

ENI S.p.A. - DIVISIONE E&P

SERVIZI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

CAMPO TEA

**RAPPORTO CONCLUSIVO DAL PRE-SURVEY AL TERZO ANNO
SUCCESSIVO ALLA POSA IN OPERA DELLA PIATTAFORMA
(ESTATE 2006 - ESTATE 2010)**

OPERATORE SCIENTIFICO:

CNR – ISMAR SEDE DI ANCONA

RESPONSABILE SCIENTIFICO:

GIANNA FABI

RAPPORTO A CURA DI:

GIANNA FABI

ANNA MARIA DE BIASI

ALESSIO GOMIERO

LUDMILA KOZINKOVA

PIER LUIGI PENNA

PIERO POLIDORI

ALESSANDRA SPAGNOLO

ANCONA, 2015

INDICE

1.	INTRODUZIONE	1
2.	MATERIALI E METODI	4
2.1.	CAMPIONAMENTO IN MARE.....	4
2.1.1.	INDAGINI IDROLOGICHE.....	4
2.1.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI E SULLA COMUNITÀ BENTONICA	8
2.1.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	12
2.1.4.	ANALISI DI INQUINANTI IN <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	13
2.1.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA	13
2.2.	ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI	14
2.2.1.	INDAGINI IDROLOGICHE.....	14
2.2.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI	15
2.2.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI	18
2.2.3.1	<i>Corophium orientale</i>	18
2.2.3.2	<i>Paracentrotus lividus</i>	19
2.2.3.3	<i>Hediste diversicolor</i>	21
2.2.4.	ANALISI DI INQUINANTI IN <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	23
2.2.4.1	Biomarkers	23
2.2.4.2	Metalli pesanti	36
2.2.4.3	Idrocarburi Alifatici e Idrocarburi Policiclici aromatici.....	41
2.2.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	46
2.2.6.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA	50
3.	RISULTATI	53
3.1.	INDAGINI IDROLOGICHE	53
3.1.1.	TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ E OSSIGENO DISCIOLTO	53
3.1.2.	FLUORESCENZA	61
3.1.3.	SALI NUTRITIVI	62
3.1.4.	CLOROFILLE A,B,C	71
3.1.5.	MISURE CORRENTOMETRICHE	79
3.2.	INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI.....	85
3.2.1.	GRANULOMETRIA.....	85
3.2.2.	IPA.....	91
3.2.3.	METALLI PESANTI.....	97
3.2.4.	SOSTANZA ORGANICA.....	112
3.3.	ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI.....	115
3.3.1.	<i>COROPHIUM ORIENTALE</i>	115
3.3.2.	<i>PARACENTROTUS LIVIDUS</i>	116
3.3.3.	<i>HEDISTE DIVERSICOLOR</i>	119
3.4.	ANALISI DI INQUINANTI IN <i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	125
3.4.1.	BIOMARKERS.....	125
3.4.2.	MATERIA ORGANICA ESTRATTA, BIOACCUMULO DI	

	IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI E METALLI PESANTI	138
3.5.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA	155
3.5.1.	DENSITÀ	155
3.5.1.1	Descrizione dei popolamenti	158
3.5.2.	AFFINITÀ BIOECOLOGICHE DELLE SPECIE RINVENUTE.....	185
3.5.3.	DOMINANZA	187
3.5.4.	RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE	191
3.5.5.	RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA	194
3.5.6.	DIVERSITÀ SPECIFICA	198
3.5.7.	MULTIDIMENSIONAL SCALING.....	201
3.5.8.	VALUTAZIONE DELLO STATO DI STRESS DELLE COMUNITÀ.....	203
3.5.8.1	Indice W di Warwick.....	203
3.5.8.2	Indice AMBI.....	203
3.5.8.3	Indice BENTIX	207
3.5.8.4	Stato ecologico	207
3.5.9.	<i>MYTILUS GALLOPROVINCIALIS</i>	212
3.6.	INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA.....	213
3.6.1.	RICCHEZZA SPECIFICA E DIVERSITÀ SPECIFICA.....	213
3.6.2.	RENDIMENTI DI PESCA E COMPOSIZIONE DELLE CATTURE.....	219
3.6.3.	AFFINITÀ DELLE SPECIE CATTURATE CON I SUBSTRATI DURI	224
3.6.4.	PERMANOVA E PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS (PCO)	228
3.7.	AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE	229
4.	CONCLUSIONI	230
5.	BIBLIOGRAFIA.....	241
ALLEGATO A	Schede tecniche della strumentazione utilizzata nelle indagini	I
	- ALL. A1 Indagini idrologiche	II
	- ALL. A2 Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti	VI
	- ALL. A3 Indagini sulla comunità bentonica.....	XI
	- ALL. A4 Indagini sulla comunità ittica	XIV
	- ALL. A5 Ricerca di inquinanti in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	XV
ALLEGATO B	Schede granulometriche (estate 2010)	XXIII

1. INTRODUZIONE

In riferimento al DEC/DSA/2004/00149 del 02/03/2004 il CNR-ISMAR Sede di Ancona è stato incaricato dall'ENI S.p.A. – Divisione E&P di effettuare un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente l'installazione della piattaforma Tea e della condotta sottomarina interrata collegante le piattaforme Tea – Amelia B.

La piattaforma Tea è stata installata a circa 58 km al largo di Ravenna e a circa 42 m di profondità, zona caratterizzata dalla presenza delle sabbie del largo che occupano la porzione centrale dell'Adriatico. Il sea-line di collegamento tra le piattaforme Tea e Amelia B si estende per circa 30 km in direzione ENE-WSW attraversando tutte le fasce sedimentologiche intermedie fino ad arrivare nella zona dei Fanghi Terrigeni Costieri in cui è ubicata Amelia B. L'area è fortemente soggetta agli apporti del fiume Po ed è caratterizzata da correnti variabili influenzate da fenomeni sia meteorologici che idrodinamici. Di conseguenza, le caratteristiche abiotiche e biotiche sono da ritenersi differenti da quelle osservate sia presso le altre piattaforme più costiere monitorate nello stesso areale (Naomi-Pandora, Naide e PCMS-1; Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; 2014), sia presso piattaforme del largo oggetto di analoghe indagini situate più a Sud e a batimetriche maggiori (Barbara NW, Calpurnia, Clara Est, Clara Nord, Calipso; Fabi *et al.*, 2004a; 2006a; 2010a; 2010b). Pertanto, sulla base di tali considerazioni e di quanto riportato nel DEC/DSA/2004/00149, si è ritenuto necessario proporre un monitoraggio della durata di tre anni a partire dalla posa in opera delle strutture e comprendente le seguenti indagini:

1. caratteristiche idrologiche della colonna d'acqua (correnti, indagini chimiche e fisiche) nell'area interessata dalla piattaforma;
2. caratteristiche chimiche e fisiche dei sedimenti circostanti la piattaforma e il sea-line;
3. ecotossicologia dei sedimenti circostanti la piattaforma e il sea-line;
4. caratteristiche delle comunità bentoniche presenti nei sedimenti circostanti entrambe le strutture;
5. analisi di inquinanti in esemplari di *Mytilus galloprovincialis* (metalli pesanti, idrocarburi alifatici, idrocarburi policiclici aromatici, biomarkers) insediati sulle parti immerse della piattaforma;
6. evoluzione del popolamento ittico nell'area circostante la piattaforma;
7. rilevamento del passaggio di cetacei e tartarughe marine nei pressi della piattaforma e del sea-line.

Per ottenere un quadro esaustivo degli effetti indotti dall'installazione della piattaforma e del sea-line, nell'estate 2006 è stato condotto un survey antecedente la loro posa in opera ("pre-survey") riguardante gli aspetti descritti nei punti 1-4 e 7 del precedente elenco (ad eccezione delle correnti; Fabi *et al.*, 2006a).

Nell'inverno 2007 sarebbe dovuto iniziare il monitoraggio triennale successivo alla posa in opera delle strutture. Per quanto concerne Tea, si sono verificati alcuni ritardi nell'installazione della piattaforma che nel novembre 2007 non era ancora conclusa. Infatti, in tale periodo nell'area erano presenti il jacket e un jack-up, oltre ad alcune imbarcazioni di appoggio (fig. 1.1). Ciò ha determinato l'impossibilità di adottare il piano di campionamento previsto nella Specifica Tecnica per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. Pertanto, sia nell'inverno che nell'estate 2007 sono stati indagati gli aspetti descritti nei punti 1-4 e 7 dell'elenco sopra riportato seguendo lo stesso schema di monitoraggio adottato nel pre-survey condotto precedentemente (Fabi *et al.*, 2010a). L'installazione e perforazione dei pozzi si sono concluse a fine 2007; quindi, nell'inverno 2008 è stato possibile effettuare il primo survey post-lavori comprendente tutte le indagini previste (Tab. 1-I).



Fig. 1.1 - Settembre 2007. Jacket della piattaforma Tea e jack-up per i lavori di installazione e perforazione.

I lavori di posa in opera del sea-line collegante Tea e Amelia B sono invece terminati all'inizio del 2007 per cui, a partire dall'inverno dello stesso anno, sono stati indagati tutti gli aspetti previsti per le indagini successive all'installazione (punti 2-4 e 7 del precedente elenco); i risultati dei monitoraggi relativi al sea-line che erano previsti per tre anni e che si sono conclusi nel 2009 sono disponibili in Fabi *et al.*, (2015a).

Nella presente relazione sono riportati tutti i risultati ottenuti presso la piattaforma Tea dal

pre-survey (estate 2006) ai tre anni successivi la posa in opera della struttura.

Tab. 1-I - Cronoprogramma dei survey condotti presso la piattaforma Tea e il sea-line collegante Tea ad Amelia B. PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey condotti dopo l'installazione delle strutture.

	Est 2006	Inv 2007	Est 2007	Inv 2008	Est 2008	Inv 2009	Est 2009	Inv 2010	Est 2010
Piattaforma Tea	PS	I DL	II DL	I PL	II PL	III PL	IV PL	V PL	VI PL
Sea-line Tea - Amelia B	PS	I PL	II PL	III PL	IV PL	V PL	VI PL		

2. MATERIALI E METODI

Come già accennato nel Cap. 1, la piattaforma Tea è ubicata a circa 58 km al largo di Ravenna a una profondità di circa 42 m (fig. 2.1). Le coordinate relative alla struttura sono riportate in Tab. 2-I.

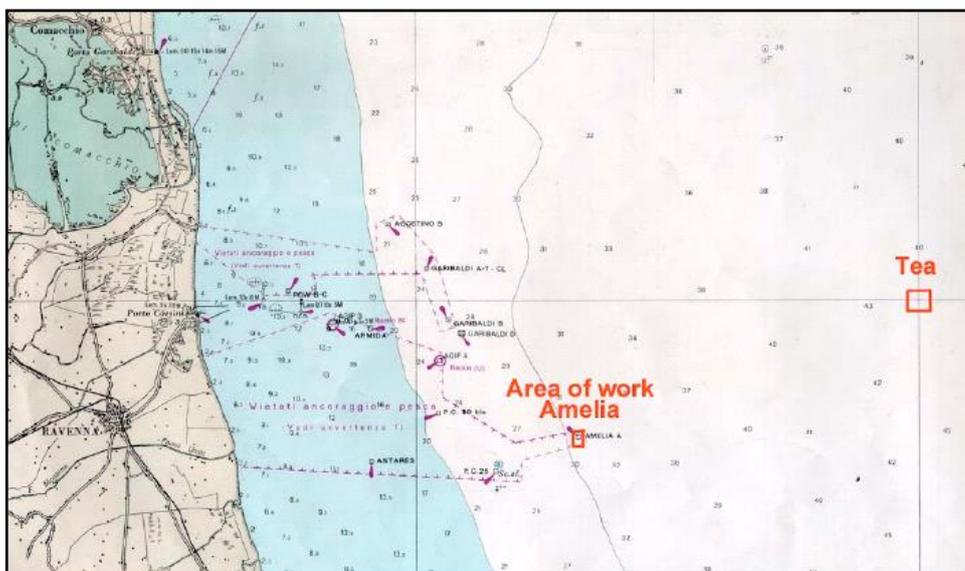


Fig. 2.1 – Ubicazione della piattaforma Tea.

Tab. 2-I – Coordinate geografiche della piattaforma Tea.

Sito	Coordinate Geografiche
Piattaforma TEA	44 30 469N 13 01 184E

2.1. CAMPIONAMENTO IN MARE

2.1.1. INDAGINI IDROLOGICHE

Il 6 giugno 2006, prima dell'installazione della piattaforma Tea, era stata condotta un'indagine idrologica a bordo della N/O "G. Dalla Porta" del CNR per osservare le caratteristiche chimiche e fisiche della colonna d'acqua al fine di valutare l'impatto che la presenza di tale struttura avrebbe potuto indurre nell'ambiente circostante. In quell'occasione i prelievi erano stati effettuati su 5 stazioni, di cui una in prossimità della futura piattaforma (T4) e le altre quattro a circa 1 km di distanza dalla stessa (Fabi *et al.*,

2006b).

Presso i cinque siti di campionamento erano stati registrati i valori di temperatura, salinità, fluorescenza, torbidità (misura del materiale sospeso) e ossigeno disciolto in continuo lungo tutta la colonna d'acqua. Le misurazioni erano state ottenute utilizzando una sonda multiparametrica CTD (Conductivity-Temperature-Depth) della Sea Bird modello SBE911plus equipaggiata, oltre che con i sensori standard di temperatura e conducibilità e pompa in duplice coppia, con un fluorimetro e torbidimetro Turner - SCUFA per la misurazione della concentrazione di clorofilla *a* e del particolato sospeso (TSM), un sensore di ossigeno SBE43 per la misurazione della concentrazione di ossigeno disciolto e un altimetro della Datasonics per la misurazione della profondità (All. A1-I). La sonda era accoppiata a una "rosette" della General Oceanics da 12 bottiglie Niskin della capacità di 10 lt ed era stata periodicamente calibrata presso il centro di calibrazione del SACLANT della NATO di La Spezia. I campioni d'acqua per le analisi chimiche dei sali nutritivi, dell'ossigeno disciolto, dei pigmenti clorofilliani e del carico totale solido sospeso erano stati prelevati tramite le bottiglie Niskin in corrispondenza della quota superficiale, a -10 m, -25 m e in prossimità del fondo.

Nel corso del 2007, ovvero durante le fasi di installazione del jacket della piattaforma e di perforazione dei pozzi, sono stati effettuati sei monitoraggi dell'area al fine di verificare eventuali impatti indotti dai lavori di installazione. Tali monitoraggi sono stati condotti nei mesi di marzo, aprile, maggio, luglio, settembre e dicembre a bordo della N/O "G. Dallaporta" (Fabi *et al.*, 2010c). A tale scopo sono stati tracciati due transetti attorno alla piattaforma Tea (fig. 2.2), rispettivamente in direzione SW-NE e SE-NW. Lungo tali transetti sono stati posizionati quattro siti di prelievo a circa 100 m dalla piattaforma denominati T01 (posto a SW della piattaforma), T02 (SE), T03 (NE) e T04 (NW), e quattro siti a una distanza di 1 km dalla stessa, corrispondenti a quelli monitorati nel pre-survey, denominati T05 (posto a SW), T06 (SE), T07 (NE) e T08 (NW).

Nella fase di produzione della piattaforma Tea (2008-2010) è stato seguito lo stesso schema di campionamento (fig. 2.2; Tab. 2-II) conducendo in ciascun anno sei monitoraggi a bordo della N/O G. Dallaporta (Fabi *et al.*, 2011; 2013a; 2013b; 2015a; 2015b).

Presso ciascuna stazione e in ogni monitoraggio sono stati rilevati gli stessi parametri fisici e chimici ricercati nel corso periodo d'indagine precedente utilizzando le stesse modalità di prelievo.

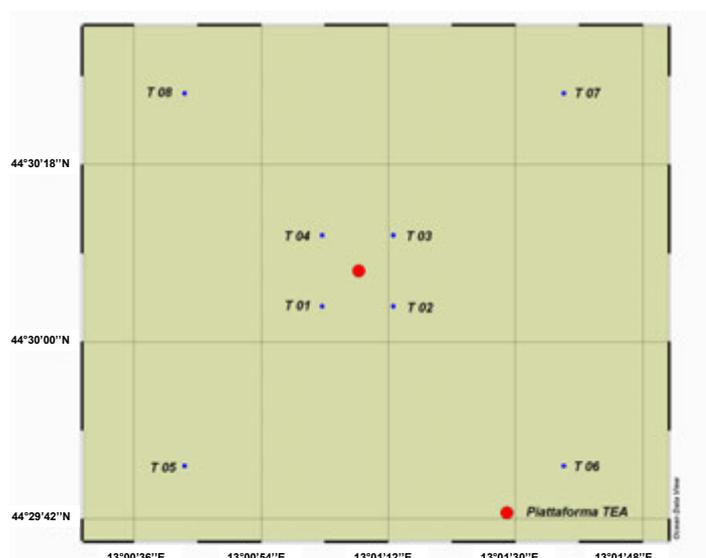


Fig. 2.2 - Schema dei transetti utilizzati per le indagini idrologiche condotte durante i lavori di posa in opera e nella fase di produzione della piattaforma Tea con le relative stazioni di campionamento.

Tab. 2-II - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate per le indagini idrologiche.

	Distanza da Tea (m)	Posizione rispetto a Tea	Coordinate geografiche	Profondità (m)
T01	100	SW	44°30'04''N 13°01'01''E	42
T02	100	SE	44°30'04''N 13°01'12''E	42
T03	100	NE	44°30'11''N 13°01'12''E	42
T04	100	NW	44°30'11''N 13°01'01''E	42
T05	1000	SW	44°29'46''N 13°00'43''E	42
T06	1000	SE	44°29'46''N 13°01'37''E	42
T07	1000	NE	44°30'25''N 13°01'37''E	42
T08	1000	NW	44°30'25''N 13°00'43''E	42

Per quanto concerne le indagini correntometriche, esse hanno avuto inizio il 04/12/2006 (Tab. 2-III) quando è stata posta, nei pressi della piattaforma, una catena correntometrica composta da una zavorra di circa 120 kg di catena di ferro, un correntometro (modello RCM7 della ditta Aanderaa Instruments; All. A1-II) a circa 4-5 m dal fondo e uno sganciatore acustico posto sotto al correntometro. Sono stati così registrati, ad intervalli di 10', valori di direzione e intensità delle correnti e di temperatura sul fondo. E' stata scelta tale configurazione, anziché quella con due correntometri prevista dalla specifica tecnica, per tenere lontano dalla superficie la parte più alta della catena correntometrica, visto che erano in corso i lavori di messa in opera della piattaforma stessa e nell'area erano presenti numerosi natanti e il jack-up.

La catena correntometrica è stata recuperata una prima volta il 21/05/2007 (Tab. 2-III). Durante l'intero periodo di registrazione la scheda di memoria dello strumento non ha

funzionato per problemi tecnici e, di conseguenza, per l'intero periodo non si hanno dati validi né di correntometria né di temperatura. La strumentazione è stata riposizionata in mare il 05/06/2007 e recuperata nuovamente il 17/10/2007. A partire dal 14/12/2007 la catena correntometrica è stata immersa di nuovo, questa volta equipaggiata, oltre che con il correntometro RCM7 posto a circa 4-5 m dal fondo, anche con un correntometro (modello RCM9 della ditta Aanderaa Instruments; All. A1-III) a circa 20 m dal fondo. Sono stati così registrati, ad intervalli di 10', valori di direzione e intensità delle correnti e di temperatura in corrispondenza di due quote.

E' stata adottata questa configurazione con due correntometri, anziché quella con un correntometro presente fino all'ottobre 2007, dato che i lavori di posa in opera della piattaforma erano terminati. L'8 luglio 2008 la catena correntometrica è stata recuperata per manutenzione e riposizionata il giorno stesso. Il correntometro di superficie (RCM9) è stato sostituito con un correntometro modello RCM7. Il 16 ottobre 2008 è stata effettuata un'ulteriore manutenzione e il correntometro di superficie, RCM7, è stato nuovamente sostituito con un RCM9.

A partire dal 05/02/2009 è stata posta una catena correntometrica composta da una gabbia in acciaio contenente un correntometro ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler; All. A1-IV) e da uno sganciatore acustico posto sotto la gabbia. Tale configurazione ha sostituito la precedente formata dai due correntometri. L'ADCP è un profilatore ad effetto doppler che effettua misure tridimensionali della velocità a numerosi livelli (celle) nella colonna d'acqua. Utilizza 4 trasduttori e per questo è in grado di fornire anche un'indicazione della qualità del dato. Inoltre, fornisce una serie di dati che si potrebbero definire "accessori", ma che rivestono essi stessi un interesse estremo. Ad esempio, l'intensità del segnale riflesso ha una stretta relazione con il contenuto di particelle nell'acqua in ognuna delle celle e, quindi, fornisce indicazioni ben precise sulla stratificazione della colonna d'acqua. Le misure correntometriche registrate dall'ADCP scelte come rappresentative dell'intera colonna d'acqua riguardano la cella di fondo, la cella intermedia (20 m) e quella di superficie. Con l'ADCP i valori di direzione e intensità delle correnti e di temperatura sul fondo sono stati così registrati ad intervalli di 30'. La catena correntometrica con l'ADCP è rimasta in acqua fino al 6 agosto 2009 giorno del recupero. Nello stesso giorno è stata posta in acqua una nuova catena correntometrica composta da un correntometro modello RCM7 (Aanderaa Instruments), posto a 4-5 m dal fondo, e un correntometro modello RCM9 (Aanderaa Instruments) che è andata a sostituire

la precedente. Il 27 ottobre 2009 non è stato possibile recuperare la catena correntometrica poiché essa non era più posizionata nell'area di ancoraggio. Il passaggio di attrezzi da pesca a strascico sono la probabile causa dello spostamento della catena correntometrica in una zona attigua non più identificabile dalle apparecchiature di bordo. Tutti i dati registrati dal 6 agosto in poi sono stati perduti insieme all'intera catena correntometrica.

Il 31/01/2010 è stato nuovamente immerso l'ADCP, recuperato il 14 giugno e di nuovo posizionato il 27 luglio sino al 31/12/2010.

Tab. 2-III - Schema riassuntivo delle operazioni di recupero e immersione dei correntometri effettuate nell'intero periodo di indagine.

	Recupero	Immersione	Note
04/12/2006		RCM7	
21/05/2007	RCM7		Dati non disponibili
05/06/2007		RCM7	
17/10/2007	RCM7		
14/12/2007	RCM7 e RCM9		
08/07/2008	RCM7 e RCM9	RCM7 e RCM9	
16/10/2008	RCM7 e RCM9	RCM7 e RCM9	
05/02/2009	RCM7 e RCM9	ADCP	
06/08/2009	ADCP	RCM7 e RCM9	
13/01/2010	Correntometri non rinvenuti in loco	ADCP	Dati non disponibili
14/06/2010	ADCP		
27/07/2010		ADCP	
31/12/2010	ADCP		

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

Nel pre-survey condotto nel 2006 e nei monitoraggi effettuati nel 2007 durante i lavori di installazione e perforazione dei pozzi i prelievi avevano interessato un'area di 1000x1000 m all'interno della quale erano state posizionate 9 stazioni: una centrale e corrispondente alla piattaforma (sito denominato T), quattro disposte ciascuna a 60 m da essa a NW, NE, SW e SE (denominate rispettivamente T1, T2, T3 e T4) e quattro a 0,5 mn in direzione NW, NE, SW e SE (K1, K2, K3 e K4 rispettivamente; fig. 2.3). Queste ultime 4 stazioni avevano le stesse caratteristiche geomorfologiche dell'area in esame, ma non erano influenzate da substrati duri artificiali e/o naturali; l'obiettivo del loro utilizzo era valutare le eventuali modifiche indotte dalla presenza della piattaforma sui sedimenti e sulla comunità bentonica del fondo originario.

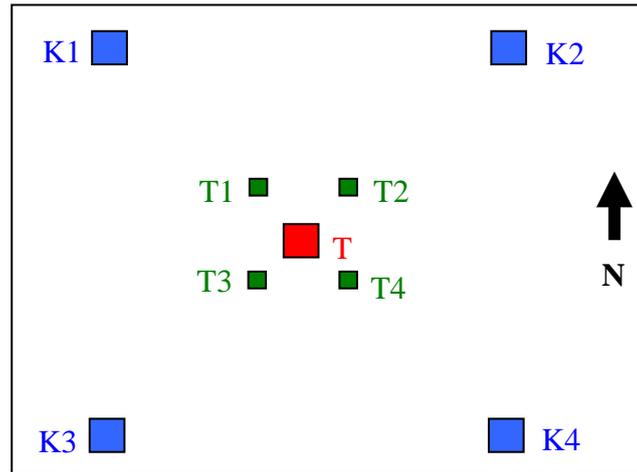


Fig. 2.3 - Schema delle stazioni di campionamento adottato nel pre-survey e durante i lavori di installazione delle strutture. T = piattaforma Tea.

Nei monitoraggi condotti dopo la posa in opera della piattaforma all'interno dell'area monitorata precedentemente sono state posizionate 17 stazioni (fig. 2.4) lungo due transetti ortogonali tra di essi e aventi come punto di intersezione il sito della piattaforma stessa (A5), coincidente con la stazione "T" campionata precedentemente. Il primo transetto (denominato A) è stato orientato da NW verso SE, mentre il secondo (B) è stato disposto in direzione NE-SW, ortogonalmente alla linea di costa (fig. 2.4).

Sono state inoltre campionate le stesse quattro stazioni di controllo (K1, K2, K3 e K4) già utilizzate nei survey precedenti, poste a circa 0,5 mn da Tea rispettivamente in direzione NW, NE, SE e SW. Le distanze delle singole stazioni dalla piattaforma e le profondità relative all'ultimo campionamento (estate 2010) sono riportate in Tab. 2-IV.

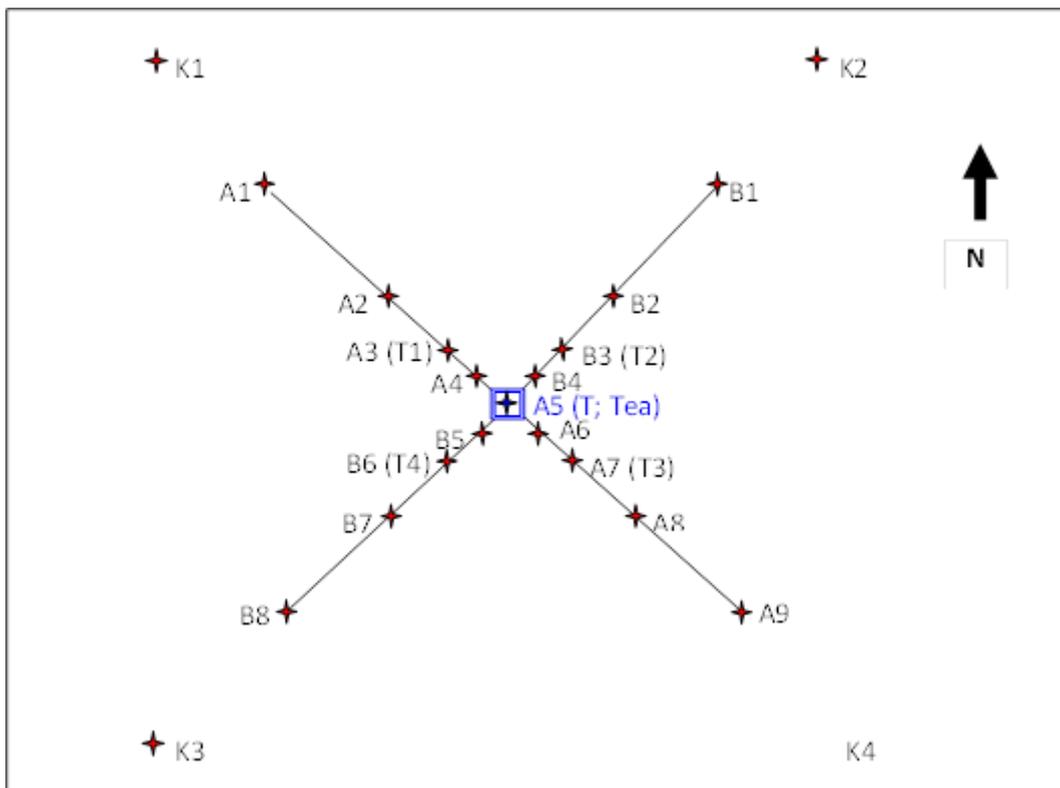


Fig. 2.4 - Schema dei transetti con le relative stazioni di campionamento e siti di controllo K1, K2, K3 e K4 utilizzati dopo l'installazione della piattaforma Tea. Tra parentesi sono riportati i nomi delle corrispondenti stazioni monitorate nel pre-survey e nei campionamenti effettuati durante i lavori di installazione e perforazione dei pozzi (non in scala).

Tab. 2-IV - Dati identificativi delle stazioni di campionamento utilizzate nell'estate 2010 per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica. In rosso il sito della piattaforma.

	DISTANZA DA TEA (m)	COORDINATE GEOGRAFICHE		PROFONDITÀ (m)
A1	250	44°30'11",82N	13°01'00",54E	41,3
A2	120	44°30'08",94N	13°01'03",42E	41,3
A3	60	44°30'07",38N	13°01'04",68E	41,3
A4	30	44°30'07",14N	13°01'05",82E	41,3
A5	0	44°30'04",50N	13°01'08",46E	41,1
A6	30	44°30'04",56N	13°01'09",12E	41,1
A7	60	44°30'03",54N	13°01'10",08E	41,1
A8	120	44°30'01",98N	13°01'11",64E	41,1
A9	250	44°30'00",60N	13°01'18",30E	40,0
B1	250	44°30'13",20N	13°01'16",26E	41,1
B2	120	44°30'10",08N	13°01'11",28E	40,9
B3	60	44°30'08",16N	13°01'09",18E	40,9
B4	30	44°30'06",78N	13°01'08",70E	40,7
A5	0	44°30'04",50N	13°01'08",46E	41,1
B5	30	44°30'04",44N	13°01'05",34E	41,4
B6	60	44°30'04",08N	13°01'04",44E	41,6
B7	120	44°30'02",88N	13°01'02",46E	41,5
B8	250	44°29'59",04N	13°00'56",88E	41,4
K1	1000	44°30'31",86N	13°00'35",88E	41,1
K2	1000	44°30'26",58N	13°01'37",62E	40,8
K3	1000	44°29'40",92N	13°00'36",48E	41,1
K4	1000	44°29'42",30N	13°01'39",00E	40,4

Indagini fisiche e chimiche dei sedimenti - Tutte le stazioni sono state campionate mediante box-corer (fig. 2.5a e 2.5b; All. A2-I).

Dal campione, dopo la descrizione degli aspetti macroscopici, è stata prelevata la porzione superficiale (0-2 cm). L'ulteriore campione così ottenuto è stato successivamente omogeneizzato e suddiviso in 3 aliquote per le seguenti analisi:

- analisi granulometriche;
- metalli in tracce;
- sostanze organiche.

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

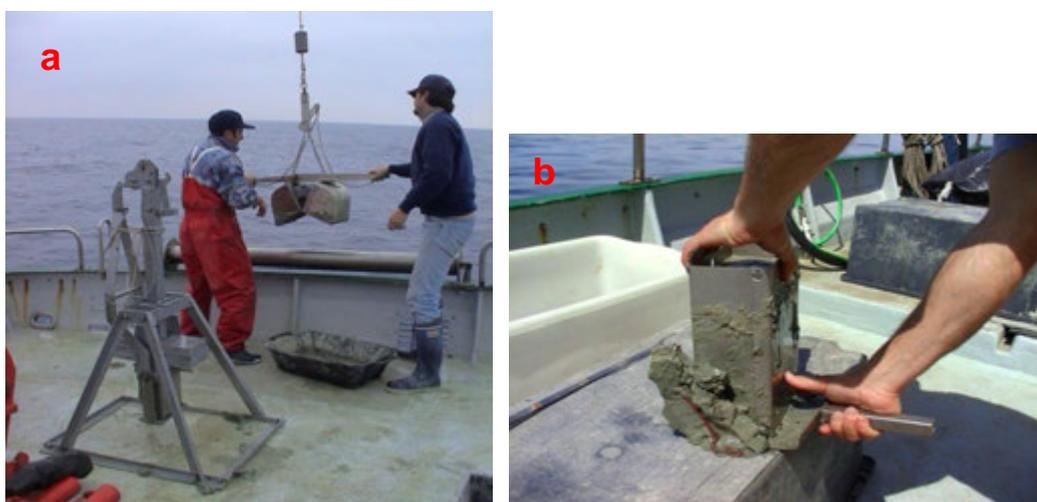


Fig. 2.5 – a) Box-corer utilizzato per le indagini fisiche e chimiche dei sedimenti (in primo piano) e recupero della benna Van Veen utilizzata per lo studio della comunità bentonica. b) apertura della scatola del box-corer per il recupero del campione di sedimento.

Indagini sulla comunità bentonica - 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. 2.5a; All. A3-I). Presso ogni stazione sono state effettuate 6 repliche. I campioni sono stati lavati e setacciati con maglia da 0,5 mm (fig. 2.6; All. A3-II) e fissati in formalina diluita in acqua di mare al 5%.

Inoltre, dalle parti sommerse della piattaforma è stato prelevato un campione di mitili presente su una superficie di $40\times 40\text{ cm}$ a circa 5 m di profondità, subito pesato e congelato a bordo per le successive analisi biometriche.



Fig. 2.6 - Campione di macrozoobenthos sul setaccio durante la fase di pulitura dai residui di sedimento.

2.1.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

Contemporaneamente ai prelievi per le indagini sedimentologiche e sulla comunità bentonica, sin dal pre-survey sono stati prelevati mediante box-corer campioni di sedimento da sottoporre alle analisi tossicologiche. In particolare, nelle fasi di pre-survey e di messa in opera di Tea erano state campionate la stazione corrispondente alla piattaforma e quella a 60 m a SE di essa, oltre al controllo K4. Nella fase di produzione sono stati aggiunti quattro siti (A9, B6, B8 e K1). In tutte le fasi sono stati svolti i seguenti saggi biologici:

- *Corophium orientale* (fig. 2.7a; mortalità dopo 28 gg);
- *Hediste diversicolor* (fig. 2.7b; prove di bioaccumulo per Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V e Zn);
- *Paracentrotus lividus* (fig. 2.7c; fecondazione e sviluppo).

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 del box-corer, al fine di evitare eventuali contaminazioni. Il materiale così ottenuto è stato posto in recipienti puliti e conservato a circa 5°C.



Fig. 2.7 – Esemplici di: a) *Corophium orientale*; b) *Hediste diversicolor*; c) *Paracentrotus lividus*.

2.1.4. ANALISI DI INQUINANTI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Contemporaneamente ai campioni dei sedimenti e della comunità bentonica effettuati nella fase di produzione della piattaforma sono stati raccolti campioni di mitili insediati sulle parti sommerse della piattaforma, a circa 5 m di profondità, uno vicino e uno lontano dagli anodi di sacrificio. Nello stesso periodo è stato prelevato alla stessa quota un campione di mitili presso un impianto di mitilicoltura a Cesenatico (FO), non influenzato da evidenti fonti di inquinamento, da considerare come controllo.

2.1.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA

I campionamenti della fauna ittica sono stati effettuati a partire dalla fase di produzione della piattaforma sia nei pressi della struttura (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 1 mn, in modo da non essere influenzate dalla sua presenza. Queste zone sono state utilizzate per ottenere informazioni qualitative e quantitative riguardo il popolamento ittico dell'habitat naturale. Ad ogni campionamento i due controlli venivano posizionati in modo casuale all'interno dei quattro quadranti (NW, NE, SE e SW) intorno alla piattaforma (fig. 2.8). L'esigenza di utilizzare due aree di controllo (denominate Controllo 1 e Controllo 2) anziché una sola, come comunemente fatto in altri monitoraggi attorno a strutture off-shore (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2006b) è stata dettata dall'ubicazione della piattaforma Tea che, come già accennato nel Capitolo introduttivo, si trova in una zona di transizione tra i fanghi terrigeni costieri e le peliti sabbiose del largo, rappresentanti la fascia di passaggio verso le sabbie relitte del largo che occupano la porzione centrale dell'Adriatico. Inoltre, la scelta casuale dei quadranti entro cui posizionare i due controlli durante ogni survey di pesca, si è resa necessaria al fine di evitare un errore sistematico nel posizionamento delle aree di riferimento in due punti fissi.

Per i campionamenti è stata utilizzata una rete da posta tipo "tremaglio" avente le seguenti caratteristiche: lunghezza totale 300 m; altezza 3 m; pannello interno in monofilamento di poliammide con maglie di 72 mm di apertura; pannelli esterni in monofilamento di poliammide con maglie di 400 mm di apertura (All. 4).

La rete veniva calata al tramonto e salpata all'alba del giorno seguente, per circa 12 h di permanenza in mare. Le pescate sono state effettuate con frequenza mensile e

contemporaneamente nei tre siti, al fine di operare nelle medesime condizioni meteorologiche. Nel periodo gennaio 2008 - dicembre 2010 sono stati effettuati 35 campionamenti della fauna vagile sia nei pressi della piattaforma che nei siti di controllo. Non si hanno dati relativi al novembre 2009 perché nel corso del campionamento le reti sono state perse, probabilmente a causa dei motopescherecci a strascico che operano nella zona. In seguito, non è stato possibile ripetere il campionamento a causa delle condizioni meteorologiche avverse.

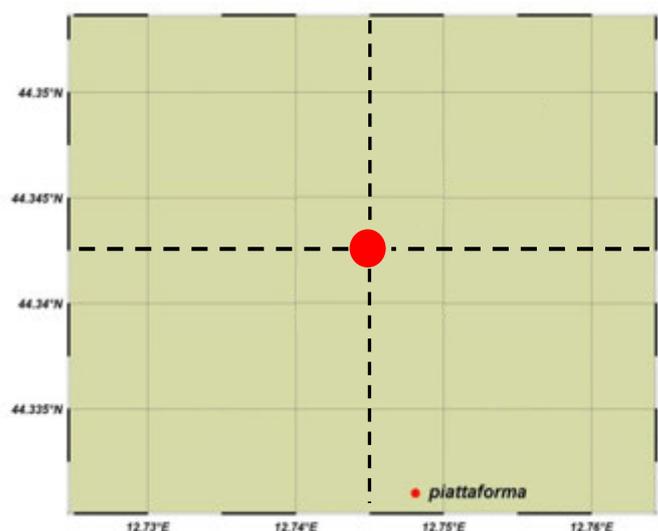


Fig. 2.8 - Disposizione dei quadranti intorno alla piattaforma Tea entro i quali ad ogni campionamento venivano posizionati i due controlli.

