3,39
Classazione	σ	1,87
Asimmetria	S _{ki}	0,35
Appuntimento	K _G	2,14

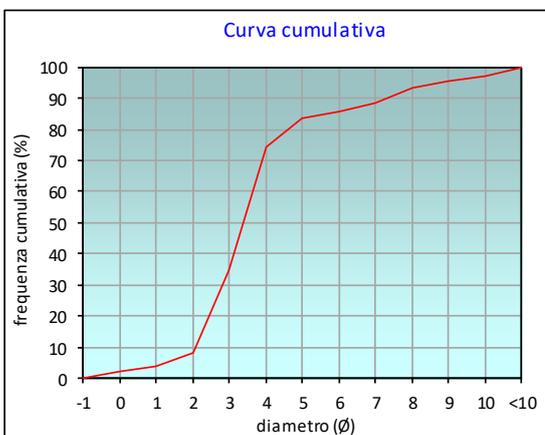
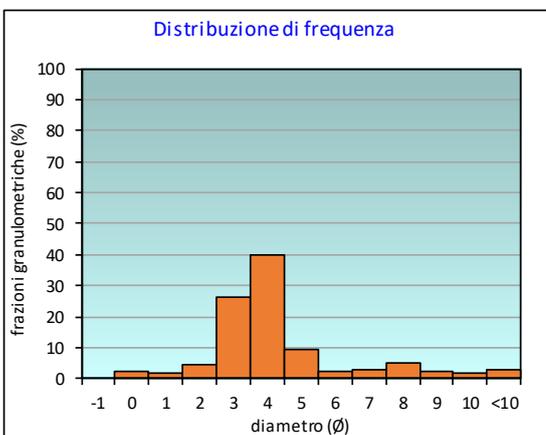
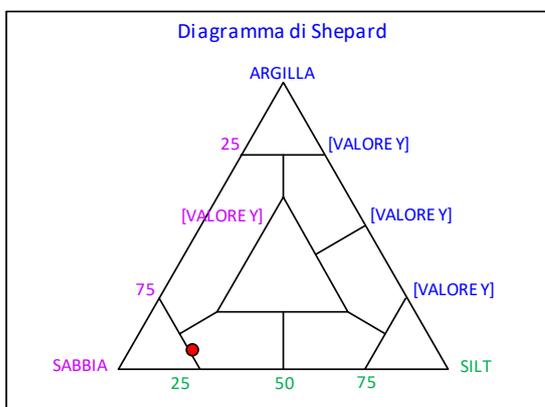
PERCENTILE	∅
5	1,27
16	2,30
25	2,64
50	3,39
75	4,08
84	5,23
95	8,79

	∅	μm	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
	0	1000	2,2	2,2
SABBIA	1	500	1,6	3,8
	2	250	4,3	8,1
	3	125	26,4	34,6
	4	62,5	39,7	74,3
LIMO	5	31,2	9,2	83,5
	6	15,6	2,1	85,6
	7	7,8	2,6	88,2
	8	3,9	5,0	93,2
ARGILLA	9	2	2,3	95,5
	10	0,98	1,8	97,2
	<10	<0,98	2,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	74,3	18,9	6,8

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione B5 (30 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

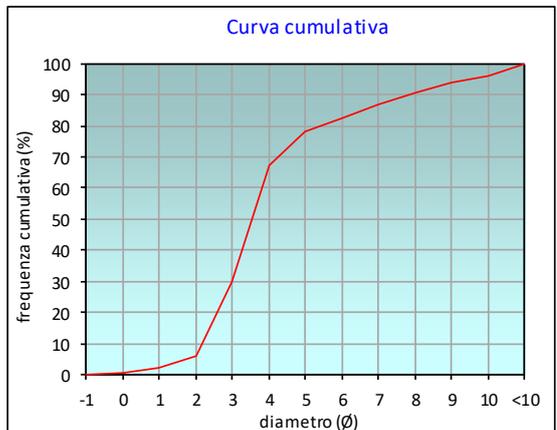
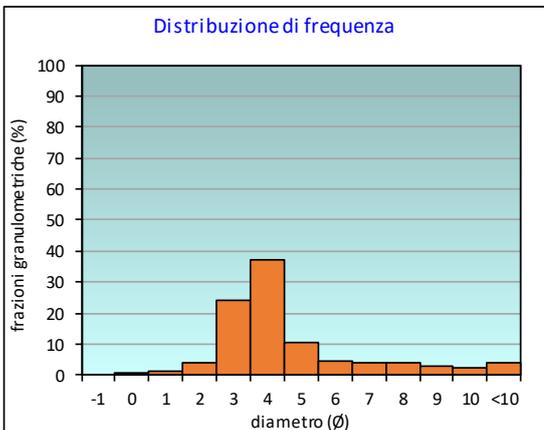
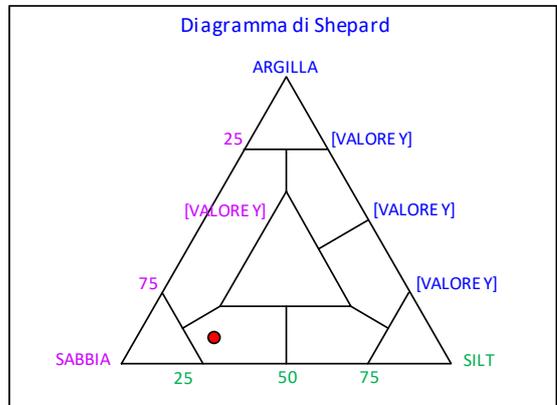
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	4,11	5	1,74	
Mediana	M _d	3,54	16	2,42	
Classazione	σ	2,17	25	2,79	
Asimmetria	S _{KI}	0,49	50	3,54	
Appuntimento	K _G	1,65	75	4,73	
			84	6,36	
			95	9,53	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,7	0,7
	1	500	1,3	2,0
	2	250	4,1	6,0
	3	125	23,9	29,9
LIMO	4	62,5	37,3	67,2
	5	31,2	10,7	77,9
	6	15,6	4,7	82,5
	7	7,8	4,0	86,5
ARGILLA	8	3,9	4,0	90,5
	9	2	3,1	93,6
	10	0,98	2,6	96,2
	<10	<0,98	3,8	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	67,2	23,3	9,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione B6 (60 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