2.2. ANALISI DI LABORATORIO E ANALISI DEI DATI

2.2.1. INDAGINI IDROLOGICHE

I campioni d'acqua raccolti presso tutte le stazioni sono stati analizzati in laboratorio per valutare il contenuto dei sali nutritivi disciolti (nitrati, nitriti, ammonio, ortofosfati e ortosilicati) dell'ossigeno disciolto e della clorofilla *a*, *b*, e *c*.

L'**ossigeno disciolto** è stato quantificato direttamente a bordo con metodo Winkler (1888): i campioni d'acqua appena raccolti sono stati fissati con idrossidi misti di manganese e conservati al buio fino alla determinazione effettuata con metodo potenziometrico ed elettrodo di platino (All. A1-V) entro le 24 h successive. Le analisi di ossigeno disciolto effettuate sono state utilizzate per calibrare la sonda SBE 43 della SEABIRD.

Le analisi dei **sali nutritivi** sono state condotte nei laboratori del CNR-ISMAR di Ancona secondo il metodo colorimetrico Strickland e Parsons (1972), modello QUAATRO della Bran Luebbe (All. A1-VI) previa filtrazione (filtro da 0,7 μm , GF/F Whatman) e conservazione dei campioni a -22°C in contenitori di polietilene compresso.

Le analisi di **clorofilla** sono state effettuate mediante la metodologia suggerita da Wright *et al.* (1991) e condotte con l'utilizzo di un HPLC Dionex (All. A1-VII) dotato di una pompa quaternaria GP50, di un Photodiode Array Detector PDA100 e di una colonna C_{18} reversed phase. I dati sono stati acquisiti con il software Chromeleon.

Per l'acquisizione e l'elaborazione dei dati registrati dai correntometri e raccolti tramite la sonda 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).

Infine, per l'analisi dei dati è stato utilizzato un apposito software sviluppato dal CNR-ISMAR e la mappatura dei dati ricavati è stata effettuata con il software Ocean Data View e Grapher 2.

Nella presente relazione sono riportati i risultati ottenuti nel corso del 2010, mentre per i monitoraggi precedenti fare riferimento a Fabi *et al.* (2006a; 2010a; 2011; 2013a).

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 μm . 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 μm , 2000 μm , 1000 μm , 500 μm , 250 μm , 125 μm , 63 μm).

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 essiccate 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) la 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 a un dato istante è funzione della qualità del prodotto solido non ancora depositato.

Idrocarburi Policiclici Aromatici - Per la determinazione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA) ogni campione è stato scongelato e privato dell'eventuale frazione più grossolana; in seguito, l'analisi è stata compiuta su un'aliquota di circa 20 g (peso umido), mentre una seconda aliquota è stata utilizzata per la determinazione del peso secco.

La determinazione degli IPA è stata effettuata mediante gas cromatografia utilizzando un Gas cromatografo doppia colonna (All. A2-VI). I componenti la miscela (IPA) separati tra loro sono stati rilevati con la tecnica FID (rilevatore ionizzazione di fiamma), che consente di valutare i tempi di ritenzione e l'ampiezza dei picchi relativi. Il limite di rilevabilità dello strumento e quello della metodica corrispondono rispettivamente a 0,05 μ g di solvente e 0,002 mg kg⁻¹ di campione s.s.

Sono stati ricercati i 16 IPA indicati dall'EPA come contaminanti di interesse prioritario, espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca: Naftene, Acenaftalene, Acenaftene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Benz(a)Antracene, Crisene, Benzo(b)Fluorantene, Benzo(k)Fluorantene, Benzo(a)Pirene, DiBenzo(a,h)Antracene, Benzo(g,h,i)Perilene, Indeno(1,2,3,c,d)Pirene. Le rette di calibrazione sono state preparate con la tecnica della standardizzazione esterna utilizzando come IPA di riferimento il Perilene, che permette anche di normalizzare le aree dei picchi dei singoli componenti la miscela e di confrontarle tra loro ai fini della quantizzazione.

Metalli pesanti - Sono stati analizzati i seguenti elementi, espressi in percentuale o mg kg⁻¹ di sostanza secca: alluminio, bario, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame, vanadio e zinco.

La mineralizzazione dei campioni è stata effettuata su circa 0,5 mg di campione tal quale (corrispondenti a circa 0,350 mg di sostanza secca) mediante un sistema di digestione a

microonde opportunamente programmato, aggiungendo a 8 ml di HNO₃, 2 ml di HCl, 4 ml di HF e 2 ml di H₂O. Per neutralizzare l'HF in eccesso al campione mineralizzato sono stati aggiunti 30 ml di soluzione satura di H₃BO₃ e acqua ultrapura fino a raggiungere un volume finale di 50 ml.

Per la determinazione del **mercurio** è stato seguito il metodo EPA 7473. Il campione è stato sottoposto a trattamento termico per eliminare qualsiasi fase di pretrattamento del campione stesso, potendolo così analizzare tal quale. Il particolare procedimento di decomposizione porta alla riduzione chimica del mercurio, alla sua successiva preconcentrazione su un amalgama d'oro e, infine, alla sua analisi quantitativa in assorbimento atomico (DMA-80 Analizzatore Diretto del Mercurio; All. A2-VII). Le determinazioni di **cadmio** e **piombo** sono state effettuate mediante spettroscopia di assorbimento atomico in fornello di grafite (Varian Spectra AA-220 Z; All. A2-VIII), secondo la procedura EPA 7010. Le concentrazioni di **alluminio**, **bario**, **cromo**, **nicel**, **rame**, **vanadio** e **zinco** sono state determinate mediante spettrofotometria ad emissione atomica al plasma (Varian Liberty AX ICP-AES; All. A2-IX) seguendo il metodo EPA6010C.

L'accuratezza delle procedure di digestione e di analisi dei campioni è stata verificata impiegando i materiali standard di riferimento PACS-2 Harbour sediment. I recuperi percentuali ottenuti rispetto ai valori certificati dei suddetti materiali sono riportati in Tab. 2-V.

Tab. 2-V - Recuperi percentuali ottenuti sui materiali certificati PACS-2.

Recupero %	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
PACS-2	83	101	88	84	109	107	103	98	83	84

Tutti i parametri strumentali sono stati inoltre ottimizzati tramite una risposta tipica strumentale conforme a quella fornita dalla casa costruttrice.

I limiti di rivelabilità strumentale e della metodica per i metalli determinati, relativamente alla strumentazione impiegata, sono riportati in Tab 2-VI.

Tab. 2-VI - Limiti di rivelabilità strumentali (D.L.) e della metodica (M.D.L.) dei metalli determinati.

	Al	Ba	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	V	Zn
Rilevabilità (µg l ⁻¹)	78	0,07	0,075	3,2	5,0	0,25	3,2	12,9	27	22,7
Quantificazione (mg kg ⁻¹)	14,407	1	0,0029	0,512	0,2951	0,0369	0,2998	0,5907	1,5812	13,932

Sostanza organica - La sostanza organica è stata determinata mediante la metodologia Loss on Ignition (LOI). Dal campione di sedimento è stata prelevata un'aliquota di circa 5 g che, posta in apposite vaschette, è stata essiccata in stufa a 105°C per 24 h. Infine il campione è stato calcinato in muffola a 450°C per 12 h.

2.2.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

2.2.3.1 *Corophium orientale*

Questo saggio biologico consiste nell'espone per un determinato periodo un numero definito di organismi al sedimento tal quale per valutarne l'eventuale mortalità.

La durata del saggio è funzione del tipo di tossicità (a breve termine o a più lungo termine) da rilevare. In particolare, si considera come "tossicità a breve termine" la mortalità degli organismi dopo 10 gg di incubazione e come "tossicità a più lungo termine" la mortalità dopo 28 gg. Il saggio a 28 gg può essere considerato come un'estensione della tradizionale durata del test a 10 gg in modo da rendere più sensibile il saggio stesso, poiché i contaminanti presenti nel sedimento hanno un periodo maggiore per interagire con gli organismi.

Campionamento degli organismi - Gli anfipodi sono stati campionati setacciando il loro sedimento nativo e immediatamente trasportati in laboratorio dove sono stati selezionati in base alla taglia in modo da considerare per il saggio solo organismi di taglia omogenea (circa 4 mm) aventi, presumibilmente, la stessa sensibilità alle sostanze tossiche. Con questa selezione si scartano gli individui giovanili di piccola taglia e quelli di dimensione elevata (adulti, femmine ovigere). Gli anfipodi selezionati sono stati trasferiti in un recipiente ed acclimatati alle condizioni di laboratorio:

- temperatura = $16 \pm 2^\circ\text{C}$;
- salinità = $36 \pm 2\text{‰}$;
- illuminazione = continua;
- ossigeno disciolto nell'acqua sovrastante il sedimento = $>60\%$.

Procedura del saggio - Il saggio è stato effettuato secondo il protocollo EPA (1994). Il test di tossicità cronica o a più lungo termine (28 gg) è stato allestito in 4 repliche per ogni campione del sedimento testato in beaker di vetro. I sedimenti testati sono stati omogeneizzati e circa 200 cc di ogni campione sono stati posti nel beaker. Sopra il sedimento sono stati aggiunti 750 cc di acqua di mare naturale filtrata. I beakers sono stati

sistemati nella stanza condizionata ($16\pm 2^{\circ}\text{C}$), areati e coperti con vetrino per minimizzare l'evaporazione dell'acqua ed areati. Dopo 24 h sono stati registrati i parametri iniziali del test (pH, salinità, NH_4^+ e ossigeno disciolto) e in ogni beaker sono stati inseriti 25 organismi. Come sedimento di controllo è stato usato sedimento nativo (500 μm) proveniente da un sito non contaminato. Dopo 10 gg il contenuto di ogni beaker è stato setacciato e sono stati contati gli organismi vivi. Sono stati considerati morti gli anfipodi che, dopo una leggera stimolazione, non mostravano alcun movimento degli arti. La sensibilità degli organismi (LC 50) è stata determinata tramite la loro esposizione (20 individui/replica) per 96 h a concentrazioni 0,8; 1,6; 3,2; 6,4 mg l^{-1} del tossico di riferimento CdCl_2 .

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.

Analisi dei dati - Il saggio biologico è considerato valido quando la mortalità media all'interno del sedimento di controllo è $\leq 15\%$ e la mortalità nella singola replica per l'intero periodo di esposizione è $\leq 20\%$. Sia nei sedimenti da testare, sia nel sedimento di controllo è stata calcolata la percentuale media (\pm deviazione standard) degli anfipodi morti. La mortalità rilevata in ogni campione è stata confrontata con quella del sedimento di controllo. La valutazione della tossicità è stata eseguita prendendo in considerazione la 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 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

2.2.3.2 *Paracentrotus lividus*

Il saggio biologico con l'echinoderma *Paracentrotus lividus* è basato sulla fecondazione delle uova da parte di gameti maschili esposti alla matrice da testare al fine di valutare l'efficacia della fecondazione rispetto al controllo (acqua di mare naturale filtrata). La procedura prevede l'esposizione dello sperma per 1 h alla matrice da testare (elutriato) alla

quale vengono aggiunte le uova e dopo 20' il test viene bloccato con l'aggiunta di formaldeide. Al termine della prova vengono contate le uova fecondate con le quali vengono calcolate le percentuali di fecondazione.

Preparazione degli elutriati - Gli elutriati sono stati preparati secondo il protocollo EPA (1998). Un'aliquota del sedimento da testare è stata unita con il volume calcolato di acqua di mare naturale filtrata in rapporto 1:4. Le sospensioni ottenute sono state poste in agitazione per 1 h e in seguito centrifugate a temperatura di 10°C per 20' a 3000 rpm. Il sopranatante, che rappresenta l'elutriato, è stato prelevato con cautela e conservato a temperatura di -30°C.

Prima dell'allestimento del test nell'elutriato sono stati misurati pH e salinità.

Procedimento del test - Il **test di fecondazione** è stato allestito secondo i protocolli previsti per questo saggio (EPA, 1995; ASTM, 1998a).

L'emissione dei gameti maschili e femminili, provenienti da almeno 3 individui differenti per ogni sesso, è stata provocata tramite iniezione di 0,5 ml di 1M KCl nella cavità celomatica. Lo sperma è stato raccolto "a secco" e mantenuto a temperatura di 4°C fino al momento del suo utilizzo. La raccolta delle uova è stata eseguita singolarmente per ogni femmina in piccoli contenitori contenenti acqua di mare naturale filtrata capovolgendo l'animale con il suo poro aborale verso l'acqua. Le uova, dopo la loro valutazione (maturità, forma e colore), sono state riunite, lavate (3 volte) mediante decantazione e con le diluizioni successive è stata aggiustata la loro concentrazione finale.

La quantità degli spermatozoi è stata determinata in camera di conta (Thoma). La sospensione dello sperma è stata preparata sulla base del conteggio stimando un rapporto tra uovo e sperma di 1/15.000 che garantisce la percentuale di fecondazione nei limiti del 75-95%. Lo sperma è stato esposto per 1 h alle concentrazioni previste degli elutriati (100, 50 e 25%) e all'acqua di mare naturale filtrata (controllo), tutto in 3 repliche. Le uova sono state aggiunte dopo 1 h e lasciate in contatto con lo sperma per 20', dopodichè il test è stato bloccato mediante aggiunta di 1 ml di formaldeide (37%). La sensibilità dei gameti (EC50) maschili è stata testata mediante la loro esposizione (60') alle diluizioni (16; 32; 46; 64 $\mu\text{g l}^{-1}$) del tossico di riferimento $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

Il **test di embriotossicità** è stato allestito con la stessa procedura bloccando lo sviluppo dopo 48 h dall'inoculazione delle uova ed è stato condotto alla temperatura di $16 \pm 2^\circ\text{C}$.

Le provette contenenti gli zigoti e i plutei sono state conservate a temperatura di 5°C fino alla loro valutazione. Al microscopio sono state contate 100 cellule o embrioni e calcolata

la percentuale degli zigoti (spermiotossicità) oppure embrioni (embriotossicità) allo stadio di pluteo in ogni campione.

Stima della tossicità - Al fine di considerare la percentuale di uova che nel controllo non vengono fecondate (test di fertilizzazione) o non arrivano a pluteo (test di sviluppo) è stata applicata la "correzione di Abbott":

$$(x - y) * 100 * (100 - y)^{-1}$$

dove: x = % di uova non fecondate (o embrioni non sviluppati) nel campione da testare;
y = % di uova non fecondate (o embrioni non sviluppati) nel controllo.

In seguito la tossicità degli elutriati è stata stimata sulla base dei valori di EC 20 e di EC 50 calcolate con i metodi Maximum Likelihood Probit o Trimmed Spearman-Kärber versione 1,5. La scala di tossicità adottata è riportata in Tab. 2-VIII:

Tab. 2-VIII – Scala di tossicità relativa al test con *P. lividus*.

Effetto	Tossicità
EC20 ≥ 90%	Assente
EC20 < 90% e EC50 > 100	Bassa
40% ≤ EC50 < 100%	Media
EC50 < 40%	Alta

2.2.3.3 *Hediste diversicolor*

Questo saggio consiste nel valutare le eventuali variazioni delle concentrazioni di alcuni metalli pesanti negli organismi (previamente analizzati) dopo essere stati posti per 28 gg nel sedimento da testare.

La procedura adottata deriva dall'integrazione delle metodologie proposte da Dillon *et al.* (1993) con le ricerche sperimentali sviluppate dall'Istituto di Biofisica del CNR di Pisa in collaborazione con il CIBM di Livorno (Stefanini, 2000) e in ASTM (1998b).

Campionamento degli organismi - Gli organismi non maturi sono stati campionati manualmente dalle porzioni di sedimento asportate da una profondità di 40-50 cm e sottoposti a spurgo per 3 gg in sabbia quarzifera sommersa in acqua e ossigenata in continuo. Durante questo periodo (temperatura: 16±2°C) gli esemplari sono stati adattati alle condizioni del test. L'acqua sovrastante la sabbia quarzifera è stata portata gradualmente alla salinità di 36-38‰ richiesta per il test. Nessun tipo di alimentazione è stato somministrato per l'intera durata dello spurgo e durante il test vero e proprio. Circa

10 esemplari spurgati sono stati congelati e usati come “bianco” per la concentrazione dei metalli al tempo zero.

Procedura del saggio - Il test di bioaccumulo è stato allestito in 3 repliche per ogni campione del sedimento testato in beakers di vetro. In ogni beaker sono stati posti circa 300 cm³ di sedimento da testare e altrettanto per il sedimento di controllo. Sopra il sedimento sono stati aggiunti circa 600 ml di acqua di mare naturale filtrata. I beakers sono stati posti in camera condizionata, coperti con un vetrino e areati. Dopo 24 h sono stati misurati i parametri dell'inizio del test: pH, salinità, NH₄⁺ e ossigeno disciolto. Cinque individui di *H. diversicolor* sono stati inseriti in ogni beaker. Per l'intera durata del test i beakers sono stati mantenuti alla temperatura di 16±2°C, aerati e illuminati per 24 h. Dopo 28 gg i parametri finali del test sono stati registrati e gli esemplari recuperati dai singoli beakers tramite setacciatura.

Gli organismi sono stati contati e reinserti nei beakers contenenti 300 cm³ di sabbia quarzifera e acqua di mare naturale filtrata per tre giorni. Alla fine dello spurgo sono stati recuperati e lavati per un minimo di 1 h in acqua distillata per liberarli dai residui della sabbia e muco e congelati; successivamente sono stati mineralizzati 10-30 mg di campione con 2 cc di HNO₃ sovrappuro al 65% e 1 cc di H₂O₂ al 30% in digestore a microonde. La determinazione degli elementi è stata eseguita in AAS seguendo le medesime modalità utilizzate per l'analisi dei sedimenti.

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

$$D = C_e/C_b$$

dove:

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.

Dal punto di vista matematico un rapporto >1 indica che la concentrazione del metallo dopo 28 gg di esposizione al sedimento da testare è superiore a quella rilevata negli organismi appena prelevati e da ciò si può dedurre un bioaccumulo. Viceversa, un rapporto <1 indica un rilascio da parte dell'organismo. Tuttavia, si ritiene opportuno tenere in considerazione l'incertezza estesa di misura che, per quanto riguarda i metalli, è di circa il 20%. Di conseguenza, un metallo è considerato bioaccumulato quando il rapporto tra la concentrazione dopo esposizione al sedimento da testare e quella al tempo zero è pari o

maggiore a 1,20 (corrispondente a un incremento delle concentrazioni rispetto al bianco $\geq 20\%$).

2.2.4. ANALISI DI INQUINANTI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

2.2.4.1 Biomarkers

Uno degli aspetti principali dell'uso di biomarker molecolari e cellulari è la loro capacità di anticipare cambiamenti ai livelli più alti di organizzazione biologica (popolazione, comunità, ecc.) permettendo di prevenire il verificarsi di effetti negativi a lungo termine a livello di popolazione e comunità. La valutazione degli indici di stress, applicati in organismi "sentinella" come *M. galloprovincialis* consente, attraverso la descrizione dello stato di benessere della popolazione oggetto di studio, di arrivare ad una valutazione integrata della qualità dell'ecosistema di cui gli stessi organismi fanno parte. Le risposte che l'organismo realizza nei confronti dello stress chimico rappresentano quindi potenziali biomarkers utilizzabili in indagini ecotossicologiche (Nasci *et al.*, 1989) come segnali del livello di contaminazione di un determinato ambiente e come indicatori del livello di rischio tossicologico al quale una popolazione è esposta (McCarthy e Shugart, 1990; Lagadic e Caquet, 1998). Se si dispone di una serie di biomarkers è possibile valutare il livello di rischio a cui la popolazione è sottoposta (omeostasi, risposte compensative, risposte di riparo, malattia), producendo quindi informazioni sia di tipo qualitativo (specificità del biomarker) che semi-quantitativo (dose).

Quando un composto tossico penetra in un organismo, parallelamente all'interazione con il bersaglio primario d'azione tossica, si sviluppano delle risposte che tendono a riportare il sistema a uno stato di omeostasi grazie all'induzione di diversi sistemi di detossificazione. Tali risposte hanno la funzione di diminuire l'effetto tossico del composto inquinante e, solo quando il meccanismo omeostatico difensivo ad un determinato livello funzionale non è più in grado di bilanciare l'azione dell'inquinante, si manifestano effetti ai livelli superiori di organizzazione strutturale (individuo, popolazione e comunità) con un corrispondente aumento dell'importanza ecologica. Nell'applicazione e interpretazione dei biomarkers è importante tenere presente che le risposte generate da un organismo in seguito all'azione tossica di un inquinante sono influenzate dal suo stato ormonale e nutrizionale, dall'età, dal sesso e, in generale, dalla sua capacità di contrastare tale stress chimico a discapito di un forte dispendio energetico. Per questo motivo la conoscenza delle caratteristiche fisiologiche e dei cicli riproduttivi dell'organismo preso in esame risulta

importante per la comprensione e corretta interpretazione delle risposte generate dal singolo individuo (Viarengo, 1989; Nasci *et al.*, 2002).

L'informazione qualitativa sullo stress che si ottiene utilizzando i biomarkers può essere specifica o non specifica. E' "non specifica" quando le risposte a livello molecolare, cellulare e fisiologico non possono essere direttamente ricondotte ad una sola classe di contaminanti, ma rappresentano lo stato generale di stress dell'organismo provocato non solo dall'azione tossica di composti inquinanti, ma anche da fattori fisici e biologici naturali (ad es. variazione della temperatura, salinità, ossigeno, disponibilità di cibo, ecc.). Tra gli indici di stress generali si riconoscono quelli somatici, come l'indice di condizione e il test di sopravvivenza in aria, oppure alterazioni istopatologiche e cellulari come la stabilità delle membrane lisosomiali, il contenuto di lipofuscine e lipidi neutri. Si definiscono biomarkers "specifici" quelli in cui le risposte molecolari e biochimiche sono correlabili all'esposizione ad una specifica classe di contaminanti. L'induzione di metallotioneine, ad esempio, rappresenta un indice di esposizione a metalli pesanti (Viarengo *et al.*, 1985), mentre la determinazione del contenuto di vitellogenina è un indicatore della presenza di sostanze xenobiotiche ad attività estrogenica (Blaise *et al.*, 1999).

I biomarkers possono essere classificati come biomarkers di "esposizione" quando le risposte di un organismo, ai diversi livelli di complessità strutturale, indicano l'esposizione a un composto chimico o a una classe di composti chimici, ma non forniscono indicazioni specifiche sull'effetto tossicologico nell'organismo stesso. Complementari a questi sono i biomarkers di "effetto", dove le risposte di un organismo indicano sia l'esposizione a composti inquinanti che l'effetto tossico di tali sostanze.

Nei programmi di biomonitoraggio ambientale è importante la scelta di una batteria di biomarkers che comprenda sia quelli generali che specifici. I primi, infatti, consentono di stabilire la presenza o meno di un rischio associato all'azione tossica di composti inquinanti di cui non si conosce la natura mentre, una volta identificato il pericolo, l'applicazione di biomarkers specifici consente di individuare le classi di contaminanti presenti e gli effetti ecotossicologici sugli organismi (Cajaraville *et al.*, 2000; Domouhtsidou *et al.*, 2004; Petrovic *et al.*, 2004).

In questo studio sono stati utilizzati i seguenti biomarkers:

- aspecifici: indice di condizione, sopravvivenza in aria, stabilità lisosomiale;
- specifici: frequenza di micronuclei, contenuto di lipofuscine, lipidi neutri,

malodialdeide, metallotioneine, vitellogenina, proteine e attività dell'enzima catalasi.

Sugli stessi organismi sono state analizzate le concentrazioni di alcune classi di composti organici e metalli pesanti al fine di stimarne il bioaccumulo.

In campo ambientale i mitili sono risultati gli organismi marini più adatti per effettuare queste indagini in quanto presentano le caratteristiche necessarie per essere efficacemente utilizzati nei monitoraggi concernenti l'inquinamento delle acque marine costiere: sono organismi sessili, per cui danno una risposta dettagliata sull'area investigata; sono filtratori, per cui assorbono più facilmente i composti xenobiotici; sono sufficientemente resistenti a stress ambientali quali la variazione della temperatura, della salinità, dell'ossigeno disciolto e della disponibilità di cibo. Sono inoltre noti i meccanismi di risposta del mitilo alle variazioni ambientali. Infatti, come altri Lamellibranchi, i mitili hanno sviluppato dei sistemi di detossificazione dai metalli pesanti, biotrasformandoli in composti meno tossici o chelandoli con molecole in grado di diminuirne notevolmente la tossicità. Un esempio è dato dalle metallotioneine che vengono accumulate nei tessuti (Viarengo, 1989).

Per tali motivi, già a partire dagli anni '90 sono stati sviluppati indici di stress valutabili nei mitili in relazione all'esposizione a contaminanti chimici in modo da poter associare ai livelli di contaminazione gli eventuali effetti tossici e quindi avere un risultato con maggiore significato ecologico (Kohler e Riisgard, 1982; de Zwaan e deKock, 1988; Livingstone e Pipe, 1992).

Risulta quindi chiara la motivazione circa l'uso di *M. galloprovincialis*, organismo sessile e filtratore, quale specie interessante sia nei test di biomonitoraggio che per studi di esposizione in ambiente controllato.

Sopravvivenza in aria - Il tempo di sopravvivenza in aria, o "Stress On Stress", è un indice generale particolarmente sensibile nell'individuare le condizioni di stress ambientale a cui sono sottoposti i bivalvi. La definizione di tale parametro si basa sulla naturale capacità di questi organismi intertidali di resistere a brevi periodi di esposizione all'aria (Eertman e de Zwann, 1994). Durante i periodi di emersione i molluschi chiudono le loro valve lasciando una piccola apertura attraverso la quale l'ossigeno atmosferico può diffondere nella cavità palleale. La velocità con cui l'ossigeno viene consumato dipende da numerosi fattori, quali ad esempio temperatura, stagione, acclimatazione e periodo riproduttivo. In condizioni di prolungata esposizione i molluschi riescono a sopravvivere per molti giorni grazie all'evoluzione di una particolare strategia biochimica: il loro

metabolismo, infatti, passa da aerobico ad anaerobico e in questo caso i carboidrati, e soprattutto il glicogeno, diventano la principale fonte d'energia attraverso processi di fermentazione che consentono di aumentare la normale produzione di ATP in condizioni anaerobiche (de Zwaan e Wijsman, 1976).

I molluschi esposti a sostanze tossiche o a stress naturali in genere hanno un metabolismo accelerato (de Zwaan e de Kock, 1988) e, pertanto, ci si aspetta che una volta esposti all'aria il loro tempo di sopravvivenza sia minore.

Tra i vari stressori naturali che possono influenzare il tempo di sopravvivenza in aria vi sono la temperatura, la salinità e altre variabili stagionali.

Vari esperimenti realizzati *in vivo* esponendo gli organismi a concentrazioni subletali di contaminanti (sia metalli pesanti che inquinanti organici) hanno evidenziato una diminuzione del tempo di sopravvivenza in aria suggerendo l'utilizzo di tale parametro quale indice di stress generale applicabile nei programmi di monitoraggio (Viarengo *et al.*, 1995).

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.

Indice di condizione - L'indice di condizione (IC) è un parametro che consente di riassumere l'attività fisiologica dell'organismo (crescita, riproduzione, secrezione, ecc.) in determinate condizioni ambientali e di fornire un'informazione globale sul suo stato di salute (Lucas e Beninger, 1985). E' importante tenere presente che tali indici risultano fortemente correlati con la temperatura dell'acqua, la disponibilità di cibo e il ciclo gametogenetico (Okumus e Stirling, 1998), per cui sono caratterizzati da variazioni stagionali che dipendono sia da fattori intrinseci che estrinseci.

L'indice di condizione utilizzato nella presente indagine è un indice statico e prevede l'essiccamento delle parti molli, procedimento che permette di eliminare la deviazione dei valori dovuta alle fluttuazioni del contenuto d'acqua nei tessuti, spesso rilevanti in questi organismi.

Tra i vari indici di condizione è stato utilizzato, per la sua praticità il rapporto tra peso secco delle parti molli (g) e peso secco della conchiglia (g) espresso come $I.C.\times 100$

(Walne, 1976). Per ogni sito di prelievo (lontano anodo, vicino anodo e controllo) è stato preso un campione di 30 individui. La carne e la conchiglia di ciascun esemplare sono state essiccate separatamente in stufa (All. A5-I) a 90°C per 48 h e successivamente ne è stato registrato il peso.

Micronuclei - Molti inquinanti ambientali cancerogeni e mutageni (tra i quali idrocarburi policiclici aromatici e alcune clorodiossine) sono in grado di danneggiare il DNA inducendo delle modificazioni che, quando eccedono la capacità di riparo dell'organismo, possono causare danni irreversibili al patrimonio genetico.

Inizialmente identificati nel 1891 da Howell negli eritrociti e in seguito descritti da Jolly nel 1905, i micronuclei (MN) sono strutture contenenti cromatina circondata da una membrana, presenti nel citoplasma e senza alcuna connessione con il nucleo principale della cellula.

I MN si formano per perdita di un cromosoma intero o frammenti di cromatina durante la divisione cellulare o anche per apoptosi e diventano rilevabili come MN distinti dal nucleo principale della cellula nell'interfase successiva alla loro formazione (Heddle *et al.*, 1991). La formazione di MN può essere dovuta all'azione di composti organici (Bolognesi *et al.*, 2004) e inorganici (Bolognesi *et al.*, 1999), all'invecchiamento cellulare e quindi all'azione dei processi di riparazione del DNA, alla presenza di siti fragili nel cromosoma, a instabilità genetica o a ipometilazione del DNA (Stopper e Müller, 1997). I micronuclei presenti nella cellula possono essere evidenziati (Bolognesi *et al.*, 1996) usando diversi coloranti e la loro frequenza, che può essere quantificata microscopicamente con citometria a flusso o mediante immunofluorescenza, è utilizzata come misura di danno genetico.

Recentemente, nell'ambito del monitoraggio ambientale, il test è stato applicato anche ai molluschi bivalvi, e in particolare ai mitili, per valutare la presenza nell'ambiente marino di potenziali inquinanti genotossici (Bolognesi *et al.*, 2004). Uno degli aspetti di maggior interesse di questo test è il suo elevato significato ecotossicologico dal momento che l'attività genotossica di molti composti inquinanti può portare, nel corso delle generazioni, ad alterazioni non solo a livello di singolo individuo, ma anche ai livelli più elevati di organizzazione biologica quali popolazione e comunità (Mersch *et al.*, 1996). Viene quindi utilizzato come biomarker di esposizione e/o effetto a sostanze genotossiche e può essere predittivo del rischio ecologico.

Le frequenze di MN nei mitili sono influenzate da fattori fisici, come la temperatura, e fisiologici, come l'età dell'organismo (Brunetti *et al.*, 1992), che devono essere tenuti in considerazione nella valutazione dei risultati di monitoraggi ambientali.

Relativamente alle analisi di laboratorio, l'allestimento dei preparati citologici è stato effettuato direttamente sul campione fresco lo stesso giorno di arrivo. L'emolinfa 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-II) circa 2000 cellule di emociti e su queste sono state determinate le frequenze di micronuclei e delle anomalie nucleari (Ottaviani e Franceschini, 1997).

Valutazione del Contenuto di fosfati alcalino-labili (Vitellogenina) - Alcuni composti comunemente noti come “distruttori endocrini” (Endocrine Disruptors Compounds, EDC) hanno destato un notevole interesse negli ultimi anni per la loro capacità di influenzare negativamente le normali funzioni del sistema endocrino di molti organismi, con possibili effetti dannosi sul loro sviluppo e successo riproduttivo (Gagnè *et al.*, 2001). Viene considerato EDC un agente esogeno in grado di interferire con la produzione, il rilascio, il trasporto, il metabolismo, l'azione o l'eliminazione nell'organismo di ormoni naturali responsabili del mantenimento dell'omeostasi e della regolazione dei processi di sviluppo (Jiménez, 1997).

Ad esplicare una funzione endocrina sono molto spesso molecole molto dissimili tra loro; recenti studi condotti sui pesci (Hansen *et al.*, 1998) ne hanno dimostrato la capacità di indurre la sintesi di talune proteine quali la vitellogenina. La vitellogenina è una lipofosfoproteina del tuorlo d'uovo, contenente rame e zinco, sintetizzata nel fegato di femmine di vertebrati e nell'epatopancreas di invertebrati (molluschi), sotto il controllo estrogenico. E' presente nel plasma delle femmine prima dell'ovulazione (Gagnè *et al.*, 2002), mentre nei maschi esiste il gene per la vitellogenina, ma la proteina non viene normalmente sintetizzata. L'esposizione a sostanze estrogeniche è in grado di attivare questo gene, inducendo la sintesi di vitellogenina nell'emolinfa o nel sangue degli organismi esposti. Numerosi studi condotti sia su vertebrati che invertebrati hanno

dimostrato un incremento dei livelli di vitellogenina in organismi di sesso maschile provenienti da siti contaminati (Taylor e Harrison, 1999).

La vitellogenina non è stata identificata in *Mytilus* sp., anche se evidenze indirette della presenza di proteine vitellogenina simili sono state proposte in alcuni studi (Aarab *et al.*, 2004).

Il protocollo adottato è stato modificato sulla base di quello proposto da Blaise *et al.* (1999). La gonade e il mantello di 15 maschi e 15 femmine per ogni sito di prelievo sono stati pesati e omogeneizzati in tampone Tris HCl con saccarosio ed EDTA a pH 7,5, centrifugato (All. A5-III) a 10.000 x g per 15' per ottenere la frazione citosolica. Il supernatante è stato quindi congelato con azoto liquido e conservato a -80°C fino al momento dell'analisi, quando è stato aggiunto metil-t-butil-etero per l'estrazione delle lipofosfoproteine che in seguito hanno subito trattamento alcalino per il rilascio del fosfato libero.

Il livello totale di fosfato è stato determinato con il metodo colorimetrico con fosfomolibdeno, mentre il livello totale di proteine è stato determinato con il metodo di Bradford (1976). Alla determinazione quantitativa di fosfolipoproteine é stato accoppiato un metodo per determinare il sesso dei mitili per via spettrofotometrica (All. A5-IV) come proposto da Jabbar e Davies (1987) al fine di normalizzare il risultato rispetto al sesso degli esemplari esaminati.

Stress ossidativo: valutazione dell'attività dell'enzima catalasi - Gli enzimi antiossidanti, normalmente presenti in tutti gli organismi aerobi, sono responsabili della detossificazione degli ossiradicali liberi, composti dell'ossigeno altamente tossici prodotti continuamente nei sistemi biologici durante i normali processi metabolici. Tuttavia, l'esposizione ad alcuni xenobiotici (dioli aromatici, chinoni, idrossilamine aromatiche e metalli di transizione) e la presenza di condizioni ambientali quali anossia, ipossia e mancanza di cibo sono in grado di aumentare la produzione intracellulare di ossiradicali: la valutazione dell'aumento dello stress ossidativo negli organismi rappresenta un sensibile biomarker di stress ambientale (Livingstone, 1991; Buchner *et al.*, 1996; Sjölin e Livingstone, 1997; Regoli *et al.*, 1997). Questo enzima rappresenta una risposta costitutiva e molto attiva agli stress ossidativi essendo in grado di ridurre l'H₂O₂ prodotto dalla superossidodismutasi in acqua e ossigeno. Alti livelli di attività di catalasi sono stati evidenziati in mitili nativi e trapiantati in siti caratterizzati da un significativo carico di

inquinanti (Porte *et al.*, 1991). Per questi motivi la determinazione dell'attività di catalasi si è rivelata particolarmente utile nelle indagini ambientali.

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-III), 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-IV) a 240 nm valutando la diminuzione in assorbanza dell'estratto dovuta al consumo di H₂O₂.

Stress ossidativo: valutazione della concentrazione di malondialdeide - La perossidazione lipidica è un meccanismo ben noto di danno cellulare che viene ampiamente utilizzato come indicatore di stress ossidativo.

Le perossidasi lipidiche, derivanti da acidi grassi poliinsaturi, sono instabili e si decompongono a formare una serie complessa di composti. Questa include composti reattivi carbonilici tra i quali il più abbondante è la malondialdeide (MDA). La valutazione del contenuto in malondialdeide in un tessuto o in un fluido biologico è quindi utilizzata quale indice di perossidazione lipidica.

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-IV) 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 contenete β-mercaptoetanolo come antiossidante e centrifugati (All. A5-III) a 10.000 x g per 10' a 4°C. A 100 µl di supernatante estratto sono stati aggiunti 650 µl di NMPI, 100 µl di acqua distillata e 150 µl 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).

Valutazione del Contenuto in Metallotioneine - La valutazione del contenuto in metallotioneine rappresenta un importante indice di stress specifico. Le metallotioneine sono proteine cellulari inducibili dall'accumulo nella cellula di cationi di metalli pesanti; pertanto, la valutazione della loro concentrazione tissutale nelle cellule della ghiandola digestiva del mitilo risulta un parametro specifico per quantificare la risposta biologica degli animali all'inquinamento da metalli pesanti quali Cu, Cd, Hg, Zn, Pb, ecc.

Al momento dell'analisi i tessuti (3 pool di 5-7 individui per ogni stazione) sono stati omogeneizzati in 3 volumi di Saccoroso/Tris-HCl addizionati di Leupeptina e β -mercaptoetanololo. L'omogenato è stato quindi centrifugato (All. A5-III) a 7.000 x g per 25' per ottenere una frazione solubile contenente le metallotioneine. Il soprannatante 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 6000 x g per 10'. Il soprannatante così ottenuto è stato addizionato di 3 volumi di etanolo freddo e mantenuto a -20°C per 1 h e quindi centrifugato a 6000 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-IV) misurandola a 412 nm.

Valutazione del Contenuto di Proteine - La determinazione della concentrazione delle proteine è stata condotta per ogni sito sulla frazione citosolica ottenuta da ciascuno dei biomarkers utilizzati nel programma di monitoraggio secondo il metodo di Bradford (1976), utilizzando come standard l'albumina di siero bovino e lo spettrofotometro (All. A5-IV) ad una lunghezza d'onda di 595 nm.

Valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali - La valutazione della stabilità delle membrane lisosomiali delle cellule della ghiandola digestiva del mitilo permette di ottenere un indice integrato della presenza di inquinanti nell'ambiente marino e degli effetti tossici di tali sostanze. E' noto, infatti, che inquinanti quali metalli pesanti, Idrocarburi Aromatici e PCB, anche se presenti in mare in concentrazioni minime, determinano una destabilizzazione delle membrane dei lisosomi, la cui aumentata permeabilità porta ad un aumento del catabolismo delle macromolecole (proteine, RNA, DNA, ecc.), autofagia e, quindi, danno cellulare. E' importante ricordare che i diversi

inquinanti presenti nell'ambiente marino presentano effetti sinergici sulla destabilizzazione delle membrane lisosomiali; questo indice di stress rappresenta, quindi, la risposta dell'organismo all'azione combinata di più tossici co-presenti nell'ambiente marino (Lowe *et al.*, 1995).