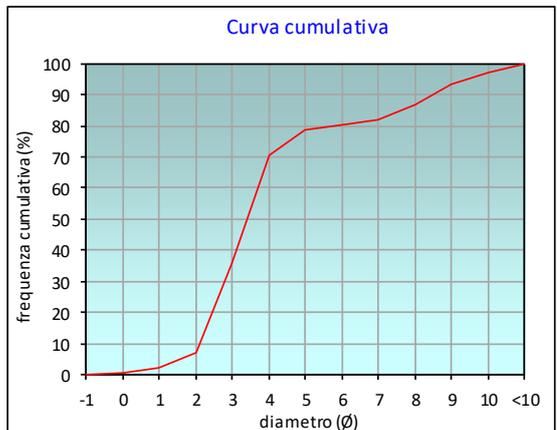
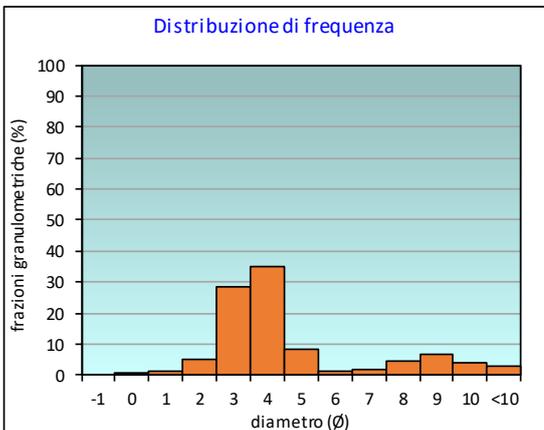
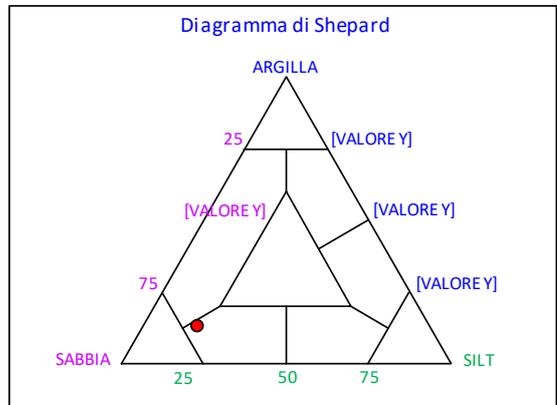
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	4,38	5	1,59	
Mediana	M _d	3,41	16	2,31	
Classazione	σ	2,46	25	2,63	
Asimmetria	S _{KI}	0,55	50	3,41	
Appuntimento	K _G	1,69	75	4,53	
			84	7,42	
			95	9,42	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,7	0,7
	1	500	1,3	2,0
	2	250	5,1	7,1
	3	125	28,5	35,6
LIMO	4	62,5	35,0	70,6
	5	31,2	8,2	78,8
	6	15,6	1,5	80,3
	7	7,8	1,8	82,1
ARGILLA	8	3,9	4,6	86,7
	9	2	6,8	93,4
	10	0,98	3,7	97,1
	<10	<0,98	2,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	70,6	16,0	13,3

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione B7 (120 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

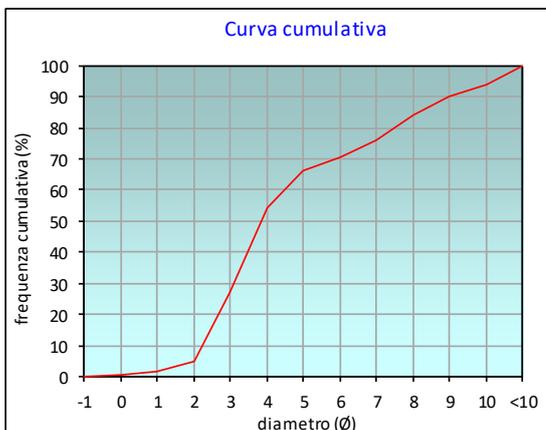
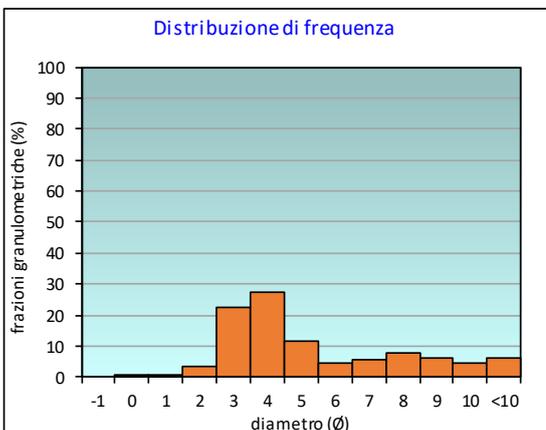
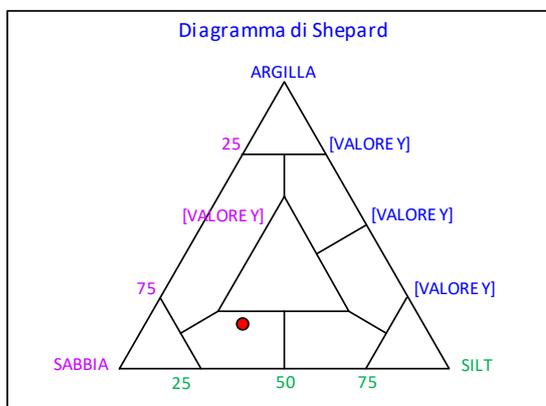
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M_l	4,79	5	2,01	
Mediana	M_d	3,84	16	2,51	
Classazione	σ	2,61	25	2,91	
Asimmetria	S_{ki}	0,54	50	3,84	
Appuntimento	K_G	0,85	75	6,83	
			84	8,02	
			95	10,16	

	ϕ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	0,9	1,5
	2	250	3,2	4,7
	3	125	22,2	26,9
LIMO	4	62,5	27,6	54,5
	5	31,2	11,4	65,9
	6	15,6	4,5	70,5
	7	7,8	5,5	76,0
ARGILLA	8	3,9	7,9	83,9
	9	2	5,9	89,8
	10	0,98	4,3	94,1
	<10	<0,98	5,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	54,5	29,4	16,1

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione B8 (250 m SW)

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

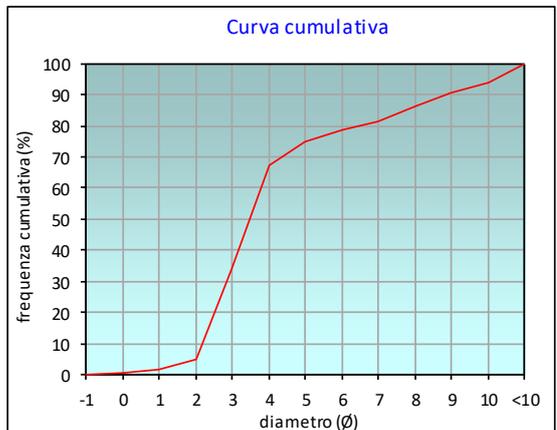
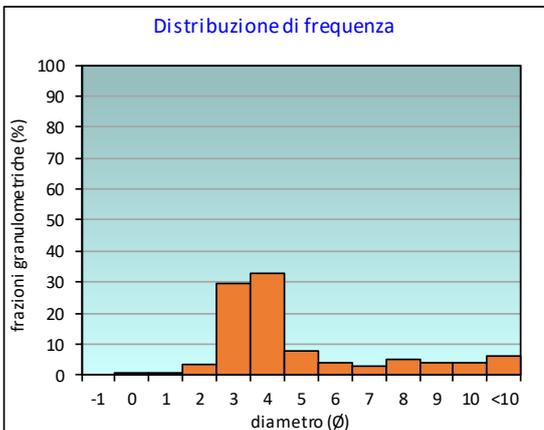
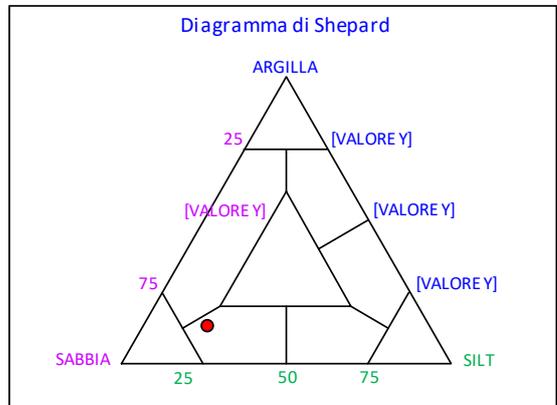
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	4,46	5	2,00
Mediana	M _d	3,48	16	2,37
Classazione	σ	2,52	25	2,68
Asimmetria	S _{KI}	0,60	50	3,48
Appuntimento	K _G	1,40	75	5,07
			84	7,52
			95	10,15

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,4	0,4
	1	500	0,9	1,4
	2	250	3,6	5,0
	3	125	29,5	34,4
LIMO	4	62,5	32,7	67,1
	5	31,2	7,6	74,7
	6	15,6	3,9	78,6
	7	7,8	2,7	81,3
ARGILLA	8	3,9	5,2	86,5
	9	2	3,9	90,4
	10	0,98	3,7	94,1
	<10	<0,98	5,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	67,1	19,4	13,5

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Leptocurtica



Stazione K1

PARAMETRI FISICI		
Peso specifico (g/cm ³)		n.d.
Umidità (%)		n.d.
Colore MUNSEL (codice)		n.d.
Colore MUNSEL (nome)		n.d.