In laboratorio le ghiandole digestive dei mitili provenienti da ciascun sito sono state tagliate 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) per criostato (All. A5-V) precedentemente raffreddato in ghiaccio. 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 di un 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-II) per la determinazione del periodo di labilizzazione lisosomiale. Le analisi sono state eseguite almeno in quintuplicato.

Accumulo di Lipidi neutri nei lisosomi - Questo indice valuta l'alterazione delle membrane lisosomiali derivata dall'esposizione a idrocarburi aromatici che determinano un accumulo di lipidi neutri insaturi all'interno dei lisosomi.

Le sezioni, preparate al criostato (All. A5-V) 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-II) mediante un sistema di analisi d'immagine che determina la percentuale di colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo dei lipidi neutri insaturi.

Accumulo di Lipofuscine nei lisosomi – Questo metodo permette di determinare l'accumulo nei lisosomi dei prodotti finali della perossidazione lipidica delle membrane cellulari: le lipofuscine. Con il termine di ossidazione lipidica si intende una serie di reazioni chimiche favorite da specie reattive dell'ossigeno (ROS) che causano danni alle molecole lipidiche delle membrane cellulari. Gli eventi perossidativi si verificano comunemente nelle cellule viventi, anche in condizioni fisiologiche, in quanto rappresentano una via catabolica per gli acidi grassi insaturi di membrana. L'esposizione a sostanze xenobiotiche, tra cui i contaminanti organici, può favorire fenomeni perossidativi, provocando danni cellulari. Il processo di perossidazione porta alla formazione di miscele complesse di prodotti di degradazione lipidica altamente tossici, in grado di interagire sia con le proteine di membrana che con altri componenti cellulari alterandone le funzioni. Al termine del processo, i prodotti vanno ad accumularsi nel sistema vacuolare lisosomiale sotto forma di lipofuscine. Studi recenti sembrano evidenziare un contributo da parte delle lipofuscine all'accumulo dei metalli pesanti nella ghiandola digestiva. Infatti, il metallo può rimanere intrappolato nel granulo di lipofuscina legandosi stabilmente ad esso, oppure può legarsi ai gruppi acidi dei lipidi ossidati, restando così vincolato in maniera non stabile al granulo. Come per i lipidi neutri insaturi, questo tipo di analisi utilizza una metodologia quantitativa. Il contenuto in lipofuscine viene valutato utilizzando il metodo Schmorl (Moore, 1990).

In laboratorio le sezioni preparate al criostato (All. A5-V) 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-II) per la determinazione della colorazione dei lisosomi dovuta all'accumulo di lipofuscine.

Real Time PCR (qPCR) - L'amplificazione del DNA costituisce una tecnica d'indagine consolidata in campo biomedico e solo di recente è stata implementata con tecniche innovative per lo studio della qualità degli ambienti marini. La tecnica di Real Time PCR consente di monitorare e quantificare una molecola target mentre la reazione biochimica che le produce la sua amplificazione è in corso. 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). La reazione di una classica PCR ad un certo numero di cicli giunge a plateau; ciò solitamente è indipendente dalla quantità iniziale di templati. Il sistema giunge a plateau per un ampio raggio di DNA di partenza. Grazie alla PCR quantitativa si può, quindi, monitorare la quantità di DNA prima del plateau, durante la fase esponenziale di crescita, per risalire alla quantità di template di partenza.

Con particolare riferimento all'ambiente marino la qPCR può essere utilizzata per quantificare l'espressione di geni funzionali considerati bioindicatori.

In particolare 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 ed 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 proteine metallo-chelanti "metallotioneine" (Dondero *et al.*, 2005). Il test è stato adottato a partire dall'estate 2008 in seguito alla disponibilità di una nuova tipologia di sonde Taqman ad alta selettività per i geni codificanti le proteine metallotioneine oggetto delle indagini.

La tecnologia di qPCR adottata nel corso delle indagini 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". Che consiste in una sequenza oligonucleotidica che, come i primers della PCR, viene disegnato per essere

complementare alla sequenza bersaglio del gene da amplificare. Tale presenta all'estremità 5' un fluoroforo "reporter" come HEX (esacloro-6-carbossifluorescina) ed all'estremità 3' una molecola "quencher" rappresentata dall' TAMRA (6-carbossitetrametilrodamina);

- L'uso di acqua RNA-se e DNA-se free.

Operativamente, 0,1 gr di ghiandola digestiva viene omogenato il Trizol ed incubato a temperatura ambiente per 5 min per favorire la completa dissociazione dei complessi nucleoproteici. In seguito vengono aggiunti 100 μ L di cloroformio e dopo 3 minuti l'estratto viene centrifugato (10.000 x g per 5' a 4° C) realizzando una separazione in due fasi: la fase inferiore arricchita in fenolo rosso ed una superiore acquosa contenente l'RNA. La fase acquosa viene trasferita in una eppendorf e l'RNA raccolto viene concentrato mediante precipitazione pre 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 viene quindi eliminato ed il pellet depositato sul fondo della provetta viene risospeso in 100 mM sodio acetato ed etanolo (100 %). Il passaggio successivo prevede la purificazione attraverso trattamento con LiCl (8M), incubato a -20°C per 30' centrifugato a 20.000 x g per 30' ed in surnatante eliminato. Il pellet così ottenuto viene risospeso in etanolo (75%) per la fase di analisi o conservato a -20°C. Viene quindi effettuata la quantificazione dell'RNA ottenuto tramite lettura a diverse bande come $\lambda= 230, 260$ e 280. Per la fase successiva di sintesi del cDNA vengono prelevati 0,1 g di RNA totale ed incubato a 70° C per 5' con appropriate quantità di oligoTprimers. Successivamente vengono aggiunti in rapida sequenza: il tampone di reazione, il mix di desossiribonucleotidi trifosfato (dNTP), acqua deionizzata nuclease free, RevertAid M-MuLV Reverse Transcriptase[®]. Viene quindi impostato il seguente ciclo termico di PCR:

- 1 Incubazione della miscela a 37°C per favorire l'annealing degli oligo(d)T;
- 2 incubazione at 40°C per 40-60';
- 3 Incubazione a 50°C per 20';
- 4 interruzione della reazione tramite riscaldamento at 70°C per 10';
- 5 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 vengono desunti i parametri fondamentali alla quantificazione delle molecole inizialmente presenti nel campione come: il ciclo soglia, la linea soglia di reazione.

L'efficienza della reazione di PCR viene 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).

2.2.4.2 Metalli pesanti

Alcuni metalli sono comunemente definiti “pesanti” in senso peggiorativo, in relazione alla presenza inquinante e alla tossicità piuttosto che in relazione al loro numero atomico. Tra i metalli con effetti tossici multipli sono da considerare arsenico, piombo e mercurio. Altri invece, pur risultando essenziali per gli organismi viventi, ad elevate concentrazioni hanno effetti tossici (cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno).

Nell'acqua di mare i metalli pesanti sono dei costituenti naturali presenti in basse concentrazioni ($n\text{-}\mu\text{g l}^{-1}$) che possono però aumentare notevolmente per cause naturali o antropogeniche causando effetti negativi a livello sia di singoli organismi che di popolazione e comunità.

Il **mercurio** è l'unico metallo pesante liquido con elevata densità e tensione superficiale (bolle a $356,9^{\circ}\text{C}$ e congela a $-38,87^{\circ}\text{C}$). Per anni è stato un importante costituente di farmaci ed è tuttora utilizzato in strumenti di misura, lampadine, vernici. La sua tossicità è dovuta alle sue tre principali forme chimiche, ovvero ai vapori (mercurio elementare), ai sali (monovalenti e bivalenti) e ai composti organici (composti alchilmercurici). Il mercurio è in grado, anche a basse concentrazioni, di inattivare i gruppi sulfidrilici di enzimi e peptidi e, quindi, di interferire con il metabolismo e le funzioni cellulari.

Il **rame** viene prelevato dall'ambiente esterno tramite svariati meccanismi di trasporto e, una volta superato il valore soglia all'interno delle cellule, esplica la sua azione tossica i cui effetti sono: blocco di gruppi funzionali di molecole di importanza biologica, come enzimi e sistemi di trasporto per ioni e nutrienti essenziali; sostituzione di ioni metallici alle biomolecole; modifiche conformazionali, denaturazione e inattivazione di enzimi; perdita dell'integrità delle membrane plastiche e degli organuli. Il rame, cofattore di molte ossidasi, è un attivatore di polifenoloossidasi, ascorbico ossidasi, diammina ossidasi e tirosinasi e crea condizioni ossidanti che inducono la produzione di radicali liberi. Questo catione bivalente può dunque provocare stress ossidativo catalizzando la formazione di radicali ossigeno che causano la degradazione per perossidazione degli acidi grassi poliinsaturi di membrana aumentandone la permeabilità. Si deve osservare tuttavia che, in

talune situazioni, esso stimola gli enzimi che proteggono le cellule riducendo il contenuto di H_2O_2 , ovvero catalasi ed ascorbico perossidasi.

In biologia il **nichel** è contenuto in enzimi del tipo idrogenasi, in aggiunta agli aggregati ferro-zolfo. I siti nichel in queste idrogenasi hanno il compito di ossidarsi piuttosto che di sviluppare idrogeno: sembra che il sito nichel cambi il suo stato di ossidazione durante l'azione dell'enzima e vi sono prove che sostengono l'ipotesi che i centri nichel siano i reali siti attivi di questa classe di enzimi. Un coenzima nichel-tetrapirrolo, il Co-F430, è presente nella metil-CoM-riduttasi e nei batteri metanogeni. Il tetrapirrolo è un intermedio nella struttura fra porfirina e corrina. Di recente sono state osservate variazioni sia nello stato di ossidazione che nel tipo di coordinazione del nichel all'interno di tale enzima. L'esposizione al nichel metallico e ai suoi sali solubili è considerata cancerogena.

L'utilizzo industriale del **cadmio** in campo meccanico nella produzione di pigmenti, leghe e batterie ha dato luogo a un notevole incremento di questo elemento nell'ambiente. Si calcola che l'apporto di origine antropica sia circa 20 volte superiore rispetto a quello naturale. Una delle caratteristiche fondamentali della tossicità del cadmio è che quasi tutto il metallo assorbito nel corso dell'intera esistenza viene accumulato nell'organismo. Infatti, è stato calcolato che il periodo di dimezzamento biologico è superiore a 50 anni. Provoca effetti dannosi di natura anche cancerogena su vari organi e tessuti.

Il **piombo** è probabilmente il metallo tossico più diffuso nell'ambiente e la sua presenza in natura è in gran parte dovuta alle attività antropiche. Fonte principale è la combustione delle benzine da autotrazione dove il piombo è presente negli additivi antidetonanti, ma notevole è anche l'apporto dovuto alle fonderie e alla combustione del carbone. La tossicità del piombo è dovuta all'affinità dimostrata nei confronti dei gruppi sulfidrilici delle proteine.

L'**arsenico** è uno degli elementi più tossici esistenti. L'esposizione ad arsenico inorganico può causare vari effetti sulla fisiologia degli organismi quali l'irritazione dell'apparato digerente, produzione ridotta di globuli rossi e bianchi del sangue, ecc. Si ipotizza che l'assorbimento di quantità specifiche di arsenico inorganico possa intensificare le probabilità di sviluppo del cancro. Un'esposizione ad arsenico inorganico può causare danni irreversibili alle gonadi nonché effetti genotossici.

Meccanismi di assunzione dei metalli - L'esposizione degli organismi ai metalli dipende dal loro habitat. I filtratori e gli organismi planctonici assumono i metalli pesanti allo stato disciolto o particolato; i detritivori e la meiofauna, invece, ingeriscono particelle di

sedimento e l'acqua interstiziale con i metalli che vi sono associati. Nei molluschi bivalvi il processo di assunzione dei metalli in forma ionica avviene per diffusione passiva, in modo direttamente proporzionale alla concentrazione del metallo presente nell'acqua. Nei mammiferi e nei pesci Hg, Cu, e Zn sono introdotti tramite un meccanismo di trasporto attivo mediato da carriers. Per quanto riguarda l'assunzione del Cd, è stata ipotizzata la presenza di un Cd carrier nella membrana plasmatica della branchia (Viarengo, 1985). È stato inoltre proposto che il complesso [Metallo-Cd] (dove "metallo" deve essere inteso come proteina transmembrana o carrier proteico intra-citosolico quando il complesso "metallotioneina" è all'interno della cellula) possa attraversare la membrana per semplice diffusione come un composto lipofilo (Simkiss e Schmidt, 1988). Nel caso dell' Hg^{2+} , invece, l'assunzione potrebbe avvenire in seguito alla formazione di un composto planare lipofilo in grado di attraversare la membrana plasmatica mediante un processo di diffusione passiva.

Un altro meccanismo importante è l'assunzione dei metalli tramite il cibo: i molluschi bivalvi filtrano particelle tra 10 e 25 μm , di cui è trattenuto circa il 70%, e la capacità di ingestione è largamente determinata dall'indice di filtrazione sul quale influiscono le tensioni dell'ossigeno, la salinità, la materia sospesa, lo stato fisiologico, ecc.

L'assunzione di un metallo pesante può avvenire anche per endocitosi di particelle alimentari, un processo che richiede energia a spese dell'ATP (George e Viarengo, 1985). Le vescicole di endocitosi si fondono con i lisosomi primari per formare eterofagolisosomi nei quali è degradata la componente organica. In questo modo il metallo è in parte disponibile per la cellula e in parte legato a materiale indigerito che rimane nel sistema vacuolare lisosomiale e che viene infine eliminato dalla cellula attraverso l'esocitosi dei corpi residui. La distribuzione cellulare del metallo è così molto variabile, in quanto dipende dalle caratteristiche con cui viene sequestrato nei lisosomi, ed è spesso in relazione alla formazione e all'accumulo delle lipofuscine (composti lipoproteici derivanti dai processi di perossidazione lipidica) che può variare da un tipo di cellula ad un altro. I meccanismi di assunzione e di distribuzione cellulare dei metalli possono dipendere dalle condizioni di esposizione al metallo degli animali, dalle caratteristiche fisiologiche dell'organismo (ossia sesso, età, periodo riproduttivo, taglia) o dalle condizioni dell'ambiente, quali temperatura, salinità, ecc.

Effetti dei metalli pesanti sui sistemi biologici - Le cellule degli organismi contaminati dai metalli pesanti subiscono alterazioni fisiologiche e metaboliche riguardanti le funzioni

mitocondriali, il trasporto di membrana, la stabilità lisosomiale, la trascrizione e la traduzione di materiale genetico (Viarengo *et al.*, 1985).

Ulteriori studi condotti in vivo sulle branchie di *M. galloprovincialis* hanno portato alla conclusione che i metalli pesanti provocano un'alterazione delle membrane cellulari (Viarengo, 1989). In particolare, l'esposizione a concentrazioni subletali di Cu^{2+} stimola la perossidazione dei lipidi di membrana e ciò è dimostrato da un aumento della concentrazione di malondialdeide (MDA). Il rame risulta così coinvolto in una serie di reazioni redox che portano alla produzione di idrossiradicali o, nel caso di idroperossidi organici, di perossiradicali e ossiradicali. E' quindi evidente che il rame innesca una serie di reazioni a catena con formazione di radicali che portano alla degradazione delle membrane biologiche.

Inoltre, i metalli pesanti possono reagire con composti organici (alcani, alcheni, idrossialcheni, chetoni) risultando estremamente tossici per la cellula a causa della loro alta affinità per i gruppi tiolici e amminici di peptidi, enzimi e proteine.

Un altro effetto tossico dei cationi metallici si determina nel nucleo, con alterazione del metabolismo e del materiale genetico in esso contenuto. E' stato infatti dimostrato che il mercurio, accumulandosi nel nucleo, potrebbe in qualche modo interferire nell'associazione fra la DNA polimerasi e la cromatina (Accomando *et al.*, 1990).

Le cellule, però, riescono a sopperire per un certo tempo alle intossicazioni di metalli pesanti in quanto essi stimolano la sintesi di specifici mRNA che codificano per particolari proteine (metallotioneine) in grado di diminuirne la tossicità (Viarengo, 1989). Oltre a queste proteine esistono altri meccanismi in grado di prevenire un'intossicazione e di detossificare la cellula. Uno di questi prevede l'utilizzo del glutatione (GSH), una molecola con gruppi -SH più affini ai metalli rispetto a quelli delle proteine.

Esami di laboratorio - Relativamente all'estrazione dei metalli in traccia, due aliquote di circa 2,5 g di campione liofilizzato per ogni sito di prelievo (ricavato da mitili di taglia compresa tra 44 e 46 mm) 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-VI). La mineralizzazione è stata eseguita secondo la procedura ICRAM (Cicero e Girolamo, 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 **cadmio**, **cromo**, **nicel**, **rame** e **piombo** è avvenuta mediante spettrofotometria di assorbimento atomico in fornetto di grafite (*GF-AAS*), una tecnica molto sensibile per la determinazione di questi elementi generalmente presenti in concentrazioni minori. Come gas di trasporto è stato utilizzato l'argon. Per le analisi ci si è avvalsi di uno spettrofotometro ad assorbimento atomico *AAnalyst 700*[®] della Perkin Elmer in configurazione Autosampler AS40[®] – Mercuriy/Hydride System MHS-10[®] (All. A5-VII).

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 analisi dei vapori ottenuti per riduzione a freddo con NaBH₄ (*HG-AAS*) 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-VIIa). 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.

La metodica seguita per la determinazione di Hg, Cr, Cd e Pb è quella delle aggiunte, secondo la quale aliquote uguali di standard sono state addizionate ai campioni al fine di misurare l'assorbanza delle soluzioni così ottenute e calcolare il valore della concentrazione. 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-VIIb).

Le condizioni operative per i metalli analizzati sono riportate in Tab. 2-IX:

Tab. 2-IX – Condizioni operative per i metalli oggetto di indagine.

Metodo	Metalli	Lungh. Onda	Tecnica	Concentrazione
F-AAS	Cu	324,8 nm	Concentrazione	$\frac{(C-B)*V*F}{P}$
F-AAS	Zn	213,9 nm	Concentrazione	
GF-AAS	Cr	357,9 nm	metodo delle aggiunte	$\frac{A*Cst*Vst}{V*(Ast-A)}$
GF-AAS	Cd	228,8 nm	metodo delle aggiunte	
GF-AAS	Pb	283,3 nm	metodo delle aggiunte	
HG-AAS	Hg	253,7 nm	metodo delle aggiunte	

dove: A = assorbanza del campione; Ast = assorbanza del campione più standard;
 Cst = concentrazione dello standard (ngg⁻¹); V = volume del campione (μl);
 Vst = volume dello standard (μl); C = concentrazione dell'analita (μg g⁻¹);
 B = concentrazione del bianco (μg g⁻¹); V = volume del bianco (ml);
 P = peso del liofilizzato (g); F = fattore di diluizione.

2.2.4.3 Idrocarburi Alifatici e Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nell'ambito degli **Idrocarburi Alifatici** (IA), in ambiente marino si formano in prevalenza alcani e alcheni a catena lineare o ramificata con una limitata complessità (idrocarburi isoprenoidi) e un intervallo di pesi molecolari relativamente ristretto. Fra gli n-alcani predominano il n-C15, il n-C17 e il n-C23, mentre fra gli n-alcheni il n-C21:6 (Clark e Blumer, 1967; Botello e Mandelli, 1978).

Il petrolio, d'origine fossile, contiene una miscela più complessa di idrocarburi con una più ampia varietà di strutture molecolari rispetto a quella degli idrocarburi biogenici. In esso vi sono infatti molte serie omologhe i cui membri adiacenti presentano un rapporto molto prossimo a uno. Inoltre, vi sono contenuti numerosi cicloalcani e aromatici, spesso con molteplici ramificazioni, che non sono stati riportati per gli organismi (National Research Council, 1985).

Gli idrocarburi alifatici presi in considerazione in questo programma di monitoraggio sono quelli 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.

Gli **Idrocarburi Policiclici Aromatici** (IPA) sono una vasta classe di molecole organiche planari costituite da due o più anelli aromatici condensati, con due o più atomi di carbonio in comune. Si riconoscono più di cento tipi differenti di IPA, perché non solo può variare il numero di anelli condensati, ma anche la loro disposizione sterica. L'estrema eterogeneità è poi ulteriormente aumentata dalla presenza di anelli pentatomici e da sostituzioni nel sistema aromatico.

In base alle loro caratteristiche fisiche e chimiche gli IPA possono essere classificati in due gruppi:

- IPA a basso peso molecolare (128,2÷178,3 u.m.a.), caratterizzati dalla presenza di due o tre anelli aromatici; il più semplice tra questi è il Naftalene, formato da due anelli benzenici;
- IPA ad alto peso molecolare (202,2÷278,3 u.m.a.), contenenti più di tre anelli aromatici (es.: Benzo(a)Pirene e Benzo(a)Antracene).

Gli IPA sono composti che derivano da reazioni di combustione incompleta di materiale organico complesso ad elevate temperature (>500°C) e in condizioni riducenti. I principali processi responsabili della loro formazione sono fondamentalmente due: la pirolisi e la pirosintesi. Il primo consiste nel cracking, ossia la frammentazione in molecole più semplici e instabili di idrocarburi ad alto peso molecolare; il secondo, invece, consiste nella ripolimerizzazione di idrocarburi a basso peso molecolare. Questi processi, responsabili del rilascio di IPA nell'ambiente, si originano sia attraverso fenomeni naturali, quali gli incendi boschivi ed eruzioni vulcaniche, che antropici. La maggior parte delle emissioni di questi inquinanti deriva comunque da innumerevoli fonti antropiche, piuttosto che da eventi naturali. Da notare che la maggior parte degli IPA viene liberata nel corso dei vari processi industriali come sostanze di scarto o sottoprodotti. Fanno eccezione gli IPA petrogenici, ossia costituenti naturali dei combustibili fossili, e alcuni IPA che vengono appositamente sintetizzati e utilizzati in medicina o per produrre coloranti, plastiche e

pesticidi. A livello globale è stato stimato che circa 5000 t di Benzo(a)Pirene (BaP) sono annualmente scaricate nell'atmosfera.

Per valutare gli effetti che gli IPA possono produrre sugli organismi sono stati effettuati numerosi studi di laboratorio *in vitro* e *in vivo*. I disturbi maggiormente osservati comprendono ulcerazioni cutanee, distruzione di ghiandole sebacee, danni al sistema emopoietico e linfoide, embriotossicità, danni al materiale genetico fino all'insorgenza di neoplasie e tumori. Per quanto riguarda l'uomo, l'esposizione a queste sostanze può determinare una serie di gravi danni tossicologici a livello ematico, polmonare e al sistema immunitario (U.S. EPA, 1993). Tuttavia, l'effetto principale è certamente l'induzione di cancro. La ricerca scientifica ha dimostrato che gli IPA non sono di per sé agenti cancerogeni, ma lo sono alcuni derivati in cui essi vengono convertiti dall'organismo nel tentativo di renderli idrosolubili e quindi facilmente eliminabili attraverso l'urina e le feci.

Per stimare il rischio cancerogenico associato a un'esposizione a miscele di IPA sono stati introdotti dall'U.S. EPA i cosiddetti Relative Potency Factor (RPF), ovvero valori che indicano la potenzialità cancerogena dei singoli IPA riferita al BaP.

In Tab. 2-X vengono riportati i valori di potenzialità cancerogena di alcuni tipi di IPA riconosciuti a livello internazionale come probabili, possibili o non cancerogeni dall'International Association for Research on Cancer (IARC).

Tab. 2-X - Stima del potenziale Cancerogeno di alcuni IPA.

NOME	IARC (1)
Naftalene	3
Fluorene	3
Fenantrene	3
Antracene	3
Fluorantene	3
Pirene	3
Crisene	3
Benzo(a)Antracene	2A
Benzo(a)Pirene	2A
Benzo(b)Fluorantene	2B
Benzo(k)Fluorantene	2B
Dibenzo(ah)Antracene	2A
Benzo(ghi)Perilene	3
Indeno(1,2,3-cd)Pirene	2B

(1) Grado di cancerogenicità: 2A = probabile cancerogeno per l'uomo; 2B = possibile cancerogeno per l'uomo; 3 = non classificabile come cancerogeno per l'uomo.

A causa dei potenziali effetti a carico del sistema endocrino e riproduttivo degli organismi, alcuni di questi contaminanti vengono anche inclusi tra i distruttori endocrini. Negli ultimi anni, infatti, studi condotti su animali in laboratorio hanno evidenziato nel genere maschile un decremento della qualità dello sperma degli individui testati e, nel genere femminile, un aumento del rischio di disfunzioni riproduttive conseguenti a rotture follicolari o degli oociti.

La letteratura scientifica relativa riporta anche evidenze circa danni genetici negli organismi acquatici, come aberrazioni cromosomiche, mutazioni, rotture della doppia elica e formazioni di addotti [DNA-molecola] (Bolognesi *et al.*, 1999; 2004). Dal punto di vista biochimico, invece, viene imputato al sistema delle Monoossigenasi a funzione mista il principale meccanismo devoluto alla detossificazione di contaminanti ambientali di sintesi. In nucleo funzionale del sistema è rappresentato da una emoproteina, il citocromo P450, che attraverso reazioni di ossidazione rende reattivi i composti xenobiotici liposolubili inserendo nella molecola gruppi funzionali come -OH, -SH, -COOH. Tale attivazione rende possibile l'attacco del tossico da parte di altri enzimi e la conseguente eliminazione della sostanza dall'organismo. L'induzione di tali enzimi è stata riportata da Cajaraville *et al.*, (2000), mentre altri gruppi di ricerca hanno evidenziato un incremento del metabolismo e, conseguentemente, una diminuzione della sopravvivenza in aria (Eertmann *et al.*, 1993; Thomas *et al.*, 1999). Dal punto di vista istopatologico la presenza di IPA nell'ambiente acquatico causa ritardi nella maturazione delle gonadi, distrofia, alterazioni morfo-funzionali (Aarab *et al.*, 2004) e, in alcuni casi, la sterilità degli organismi.

Esami di laboratorio - Gli esemplari di mitilo sono stati scongelati e le parti molli sono state separate dalla conchiglia in modo 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, tarato in precedenza. Il contenitore è stato 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.

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-VIII); 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⁻¹. La colonna utilizzata è una SOPB-5 Supelco 30m (All. A5-VIIIa) (Ø = 0,2 mm; spessore del film interno: 0,2 mm).

Per quanto concerne invece la determinazione degli **IPA**, l'intero processo analitico 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-IX) 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. A7-X). 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-Xa). 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^{-1} 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.

2.2.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

Durante le analisi di laboratorio le sei repliche prelevate su ciascuna stazione in ogni campionamento 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) e i valori ottenuti sono stati rapportati ad una superficie di $0,095 \text{ m}^2$ che, come già detto, corrisponde all'area di apertura della benna e, quindi, alla superficie di sedimento investigata dallo strumento.

I valori così ottenuti sono stati utilizzati per calcolare i seguenti indici medi:

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

Indice di Dominanza (D; May, 1975): $D = n_i N^{-1}$

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; Gamulin-Brida, 1974; Bourcier *et al.*, 1979; Bellan *et al.*, 1980; 2002; Nodot *et al.*, 1984; Gambi e Giangrande, 1985; Salen-Picard, 1985; Crema

e Castelli, 1991; Augier, 1992; Poppe e Goto, 1991; 1993; Cantone *et al.*, 1992; Bianchi *et al.*, 1993; Rinelli e Spanò, 1997; Chimenz Gusso *et al.*, 2001; Politou *et al.*, 2005; Serrano *et al.*, 2006) sono state ricercate per tutti i taxa determinati a livello di specie.

Per confrontare i dati pregressi con quelli relativi al monitoraggio condotto nell'estate 2009 è stata applicata un'analisi statistica multivariata (MultiDimensional Scaling; MDS) ai dati di densità delle singole specie rinvenute nell'intero periodo di campionamento utilizzando il pacchetto software PRIMER (Clarke e Warwick, 2001). Quest'analisi è basata su una matrice di similarità di Bray-Curtis calcolata sui dati di abbondanza trasformati in $\sqrt[3]{}$ per ridurre il contributo delle specie rare.

Infine, per valutare lo stato ecologico dell'area e le eventuali variazioni indotte dall'installazione e dalla presenza di Tea nel tempo, sino all'inverno 2010 era stato utilizzato l'indice W di Warwick (Clarke e Warwick, 2001). Essendo ormai giunti al completamento del monitoraggio, si è ritenuto opportuno approfondire tale valutazione applicando anche altri due indici, l'indice AMBI e l'indice BENTIX (Borja *et al.* 2000; Simboura e Zenetos, 2002; Muxika *et al.*, 2007; Borja e Mader, 2008), seguendo quanto suggerito da Teixeira *et al.* (2007). Questi Autori riportano infatti la possibilità di ottenere, attraverso la combinazione dei risultati derivati da più indici, un set di dati utile a determinare lo stato della qualità ecologica di una determinata area. Si tratta di un approccio sperimentale poiché tutti gli indici utilizzati per questo scopo sono stati applicati quasi esclusivamente in aree marine costiere e, anche in questo caso, gli ambienti testati sono ancora troppo pochi per poter definire una corretta e universale classificazione dello stato ecologico ambientale (Teixeira *et al.*, 2007). Tuttavia si ritiene che, disponendo di un pre-survey (quindi della situazione ambientale "naturale") e di un periodo successivo di campionamento sufficientemente lungo, l'applicazione di questa metodologia potrebbe fornire una visione più completa su eventuali cambiamenti indotti dalla presenza di Tea rispetto all'utilizzo di un solo indice.

Per quanto concerne i tre indici scelti per questo scopo, 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-XI.

Tab. 2-XI - 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 è stato applicato da Muxica *et al.* (2005), oltre che in ambienti marino-costieri, anche in aree più profonde (costa occidentale svedese) o interessate dalla presenza di piattaforme petrolifere (Mare del Nord). Ha 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 4.1 è aggiornato a febbraio 2010) 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-XII.

Tab. 2-IX - Classificazione della qualità dell'ambiente in base al range di valori dell'indice AMBI (Borja *et al.*, 2000).

Classificazione dell'ambiente	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

Infine, l'indice BENTIX è stato sviluppato per stabilire gli impatti causati da fattori di stress generalizzati e non discrimina tra disturbo di origine naturale o antropogenica. E' stato applicato con successo, tra l'altro, in aree soggette ad inquinamento organico (Simboura *et al.*, 2005) e a sversamenti accidentali di petrolio (Zenetos *et al.*, 2004a) ed è attualmente utilizzato in diverse aree del Mediterraneo nell'ambito del framework del *WFD intercalibration exercise* (EC, 2003).

Questo indice si basa sulla suddivisione dei taxa di fondo mobile (per i quali è fornita una

lista) in 2 principali gruppi ecologici in accordo alla loro sensibilità o tolleranza allo stress ambientale.

1. gruppo 1 (GI): include specie sensibili a un disturbo in generale;
2. gruppo 2 (GII): include specie tolleranti a un disturbo o a uno stress e specie opportuniste di primo ordine, pioniere e tolleranti a situazioni di ipossia.

Gli intervalli dell'indice Bentix e la relativa classificazione ambientale sono riportati in Tab. 2-XIII.

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

Classificazione dell'ambiente	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-XIV - 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 SULLA COMUNITÀ ITTICA

In laboratorio tutti gli individui delle specie presenti nelle catture sono stati determinati dal punto di vista sistematico secondo Whitehead *et al.* (1986) per le specie ittiche e Fischer *et al.* (1987) per crostacei e 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 numero e peso complessivo.

Le varie specie ittiche sono state suddivise in pelagiche (P), necto-bentoniche (NB) e bentoniche (B). Inoltre, per comprendere meglio l'influenza della piattaforma Naide 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).

Poiché la permanenza in mare degli attrezzi variava nelle diverse stagioni e a volte le reti potevano subire danni a causa delle cattive condizioni meteo-marine o del passaggio di motopescherecci che effettuano la pesca a traino, i dati di cattura delle singole specie sono stati standardizzati come numero e peso di individui catturati con 500 m di rete in 12 h.

Per le tre zone (piattaforma e due controlli) sono state calcolate sia la Ricchezza Specifica totale (S_{tot}), ovvero il numero totale di specie rilevate in tutto il periodo di survey, sia la Ricchezza Specifica per cala (S), come numero di specie catturate in ogni campionamento. Per ogni campionamento e per ciascuno dei tre siti è stato inoltre calcolato l'indice di Diversità specifica di Shannon-Weaver, per la cui definizione si rimanda al Capitolo precedente.

Per ciascun sito e campionamento, i rendimenti di pesca sono stati calcolati sia in termini numerici (n. ind/500m/12h) che ponderali (kg/500m/12h) per il totale della cattura di ciascun sito in ogni campionamento (N_{tot} e P_{tot}) e per ogni singola specie.

Per confrontare i risultati ottenuti per i suddetti indici (S; H' ; N_{tot} e P_{tot}) e per i valori di abbondanza e biomassa dei principali gruppi di specie è stato effettuato un confronto statistico tra la piattaforma e i siti di controllo usando un'analisi della varianza a due vie (Lindman, 1992) i cui effetti fissi considerati sono stati:

1. sito (piattaforma e controlli);
2. anni (Anno 1: campionamenti svolti nel 2008; Anno 2: Campionamenti nel 2009; Anno 3: Campionamenti nel 2010)

Prima di procedere con l'ANOVA sono stati applicati i test di Kolmogorov-Smirnov e di Bartlett per verificare rispettivamente la distribuzione normale dei dati e l'omogeneità delle varianze. Nei casi in cui tali condizioni non venivano rispettate i dati sono stati trasformati $[\log_{10}(x+1)]$. Quando anche questa trasformazione non è risultata sufficiente al rispetto delle precedenti ipotesi, il confronto statistico è stato effettuato tramite il test non parametrico di Kruskal-Wallis (Zar, 1984). Nei casi in cui questi test hanno evidenziato differenze significative in fattori con più di due livelli, i confronti multipli tra i vari raggruppamenti dell'effetto studiato sono stati effettuati utilizzando rispettivamente il test HSD di Tukey e il test comparativo specifico per analisi non parametriche di Siegel e Castellan (1988).

Al fine di comparare l'intero *fish assemblage* rinvenuto nelle tre aree monitorate è stata effettuata un'analisi multivariata su permutazioni a due vie (PERMANOVA; Anderson 2001), per testare l'ipotesi nulla di nessuna differenza tra le catture dei tre siti e dei due anni. Questa analisi è basata su una matrice 68x68 di dissimilarità di Bray-Curtis, calcolata sui dati di abbondanza trasformati $[\log_{10}(x+1)]$ delle specie che contribuiscono per almeno il 10% al totale della cattura effettuata durante il campionamento. Quando il test precedente è risultato significativo, i confronti multipli tra i vari livelli del fattore studiato sono stati calcolati utilizzando il *pairwise test*.

Il Multi-Dimensional Scaling metrico (MDS) o anche denominato *Principal COordinate analysis* (PCO; Anderson 2001), calcolato sulla base della matrice di Bray-Curtis utilizzata nella precedente analisi, è stato utilizzato come metodo di ordinamento per visualizzare le differenze nel popolamento dei tre siti. Su questa rappresentazione sono state sovrapposti i vettori di correlazione delle 10 specie che influenzano maggiormente la distribuzione dei vari punti.

3. RISULTATI

3.1. INDAGINI IDROLOGICHE

3.1.1. TEMPERATURA, SALINITÀ, TORBIDITÀ, OSSIGENO DISCIOLTO

Nel presente rapporto sono riportati i risultati conseguiti nel 3° anno post lavori (2010). Per quelli precedenti si rimanda a Fabi et al., 2006b; 2010c; 2011; 2015a).

Nel monitoraggio condotto nel **febbraio 2010** (fig. 3.1) è stata osservata una colonna d'acqua completamente rimescolata con valori di temperatura intorno a 10°C dalla superficie al fondo. Anche la salinità ha presentato valori costanti su tutto il profilo di registrazione (~37,6 psu), così come la torbidità (0,4 mg l⁻¹) e l'ossigeno disciolto (94%). Quest'ultimo ha però presentato un lieve decremento in corrispondenza del fondo (~90%).

Ad **aprile 2010** (fig. 3.2) le caratteristiche della colonna d'acqua sono risultate leggermente cambiate rispetto il monitoraggio precedente, mostrando una temperatura di 13,2°C nei primi 30 m della colonna d'acqua che si è ridotta a 11°C verso i 35 m mantenendosi poi costante fino al fondo. La salinità è risultata invece omogenea, mantenendo gli stessi valori registrati a febbraio. La torbidità non ha subito variazioni (0,4 mg l⁻¹) su tutta la colonna d'acqua, mentre l'ossigeno ha mostrato un lieve aumento rispetto al campionamento precedente (~97%).

I risultati ottenuti a **giugno 2010** (fig. 3.3) hanno mostrato un'evidente formazione del termoclino. La temperatura nei primi 5 m è risultata intorno a 24°C; dopo un brusco decremento a 5 m (20°C) è diminuita gradualmente arrivando a 12°C sul fondo. In questo periodo è stato evidenziato anche un aloclino alla medesima profondità del termoclino. Da 5 a circa 10 m la salinità è infatti aumentata notevolmente, passando da 32 psu a 37,6 psu, mantenendosi poi costante sino al fondo. La torbidità ha presentato valori ridotti rispetto ai precedenti (0,2 mg l⁻¹) su tutta la colonna d'acqua mentre quelli dell'ossigeno hanno mostrato un leggero aumento rispetto ad aprile (100%) in superficie, con un picco 120% in corrispondenza del termoclino e aloclino scomparso già verso gli 8 m di profondità dove le percentuali sono ritornate simili a quelle superficiali. Al di sotto dei 30 m si è osservato un decremento della saturazione che ha raggiunto sul fondo valori compresi tra il 70 e il 90% nelle diverse stazioni.

Nel monitoraggio condotto nel **agosto 2010** (fig. 3.4) il termoclino è apparso ancor più evidente rispetto a giugno. La temperatura, attorno a 25°C nei primi 15 m, si è ridotta sino a 30 m, dove sono stati raggiunti 14,4°C rimasti invariati sino al fondo. A differenza di

quanto osservato precedentemente, in agosto è scomparso l'alocline; infatti, la salinità è risultata più o meno omogenea fino al fondo e compresa fra 36,7 e 37,5. La torbidità non ha subito variazioni ($0,2 \text{ mg l}^{-1}$), mentre l'ossigeno ha mostrato un andamento iniziale costante ($\sim 87\%$), seguito da un lieve aumento sotto il termocline ($\sim 92,5\%$) e da una riduzione dai 25 m sino al fondo ($\sim 80\%$).

I risultati ottenuti nell'**ottobre 2010** (fig. 3.5) hanno mostrato una colonna d'acqua completamente rimescolata, con valori di temperatura intorno a $17-17,5^\circ\text{C}$ dalla superficie al fondo. La salinità è risultata costante dalla superficie fino a 20 m ($\sim 36,6 \text{ psu}$) per poi aumentare lievemente e mantenersi costante fino al fondo con valori intorno a $37,7 \text{ psu}$. I valori di torbidità non hanno presentato variazioni su tutta la colonna d'acqua ($0,2 \text{ mg l}^{-1}$), mentre l'ossigeno disciolto è risultato costante fino a 16 m di profondità, con valori intorno a $82-85\%$ di saturazione; dopo una riduzione a circa metà della colonna d'acqua, dove è sceso sino al 77% , ha mostrato un incremento ($82-85\%$) per attestarsi poi intorno all' 80% sul fondo.

Nell'ultimo campionamento (**novembre 2010**; fig. 3.6) le caratteristiche della colonna d'acqua sono risultate leggermente cambiate rispetto il monitoraggio precedente, mostrando un raffreddamento superficiale; la temperatura ha infatti raggiunto i $14,5^\circ\text{C}$ nei primi 10 m, che sono aumentati a 17°C nello spazio di circa 5 m senza ulteriori variazioni verso il fondo. Anche la salinità ha presentato una riduzione rispetto ad ottobre nei primi 10 m ($\sim 35,0-35,5 \text{ psu}$) e un aumento entro 15 m di profondità (38 psu). La torbidità è rimasta costante, mentre l'ossigeno disciolto ha mostrato una graduale diminuzione dalla superficie al fondo passando da circa l' 87% al 66% di saturazione; il minimo (62%) è stato registrato in corrispondenza della stazione T08 a circa 25 m di profondità.

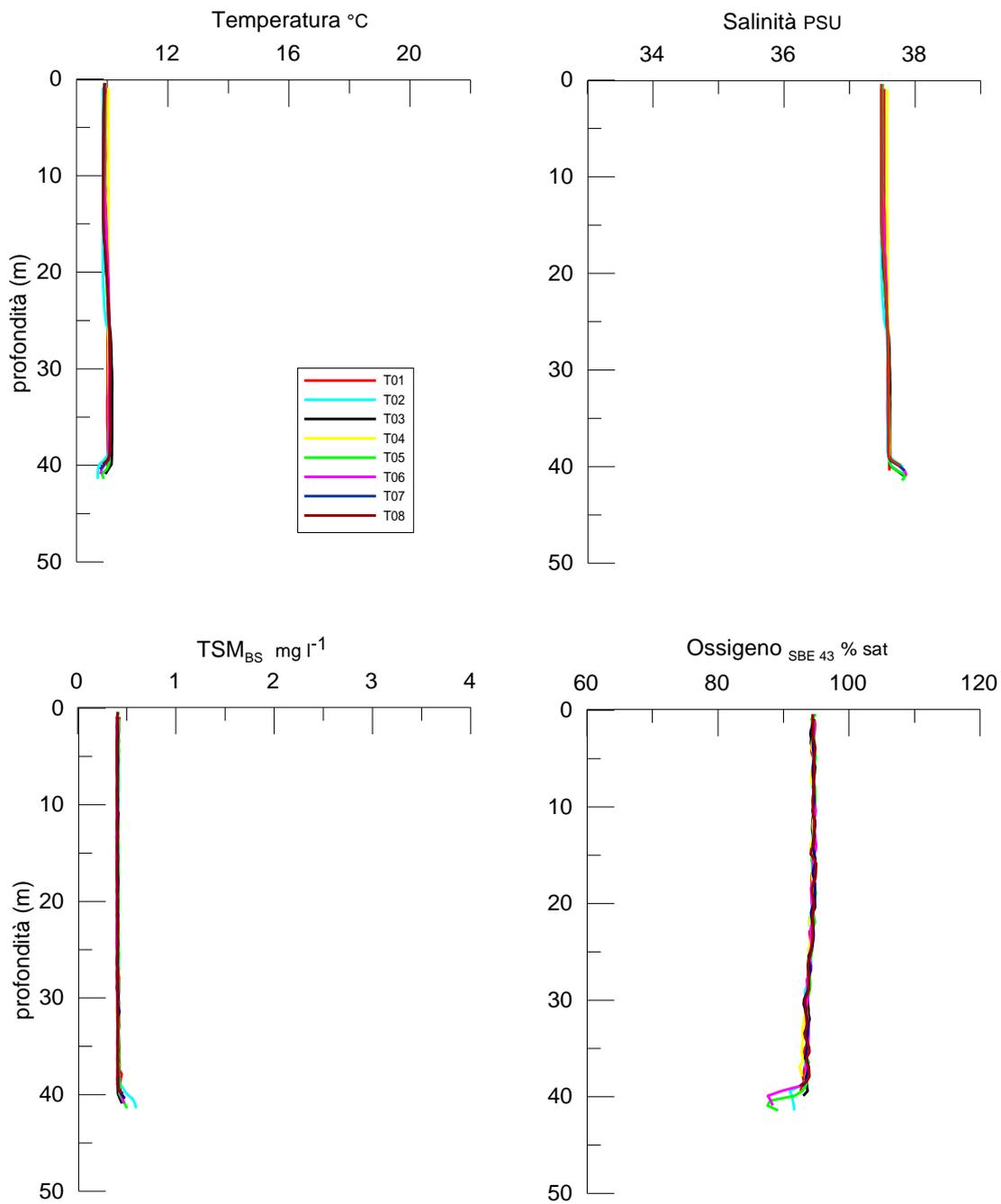


Fig. 3.1 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), Total Suspended Matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Febbraio 2010.**

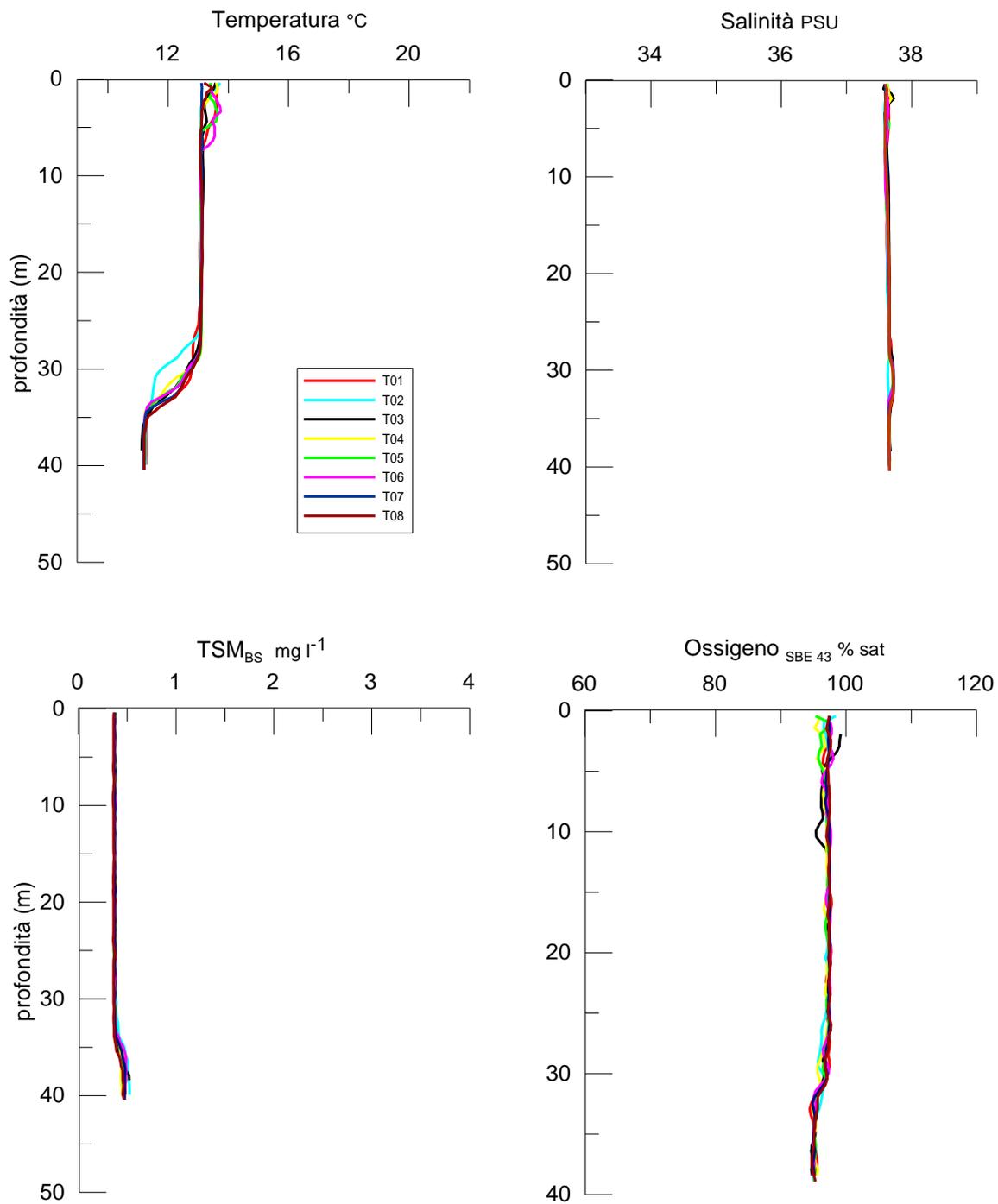


Fig. 3.2 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), Total Suspended Matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Aprile 2010.**

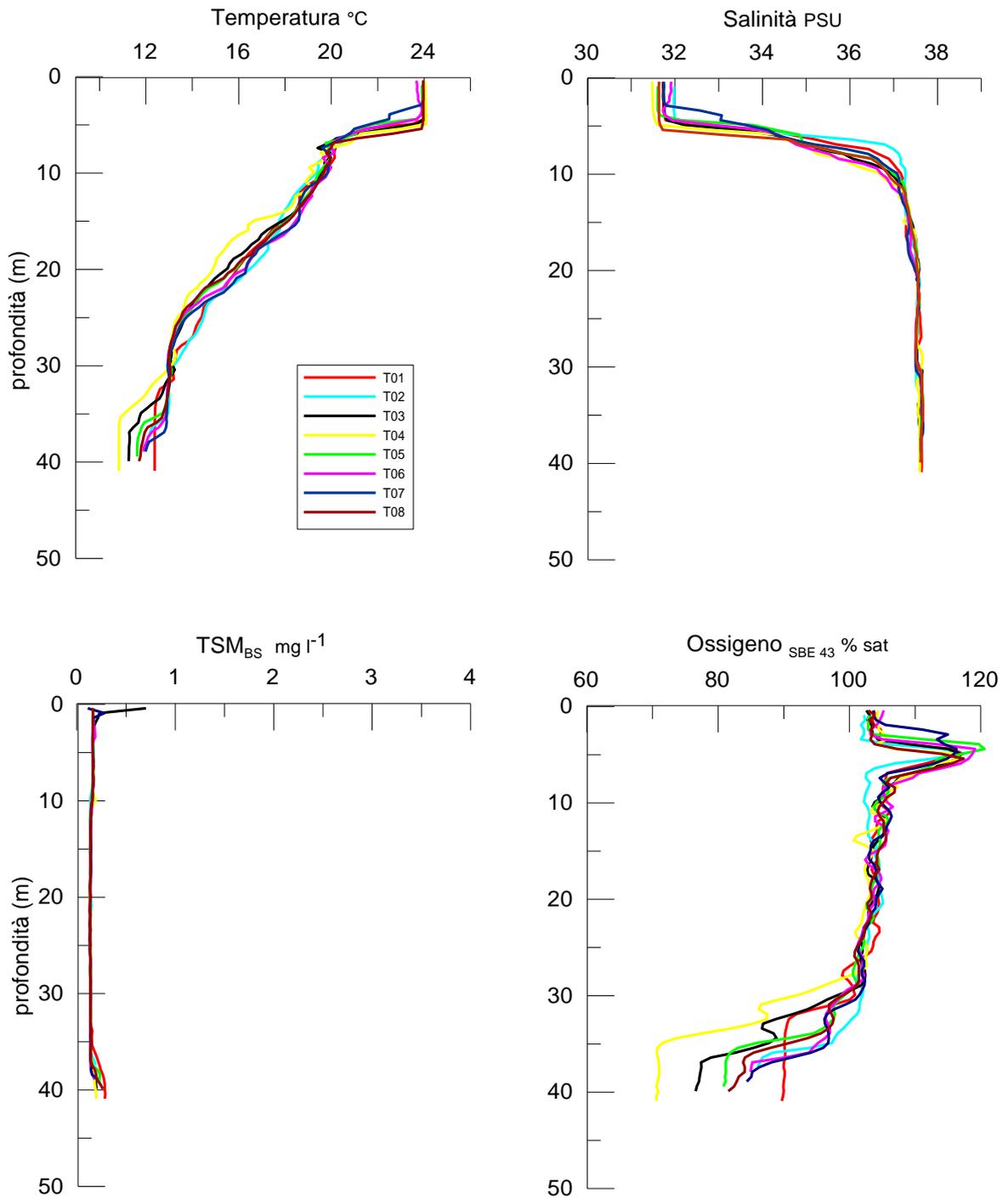


Fig. 3.3- Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Giugno 2010.**

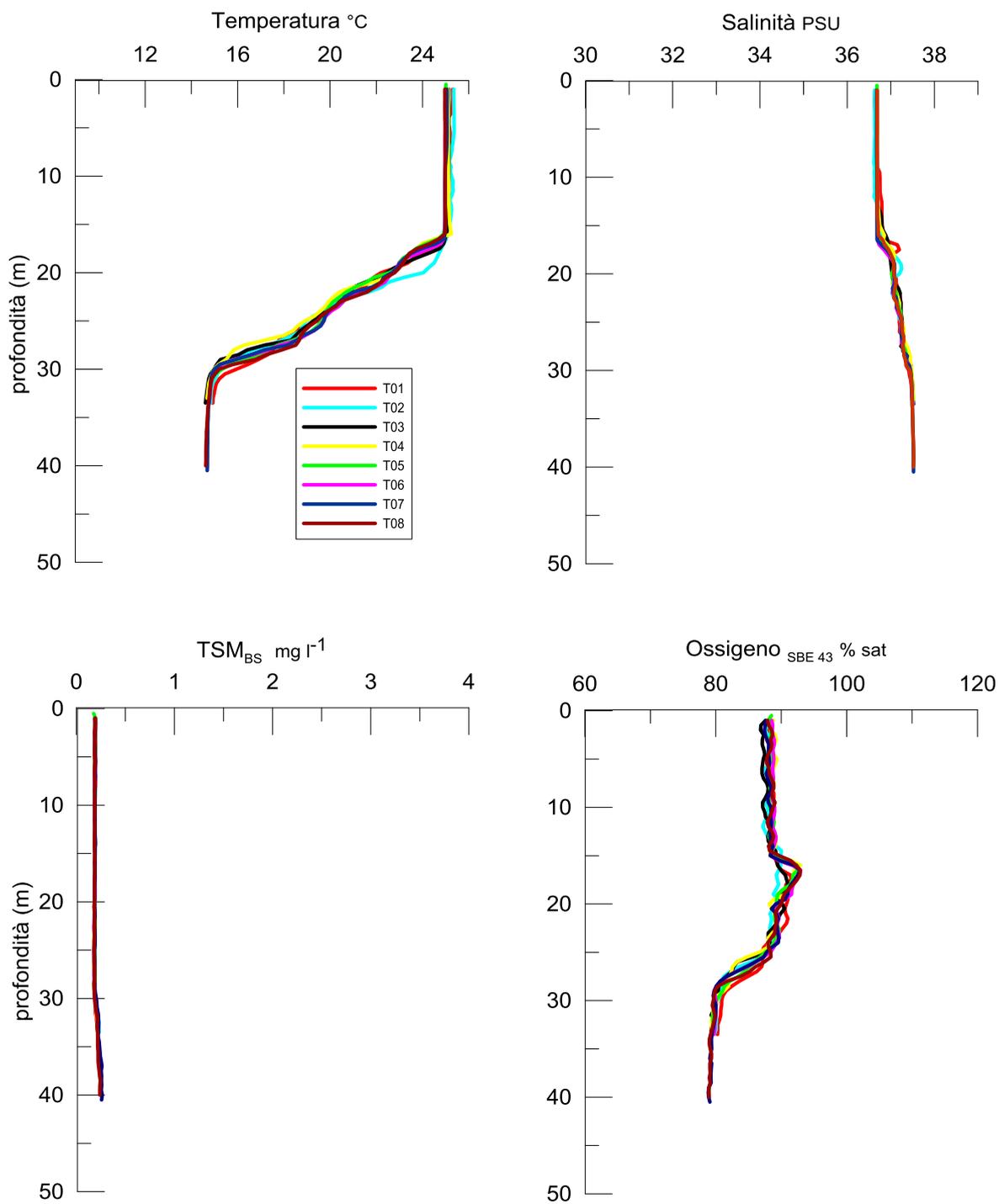


Fig. 3.4 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Agosto 2010.**

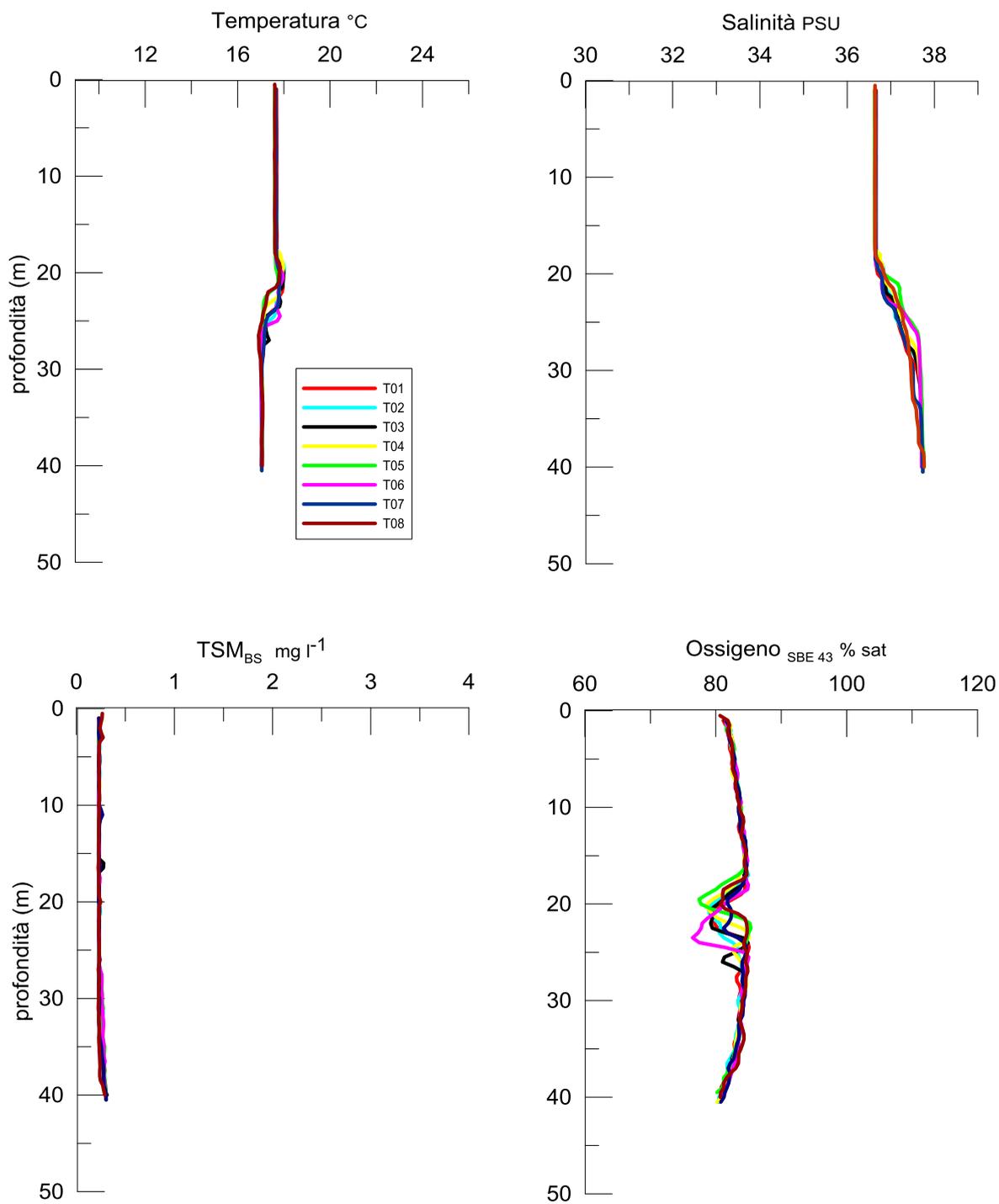


Fig. 3.5 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Ottobre 2010.**

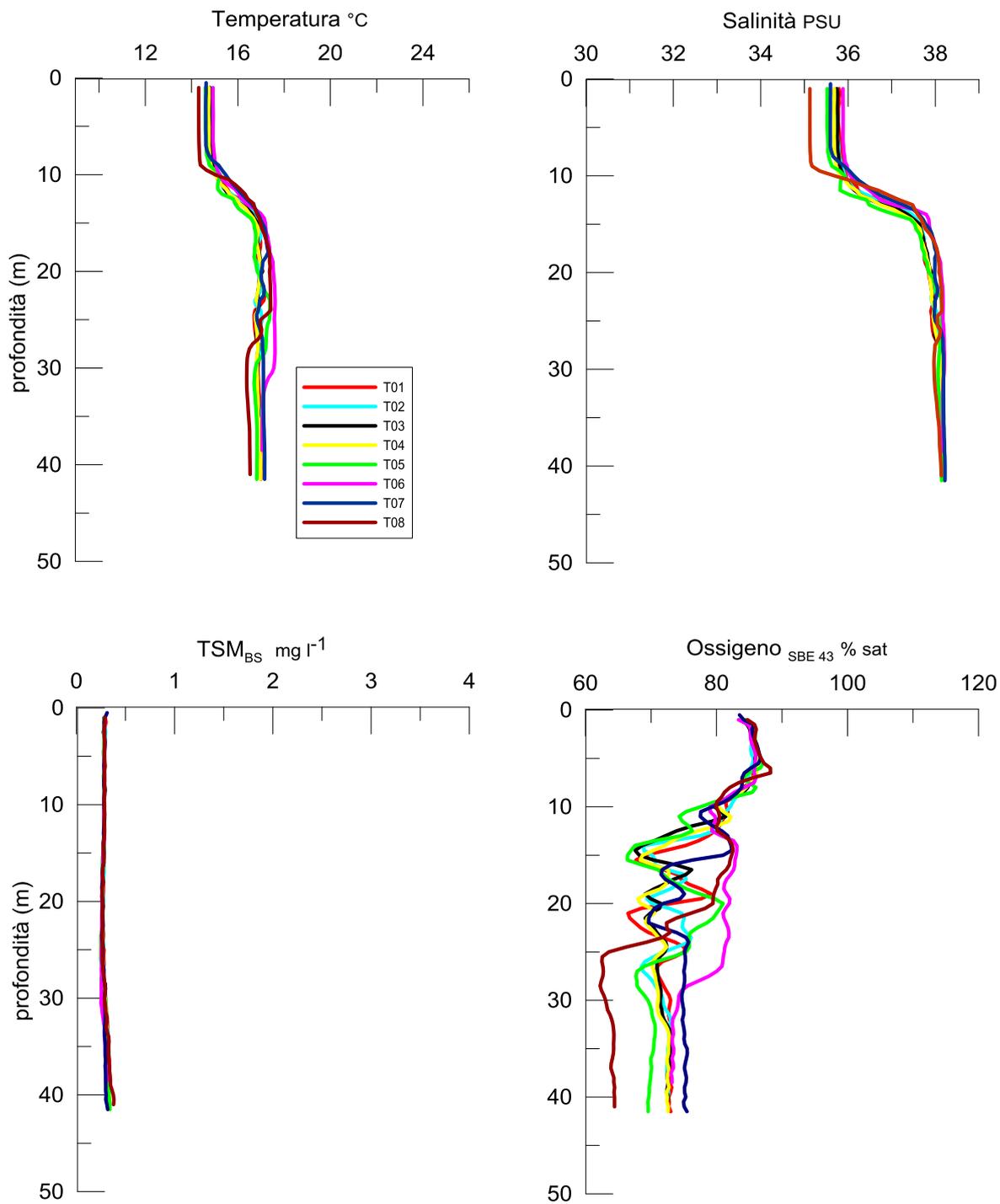


Fig. 3.6 - Profili di temperatura (°C), salinità (PSU), total suspended matter (TSM; mg l⁻¹) e saturazione di ossigeno (%). **Novembre 2010.**

3.1.2. FLUORESCENZA

Le concentrazioni di clorofilla *a*, misurate come **fluorescenza indotta** (fig. 3.7) relative al primo semestre 2010 hanno presentato un andamento omogeneo lungo tutta la colonna d'acqua, con un lieve incremento sul fondo, in tutte le stazioni e in tutte le tre campagne di misura, con valori intorno a 1-1,3 $\mu\text{g l}^{-1}$. Nel profilo di fluorescenza misurato a giugno si è osservato un leggero aumento della clorofilla *a* intorno ai 5 m in corrispondenza del termoclino e dell'alocline.

Nel secondo semestre 2010 (fig. 3.8) è stata riscontrata ancora una notevole omogeneità sino ad ottobre (fig. 3.8b), con valori intorno a 1,3 $\mu\text{g l}^{-1}$ (agosto) e a 1,5 $\mu\text{g l}^{-1}$ (ottobre). A novembre l'andamento ha presentato valori superficiali (fino a 10 m) superiori ai precedenti ($\sim 2,5 \mu\text{g l}^{-1}$); dopo una riduzione sino a circa 15 m di profondità (1,5 $\mu\text{g l}^{-1}$) non sono state evidenziate ulteriori variazioni.

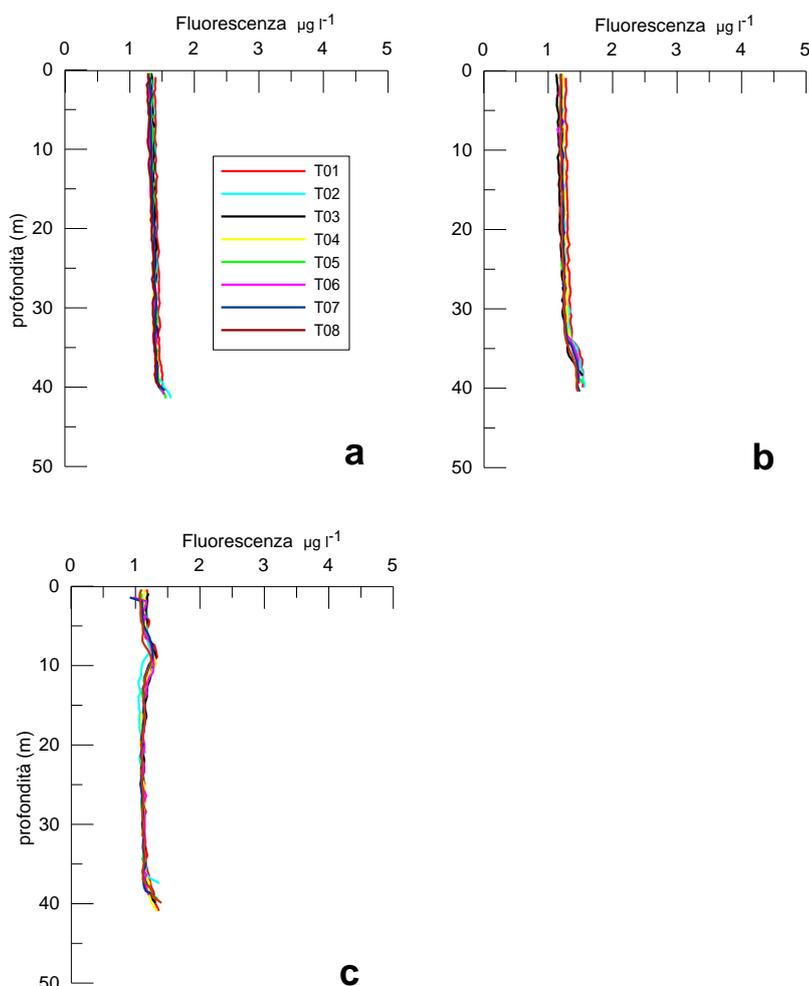


Fig. 3.7 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$) registrati nei monitoraggi condotti a **febbraio** (a), **aprile** (b) e **giugno** 2010 (c).

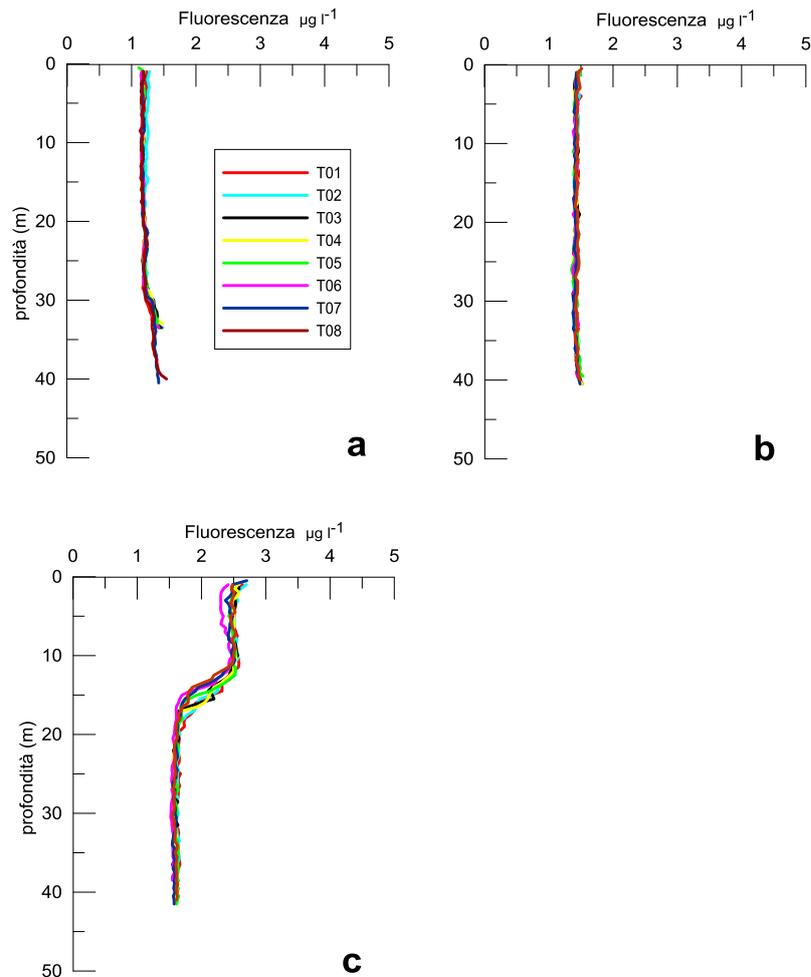


Fig. 3.8 - Profili di fluorescenza ($\mu\text{g l}^{-1}$) registrati nei monitoraggi condotti a **agosto** (a), **ottobre** (b) e **novembre 2010** (c).

3.1.3. SALI NUTRITIVI

Per la caratterizzazione dello stato trofico della colonna d'acqua si sono analizzati i nitrati, i nitriti, l'ammonio, gli ortofosfati e gli ortosilicati.

A **febbraio 2010** (figg. 3.9a e 3.9b) i nitriti sono risultati compresi tra $0,08 \mu\text{mol l}^{-1}$ (stazione T02, 10 m) e $1,77 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, 10 m). La più bassa concentrazione dei nitrati ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$) si è registrata alla quota dei 10 m nella stazione T07 e la maggiore ($4,79 \mu\text{mol l}^{-1}$) nella medesima stazione e quota caratterizzata dal massimo dei nitriti (T05, 10 m). L'ammonio è risultato generalmente più abbondante alle quote sub-superficiali ovunque e sul fondo delle stazioni lungo il transetto orientato da SE verso NW. Le concentrazioni sono oscillate tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e un massimo di $1,91 \mu\text{mol l}^{-1}$ registrato nella stazione T02 (quota dei 10 m). Gli ortofosfati sono risultati scarsi e

compresi tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,08 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T03, fondo), mentre gli ortosilicati sono apparsi piuttosto variabili, variando tra $1,48 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, superficie) e due massimi di $30,03 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T06, 20 m) e $30,05 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, 10 m).

Ad **aprile 2010** (figg. 3.10a e 3.10b) si è osservato un abbassamento delle concentrazioni di nitriti e nitrati su tutta la colonna d'acqua. I primi sono oscillati tra $0,02 \mu\text{M}$, registrato in più stazioni, e $0,30 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T04, fondo) e i secondi tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,90 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, superficie). L'ammonio ha presentato concentrazioni di poco superiori a quelle osservate a febbraio, avendo raggiunto un massimo di $2,63 \mu\text{mol l}^{-1}$ nella stazione T04 alla quota dei 30 m; il minimo ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$) è stato invece osservato sul fondo di T06. Gli ortofosfati sono risultati scarsissimi, con valori prossimi al limite di rivelabilità strumentale ($0,03 \mu\text{mol l}^{-1}$) in quasi tutta l'area indagata e un massimo di $0,08 \mu\text{mol l}^{-1}$ nella stazione T02 (30 m). Anche gli ortosilicati si sono ridotti rispetto a febbraio, con un range compreso tra $0,89 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, superficie) e $11,34 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T01, fondo).

A **giugno 2010** (figg. 3.11a e 3.11b) i nitriti hanno continuato ad essere scarsi ovunque, oscillando tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,25 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, fondo). I nitrati hanno invece mostrato una stratificazione orizzontale evidente, con concentrazioni più elevate in superficie, dove è stato raggiunto il massimo ($6,39 \mu\text{mol l}^{-1}$) nella stazione T05. Le concentrazioni più basse, comprese tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ e $0,20 \mu\text{mol l}^{-1}$, si sono invece osservate in più stazioni. L'ammonio è apparso variabile in tutta l'area e compreso tra $0,05 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T07, superficie) e $3,09 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, 10 m). Gli ortofosfati sono risultati più abbondanti rispetto ad aprile, con un range di concentrazioni tra $0,03 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,18 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T04, 20 m). Gli ortosilicati hanno invece continuato ad essere scarsi come nel periodo precedente, con una tendenza a presentare valori di poco più elevati alle quote superficiali. Le loro concentrazioni sono variate tra un minimo di $0,52 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, 10 m) e un massimo di $19,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T03, superficie).

Ad **agosto 2010** (figg. 3.12a e 3.12b) le concentrazioni di nitriti non hanno subito particolari variazioni, essendo minimo ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$, in più stazioni) e massimo ($0,26 \mu\text{mol l}^{-1}$; T03, fondo) simili ai precedenti di giugno. Anche le concentrazioni di nitrati sono risultate poco elevate, con valori superiori nelle stazioni prossime alla piattaforma; infatti, il massimo ($0,77 \mu\text{mol l}^{-1}$) è stato osservato alla quota di 20 m della stazione T02. Il minimo ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$) è stato registrato invece in più stazioni. L'ammonio è apparso leggermente diminuito rispetto a giugno, variando tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $2,26 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, 20 m). Gli ortofosfati hanno subito una riduzione risultando scarsi in tutta

l'area, con valori compresi tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,05 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, 20 m). Le concentrazioni di ortosilicati hanno mostrato concentrazioni più elevate alle quote intermedie dove, in corrispondenza della stazione T02 (20 m), è stato registrato il massimo ($67,92 \mu\text{mol l}^{-1}$). Il minimo ($0,46 \mu\text{mol l}^{-1}$) è stato osservato nella medesima stazione ma alla quota superficiale.

Ad **ottobre 2010** (figg. 3.13a e 3.13b) le concentrazioni di nitriti e nitrati sono apparse incrementate. I nitriti sono infatti oscillati tra $0,05 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T06, superficie) e $0,32 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, 20 m) e i nitrati tra $0,14 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T04 e T06, 20 m e superficie rispettivamente) e $1,71 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, superficie). L'ammonio è apparso variabile e con concentrazioni comprese tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T03, 20 m) e $3,24 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T03, superficie). Gli ortofosfati hanno mostrato valori compresi tra il limite di rilevabilità strumentale ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$), osservato in più stazioni, e $0,20 \mu\text{mol l}^{-1}$ rilevato alla quota superficiale della stazione T05, mentre gli ortosilicati sono oscillati tra $0,82 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T03, superficie) e $59,58 \mu\text{mol l}^{-1}$, massimo rilevato alla quota di fondo della stazione T06.

Infine, nel **novembre 2010** (figg. 3.14a e 3.14b) le concentrazioni di nitriti e nitrati hanno continuato ad aumentare. I primi hanno mostrato valori compresi tra $0,10 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,72 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T01, fondo), i nitrati tra $0,47 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T08, 20 m) e $2,77 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T01, fondo). Minimo ($0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$, in più stazioni) e massimo ($3,26 \mu\text{mol l}^{-1}$; T02, 10 m) dell'ammonio sono rimasti simili a quelli di ottobre, anche se la distribuzione nell'area indagata è apparsa differente. Per quanto concerne gli ortofosfati, si sono osservate concentrazioni variabili e comprese tra $0,02 \mu\text{mol l}^{-1}$ (in più stazioni) e $0,13 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, superficie). Gli ortosilicati sono invece oscillati tra $0,03 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T07, superficie) e $66,01 \mu\text{mol l}^{-1}$ (T05, superficie).

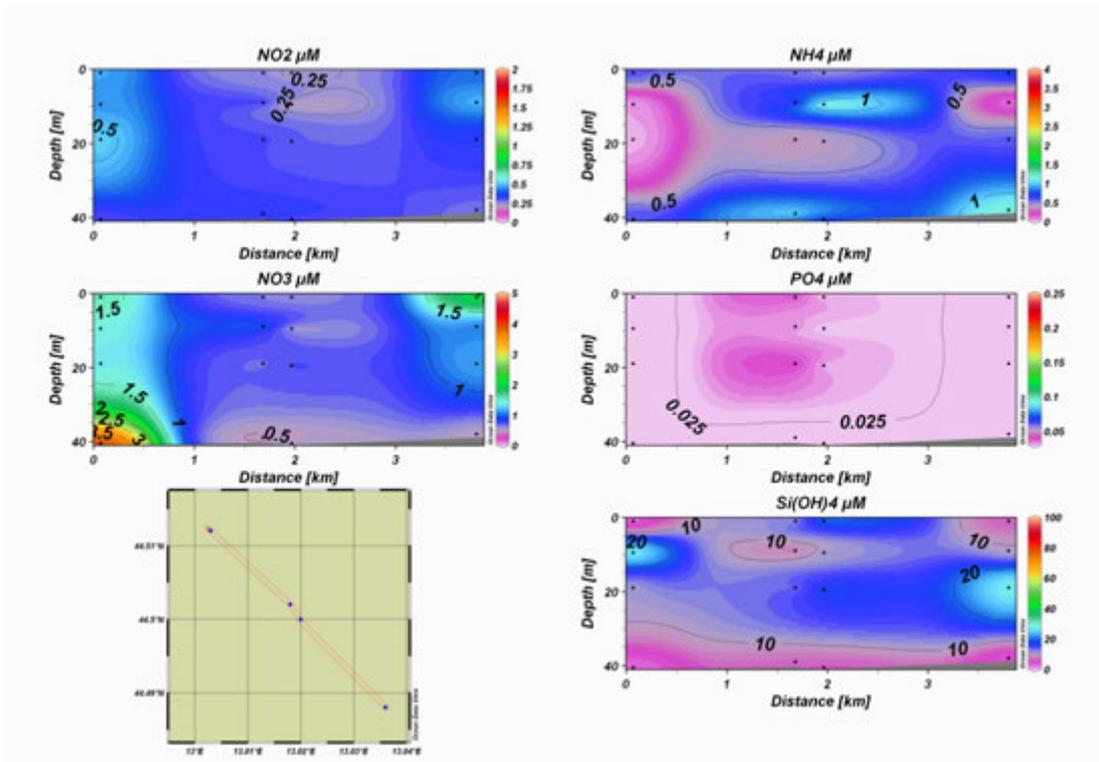


Fig. 3.9a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02 e T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) ed ammonio (NH_4). **Febbraio 2010**.