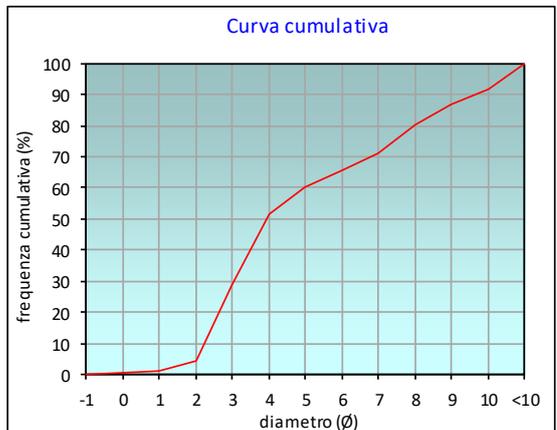
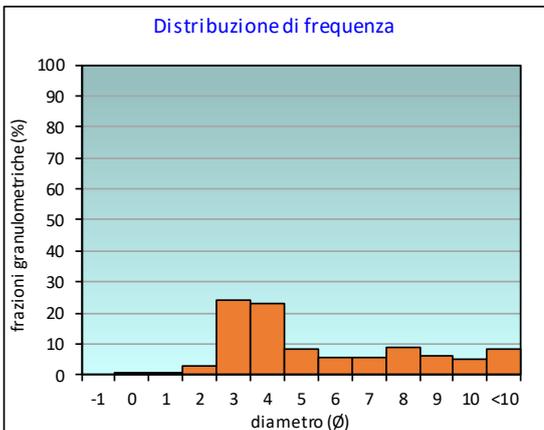
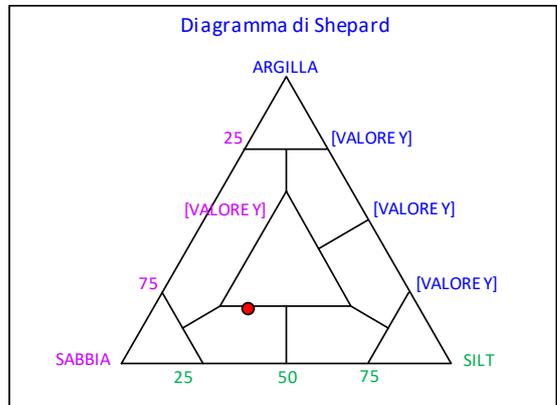
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _i	4,99	5	2,02
Mediana	M _d	3,93	16	2,48
Classazione	σ	2,79	25	2,85
Asimmetria	S _{Ki}	0,54	50	3,93
Appuntimento	K _G	0,75	75	7,41
			84	8,57
			95	10,38

	∅	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,5	0,5
	1	500	0,8	1,3
	2	250	3,1	4,4
	3	125	24,3	28,7
LIMO	4	62,5	23,0	51,7
	5	31,2	8,5	60,2
	6	15,6	5,7	65,9
	7	7,8	5,4	71,3
ARGILLA	8	3,9	9,1	80,4
	9	2	6,3	86,7
	10	0,98	5,2	91,9
	<10	<0,98	8,1	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	51,7	28,7	19,6

NOTE	
n.d.	