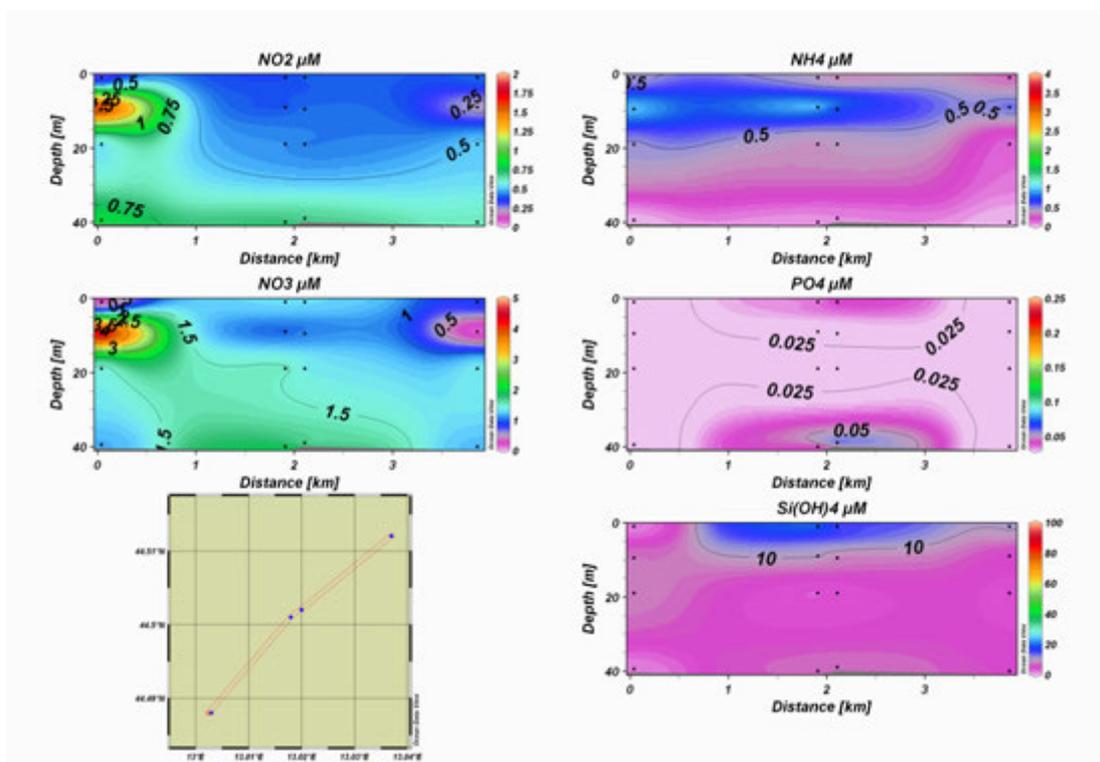


Fig. 3.9b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03 e T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) ed ammonio (NH_4). **Febbraio 2010**.

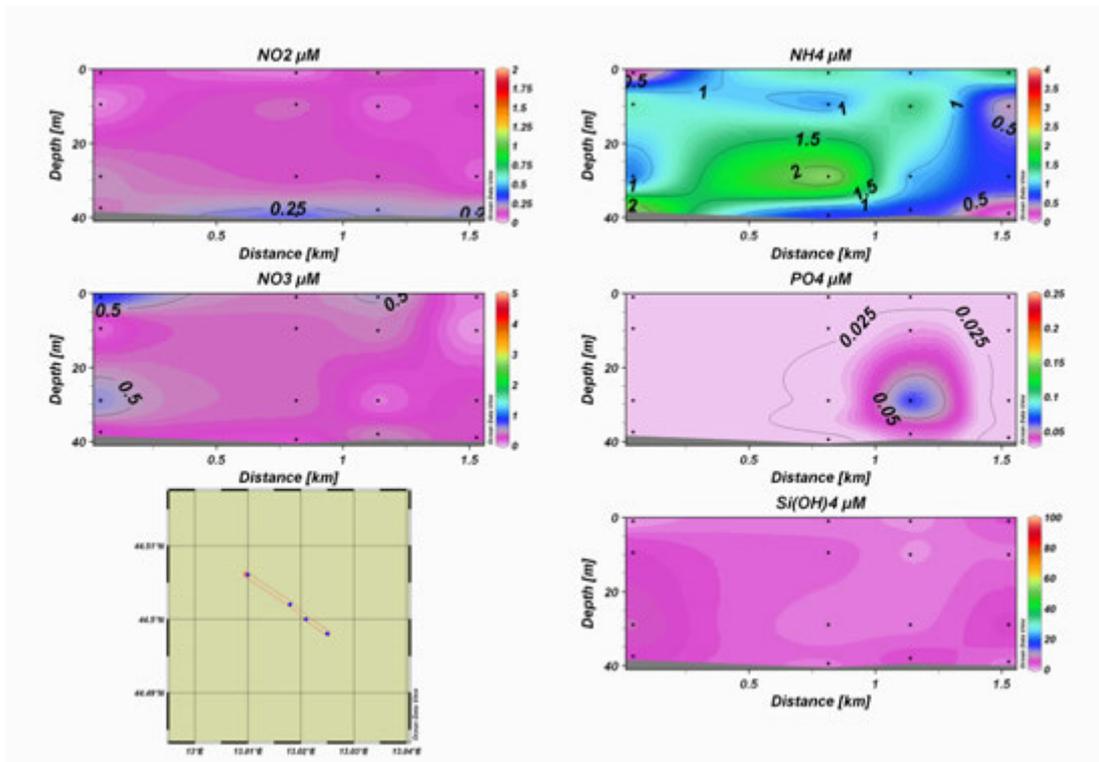


Fig. 3.10a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02 e T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Aprile 2010**.

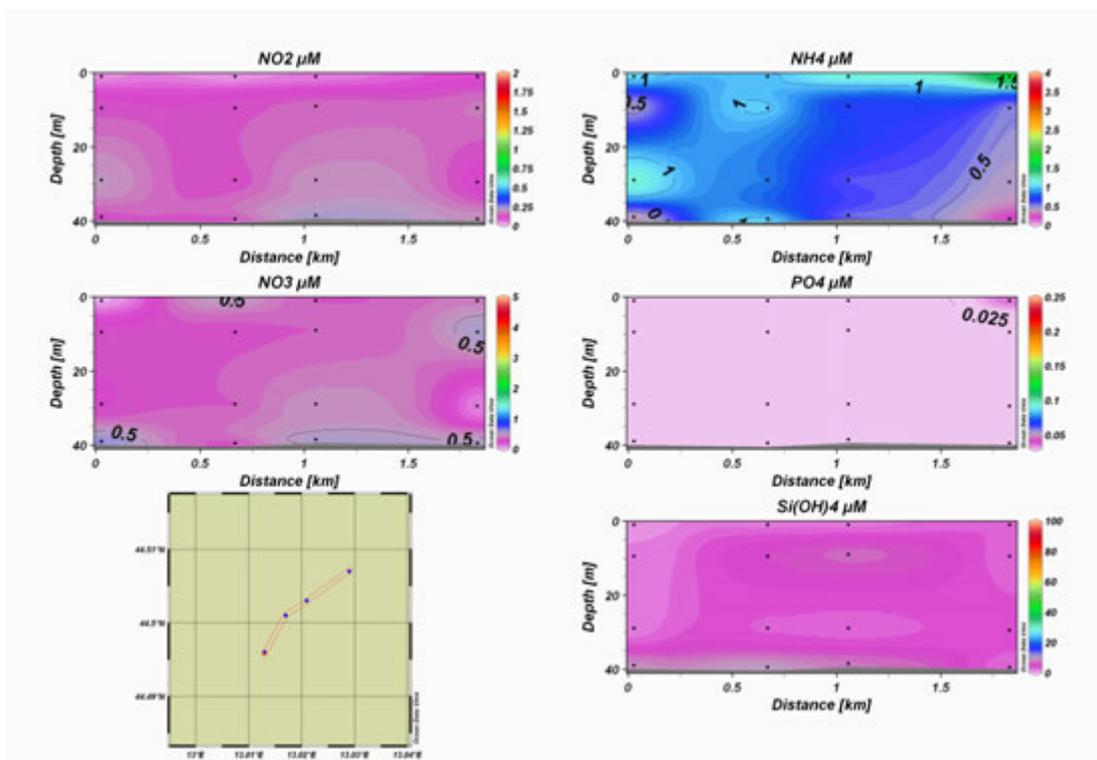


Fig. 3.10b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03 e T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Aprile 2010**.

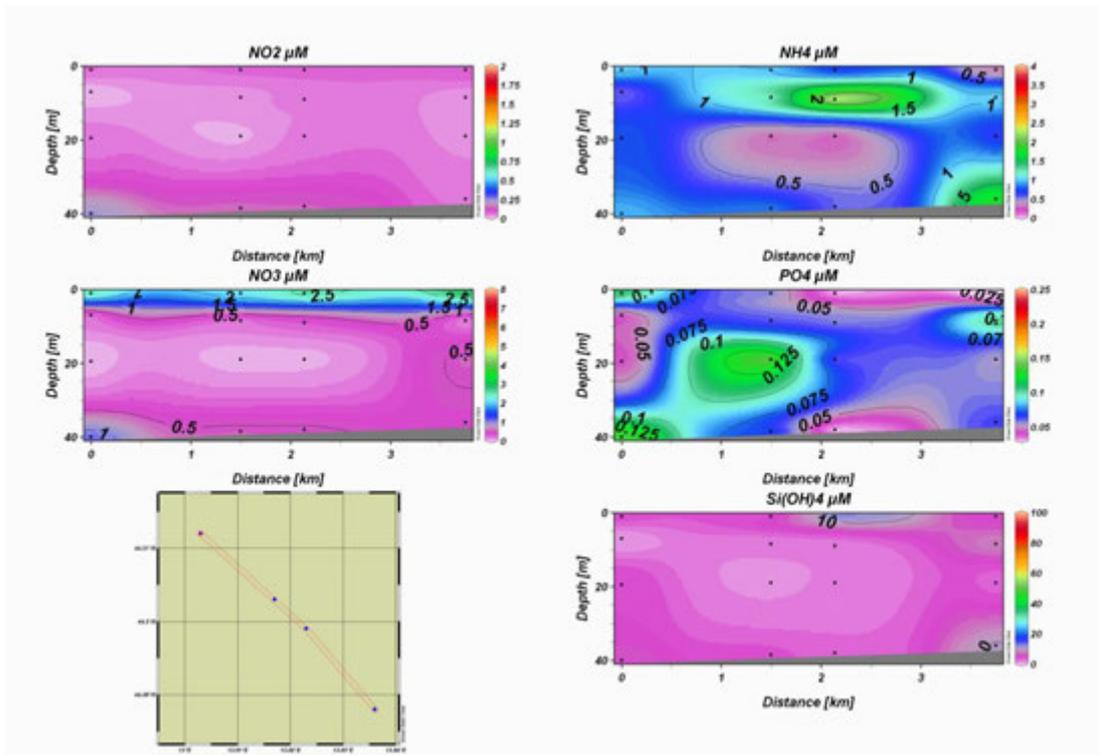


Fig. 3.11a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Giugno 2010**.

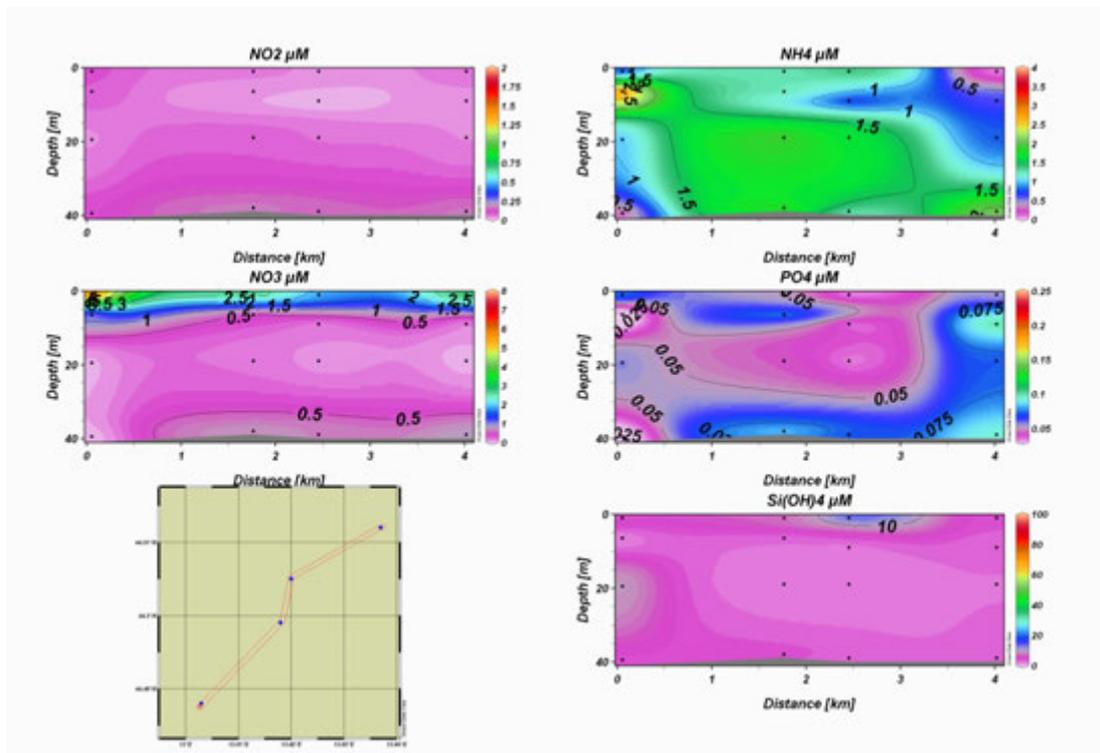


Fig. 3.11b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Giugno 2010**.

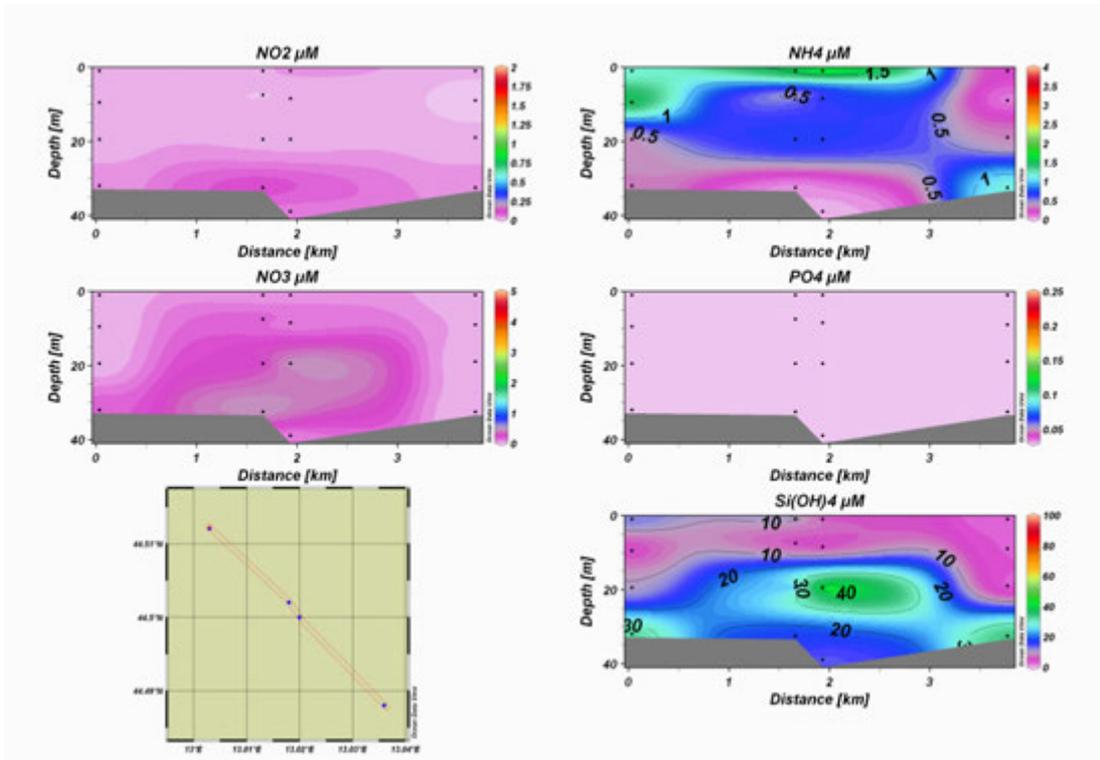


Fig. 3.12a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Agosto 2010**.

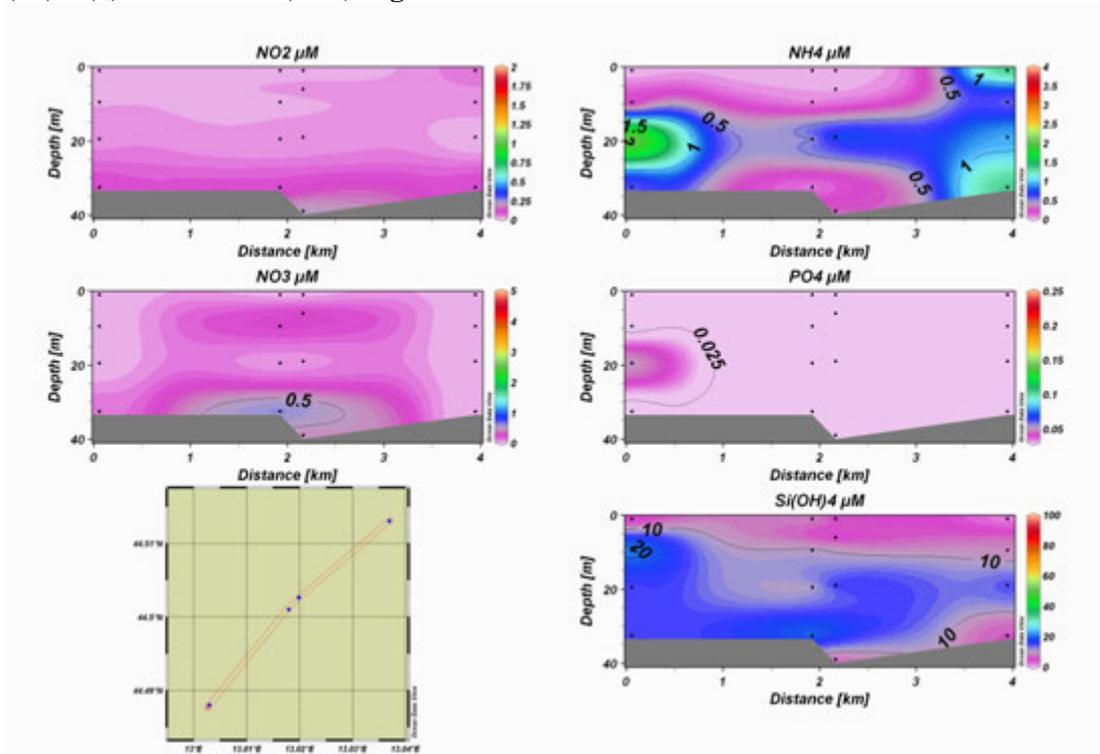


Fig. 3.12b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Agosto 2010**.

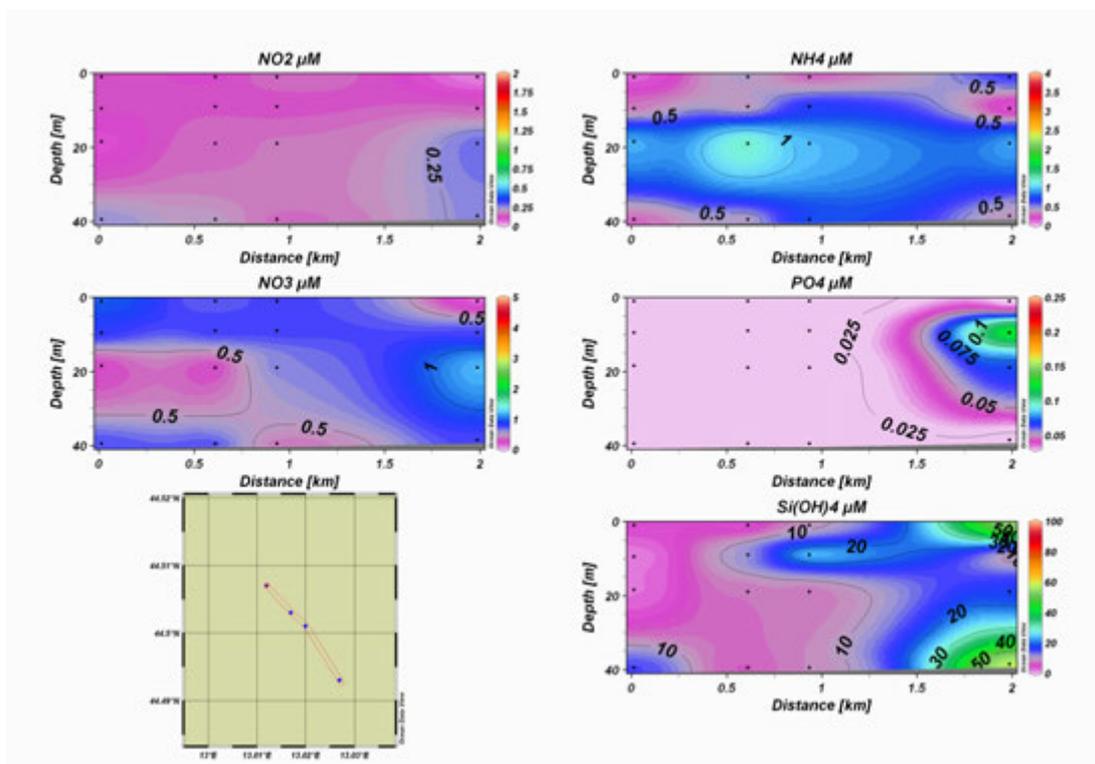


Fig. 3.13a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) ed ammonio (NH_4). **Ottobre 2010**.

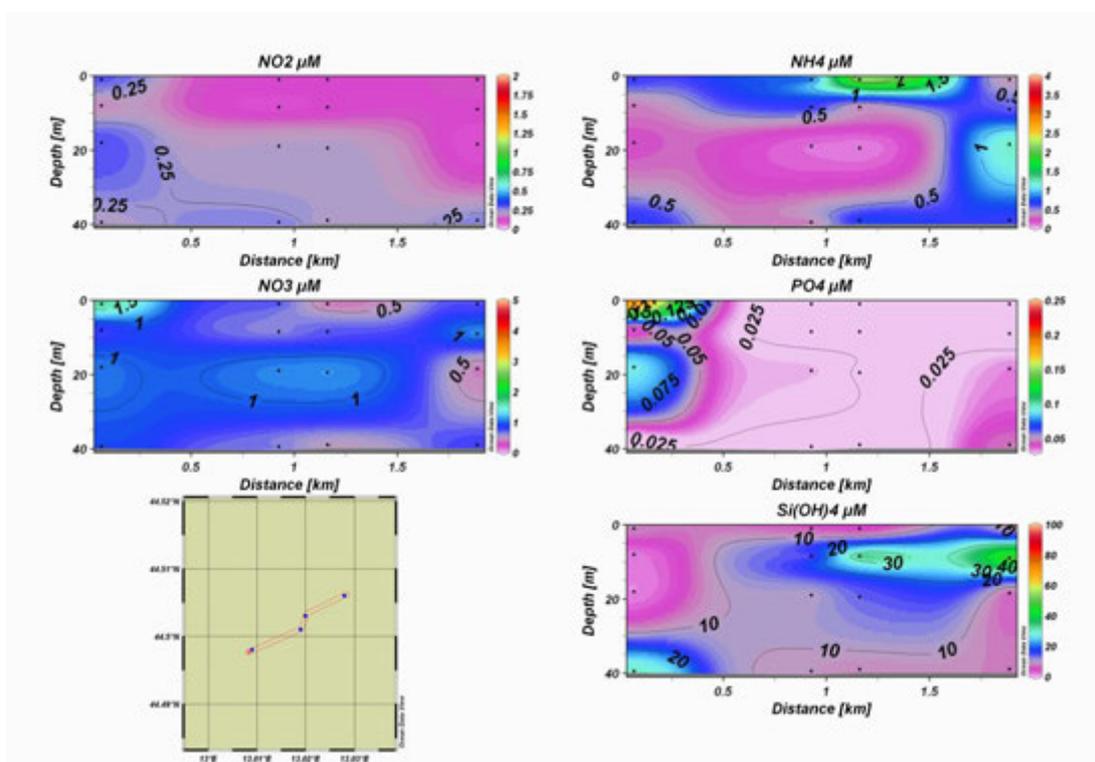


Fig. 3.13b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati ($\text{Si}(\text{OH})_4$) ed ammonio (NH_4). **Ottobre 2010**.

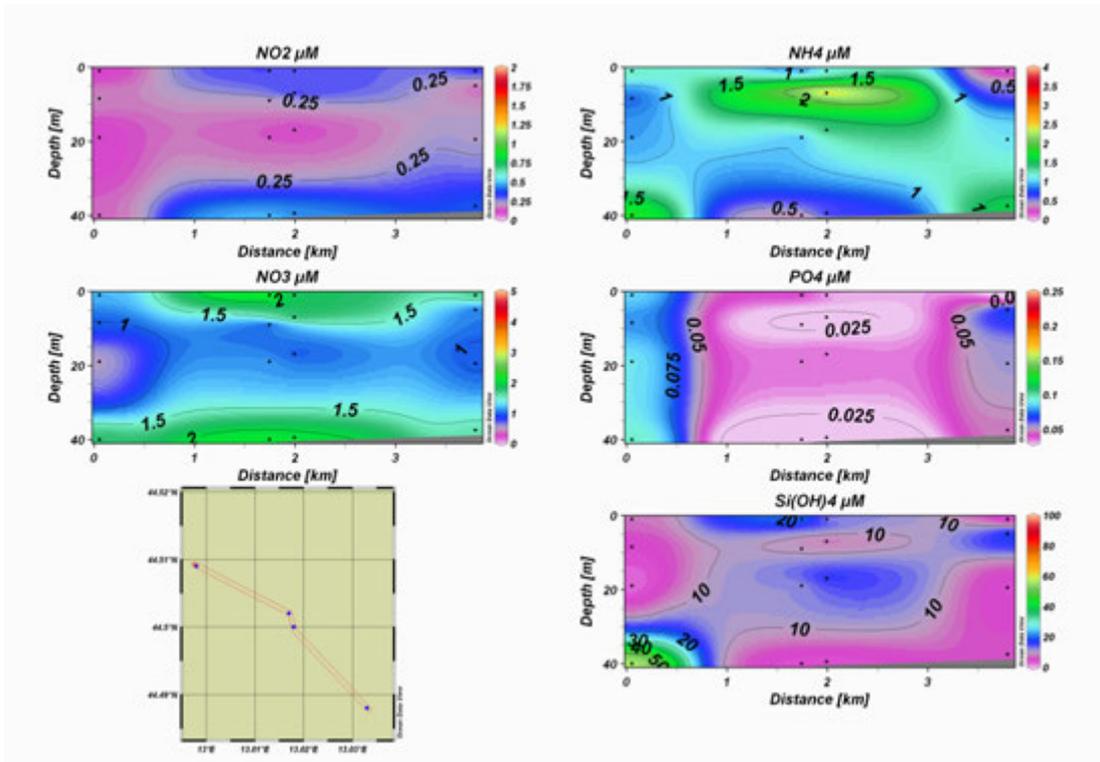


Fig. 3.14a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02 e T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Novembre 2010.**

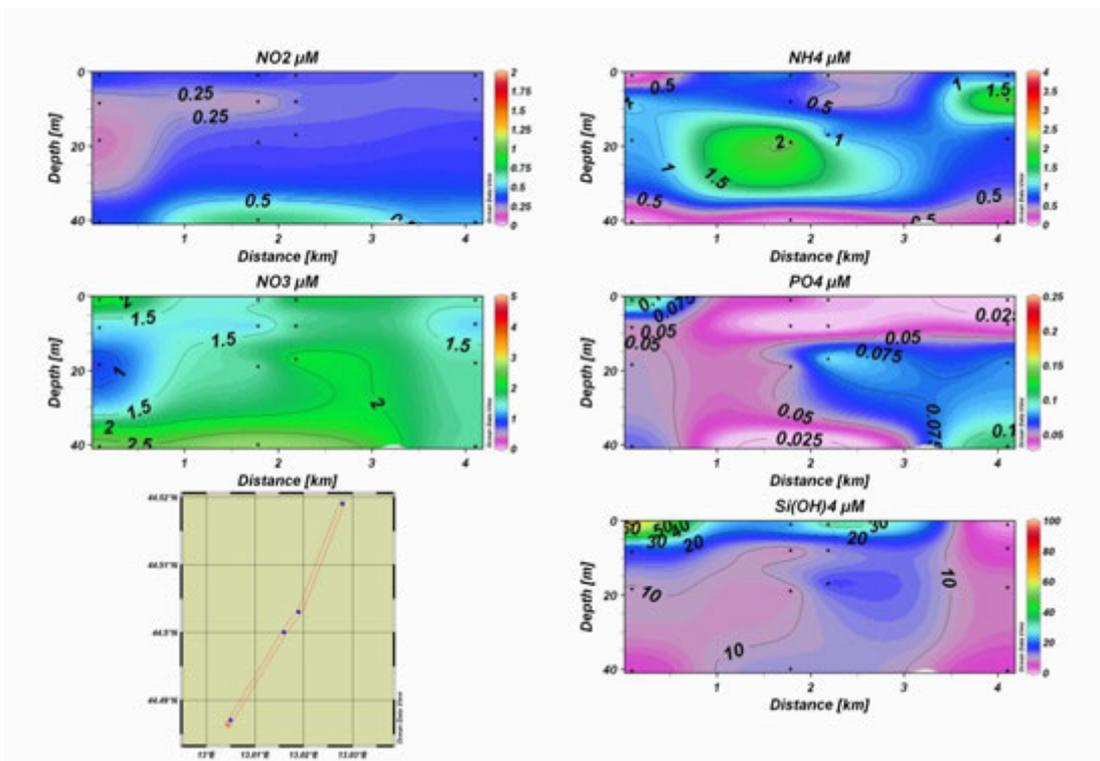


Fig. 3.14b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03 e T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (μM) di nitriti (NO_2), nitrati (NO_3), ortofosfati (PO_4) ortosilicati (Si(OH)_4) ed ammonio (NH_4). **Novembre 2010.**

3.1.4. CLOROFILLE A, B E C

Per quanto riguarda le misure di clorofilla *a*, *b* e *c* misurate mediante HPLC, a **febbraio 2010** (figg. 3.15a e 3.15b) si sono osservate concentrazioni per lo più basse. La clorofilla *a* ha mostrato i valori più elevati e compresi tra 10-30 ng l⁻¹, in più stazioni, e un massimo di 68,54 ng l⁻¹ osservato alla quota di fondo della stazione T01. La clorofilla *b* è apparsa scarsa in tutta l'area, con valori per lo più inferiori a 5 ng l⁻¹; il massimo, di 9,52 ng l⁻¹, è stato registrato alla quota dei 20 m della stazione T07. Anche la clorofilla *c* ha evidenziato concentrazioni scarse e comprese tra 0,5 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 11 ng l⁻¹ (T07, 20 m).

Ad **aprile 2010** (figg. 3.16a e 3.16b) si sono spesso osservate concentrazioni più elevate nello strato di fondo. Infatti, quelle della clorofilla *a* sono apparse crescenti dalla superficie al fondo, con un minimo di 0,1 ng l⁻¹ e un massimo di 68,79 ng l⁻¹ registrati presso la stazione T07 rispettivamente sulla superficie e sul fondo. La clorofilla *b* ha mostrato concentrazioni più omogenee e comprese tra 0,1 ng l⁻¹, osservato sul fondo della stazione T02, e 13,61 ng l⁻¹ (T08, fondo). La clorofilla *c* ha presentato, come la clorofilla *a*, concentrazioni spesso crescenti verso le quote di fondo. I valori osservati erano compresi tra 0,1 ng l⁻¹, in più stazioni, e 16,48 ng l⁻¹ osservato sul fondo della stazione T03.

Nel mese di **giugno 2010** (figg. 3.17a e 3.17b) le concentrazioni di clorofilla sono risultate leggermente incrementate rispetto al periodo precedente e, in particolare, è apparso evidente l'aumento dei valori superficiali dovuto probabilmente alla stratificazione alina che confina in superficie le acque più dolci e ricche di nutrienti, nitrati in particolare (figg. 3.10a e 3.10b). La clorofilla *a* è apparsa compresa tra 7,24 ng l⁻¹ (T04, 20 m) e 108,14 ng l⁻¹ (T08, superficie). La clorofilla *b* è oscillata tra 0,1 ng l⁻¹, in più stazioni, e 21,76 ng l⁻¹ (T07, 10 m). La clorofilla *c* è apparsa scarsa nelle stazioni vicine alla piattaforma dove ha mostrato valori compresi tra 0,1 e 5 ng l⁻¹. Il valore più elevato (21,69 ng l⁻¹) è stato registrato nella stazione T07 alla quota di superficie.

Ad **agosto 2010** (figg. 3.18a e 3.18b) le concentrazioni di clorofilla sono risultate generalmente maggiori nelle quote subsuperficiali e di fondo. La clorofilla *a* oscillava tra 0,1-5 ng l⁻¹ (in più stazioni) e un picco di 837,28 ng l⁻¹ (T05, 20 m). La clorofilla *b* ha mostrato valori compresi tra 2-5 ng l⁻¹ (più stazioni) e 19,07 ng l⁻¹ (T06, fondo). La clorofilla *c* ha evidenziato concentrazioni spesso più elevate nelle stazioni prossime alla piattaforma. I valori sono risultati compresi tra 0,5-3 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 62,93 ng l⁻¹ (T03, 20 m).

Nell'**ottobre 2010** (figg. 3.19a e 3.19b) le concentrazioni di clorofilla sono risultate generalmente più elevate in superficie. La clorofilla *a* è oscillata tra 0,98 ng l⁻¹ (T05, superficie) e 828,82 ng l⁻¹ (T06, superficie) e la clorofilla *b* tra 0,01 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 11,72 ng l⁻¹ (stazione T07, 10 m). I valori di clorofilla *c* sono invece variati tra 0,01 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 208,20 ng l⁻¹ (T01, 10 m).

A **novembre** (figg. 3.20a e 3.20b) le concentrazioni maggiori di clorofilla hanno continuato ad essere generalmente superficiali, in corrispondenza dei massimi di fluorescenza (fig. 3.8). La clorofilla *a* ha mostrato valori variabili tra 1-5 ng l⁻¹ (in più stazioni) e un picco di 1237,19 ng l⁻¹ (T07, superficie). La clorofilla *b* è oscillata tra 0,01 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 157,21 ng l⁻¹ (T03, superficie), mentre la clorofilla *c* ha evidenziato concentrazioni comprese tra 1-3 ng l⁻¹ (in più stazioni) e 484,30 ng l⁻¹ (T03, superficie).

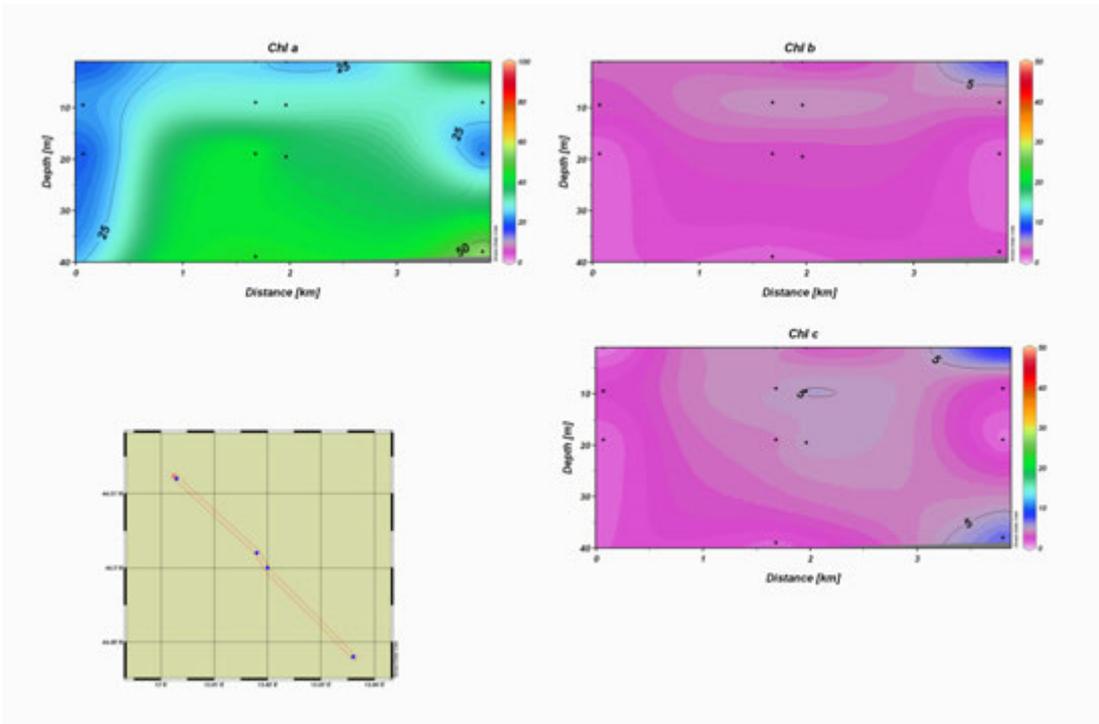


Fig. 3.15a - Sezione verticale delle stazioni **T08**, **T04**, **T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Febbraio 2010**.