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia siltosa
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione K2

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

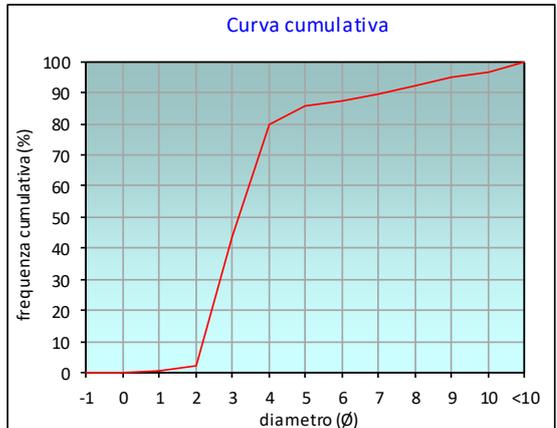
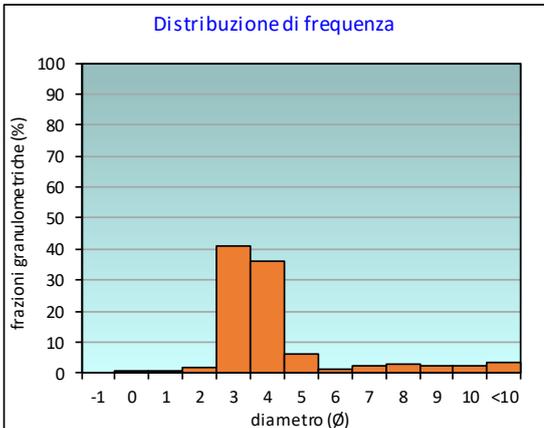
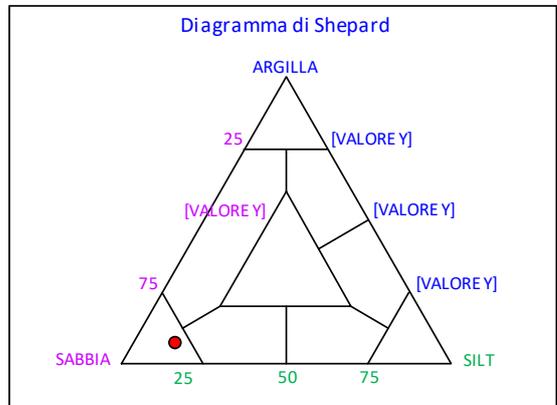
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	3,40	5	2,06
Mediana	M _d	3,18	16	2,33
Classazione	σ	1,67	25	2,55
Asimmetria	S _{KI}	0,48	50	3,18
Appuntimento	K _G	2,20	75	3,87
			84	4,70
			95	9,15

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,2	0,2
	1	500	0,3	0,5
	2	250	1,9	2,4
	3	125	41,1	43,5
LIMO	4	62,5	36,3	79,8
	5	31,2	6,0	85,8
	6	15,6	1,3	87,1
	7	7,8	2,1	89,2
ARGILLA	8	3,9	3,0	92,3
	9	2	2,4	94,7
	10	0,98	2,1	96,8
	<10	<0,98	3,2	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	79,8	12,5	7,7

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Sabbia
Classazione	Mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Molto Leptocurtica