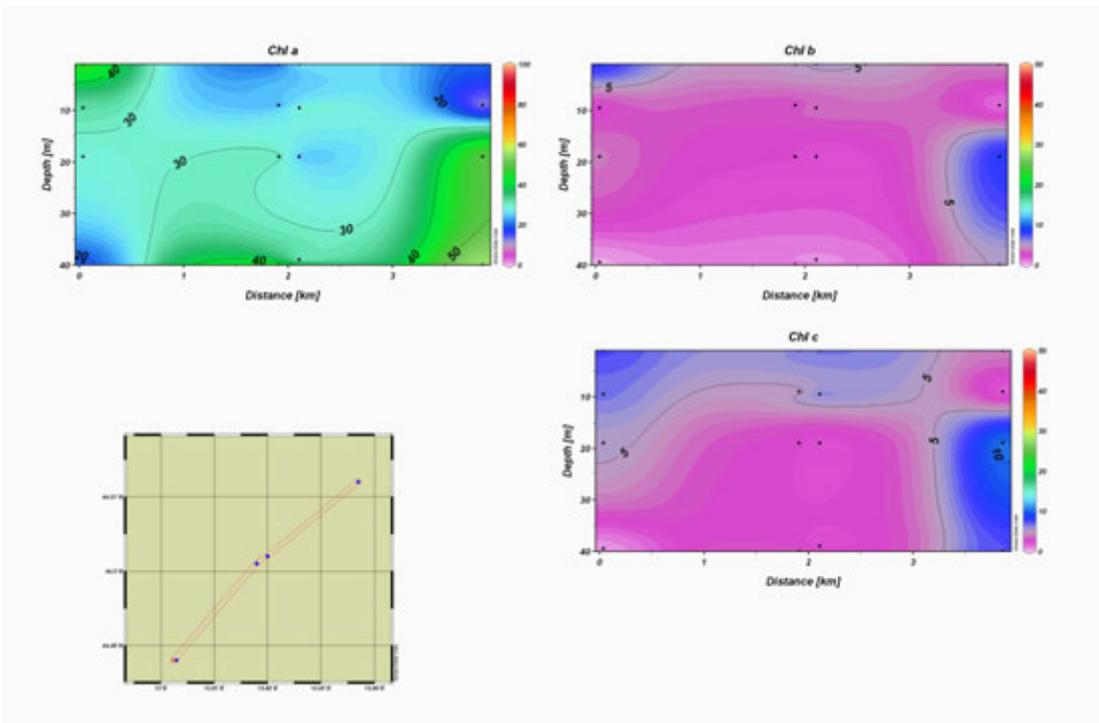


Fig. 3.15b - Sezione verticale delle stazioni **T05**, **T01**, **T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Febbraio 2010**.

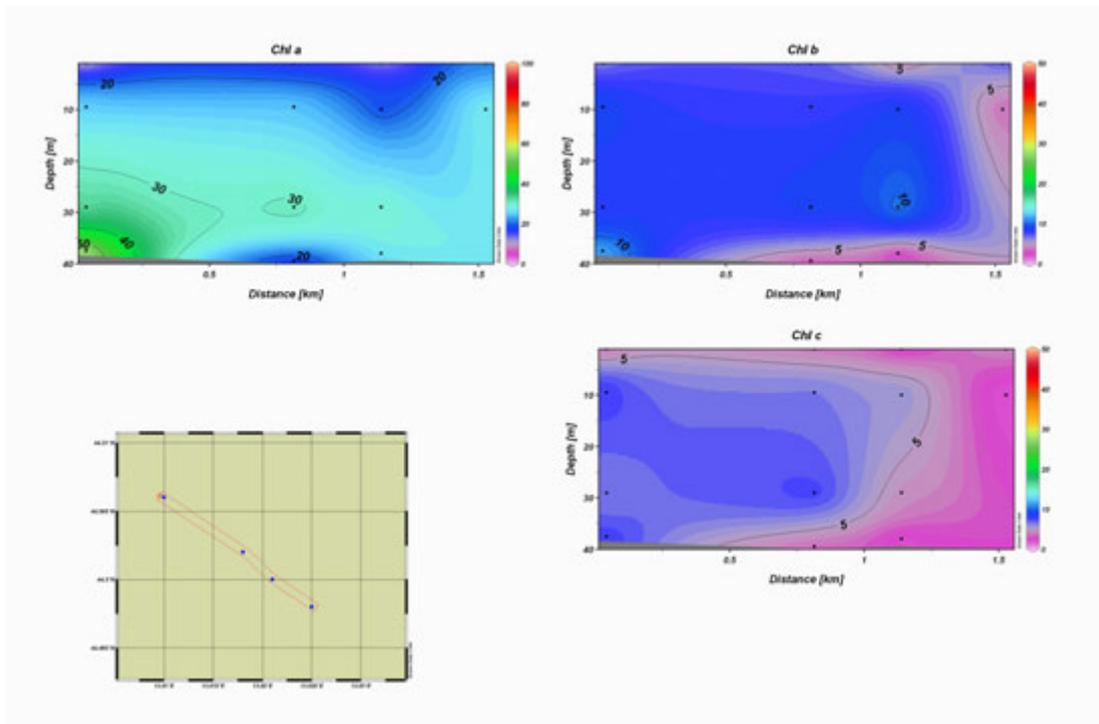


Fig. 3.16a - Sezione verticale delle stazioni **T08, T04, T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Aprile 2010.**

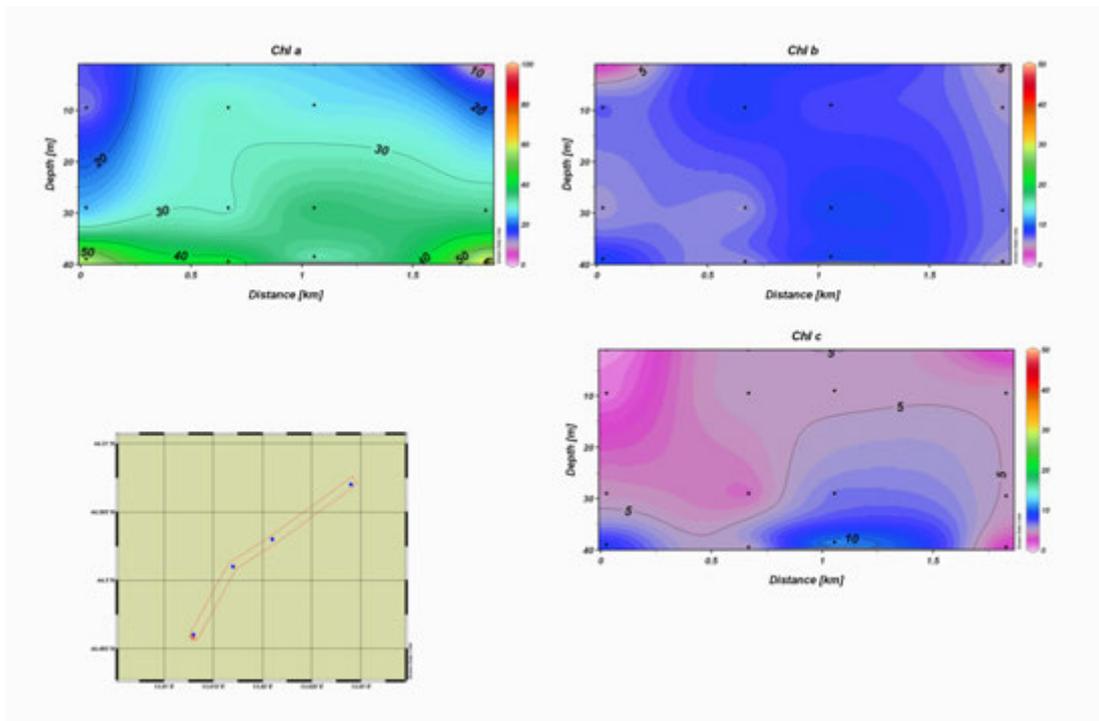


Fig. 3.16b - Sezione verticale delle stazioni **T05, T01, T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Aprile 2010.**

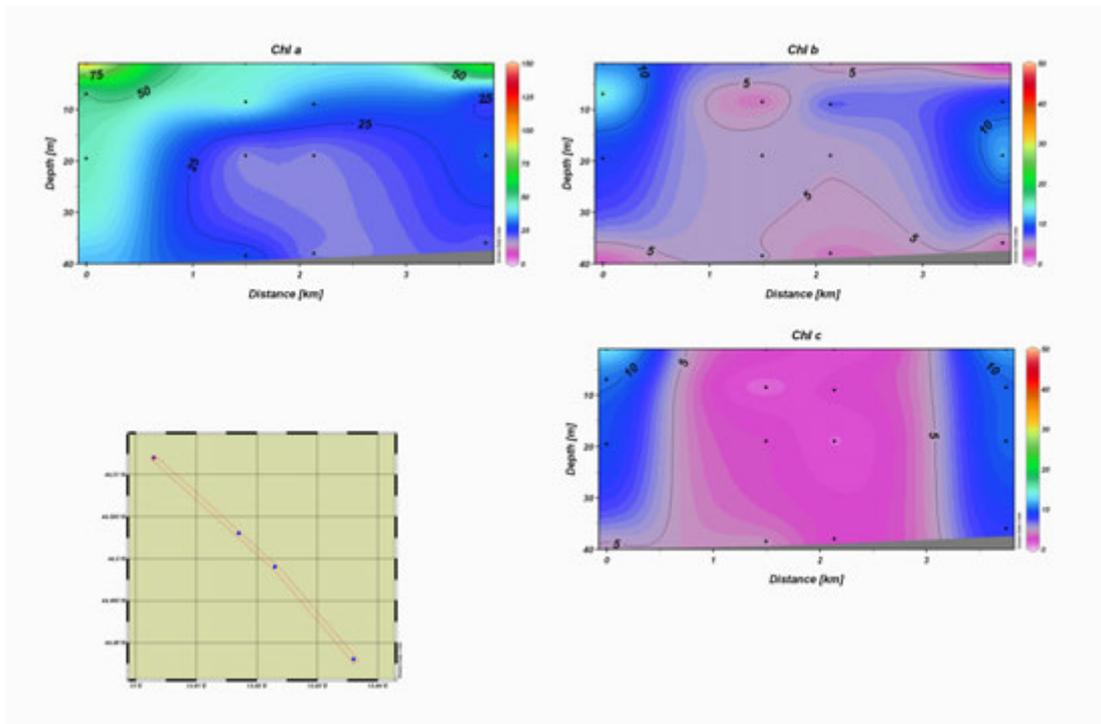


Fig. 3.17a - Sezione verticale delle stazioni **T08**, **T04**, **T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Giugno 2010**.

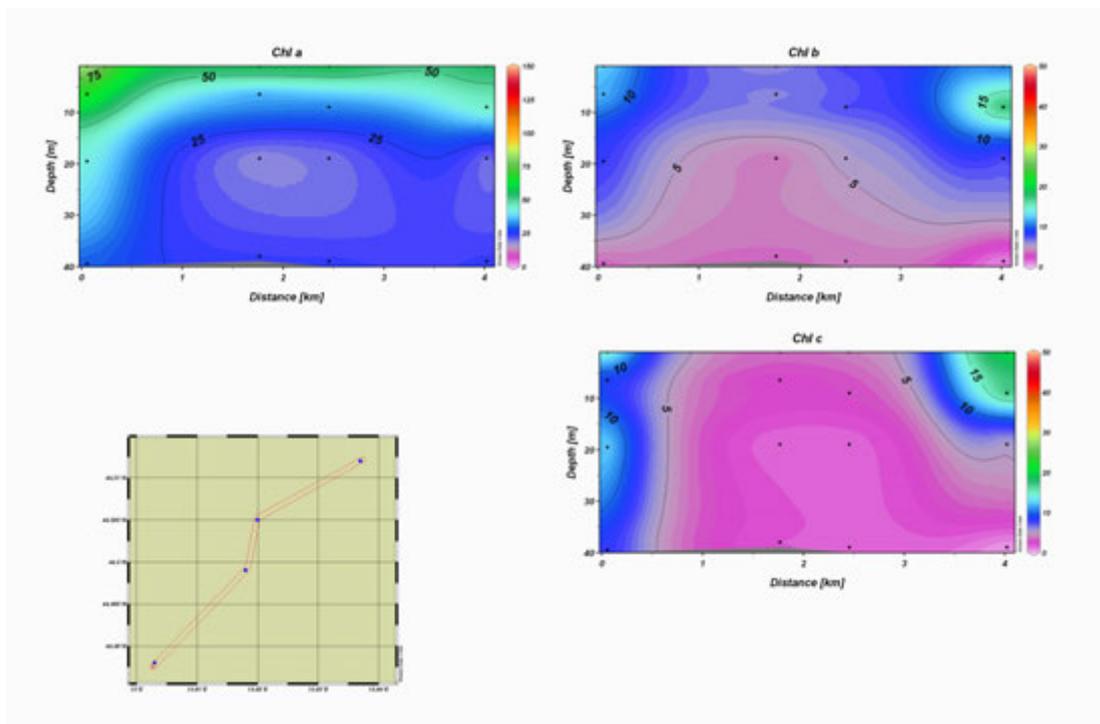


Fig. 3.17b - Sezione verticale delle stazioni **T05**, **T01**, **T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Giugno 2010**.

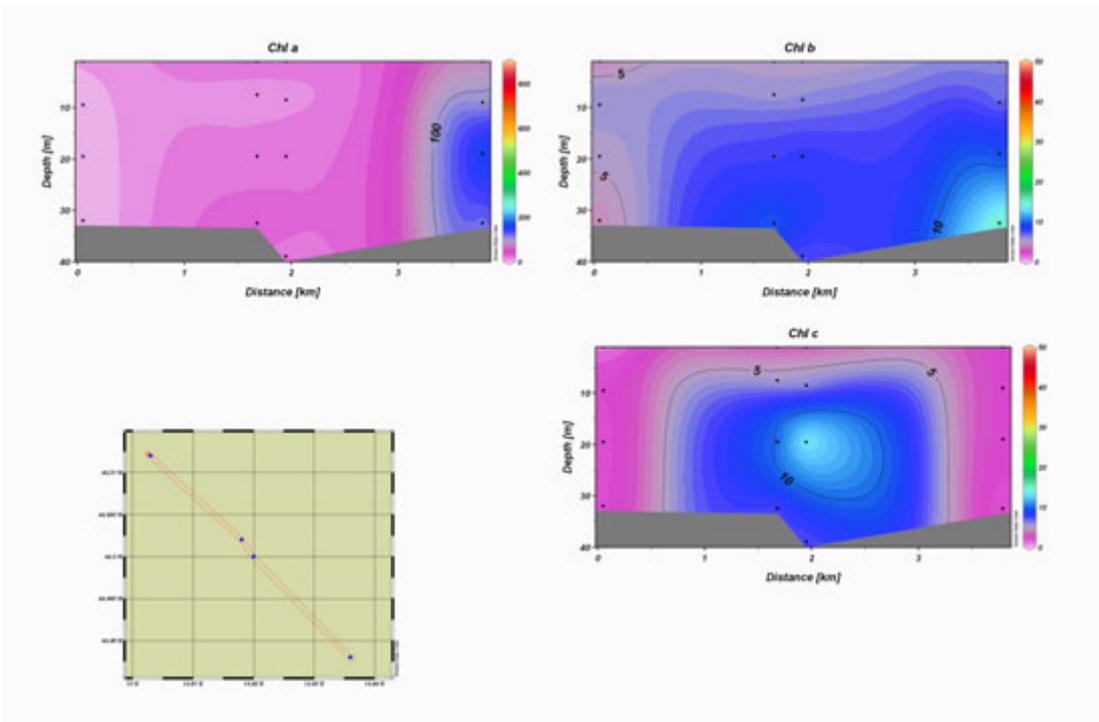


Fig. 3.18a - Sezione verticale delle stazioni **T08**, **T04**, **T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Agosto 2010**.

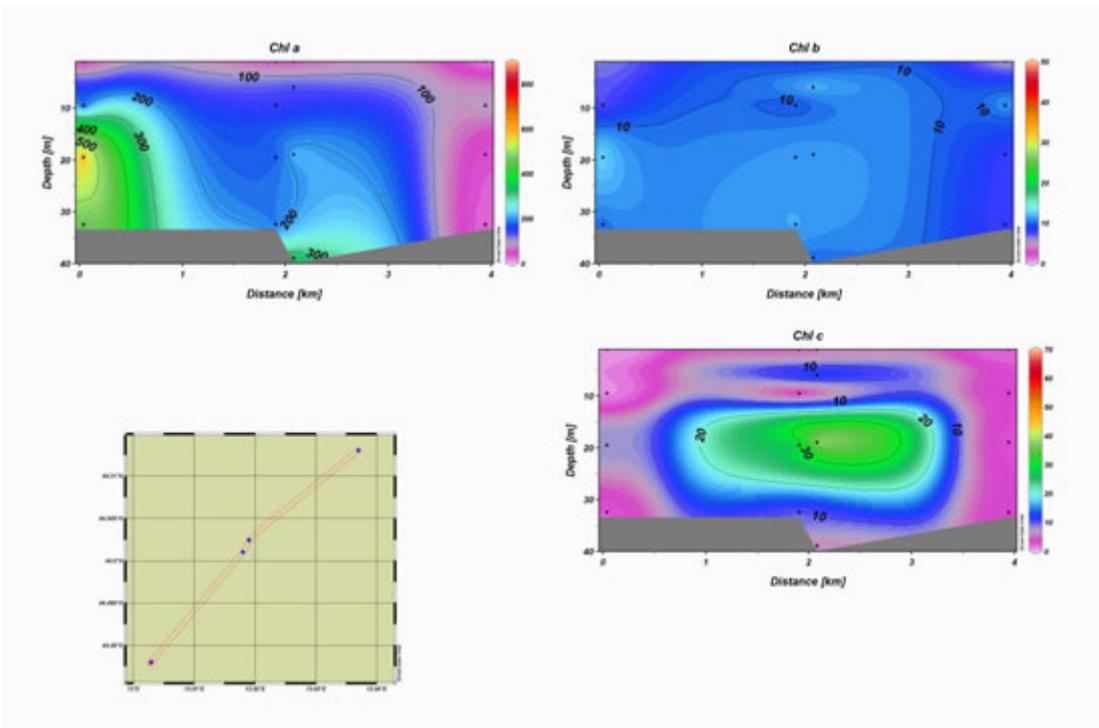


Fig. 3.18b - Sezione verticale delle stazioni **T05**, **T01**, **T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Agosto 2010**.

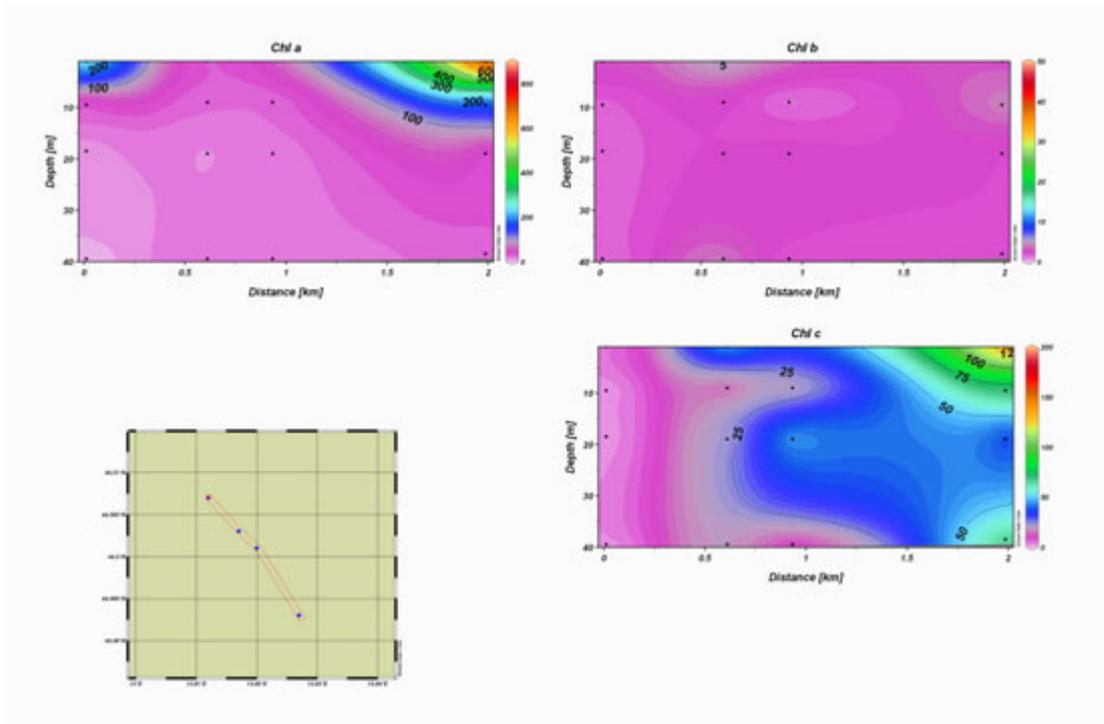


Fig. 3.19a - Sezione verticale delle stazioni **T08**, **T04**, **T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Ottobre 2010**.

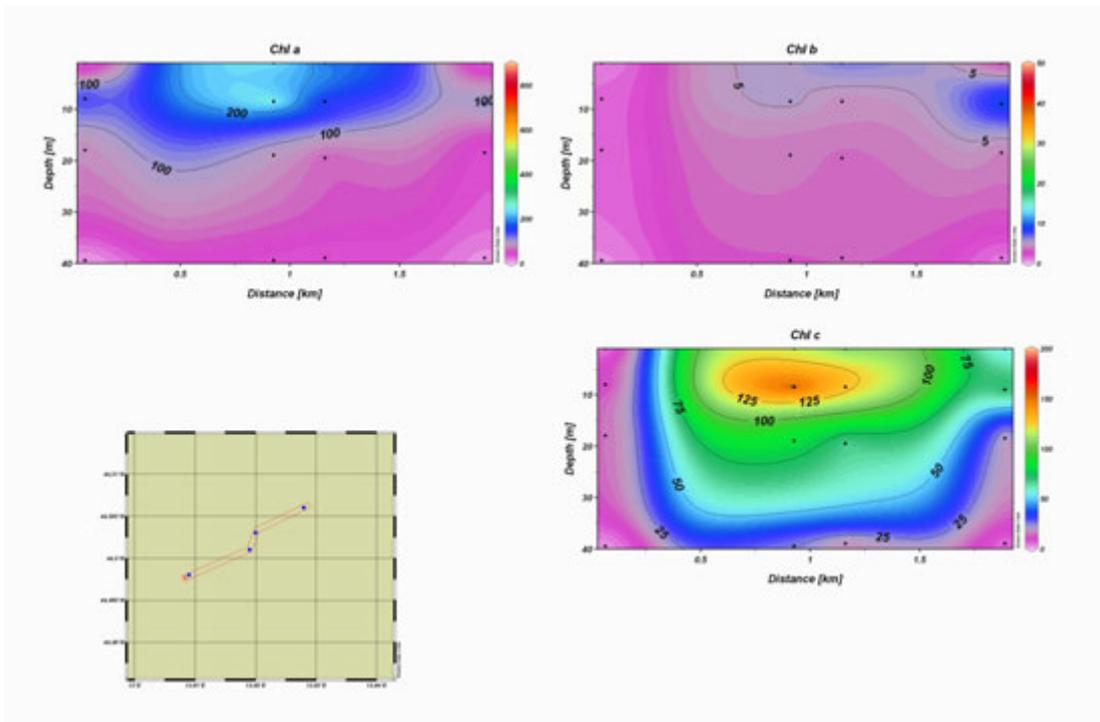


Fig. 3.19b - Sezione verticale delle stazioni **T05**, **T01**, **T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Ottobre 2010**.

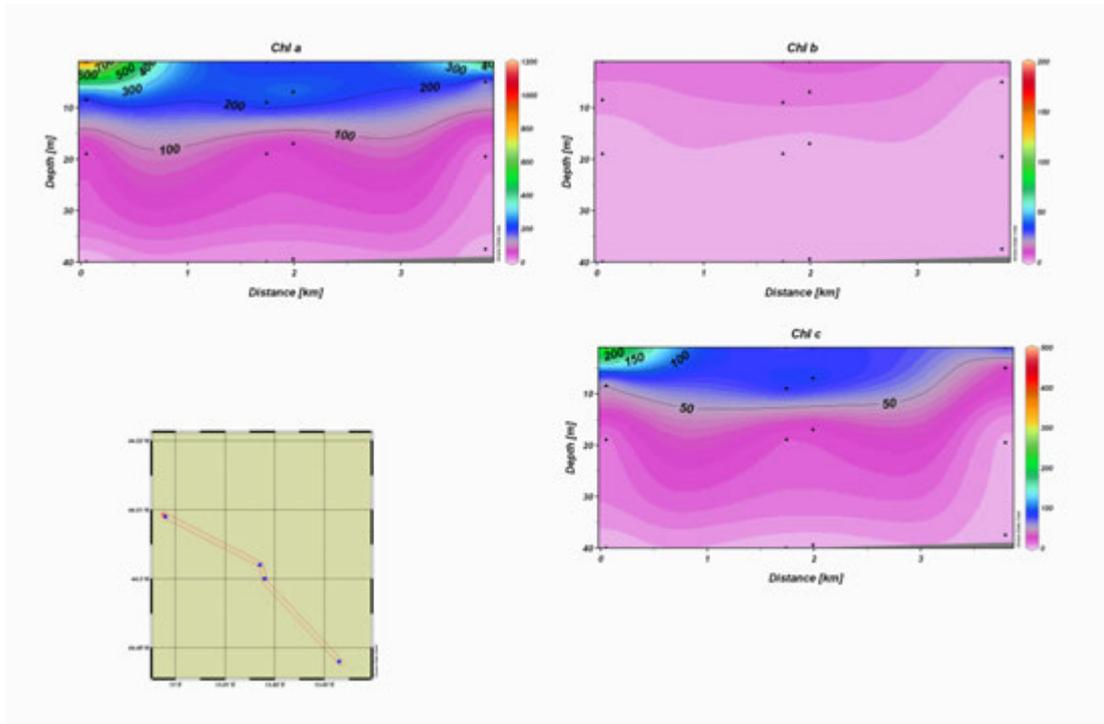


Fig. 3.20a - Sezione verticale delle stazioni **T08**, **T04**, **T02** e **T06** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Novembre 2010**.

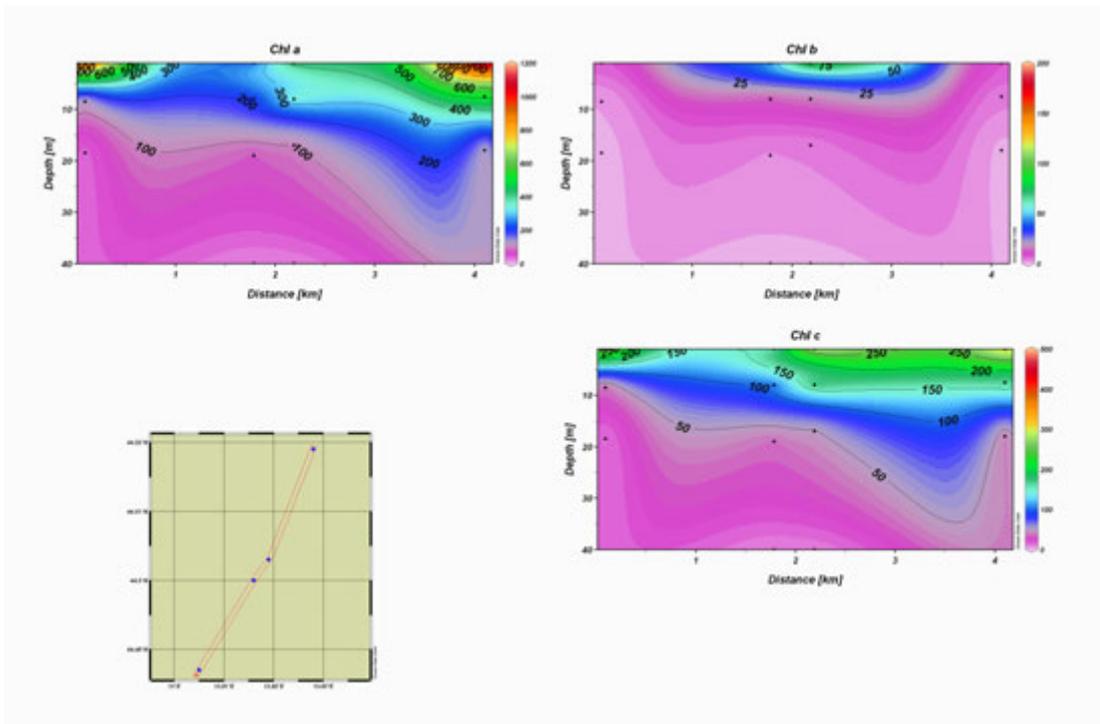


Fig. 3.20b - Sezione verticale delle stazioni **T05**, **T01**, **T03** e **T07** (da sinistra a destra) rappresentante le concentrazioni (ng l^{-1}) di clorofilla *a* (Chl *a*), clorofilla *b* (Chl *b*) e clorofilla *c* (Chl *c*). **Novembre 2010**.

3.1.5. MISURE CORRENTOMETRICHE

I dati registrati in **superficie** con il correntometro **ADCP** hanno evidenziato durante il primo semestre la presenza di una corrente di intensità superiore a 10 cm s^{-1} e direzione variabile (figg. 3.21 e 3.22a) con la presenza di due picchi di maggiore intensità, uno l'1 febbraio 2010 (20 cm s^{-1}) e l'altro il 12 marzo ($> 20 \text{ cm s}^{-1}$) entrambi di direzione Sud-Ovest, probabilmente in corrispondenza di eventi atmosferici di pronunciata rilevanza quale la Bora. Nel secondo semestre (figg. 3.23 e 3.22b) si è evidenziata la presenza di una corrente di intensità spesso superiore a 15 cm s^{-1} e di direzione Nord fino a tutto il mese di settembre. Da ottobre la direzione è diventata più variabile e prevalentemente verso i settori meridionali. L'intensità della corrente da ottobre in poi è risultata minore e quasi sempre prossima, o inferiore, a 10 cm s^{-1} . Solo intorno al 20 di ottobre si è osservata una velocità della corrente di $15\text{-}20 \text{ cm s}^{-1}$.

I dati di corrente registrati a **20 m** di profondità (figg. 3.24 - 3-26) e sul **fondo** (3.27 - 3-28) hanno evidenziato per tutto il 2010 andamenti simili alla corrente superficiale ma di più bassa intensità. Ad entrambe le quote sono stati rilevati i medesimi picchi di intensità osservati in superficie nel mese di febbraio.

La **temperatura** sul **fondo** registrata nel primo semestre dal correntometro ADCP (fig. 3.30) ha mostrato un andamento decrescente sino al 22 marzo, quando sono stati raggiunti $8,4^{\circ}\text{C}$ corrispondenti al minimo di tutta la registrazione. Da tale data la temperatura è aumentata gradualmente sino a metà aprile, si è di nuovo ridotta sino a metà maggio ed è risalita a giugno, quando sono stati raggiunti $11,5^{\circ}\text{C}$ circa. Nel corso del secondo semestre (fig. 3.31) la temperatura ha mostrato oscillazioni tra $13,5$ e $14,8^{\circ}\text{C}$ fino a metà settembre ed è aumentata successivamente (con una sola interruzione nell'andamento all'inizio di novembre) raggiungendo il massimo ($17,2^{\circ}\text{C}$) di tutto l'anno il 3 dicembre. Da questo momento in poi si è osservato un decremento piuttosto repentino che ha portato a $12,7^{\circ}\text{C}$ intorno al 25 dicembre.

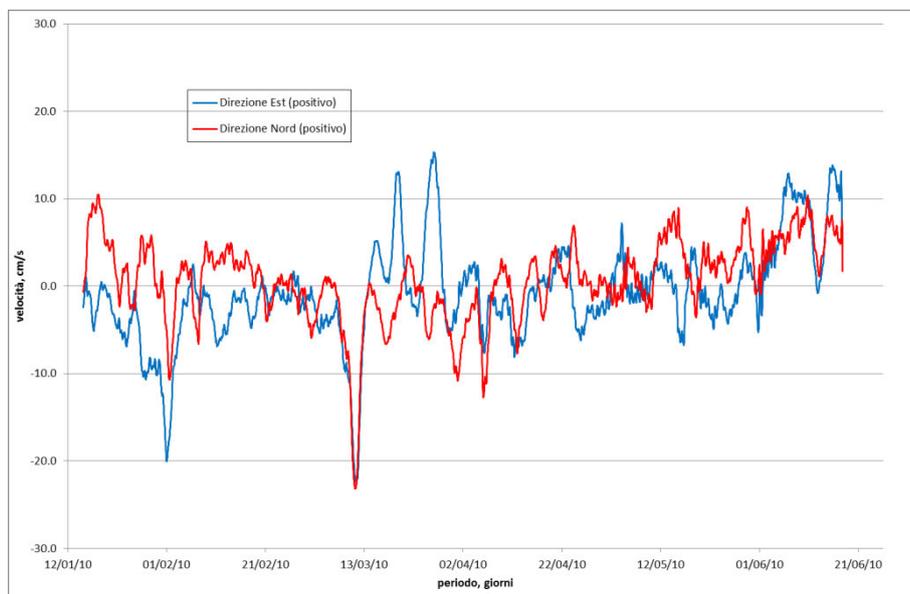


Fig. 3.21 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate in **superficie** dal correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (media mobile 36 ore).

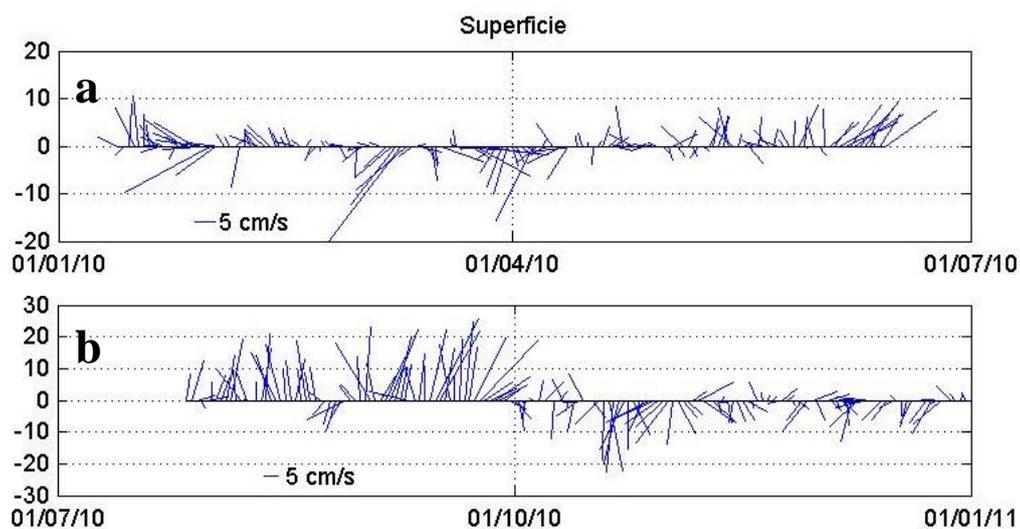


Fig. 3.22 - Stickplot della corrente in **superficie** (medie giornaliere) registrata con il correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (a) e dal 27/07 al 31/12/2010 (b).

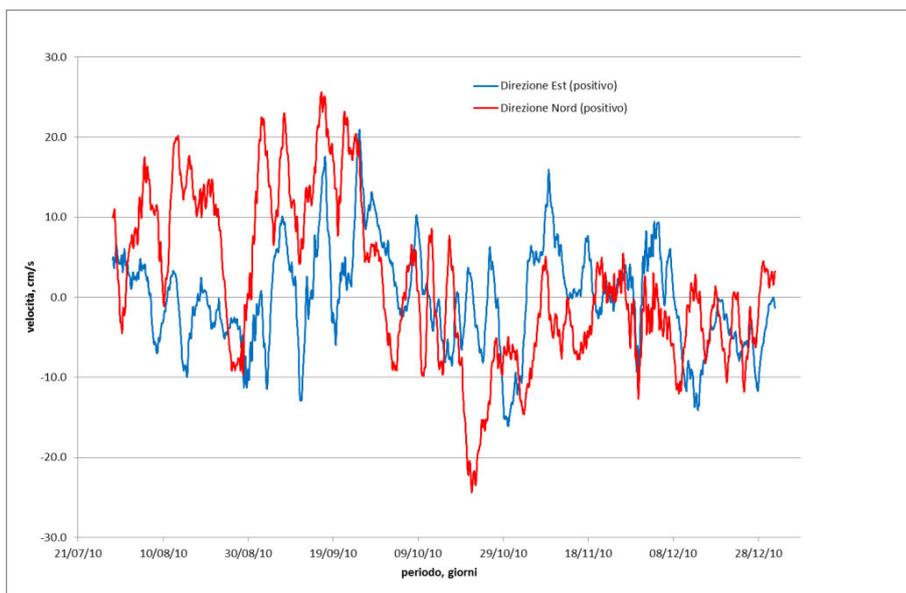


Fig. 3.23 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate in **superficie** dal correntometro ADCP dal 27/07 al 31/12/2010 (media mobile 36 ore).

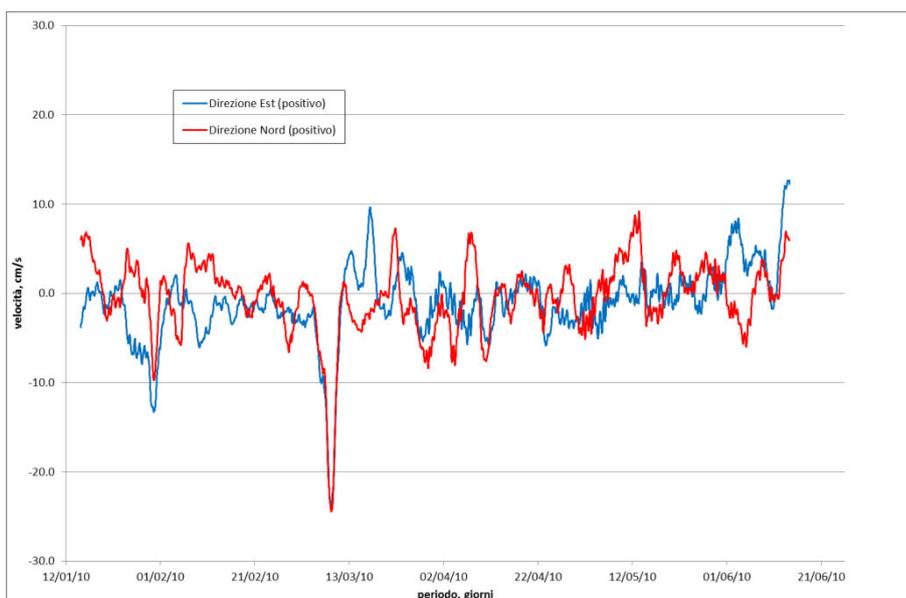


Fig. 3.24 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate a **20 m dal fondo** dal correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (media mobile 36 ore).

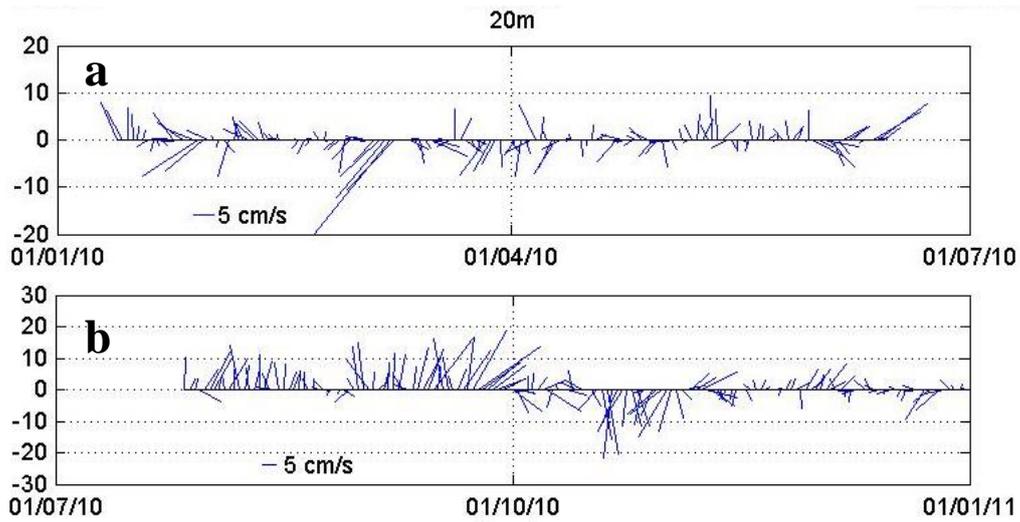


Fig. 3.25 - Stickplot della corrente a **20 m dal fondo** (medie giornaliere) registrate dal correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (a) e dal 27/07 al 31/12/2010 (b).

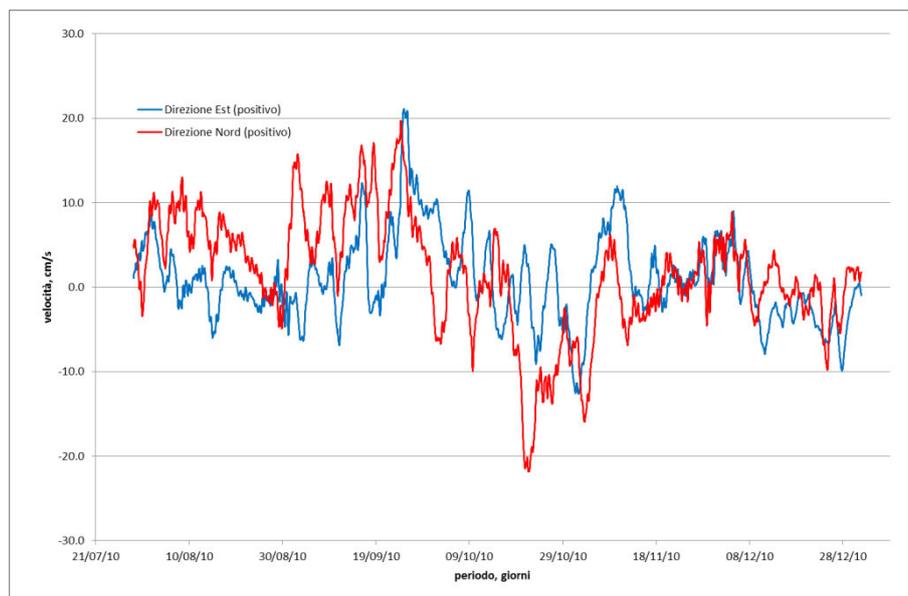


Fig. 3.26 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate a **20 m dal fondo** dal correntometro ADCP dal 27/07 al 31/12/2010 (media mobile 36 ore).

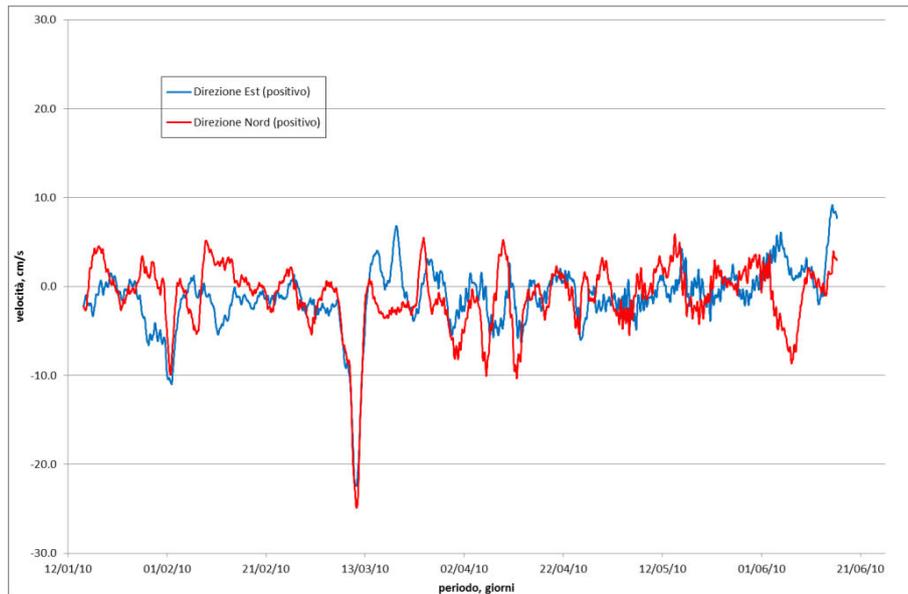


Fig. 3.27 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate sul **fondo** dal correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (media mobile 36 ore).

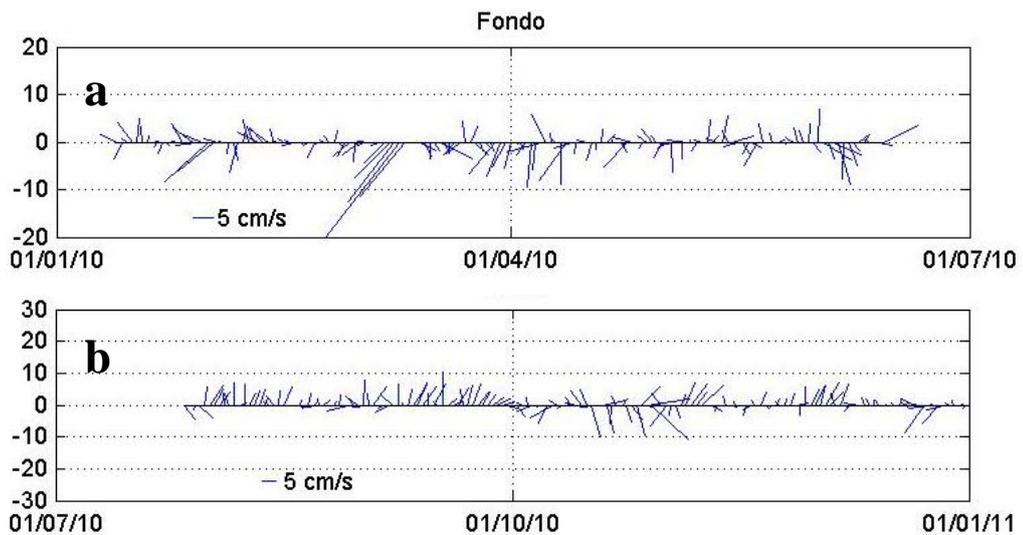


Fig. 3.28 - Stickplot della corrente sul **fondo** (medie giornaliere) registrate dal correntometro ADCP dal 13/01 al 14/06/2010 (a) e dal 27/07 al 31/12/2010 (b)

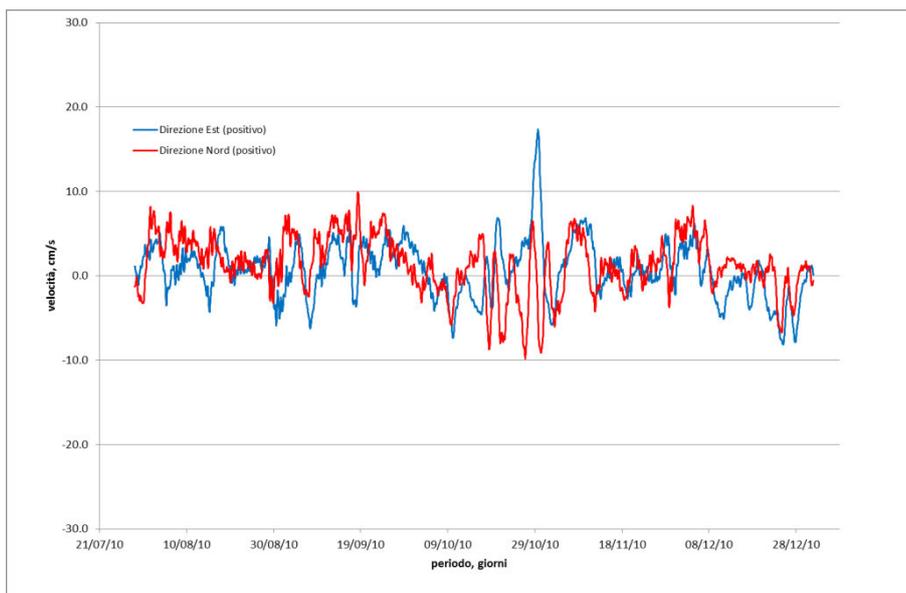


Fig. 3.26 - Distribuzione ed intensità delle correnti registrate sul **fondo** dal correntometro ADCP dal 27/07 al 31/12/2010 (media mobile 36 ore).

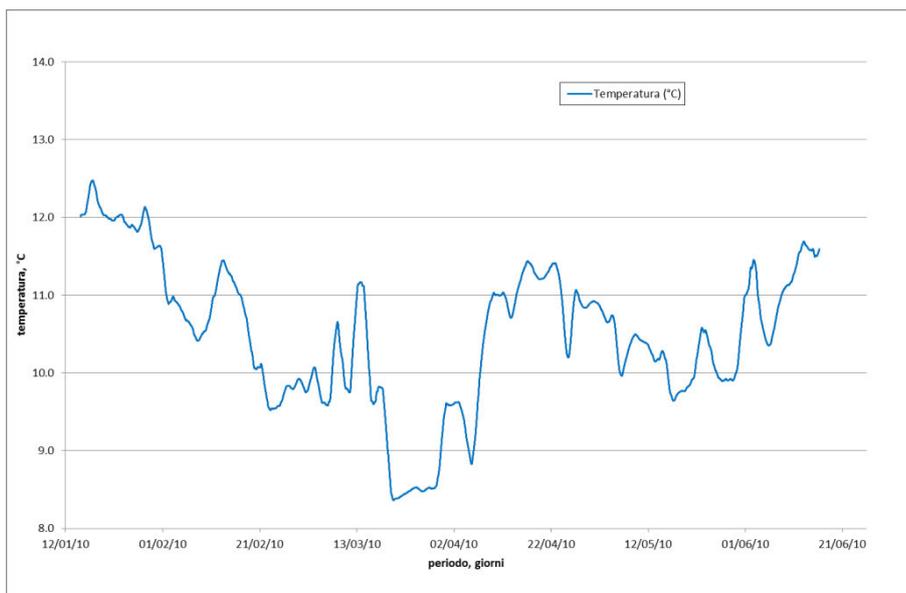


Fig. 3.30 – Andamento della temperatura registrata sul **fondo** dal correntometro ADCP posto dal 13/01 al 14/06/2010.

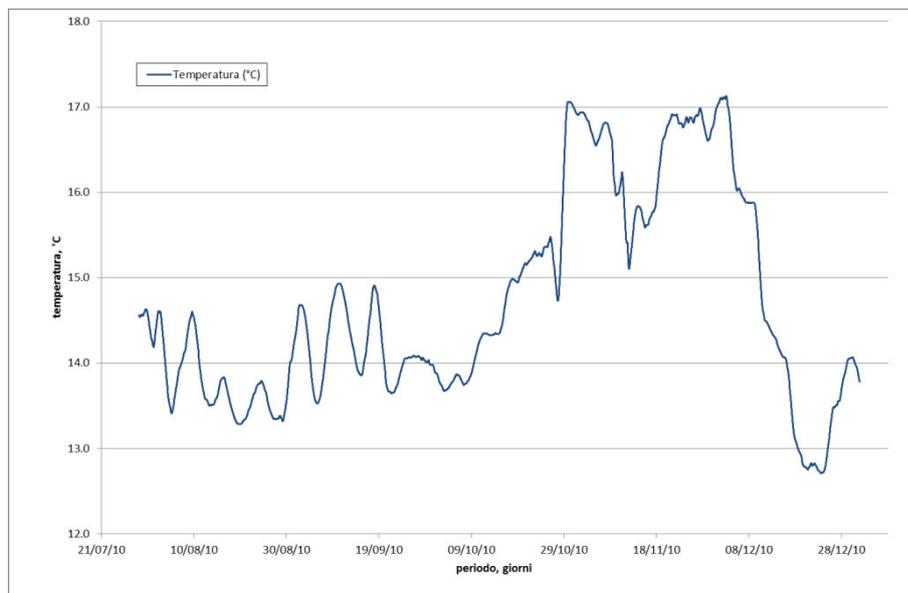


Fig. 3.31 – Andamento della temperatura registrata sul **fondo** dal correntometro ADCP posto dal 27/07 al 31/12/2010.

3.2. INDAGINI FISICHE E CHIMICHE DEI SEDIMENTI

3.2.1. GRANULOMETRIA

I sedimenti campionati nell'estate 2010 sono apparsi piuttosto simili tra loro, sia come colore (grigio), sia come tessitura. Tutti erano costituiti in prevalenza da sabbia, con uno strato superficiale ossidato color nocciola modesto che, nella maggior parte dei casi, era limitato a un film sottilissimo. Alla sabbia, in ordine di abbondanza, seguivano silt e argilla. Nessuno dei campioni risultava maleodorante o con strie nere anossiche evidenti. Nel profilo sedimentario era presente in quantità variabile di biodetrito conchifero. Il residuo conchigliare era meno abbondante nelle stazioni B8, B7, A6 e A5 e più abbondante in B3 e B4 (vedi All. B).

Non sono state rilevate particolari differenze tra l'area circostante la piattaforma e i controlli. La percentuale di sabbia è sempre superiore all'80,71%, valore minimo osservato in A4 (Tab. 3-I; fig 3.32). Il massimo per tale frazione granulometrica è stato rilevato nel controllo K4 (88,76%), molto simile alla percentuale rilevata in corrispondenza della piattaforma (A5; 88,11%). Il valore massimo per il silt è stato rilevato in A4 (12,21%), mentre il minimo è stato riscontrato in K4 (6,65%). Per quanto riguarda l'argilla, minimo e massimo sono stati rispettivamente registrati in A5 (4,36%) e A4 (7,08%).

Rispetto all'inverno 2010 le variazioni maggiori sono state osservate in A3, dove la sabbia si è ridotta di 5 punti percentuali a vantaggio sia del silt che dell'argilla.

Gli andamenti temporali delle varie frazioni granulometriche hanno evidenziato delle variazioni che in alcuni casi hanno superato i 20 punti percentuali. Ad esempio la sabbia lungo il transetto A è sempre stata superiore all'80% ma nell'estate 2008 è scesa attorno al 66% in piattaforma, in A6, e A7. Tale situazione è stata osservata anche nell'inverno 2009 da A5 ad A7, dopodiché si sono ripristinate anche in queste stazioni delle percentuali omogenee alle altre.

In corrispondenza della piattaforma (A5), la sabbia ha mostrato le variazioni maggiori: si è ridotta nel corso d'opera (inverno 2007), è aumentata fino al primo survey post lavori (inverno 2008), si è ridotta bruscamente nell'estate 2008 ed è nuovamente aumentata dall'estate 2009 sino all'inverno 2010. Nell'ultimo survey, infine, si è nuovamente ridotta raggiungendo una percentuale simile a quella del pre-survey.

Il silt lungo il transetto A ha presentato mediamente un comportamento opposto a quello

della sabbia, con un aumento dal pre-survey all'inverno 2009, una riduzione nell'estate successiva e un aumento sino all'estate 2010. Lungo il transetto B il trend temporale della frazione limosa (silt) è risultato simile, anche se con magnitudine leggermente inferiore. Sotto la piattaforma le oscillazioni sono apparse decisamente più ampie e caratterizzate da un aumento costante fino all'estate 2007, un decremento nell'inverno successivo e un rilevante incremento nell'estate 2008. Sono seguiti una riduzione repentina che ha portato al minimo nell'inverno del 2010 e un lieve aumento nell'estate seguente. I valori di riferimento hanno mostrato variazioni decisamente inferiori a quelle registrate lungo i transetti.

Per quanto concerne infine la frazione argillosa, lungo il transetto A si è assistito a un aumento dal pre-survey all'inverno 2008 (e a una riduzione dall'inverno 2009 a quello del 2010, quando sono state raggiunte le concentrazioni più basse del transetto. Un ulteriore aumento è avvenuto nell'ultimo survey. Anche per questa componente l'andamento temporale lungo B è risultato simile a quello di A. I sedimenti sotto la piattaforma sono apparsi caratterizzati da maggiori oscillazioni, con concentrazioni superiori al 10% in inverno 2007, nell'estate del 2008 e nell'inverno 2009. Nei controlli l'argilla ha subito piccole variazioni nel tempo.

Tab. 3-I - Composizione percentuale delle principali classi granulometriche determinata nei sedimenti campionati tra l'estate 2006 (pre-survey) e l'estate 2010. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Tea. PS = pre-survey; DL = Durante lavori d'installazione; PL = post lavori d'installazione.

	PS (estate 2006)			I DL (inverno 2007)			II DL (estate 2007)			I PL (inverno 2008)			II PL (estate 2008)		
	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla
A1										85,81	7,38	6,81	90,56	6,88	2,56
A2										84,24	8,20	7,56	87,17	8,52	4,31
A3	86,62	7,31	6,07	86,24	6,48	7,29	84,98	7,79	7,73	83,81	8,42	7,77	84,82	9,05	6,13
A4										81,24	9,76	9,00	75,81	16,77	7,42
A5	88,19	6,34	5,47	80,92	8,98	10,10	82,77	9,58	7,64	86,21	7,17	6,62	66,20	20,88	12,92
A6	89,43	5,77	4,79	83,68	7,68	8,64	83,07	7,97	8,96	81,72	9,51	8,77	66,91	20,22	12,86
A7										76,14	12,41	11,45	66,25	19,04	14,71
A8										82,10	9,31	8,59	79,39	10,54	10,07
A9										82,47	9,12	8,41	86,28	5,89	7,83
B1										87,24	6,64	6,13	86,71	4,98	8,31
B2										88,3	6,09	5,62	82,17	7,16	10,67
B3	88,25	6,10	5,64	82,22	8,37	9,41	82,54	8,39	9,06	88,69	5,88	5,43	78,45	9,46	12,09
B4										86,28	7,14	6,59	79,47	11,88	8,66
A5	88,19	6,34	5,47	80,92	8,98	10,10	82,77	9,58	7,64	86,21	7,17	6,62	66,20	20,88	12,92
B5										83,86	8,40	7,75	78,82	12,12	9,06
B6	87,19	7,40	5,42	84,91	7,10	7,99	82,07	9,73	8,20	85,48	7,55	6,97	77,48	11,45	11,07
B7										86,65	6,94	6,41	81,41	11,12	7,47
B8										88,65	5,90	5,45	86,73	6,82	6,45
K1	87,6	7,53	4,87	76,10	11,25	12,65	79,30	10,30	9,97	85,21	7,38	7,42	84,29	8,03	7,69
K2	89,12	7,04	3,84	75,66	11,46	12,89	86,68	6,91	6,41	84,49	7,74	7,78	88,77	6,12	5,11
K3	86,97	8,00	5,04	87,18	6,03	6,79	86,82	6,20	6,98	86,66	6,65	6,69	91,21	4,46	4,33
K4	89,62	5,47	4,90	87,64	5,82	6,54	84,09	8,06	7,85	88,14	5,92	5,95	88,15	5,77	6,08

Tab. 3-I - Continuo.

	III PL (inverno 2009)			IV PL (estate 2009)			V PL (inverno 2010)			VI PL (estate 2010)		
	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla	Sabbia	Silt	Argilla
A1	89,40	7,73	2,88	84,35	8,69	6,96	88,31	7,49	4,20	84,61	9,55	5,84
A2	86,67	8,84	4,48	87,73	7,17	5,10	87,34	8,50	4,16	83,87	10,60	5,53
A3	83,70	9,72	6,58	86,82	8,42	4,76	87,92	8,11	3,97	82,41	10,95	6,63
A4	76,31	16,42	7,27	82,69	8,04	9,27	82,52	11,73	5,75	80,71	12,21	7,08
A5	65,77	21,15	13,09	89,32	6,18	4,50	91,50	5,70	2,79	88,11	7,52	4,36
A6	66,09	20,73	13,18	87,18	6,69	6,13	88,56	6,77	4,67	86,08	8,06	5,86
A7	64,79	19,86	15,34	87,92	5,38	6,70	87,00	7,62	5,38	84,46	8,82	6,72
A8	78,72	10,88	10,40	87,02	7,18	5,80	89,03	6,43	4,54	85,63	8,35	6,02
A9	85,75	8,25	6,00	87,90	7,90	4,20	87,73	7,19	5,08	86,04	8,11	5,85
B1	85,69	7,31	7,00	86,61	6,29	7,10	88,64	6,66	4,70	86,69	7,54	5,77
B2	82,75	8,45	8,80	87,71	6,49	5,80	87,62	7,49	4,89	84,18	9,85	5,96
B3	78,14	10,36	11,50	90,80	4,20	5,00	90,00	6,05	3,95	87,31	7,33	5,36
B4	78,17	12,83	9,00	85,57	4,83	9,60	89,14	6,57	4,29	87,98	7,18	4,84
A5	65,77	21,15	13,09	89,32	6,18	4,50	91,50	5,70	2,79	88,11	7,52	4,36
B5	77,42	12,92	9,66	87,66	4,76	7,58	90,01	6,04	3,95	87,32	7,50	5,18
B6	78,01	11,18	10,81	83,21	7,79	9,00	83,98	9,69	6,33	85,61	8,79	5,60
B7	80,85	11,46	7,69	88,15	5,75	6,10	86,31	8,28	5,41	83,06	10,19	6,75
B8	87,49	6,43	6,08	84,84	7,46	7,70	86,66	8,07	5,27	84,79	9,14	6,07
K1	83,19	8,59	8,23	86,09	6,60	7,31	84,54	9,06	6,40	83,14	10,15	6,71
K2	87,31	6,92	5,77	88,97	7,28	3,75	88,04	7,01	4,95	85,30	8,61	6,08
K3	89,65	5,25	5,09	88,37	7,31	4,32	86,70	7,80	5,51	86,53	7,84	5,63
K4	87,93	6,37	5,70	91,63	5,17	3,20	88,96	6,47	4,57	88,76	6,65	4,59



Fig. 3.32 – Ripartizione delle classi granulometriche nei sedimenti analizzati **a)** nel pre-survey (PS; estate 2006) e nei monitoraggi condotti durante i lavori di installazione (DL; inverno ed estate 2007) e **b)** nei sei survey effettuati nella fase di produzione di Tea (PL; inverno 2008 – estate 2010). A5 = piattaforma.

3.2.2. IPA

Questi composti sono stati rilevati per la prima volta nell'inverno 2009, ovvero nel secondo anno dopo l'entrata in produzione della piattaforma Tea (Tab. 3-II; fig. 3.33), sebbene in quantità modeste ovunque, tutte al di sotto degli LCB riportati da ICRAM-APAT (2007).

Nell'estate 2010 gli IPA sono risultati diffusamente presenti; la maggior parte di loro, infatti, sono stati rilevati in tutte (Naftalene, Fenantrene, Fluorantene, Pirene, Crisene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene) o quasi tutte le stazioni (Benzo(k)fluorantene). L'Antracene è stato trovato sporadicamente, mentre pochi composti (Dibenzo(a,h)antracene, Acenaftilene, Acenaftene) sono risultati al di sotto del limite di rilevabilità del metodo in tutti i siti.

Anche gli IPA totali hanno esibito concentrazioni basse in tutte le stazioni, sempre al di sotto dell'LCB (0,900 mg/kg s.s.), ma comunque con valori leggermente più elevati lungo il transetto B rispetto ad A e controlli. Anche in corrispondenza della struttura (A5; 0,036 mg/kg) la concentrazione di IPA totali è apparsa lievemente più elevata rispetto alla media (\pm dev.st.) dei siti K ($0,029 \pm 0,004$ mg/kg)..

Nei due anni in cui sono stati rilevati questi composti hanno esibito comportamenti molto eterogenei ma, essendo sempre in quantitativi modesti, le variazioni vanno interpretate con estrema cautela. Rimane il fatto che questi composti non erano rinvenibili nell'area di studio e che sono comparsi successivamente (anche se non subito) all'istallazione della piattaforma. E' presumibile che la loro presenza sia più legata all'aumento del traffico marittimo che non alle attività di estrazione di Tea.

Tab. 3-II – Concentrazioni (mg/kg s.s.) degli IPA nei sedimenti campionati a partire dall'inverno 2009 (negli anni precedenti non sono stati rinvenuti). In rosso il sito in corrispondenza della piattaforma. Per i composti per i quali sono disponibili sono riportati anche gli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007). Le celle vuote indicano l'assenza del composto in quella stazione.

	Inverno 2009																						
	LCB	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	A5	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Naftalene	0,035				0,003	0,001	0,029	0,006		0,002	0,001			0,002	0,001			0,001					
Acenaftilene								0,002												0,002			
Acenaftene	0,007							0,001															
Fluorene	0,021							0,002						0,001									
Fenantrene	0,087						0,004	0,004	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,005		0,002	0,003	0,003	0,002	0,011	0,002	0,003	0,003
Antracene	0,047					0,003									0,003					0,001			
Fluorantene	0,113	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,006	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,015	0,003	0,002	0,002
Pirene	0,153	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,021	0,003	0,002	0,002
Benzo (a) antracene	0,075	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003		0,001	0,002	0,001	0,010	0,003	0,001	0,001
Crisene	0,108	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,004	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,009	0,002	0,001	0,001
Benzo (b) fluorantene		0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,009	0,005	0,003	0,003	0,004	0,003	0,004	0,006	0,003	0,013	0,005	0,003	0,003
Benzo (k) fluorantene		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002
Benzo (a) pirene	0,080	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,009	0,002	0,001	0,001
Dibenzo (a, h) antracene	0,006										0,001												
Benzo (g, h,i) perilene		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,007	0,002	0,002	0,002
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene							0,003	0,003	0,003	0,003	0,005	0,004	0,002	0,001		0,003	0,003	0,004	0,002	0,007	0,003	0,002	0,002
IPA Totali	0,900	0,018	0,019	0,017	0,021	0,025	0,053	0,033	0,021	0,022	0,043	0,026	0,015	0,022	0,023	0,014	0,021	0,027	0,012	0,102	0,026	0,017	0,017

Tab. 3-II – Continuo.

	Estate 2009																						
	LCB	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	A5	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Naftalene	0,035	0,001	0,002	0,003	0,004	0,001	0,001		0,002	0,002	0,002		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001			0,001	
Acenaftilene					0,001			0,001	0,001	0,003	0,001		0,002	0,001		0,001	0,001		0,001	0,001		0,001	
Acenaftene	0,007			0,004																			
Fluorene	0,021			0,004																			
Fenantrene	0,087	0,002	0,001	0,009	0,003	0,001	0,001		0,002	0,002	0,002		0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001
Antracene	0,047																						
Fluorantene	0,113	0,002	0,002	0,010	0,004	0,002	0,002		0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	
Pirene	0,153	0,002	0,002	0,006	0,003	0,001	0,001		0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002		0,002	0,001		0,001	
Benzo (a) antracene	0,075	0,001	0,001	0,005	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						
Crisene	0,108	0,001	0,001	0,005	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,002		0,001	0,001	0,002		0,001	0,001		0,001	
Benzo (b) fluorantene		0,003	0,002	0,005	0,004	0,002	0,002		0,002	0,002	0,002		0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002
Benzo (k) fluorantene		0,001	0,001	0,002	0,002			0,001	0,001	0,001	0,001	0,001					0,001		0,001	0,001			
Benzo (a) pirene	0,080	0,001	0,001	0,002	0,002			0,001	0,001	0,001	0,001					0,001							
Dibenzo (a, h) antracene	0,006																						
Benzo (g, h,i) perilene			0,001	0,001	0,002												0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene		0,001	0,002	0,002	0,002		0,001	0,001	0,001	0,001	0,001						0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001
IPA Totali	0,900	0,015	0,016	0,058	0,031	0,009	0,010	0,006	0,016	0,018	0,016	0,004	0,015	0,009	0,009	0,011	0,021	0,006	0,017	0,015	0,008	0,015	0,004

Tab. 3-II – Continuo.

	Inverno 2010																						
	LCB	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	A5	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Naftalene	0,001			0,003	0,003	0,001	0,001				0,002			0,003		0,001	0,001	0,001					0,001
Acenaftilene																							
Acenaftene																							
Fluorene																							
Fenantrene	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002			0,001	0,001		0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003
Antracene																							
Fluorantene	0,004	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002			0,001	0,001	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,004
Pirene	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002			0,001		0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001		0,002
Benzo (a) antracene				0,001												0,001							
Crisene	0,002	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002			0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002
Benzo (b) fluorantene	0,003	0,003	0,002	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002			0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003
Benzo (k) fluorantene	0,001	0,001	0,001	0,001																			0,001
Benzo (a) pirene				0,001																			
Dibenzo (a, h) antracene																							
Benzo (g, h,i) perilene	0,002	0,001	0,001	0,002				0,001			0,001					0,001	0,001	0,001	0,001				0,002
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,002	0,001	0,001	0,001				0,001		0,001	0,001					0,001	0,001	0,001	0,001				0,002
IPA Totali	0,020	0,014	0,013	0,026	0,008	0,009	0,011	0,011	0,007	0,009	0,014	0,000	0,000	0,008	0,004	0,013	0,012	0,011	0,012	0,008	0,008	0,004	0,020

Tab. 3-II – Continuo.

	Estate 2010																							
	LCB	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	A5	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Naftalene	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Acenaftilene																								
Acenaftene																								
Fluorene	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002		0,001			0,001	0,001			0,002		0,001	0,001	0,001	0,001		0,001			0,002
Fenantrene	0,010	0,009	0,009	0,008	0,010	0,006	0,009	0,007	0,007	0,012	0,010	0,006	0,011	0,010	0,009	0,008	0,010	0,009	0,009	0,007	0,007	0,005	0,010	
Antracene	0,001				0,001					0,001	0,001		0,001	0,001										0,001
Fluorantene	0,004	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	
Pirene	0,004	0,002	0,003	0,004	0,004	0,002	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,003	0,005	0,004	0,006	0,008	0,010	0,001	0,003	0,005	0,003	0,004	0,004	
Benzo (a) antracene	0,002		0,001		0,001						0,001	0,001	0,002	0,001	0,006	0,003	0,003	0,005		0,002		0,001	0,002	
Crisene	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,002	0,012	0,006	0,007	0,010	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	
Benzo (b) fluorantene	0,005	0,003	0,004	0,003	0,004	0,003	0,003	0,002	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,003	0,004	0,003	0,005	
Benzo (k) fluorantene	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001		0,001	0,001	0,001		0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001		0,002	
Benzo (a) pirene	0,002		0,001		0,001								0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001					0,002
Dibenzo (a, h) antracene																								
Benzo (g, h,i) perilene	0,003	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	
Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003	0,002	0,003	0,002	0,003	
IPA Totali	0,041	0,026	0,033	0,028	0,036	0,021	0,028	0,019	0,023	0,033	0,034	0,023	0,041	0,036	0,051	0,043	0,049	0,048	0,033	0,031	0,028	0,024	0,041	

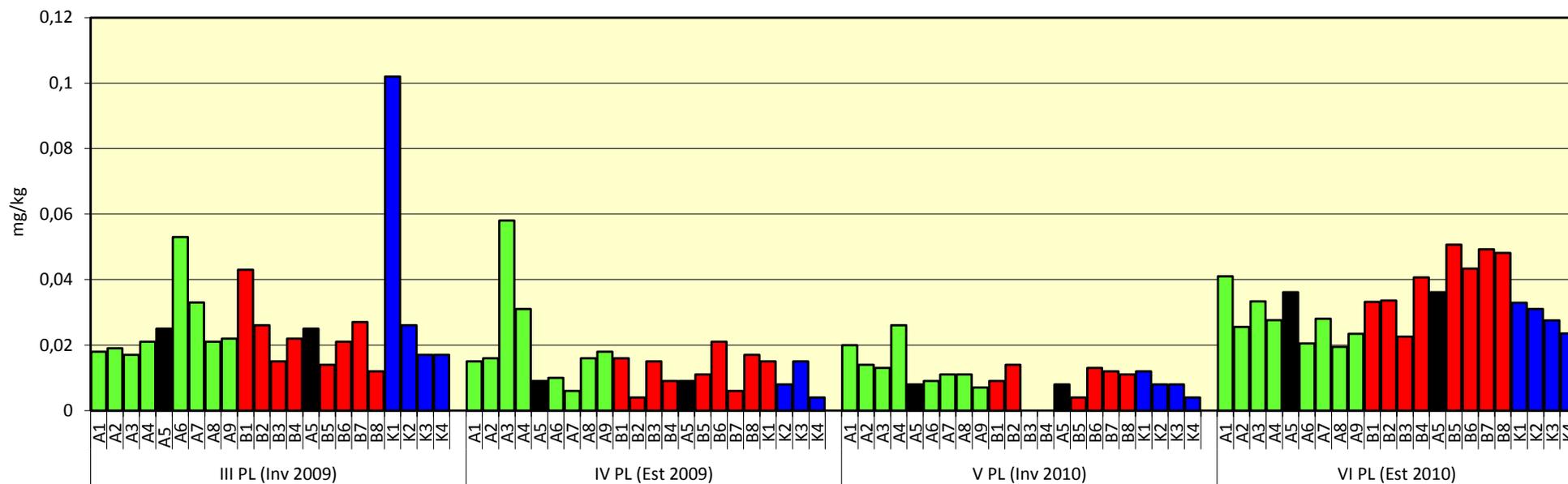


Fig. 3.33 – Concentrazioni degli IPA nei sedimenti campionati nel 2009 e nel 2010. Questi composti non erano stati rilevati negli anni precedenti. In nero il sito in corrispondenza della piattaforma. PL = survey condotti dopo i lavori di installazione di Tea.

3.2.3. METALLI PESANTI

I risultati dell'analisi dei metalli pesanti condotte sui sedimenti prelevati tra l'estate 2006 e l'estate 2009 sono riportati in Tab. 3-III e in fig. 3.34, mentre le concentrazioni medie (\pm dev.st.), da cui è stata esclusa la stazione A5, sono disponibili in Tab. 3-IV. Si sottolinea che, per i metalli per cui sono indicati gli LCB nel Manuale ICRAM-APAT (2007) e indicati in Tab. 3-III, le concentrazioni rilevate nei sedimenti analizzati sono sempre risultate notevolmente inferiori salvo qualche eccezione discussa più avanti.

Alluminio – Le concentrazioni di alluminio rilevate nell'intero periodo di monitoraggio sono sempre state molto basse e pertanto sia i confronti tra stazioni sia le variazioni temporali devono essere valutate con cautela.

Nel primo survey condotto durante i lavori di installazione (inverno 2007) l'alluminio era incrementato rispetto al pre-survey nei siti entro 60 m dalla piattaforma e diminuito nei riferimenti, fatto che era stato indicato come un effetto delle attività in corso, anche se avevano raggiunto le concentrazioni rilevate ai controlli, dove invece il metallo si era ridotto. Dall'inverno 2007 all'estate 2008 mediamente l'alluminio si era ridotto ovunque e, nei siti in cui era stato osservato un aumento, si trattava di una variazione estremamente modesta.

Nell'inverno 2009 era stata osservata un'inversione di tendenza che aveva interessato sia transetti sia riferimenti (tranne A6, A7, B1). Nell'estate 2009 è stato confermato il trend decrescente in tutti i siti osservato precedentemente, che ha portato a concentrazioni inferiori a quelle del pre-survey. Negli ultimi due campionamenti l'alluminio ha esibito un trend crescente, ma i valori medi raggiunti nell'ultimo monitoraggio sono rimasti in linea (per i transetti) o sono apparsi inferiori (per i controlli) rispetto al pre-survey. Presso Tea la concentrazione dell'ultimo survey è risultata inferiore a quella del pre-survey. Complessivamente, i dati suggeriscono che Tea non influenza la dinamica di questo metallo.

Bario – Segni di alterazione a carico del bario sono stati rilevati in tutti i survey a partire dall'inverno 2007, ossia durante le operazioni di installazione della piattaforma.

In tutti i casi le anomalie positive di maggior rilievo sono state osservate prevalentemente in corrispondenza della piattaforma dove, fino all'inverno 2009, sono state registrate concentrazioni 2-3 volte maggiori rispetto ai controlli.

A partire dall'estate 2009 i dati avevano suggerito che l'ambiente era andato incontro ad un

chiaro recupero, poiché le concentrazioni lungo i transetti erano del tutto confrontabili con quelle dei controlli. L'unico modesto segnale di alterazione era rimasto a carico della stazione A6 dove la concentrazione (268,45 mg/kg) era circa 3 volte la media dei riferimenti (89,00±6,59 mg/kg).

Nell'inverno 2010 il bario aveva mostrato una recrudescenza che aveva interessato quasi tutti i siti (ad eccezione di A2, A6, B4), senza tuttavia raggiungere i picchi osservati tra l'inverno 2008 e quello 2009. Tale incremento si è protratto per alcune stazioni anche nell'estate 2010, anche se mediamente non sono state riscontrate differenze tra transetti e controlli. Particolarmente eclatanti sono stati gli aumenti osservati in corrispondenza di Tea e della stazione A7, dove il bario si è attestato su valori pari rispettivamente a 2,6 e 4,4 volte la media dei controlli. Incrementi più modesti sono stati registrati in A2, A4, A8, B3, B4. Per contro, riduzioni di magnitudine confrontabile o inferiore sono stati rilevati in A3, A6, A9, B1, B5. Nelle restanti stazioni le variazioni sono apparse trascurabili, parimenti a quanto osservato nei controlli eccetto K4, dove è stato registrato un leggero incremento di questo metallo.

Complessivamente, è possibile affermare che la presenza di Tea ha effetti sul bario prevalentemente nelle sue vicinanze e maggiormente lungo il transetto A rispetto a B. Se nell'estate 2009 i dati avevano indicato un fenomeno di recupero in atto, quelli dell'ultimo survey suggeriscono che la contaminazione da bario era ancora presente dopo tre anni dall'installazione.