Stazione K3

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

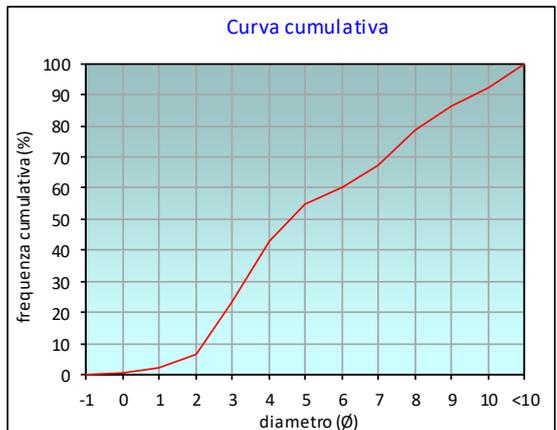
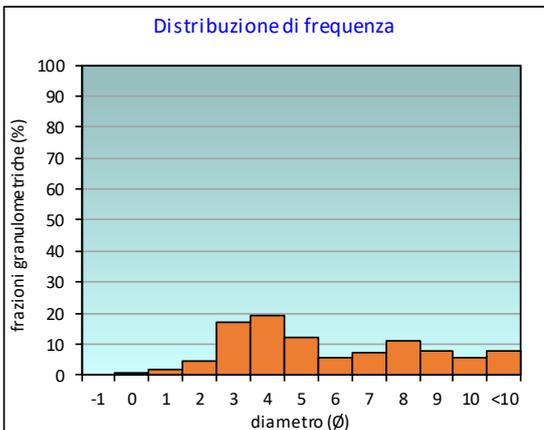
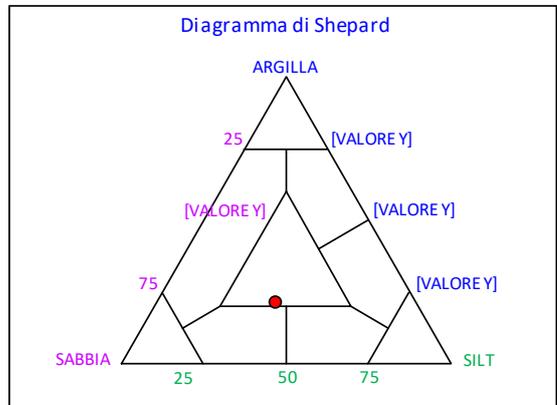
PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE	
Media	M _I	5,29	5	1,66
Mediana	M _d	4,62	16	2,56
Classazione	σ	2,86	25	3,07
Asimmetria	S _{KI}	0,33	50	4,62
Appuntimento	K _G	0,77	75	7,69
			84	8,71
			95	10,37

	φ	μm	%	Freq. Cumul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,6	0,6
	1	500	1,5	2,2
	2	250	4,3	6,4
	3	125	17,1	23,6
LIMO	4	62,5	19,1	42,7
	5	31,2	11,8	54,6
	6	15,6	5,8	60,4
	7	7,8	7,1	67,5
ARGILLA	8	3,9	10,9	78,4
	9	2	7,9	86,3
	10	0,98	5,8	92,1
	<10	<0,98	7,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	42,7	35,7	21,6

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Molto positiva
Appuntimento	Platicurtica



Stazione K4

PARAMETRI FISICI	
Peso specifico (g/cm ³)	n.d.
Umidità (%)	n.d.
Colore MUNSEL (codice)	n.d.
Colore MUNSEL (nome)	n.d.

PARAMETRI STATISTICI			PERCENTILE		ϕ
Media	M _I	6,00	5	2,00	
Mediana	M _d	5,78	16	2,87	
Classazione	σ	2,91	25	3,47	
Asimmetria	S _{KI}	0,11	50	5,78	
Appuntimento	K _G	0,71	75	8,38	
			84	9,35	
			95	10,54	

	ϕ	μ m	%	Freq. Comul. %
GHIAIA	-1	2000	0,0	0,0
SABBIA	0	1000	0,5	0,5
	1	500	1,1	1,5
	2	250	3,4	4,9
	3	125	12,7	17,6
LIMO	4	62,5	15,6	33,2
	5	31,2	10,8	44,0
	6	15,6	7,6	51,7
	7	7,8	7,3	59,0
ARGILLA	8	3,9	12,2	71,2
	9	2	10,1	81,3
	10	0,98	7,8	89,1
	<10	<0,98	10,9	100,0

CLASSE GRANULOMETRICA			
GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
0,0	33,2	38,0	28,8

NOTE
n.d.

CLASSIFICAZIONE	
Shepard	Loam
Classazione	Molto mal classato
Asimmetria	Asimmetrica positiva
Appuntimento	Platicurtica