Cadmio – I tenori di cadmio registrati a partire dal pre-survey sono sempre stati modesti, con andamenti dei valori medi del tutto simili tra transetti e controlli. Solo nell'estate 2008 il transetto A era risultato trascurabilmente più contaminato rispetto a B e K.

In corrispondenza della piattaforma (A5), invece, questo metallo ha esibito, a partire dall'inverno 2007 e fino all'inverno 2009, valori maggiori rispetto alla media dei riferimenti. Dall'estate 2009 in poi, nonostante un incremento in quella stagione, il tenore in corrispondenza di A5 si è attestato su un valore confrontabile alla media dei siti K. Nel 2010 presso Tea questo metallo si è ridotto raggiungendo una concentrazione inferiore a quella del pre-survey. Analogamente, anche gli altri valori dell'estate 2010 sono risultati tutti inferiori a quelli del pre-survey, ad indicare che complessivamente gli effetti della piattaforma su questo metallo sono da ritenersi trascurabili.

Cromo – Le concentrazioni di cromo determinate nell'intero periodo di indagine sono

apparse tendenzialmente modeste ovunque, con valori medi tra transetti e controlli del tutto confrontabili eccetto nel pre-survey, quando la media dei riferimenti era risultata superiore. Anche gli andamenti temporali sono apparsi simili ad eccezione dell'inverno 2007, quando i siti appartenenti ai transetti hanno mostrato un incremento contrariamente a quanto osservato per i controlli.

Tra l'inverno 2007 e l'estate successiva il cromo ha esibito un generale decremento seguito da un nuovo aumento nell'inverno 2008. E' quindi avvenuta una riduzione nell'estate successiva, dopo la quale mediamente il cromo si è mantenuto pressoché costante sino all'estate 2009. Nell'inverno 2010 si è verificato un nuovo incremento non confermato in estate. Nell'ultimo survey, pur essendo confrontabili con i riferimenti, i tenori di cromo lungo i transetti sono risultati maggiori rispetto a quelli del pre-survey, contrariamente a quanto osservato per i controlli.

Il sito posto in corrispondenza della struttura ha seguito il medesimo trend temporale generale, presentando alla fine dell'indagine una concentrazione superiore a quella del pre-survey similmente ai transetti.

Dall'analisi delle singole stazioni è stata rilevata una sola anomalia positiva presso la stazione B4 che, nell'inverno 2009, ha presentato una concentrazione più che doppia rispetto alla media dei controlli superando l'LCB. Questo unico caso non è comunque sufficiente a dimostrare un effetto di Tea sulla dinamica del metallo.

Rame – Complessivamente nell'intero monitoraggio il rame ha sempre esibito tenori modesti ovunque, con andamenti temporali del tutto confrontabili tra transetti e controlli.

L'unica eccezione si è verificata nel primo campionamento durante i lavori di installazione (inverno 2007), quando è stato rilevato un incremento nell'area della struttura contrariamente a quanto osservato per i controlli, che ha reso comparabili le concentrazioni di transetti, piattaforma e riferimenti. Dall'inverno 2007 a quello successivo il rame ha mostrato un generale aumento, seguito da una riduzione sino all'inverno 2009. Tuttavia, nel periodo inverno 2008 - inverno 2009 alcune stazioni poste entro 60 m dalla piattaforma hanno mostrato picchi mai più raggiunti successivamente e che hanno superato l'LCB. Nell'estate 2009 e nella stagione successiva il rame è aumentato di nuovo per poi ridursi nell'ultimo survey. Solo nell'inverno 2010 la concentrazione media del transetto A è risultata superiore a quella dei controlli.

Complessivamente i dati raccolti per tutta la durata del monitoraggio suggeriscono che, dopo tre anni dalla sua installazione, la struttura comporta solo modeste alterazioni

nell'area poiché i tenori di questo metallo sono rimasti complessivamente bassi sebbene più elevati rispetto a quelli del pre-survey.

Mercurio – Le concentrazioni di mercurio determinate tra l'estate 2006 e quella del 2010 sono risultate molto modeste e omogenee tra siti, con andamenti temporali dei transetti e riferimenti del tutto confrontabili.

In particolare, dal pre-survey all'estate 2008 questo metallo ha esibito un graduale decremento, seguito da una modesta crescita nell'inverno 2009, stagione in cui ha raggiunto tenori rimasti simili fino all'estate 2010 con una leggera flessione nell'inverno 2010.

Questo andamento è stato seguito anche da Tea, ad eccezione dell'incremento osservato nel 1° survey condotto durante i lavori di installazione non avvenuto negli altri siti. La concentrazione raggiunta in quell'occasione, pur indicando un certo disturbo, era tuttavia troppo modesta per indicare una contaminazione dovuta alla struttura.

Complessivamente, i dati suggeriscono che le concentrazioni di mercurio e le sue variazioni temporali non sono dipese dall'installazione e dalla presenza della piattaforma Tea.

Tab. 3-III - Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al espresso in %) dei metalli in tracce presenti nei sedimenti campionati tra l'estate 2006 e quella del 2010. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Tea. E = estate; I = inverno. E-06 = pre-survey; I-07 ed E-07 = survey condotti durante i lavori di installazione della piattaforma. I-08 - E-10 = survey effettuati nella fase di produzione di Tea. Per i metalli per cui sono disponibili sono riportati gli LCB indicati da ICRAM-APAT (2007) per i sedimenti con pelite <25%.

	Alluminio									Bario								
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A1				0,24	0,16	1,07	0,48	0,99	1,06				98,03	92,27	109,92	90,10	157,86	147,46
A2				0,42	0,17	1,05	0,82	0,09	1,20				126,10	111,64	134,84	117,31	75,52	152,23
A3	0,99	1,79	1,08	0,49	0,20	0,98	0,78	1,04	1,36	167,19	235,05	144,01	209,93	121,47	169,79	151,80	226,45	195,89
A4				0,71	0,16	0,99	0,43	0,92	1,02				313,68	193,87	203,48	148,92	199,58	269,53
A5	1,07	2,16	1,17	0,86	0,22	1,02	0,57	0,73	0,76	161,95	361,31	261,54	375,33	389,43	410,89	120,88	225,94	362,34
A6				0,97	1,17	0,84	0,63	1,24	1,05				622,25	254,85	269,17	268,45	193,46	180,88
A7	1,08	2,14	1,29	0,71	1,10	0,80	0,67	1,34	1,44	170,62	363,47	113,42	220,93	393,19	173,29	120,79	167,70	421,32
A8				0,84	0,90	1,09	0,57	1,18	1,20				165,55	113,73	158,97	102,66	148,75	209,56
A9				0,68	0,86	0,97	0,58	1,11	1,39				118,08	129,71	113,15	97,59	146,37	131,25
B1				0,56	0,89	0,87	0,56	1,31	1,36				107,93	105,05	97,43	91,39	149,66	133,08
B2				0,56	1,05	1,38	0,29	1,07	1,52				124,83	116,23	118,30	100,16	154,69	148,16
B3	1,02	2,03	1,22	1,13	0,78	1,07	0,40	1,01	1,55	177,37	139,23	102,58	122,66	116,35	114,68	121,22	122,63	150,87
B4				1,19	0,29	1,40	0,63	0,89	1,41				347,43	114,17	156,91	141,65	137,71	187,84
A5	1,07	2,16	1,17	0,86	0,22	1,02	0,57	0,73	0,76	161,95	361,31	261,54	375,33	389,43	410,89	120,88	225,94	362,34
B5				1,07	0,26	1,41	0,39	0,88	1,53				171,33	141,58	181,25	130,05	197,56	184,00
B6	0,95	1,98	1,23	1,21	0,29	1,17	0,53	0,97	1,29	155,26	184,17	129,62	188,46	108,64	123,31	123,85	167,64	174,00
B7				0,86	0,25	1,20	0,43	0,91	1,44				131,99	99,61	113,93	102,91	164,01	161,87
B8				0,94	0,33	1,10	0,40	0,90	1,29				118,67	83,54	108,17	98,07	145,03	136,30
K1	3,30	1,77	1,43	0,97	0,50	1,02	0,61	0,92	1,38	174,22	110,25	122,02	123,85	88,98	88,10	86,78	131,70	134,80
K2	3,40	1,82	1,11	0,85	0,21	1,41	0,52	0,63	1,09	178,66	113,64	110,92	122,70	86,82	115,60	81,48	141,80	141,04
K3	3,68	1,79	1,52	0,87	0,33	1,08	0,31	0,95	1,26	228,47	122,48	142,69	119,40	85,12	101,02	90,60	137,31	142,50
K4	3,36	1,94	1,45	0,52	0,26	0,80	0,34	0,73	1,17	176,64	227,68	124,97	123,97	123,65	79,21	97,14	119,86	136,96

Tab. 3-III – Continuo.

	Cadmio									Cromo								
	LCB = 0,20 mg/kg									LCB = 50 mg/kg								
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A1				0,043	0,044	0,024	0,037	0,021	0,026				33,46	30,15	24,72	25,08	46,79	38,73
A2				0,037	0,042	0,021	0,039	0,018	0,027				32,87	29,71	22,88	24,36	39,28	37,06
A3	0,040	0,041	0,037	0,054	0,044	0,023	0,042	0,034	0,025	15,83	36,92	23,01	36,49	29,63	27,03	27,66	49,90	34,22
A4				0,062	0,044	0,033	0,047	0,033	0,024				41,75	30,19	27,73	27,87	46,80	39,06
A5	0,040	0,057	0,046	0,053	0,046	0,041	0,050	0,034	0,030	16,94	34,62	20,94	40,42	31,50	24,35	27,88	44,74	38,15
A6				0,049	0,045	0,035	0,047	0,034	0,026				47,00	31,23	28,16	29,25	46,30	29,97
A7	0,040	0,044	0,031	0,040	0,048	0,027	0,047	0,034	0,028	17,35	36,73	23,68	48,07	30,52	23,01	27,46	44,69	35,88
A8				0,038	0,041	0,025	0,049	0,030	0,021				42,47	31,80	26,34	29,28	42,75	29,79
A9				0,039	0,035	0,030	0,033	0,033	0,032				45,12	27,84	23,63	25,14	43,29	33,21
B1				0,037	0,035	0,028	0,037	0,027	0,026				42,27	29,20	22,93	27,18	42,48	31,60
B2				0,040	0,034	0,029	0,045	0,028	0,027				47,01	25,38	25,10	27,36	45,16	34,50
B3	0,050	0,042	0,037	0,036	0,032	0,029	0,046	0,031	0,031	17,06	38,86	22,74	47,49	24,43	22,81	26,59	41,79	34,99
B4				0,037	0,029	0,022	0,049	0,029	0,033				40,22	29,96	60,33	25,38	44,51	39,27
A5	0,040	0,057	0,046	0,053	0,046	0,041	0,050	0,034	0,030	16,94	34,62	20,94	40,42	31,50	24,35	27,88	44,74	38,15
B5				0,037	0,024	0,021	0,054	0,027	0,029				40,79	29,35	20,92	30,88	44,93	35,05
B6	0,040	0,041	0,032	0,042	0,028	0,022	0,062	0,029	0,025	17,56	39,01	20,91	48,52	33,63	25,16	31,11	41,09	35,22
B7				0,039	0,029	0,023	0,055	0,034	0,027				43,88	29,46	25,04	32,05	50,88	40,56
B8				0,036	0,025	0,022	0,043	0,038	0,030				46,08	25,65	21,93	27,72	44,90	37,86
K1	0,040	0,039	0,029	0,040	0,033	0,020	0,073	0,036	0,029	46,71	30,56	23,64	46,09	30,45	21,28	32,31	40,28	35,36
K2	0,040	0,042	0,023	0,029	0,032	0,020	0,030	0,033	0,027	43,81	37,43	20,14	39,86	28,75	21,78	30,60	42,68	34,65
K3	0,040	0,033	0,034	0,030	0,029	0,023	0,039	0,033	0,029	47,22	31,33	27,84	39,07	26,76	24,98	25,81	42,04	37,43
K4	0,040	0,052	0,035	0,040	0,034	0,019	0,039	0,031	0,027	48,61	37,12	23,67	51,31	32,74	21,07	37,35	36,41	38,79

Tab. 3-III – Continuo.

	Rame									Mercurio								
	LCB = 15 mg/kg									LCB = 0,20 mg/kg								
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A1				10,61	4,91	4,14	7,79	9,14	5,61				0,016	0,012	0,018	0,019	0,012	0,016
A2				11,10	4,98	4,79	7,41	7,91	4,75				0,017	0,010	0,016	0,019	0,014	0,012
A3	1,61	4,35	5,63	12,08	12,12	5,30	8,37	11,32	12,80	0,072	0,054	0,025	0,017	0,013	0,016	0,015	0,016	0,017
A4				14,13	5,76	22,17	9,40	14,81	6,64				0,022	0,011	0,017	0,016	0,015	0,013
A5	3,27	4,49	6,96	12,53	6,83	6,25	7,69	11,34	6,67	0,077	0,083	0,029	0,017	0,014	0,025	0,016	0,012	0,020
A6				13,84	6,25	4,97	8,51	10,93	6,81				0,020	0,013	0,013	0,017	0,011	0,013
A7	1,49	4,66	5,98	11,43	5,94	5,26	7,94	11,81	9,82	0,076	0,054	0,035	0,017	0,012	0,013	0,020	0,010	0,013
A8				10,72	4,74	3,80	7,55	11,98	5,68				0,019	0,010	0,025	0,015	0,012	0,010
A9				11,16	4,68	3,96	6,56	9,99	6,94				0,015	0,011	0,014	0,015	0,011	0,012
B1				10,67	4,33	4,04	7,33	8,95	8,35				0,014	0,011	0,016	0,016	0,013	0,013
B2				11,94	4,21	4,79	7,14	9,05	7,34				0,018	0,012	0,020	0,016	0,012	0,013
B3	1,52	5,79	6,01	11,19	5,54	5,23	11,46	8,96	7,04	0,069	0,053	0,032	0,026	0,012	0,018	0,016	0,006	0,013
B4				16,40	9,30	19,11	10,32	8,14	10,09				0,016	0,009	0,022	0,014	0,006	0,011
A5	3,27	4,49	6,96	12,53	6,83	6,25	7,69	11,34	6,67	0,077	0,083	0,029	0,017	0,014	0,025	0,016	0,012	0,020
B5				13,65	21,23	5,05	8,03	9,01	7,53				0,019	0,015	0,017	0,017	0,008	0,014
B6	1,07	4,70	6,66	13,06	12,26	4,63	8,29	9,50	5,38	0,073	0,058	0,029	0,017	0,011	0,014	0,019	0,013	0,015
B7				12,39	5,15	5,15	7,16	8,90	5,40				0,023	0,010	0,026	0,019	0,010	0,015
B8				11,55	4,94	3,99	7,51	9,34	5,43				0,014	0,017	0,018	0,016	0,013	0,017
K1	5,75	4,48	6,31	10,94	5,44	4,60	7,77	8,25	4,39	0,073	0,054	0,032	0,020	0,015	0,020	0,020	0,015	0,013
K2	5,18	4,90	4,82	10,38	4,44	3,43	6,78	8,21	4,48	0,067	0,054	0,019	0,014	0,013	0,014	0,016	0,013	0,012
K3	5,78	4,28	4,72	10,20	4,29	4,33	7,60	8,65	4,99	0,065	0,051	0,028	0,012	0,008	0,018	0,008	0,013	0,018
K4	5,35	4,42	4,22	10,35	4,65	3,40	6,46	7,96	3,88	0,058	0,051	0,020	0,013	0,007	0,016	0,017	0,010	0,010

Tab. 3-III – Continuo.

	Nichel									Piombo								
	LCB = 32 mg/kg									LCB = 25 mg/kg								
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A1				33,52	16,29	12,75	13,83	25,62	20,35				5,93	7,19	3,64	9,98	21,36	9,73
A2				29,51	16,44	12,51	12,71	26,62	22,05				4,18	7,51	3,07	9,44	14,06	9,50
A3	8,97	23,86	33,23	30,97	16,02	14,47	15,64	28,06	22,93	12,50	13,22	12,42	3,55	7,70	3,78	9,85	15,42	9,58
A4				34,78	16,64	14,14	15,36	28,45	21,36				3,79	10,19	3,47	10,18	13,33	9,54
A5	8,55	27,72	31,68	36,66	15,80	13,57	15,91	24,17	29,96	11,48	18,61	20,13	3,44	7,53	3,54	9,71	12,95	10,01
A6				38,00	15,94	14,09	15,14	27,84	20,83				3,34	6,02	4,85	10,11	12,05	8,83
A7	9,71	27,01	32,81	37,61	16,22	13,07	15,08	27,36	23,45	12,13	13,62	11,37	4,42	5,82	4,12	10,08	11,65	8,97
A8				37,52	16,68	13,67	13,48	30,49	15,82				3,59	5,91	4,96	9,93	11,49	7,79
A9				38,94	14,24	13,15	13,14	26,08	21,36				6,96	5,92	4,47	9,08	11,49	8,82
B1				34,82	13,83	12,36	12,90	24,94	20,37				7,29	6,41	5,28	9,32	10,97	8,75
B2				39,42	13,73	14,14	13,93	27,15	18,34				8,25	5,82	5,19	9,90	10,98	8,17
B3	9,33	26,44	29,46	34,94	14,95	13,27	13,51	28,73	19,62	13,41	14,40	13,66	4,64	5,81	4,78	9,97	9,67	8,75
B4				34,19	14,95	32,53	15,02	18,97	23,36				4,68	6,46	5,58	10,08	9,36	8,27
A5	8,55	27,72	31,68	36,66	15,80	13,57	15,91	24,17	29,96	11,48	18,61	20,13	3,44	7,53	3,54	9,71	12,95	10,01
B5				30,67	15,92	12,26	15,85	29,23	20,41				2,89	6,56	4,02	10,43	10,26	9,15
B6	10,11	28,60	31,23	35,56	16,82	11,69	16,75	19,87	19,82	13,23	13,13	14,17	3,80	5,99	3,77	10,71	10,30	8,98
B7				37,49	14,57	13,96	16,10	19,63	22,42				3,94	6,26	4,55	10,11	11,56	9,15
B8				35,78	12,36	13,06	13,63	25,70	17,71				3,95	6,60	6,42	10,38	11,00	9,11
K1	22,70	27,19	31,49	35,99	14,40	11,02	14,58	21,80	15,82	11,99	13,97	13,73	4,83	6,38	5,75	9,38	12,38	8,86
K2	22,99	26,84	32,30	34,55	16,92	11,68	16,69	22,65	21,91	14,11	13,90	12,84	4,97	6,33	5,66	9,22	11,46	9,01
K3	27,22	23,04	32,84	31,98	14,56	13,95	14,23	14,52	18,83	12,91	12,93	13,09	3,59	6,75	6,15	10,39	11,29	9,80
K4	25,20	30,35	31,17	39,42	14,67	10,43	16,02	21,74	20,31	13,35	13,09	13,42	6,69	10,02	4,57	8,86	10,03	8,77

Tab. 3-III – Continuo.

	Vanadio									Zinco								
										LCB = 50 mg/kg								
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A1				32,67	26,22	22,65	23,49	33,58	32,05				28,51	25,05	26,97	25,47	31,43	28,01
A2				29,29	26,17	22,18	21,85	29,99	28,96				29,11	25,67	26,51	23,34	29,45	25,46
A3	13,66	23,15	22,46	30,28	25,53	22,96	24,44	36,44	27,14	13,89	5,85	21,71	34,69	28,91	27,78	25,71	36,25	29,51
A4				36,14	25,59	24,43	26,03	33,66	28,54				37,85	26,60	33,37	31,79	32,29	35,79
A5	10,68	24,14	21,65	36,58	25,91	23,90	24,08	32,75	29,42	13,11	8,83	20,70	45,87	29,09	39,13	41,78	33,95	28,42
A6				42,02	24,43	23,84	25,47	33,33	24,44				44,22	25,93	29,04	24,27	122,68	23,32
A7	12,72	23,87	21,38	38,65	24,49	21,95	25,40	33,91	27,38	13,06	8,14	21,60	34,31	24,61	33,73	25,09	34,66	26,77
A8				38,65	25,39	22,07	27,01	35,72	24,23				33,13	23,94	25,25	24,96	32,67	20,91
A9				39,59	23,78	23,13	22,57	33,44	26,98				35,54	23,07	24,08	22,57	30,22	22,85
B1				38,75	23,94	22,10	23,61	34,13	27,31				32,34	21,87	23,04	25,88	30,06	26,55
B2				44,74	22,75	24,17	23,62	33,47	27,23				43,02	21,09	32,77	23,33	29,35	25,88
B3	13,59	25,47	22,23	38,46	21,48	21,78	25,31	32,66	27,27	14,49	9,74	22,79	34,36	21,93	30,88	27,83	25,28	26,64
B4				35,35	25,43	52,15	24,63	27,79	28,11				39,88	28,37	57,62	25,32	22,88	30,37
A5	10,68	24,14	21,65	36,58	25,91	23,90	24,08	32,75	29,42	13,11	8,83	20,70	45,87	29,09	39,13	41,78	33,95	28,42
B5				34,97	25,83	20,92	28,06	31,19	29,00				32,82	28,51	40,33	27,17	26,22	31,20
B6	14,02	26,34	21,17	39,79	26,28	21,06	27,38	32,16	28,00	13,28	8,59	21,07	37,74	26,61	27,49	30,66	27,68	24,74
B7				42,78	26,44	23,52	28,47	35,88	30,79				39,52	25,97	33,38	27,02	30,39	27,05
B8				37,63	21,19	21,59	26,31	31,85	29,75				33,31	20,74	32,11	26,91	23,54	26,12
K1	36,18	21,35	20,52	42,44	25,00	20,33	27,27	28,20	30,58	29,72	5,92	22,35	37,45	26,72	36,49	30,60	23,12	27,62
K2	37,51	25,59	19,56	37,70	25,39	20,90	25,67	30,93	26,99	26,93	8,02	18,63	32,11	24,82	36,18	26,39	22,87	21,82
K3	40,47	20,73	23,38	35,77	23,91	22,22	26,91	29,02	30,76	34,59	5,00	22,58	28,52	23,87	27,26	25,31	22,29	27,04
K4	39,44	25,58	22,94	45,27	27,79	18,89	26,68	27,04	29,06	30,77	13,56	21,60	36,33	24,79	20,49	25,62	18,76	22,94

Tab. 3-IV - Concentrazioni medie (mg/kg s.s.; Al espresso in %) \pm dev.st. dei metalli pesanti relative a transetti e controlli calcolate per ciascun survey. Il sito A5 è stato escluso dai conteggi.

	PS (Est 2006)			I DL (Inv 2007)			II DL (Est 2007)		
	A	B	K	A	B	K	A	B	K
Alluminio	1,04	0,99	3,44	1,96	2,00	1,83	1,19	1,22	1,38
dev.st.	0,06	0,50	0,17	0,25	0,04	0,07	0,15	0,01	0,18
Bario	168,91	166,32	189,50	299,26	161,70	143,51	128,72	114,10	125,15
dev.st.	2,43	15,63	26,01	90,81	31,78	56,35	21,63	16,12	13,17
Cadmio	0,040	0,045	0,040	0,042	0,042	0,041	0,034	0,035	0,030
dev.st.	0,000	0,007	0,000	0,002	0,001	0,008	0,004	0,004	0,005
Cromo	16,59	17,31	46,59	36,82	38,93	34,11	23,34	21,83	23,82
dev.st.	1,07	0,35	2,02	0,14	0,11	3,67	0,47	1,30	3,15
Rame	1,55	1,30	5,52	4,50	5,24	4,52	5,80	6,33	5,02
dev.st.	0,08	0,32	0,30	0,22	0,77	0,27	0,25	0,46	0,90
Mercurio	0,074	0,071	0,066	0,054	0,055	0,053	0,030	0,031	0,025
dev.st.	0,003	0,002	0,006	0,000	0,004	0,002	0,007	0,002	0,007
Nichel	9,34	9,72	24,53	25,44	27,52	26,85	33,02	30,35	31,95
dev.st.	0,52	0,55	2,11	2,23	1,53	2,99	0,30	1,25	0,76
Piombo	12,32	13,32	13,09	13,42	13,77	13,47	11,90	13,91	13,27
dev.st.	0,26	0,13	0,89	0,03	0,90	0,54	0,74	0,36	0,39
Vanadio	13,19	13,81	38,40	23,51	25,91	23,31	21,92	21,70	21,60
dev.st.	0,66	0,30	1,92	0,51	0,62	2,64	0,76	0,75	1,85
Zinco	13,48	13,89	30,50	6,99	9,16	8,13	21,65	21,93	21,29
dev.st.	0,59	0,86	3,17	1,62	0,81	3,84	0,08	1,22	1,82

	I PL (Inv 2008)			II PL (Est 2008)			III PL (Inv 2009)			IV PL (Est 2009)			V PL (Inv 2010)			VI PL (Est 2010)		
	A	B	K	A	B	K	A	B	K	A	B	K	A	B	K	A	B	K
Alluminio	0,63	0,94	0,80	0,59	0,52	0,33	0,97	1,20	1,08	0,62	0,45	0,45	0,11	0,92	0,81	1,22	1,42	1,22
dev.st.	0,24	0,26	0,20	0,46	0,33	0,12	0,11	0,19	0,25	0,14	0,11	0,14	0,21	0,10	0,15	0,17	0,10	0,12
Bario	234,32	164,16	122,48	176,34	110,65	96,14	166,58	126,75	95,98	137,20	113,66	89,00	182,24	164,40	132,67	213,52	159,52	138,82
dev.st.	171,59	79,07	2,13	102,72	16,58	18,41	52,20	27,97	15,85	57,60	17,96	6,59	33,75	33,43	9,48	94,57	20,90	3,56
Cadmio	0,045	0,038	0,035	0,043	0,029	0,032	0,027	0,025	0,021	0,043	0,049	0,045	0,032	0,031	0,033	0,026	0,028	0,028
dev.st.	0,009	0,002	0,006	0,004	0,004	0,002	0,005	0,004	0,002	0,006	0,008	0,019	0,003	0,004	0,002	0,003	0,003	0,001
Cromo	40,90	44,53	44,08	30,13	28,38	29,68	25,44	28,03	22,28	27,01	28,53	31,52	45,12	44,75	40,35	34,74	36,13	36,56
dev.st.	5,96	3,19	5,75	1,19	3,04	2,54	2,15	13,15	1,83	1,92	2,45	4,76	2,49	2,93	2,82	3,61	2,90	1,90
Rame	11,88	12,60	10,47	6,17	8,37	4,70	6,80	6,50	3,94	7,94	8,40	7,15	11,39	9,28	8,27	7,38	7,07	4,43
dev.st.	1,37	1,82	0,32	2,47	5,92	0,51	6,24	5,12	0,62	0,85	1,62	0,63	1,71	0,92	0,29	2,66	1,66	0,46
Mercurio	0,018	0,018	0,015	0,011	0,012	0,011	0,016	0,019	0,017	0,017	0,016	0,015	0,012	0,010	0,013	0,013	0,014	0,013
dev.st.	0,002	0,004	0,004	0,001	0,003	0,004	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,005	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003
Nichel	35,11	35,36	35,49	16,06	14,64	15,14	13,48	15,41	11,77	14,30	14,71	15,38	27,17	24,18	20,18	21,02	20,26	19,22
dev.st.	3,51	2,54	3,10	0,78	1,38	1,19	0,71	6,97	1,54	1,14	1,41	1,19	2,04	4,20	3,79	2,34	1,59	2,59
Piombo	4,47	4,93	5,02	7,03	6,24	7,37	4,04	4,95	5,53	9,83	10,11	9,46	12,42	10,76	11,29	9,09	8,79	9,11
dev.st.	1,30	1,86	1,27	1,50	0,32	1,78	0,67	0,86	0,06	0,38	0,42	0,65	1,45	1,15	0,97	0,64	0,39	0,47
Vanadio	35,91	39,06	40,29	25,20	24,17	25,52	22,90	25,91	20,58	24,52	25,92	26,63	34,17	32,22	28,80	27,46	28,43	29,35
dev.st.	4,66	3,37	4,34	0,88	2,14	1,64	0,88	10,66	1,38	1,78	1,93	0,68	1,26	2,27	1,63	2,52	1,31	1,75
Zinco	34,67	36,62	33,60	25,47	24,38	25,05	28,34	34,70	30,10	25,40	26,77	26,98	44,10	27,41	21,76	26,58	27,32	24,86
dev.st.	4,98	3,97	4,09	1,79	3,31	1,20	3,54	10,50	7,71	2,80	2,11	2,45	31,82	3,72	2,03	4,68	2,26	2,90



Fig. 3.34 – Concentrazioni (mg/kg s.s.; Al espresso in %) dei metalli pesanti rilevate nei sedimenti campionati dall'estate 2006 all'estate 2010. In nero il sito corrispondente alla piattaforma Tea.

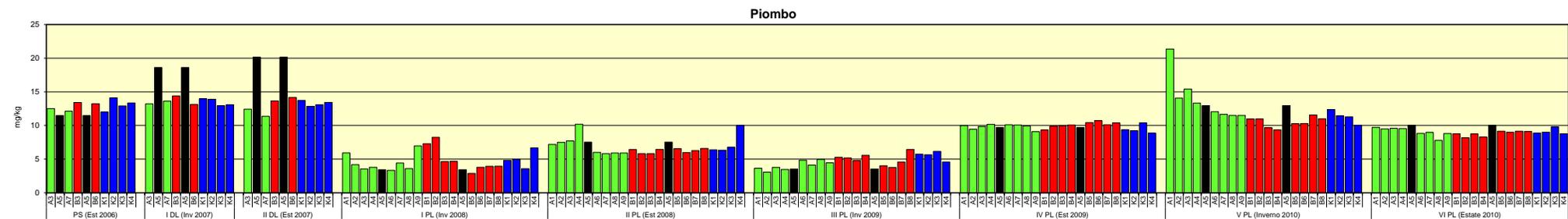
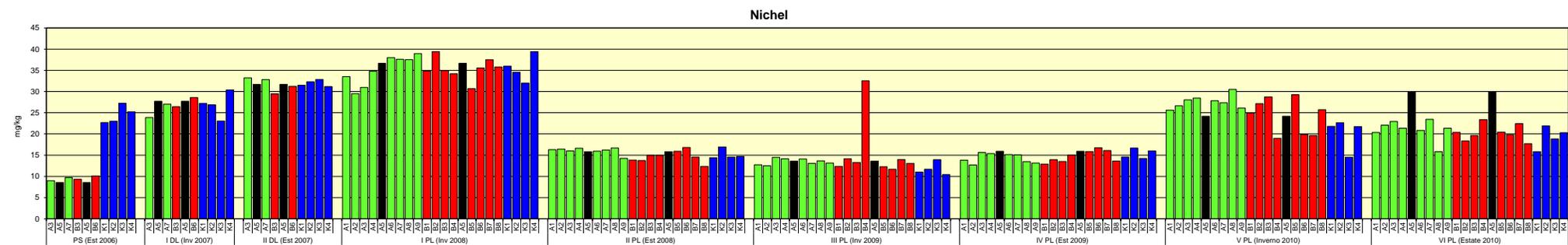
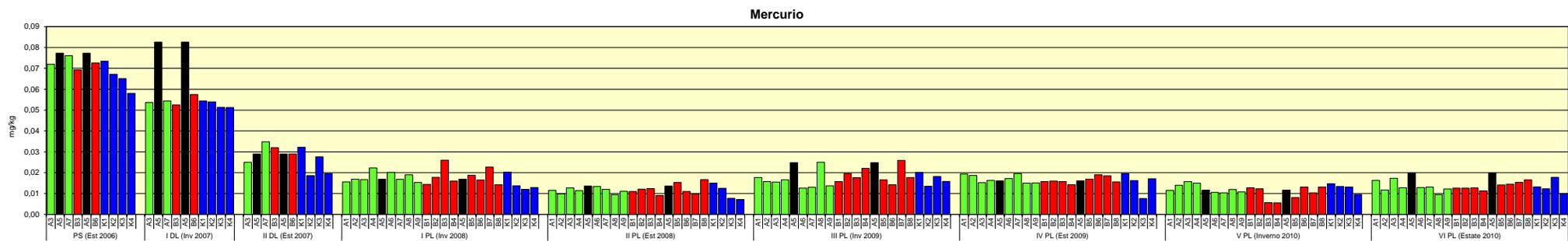
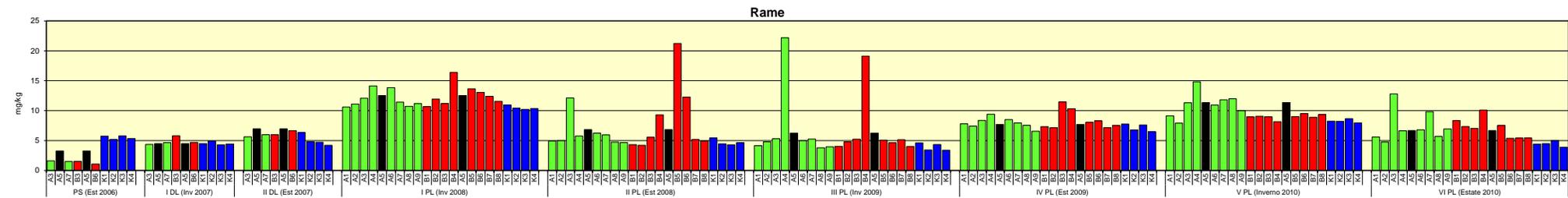
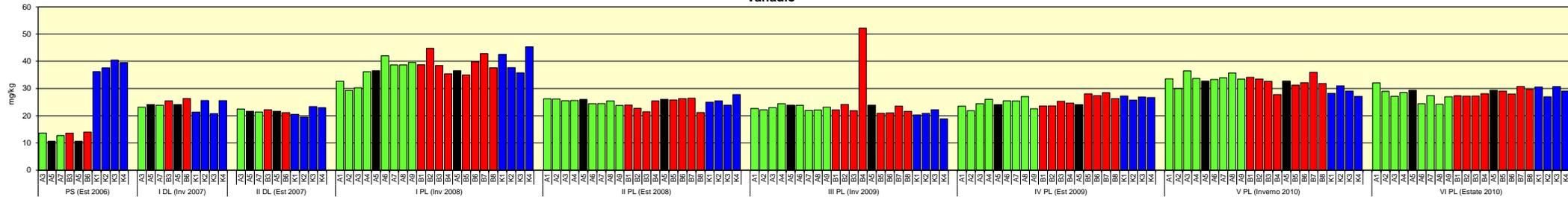


Fig. 3.34– Continuo.

Vanadio



Zinco

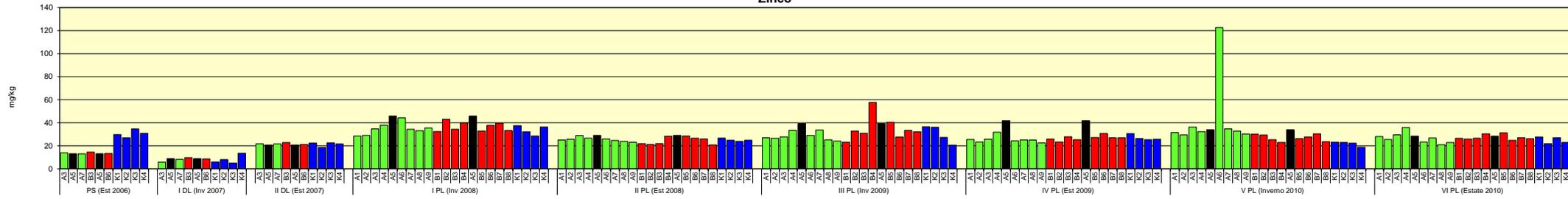


Fig. 3.34– Continuo.

Nichel – Eccetto il primo survey post lavori, per tutta la durata del monitoraggio il nichel ha esibito tenori piuttosto modesti in tutti i siti, con andamenti temporali tra transetti e controlli del tutto confrontabili.

Complessivamente, inoltre, i tenori medi di nichel relativi ai riferimenti sono sempre stati paragonabili a quelli dei transetti, seppure con qualche eccezione, la più eclatante delle quali è relativa al pre-survey quando i riferimenti erano risultati più contaminati di A, B e A5. L'altra eccezione riguarda il transetto A dove la media è risultata maggiore di quella dei controlli nell'inverno 2010. In A5 le concentrazioni sono sempre state in linea con la media dei controlli eccetto nel pre-survey (contenuto inferiore in A5) e nell'estate 2010 (contenuto maggiore in A5).

Sino all'inverno 2008 il nichel ha subito un graduale incremento, che ha portato a concentrazioni tutte superiori all'LCB (eccetto in A2, A3 e B5) non più rilevate nei survey successivi. Nell'estate 2008 è avvenuta una forte riduzione generalizzata, senza ulteriori variazioni sino all'estate 2009. In questo intervallo di tempo è solo da rilevare il picco in B4 nell'inverno 2008 leggermente superiore all'LCB, non confermato successivamente. Nell'inverno 2010 questo metallo è aumentato un po' ovunque, per ridursi nuovamente nell'ultimo campinamento.

Anche A5 ha seguito il medesimo trend temporale, con l'eccezione dell'ultimo survey durante il quale, contrariamente a quanto osservato altrove, ha esibito un incremento del metallo.

Complessivamente, i dati raccolti suggeriscono che la presenza della struttura non ha comportato uno stato di contaminazione nell'area, poiché i tenori sono rimasti complessivamente modesti. Tuttavia, dopo tre anni dall'installazione è rimasto un segnale di alterazione, anche se limitato alle immediate vicinanze della piattaforma.

Piombo – Anche le concentrazioni di piombo sono rimaste modeste durante l'intero periodo, con andamenti temporali paragonabili tra transetti e controlli.

Per i primi tre survey le concentrazioni di piombo sono rimaste pressoché stabili; solo in corrispondenza della piattaforma sono stati rilevati dei picchi, seppur modesti, durante le fasi di installazione. Nel 2008 e 2009 sono avvenuti decrementi nelle stagioni invernali e incrementi in quelle estive, mentre nel 2010 è avvenuto l'opposto. Comunque, nell'estate 2010 sono stati ottenuti ovunque valori inferiori a quelli del pre-survey.

Eccetto i picchi nel 2007 in corrispondenza di Tea già descritti, complessivamente i dati

dell'intero monitoraggio consentono di escludere un effetto della piattaforma sulle concentrazioni di piombo e sulle sue dinamiche temporali.

Vanadio – Analogamente a quanto descritto per gli altri metalli, anche i tenori del vanadio sono rimasti modesti per tutta la durata dell'indagine e gli andamenti temporali sono risultati simili nei vari gruppi di siti. Anche in questo caso, tuttavia, si è verificata un'eccezione tra il pre-survey (estate 2006) e il primo campionamento durante i lavori di posa in opera (inverno 2007), consistente in un aumento di concentrazioni nell'area circostante la piattaforma e in un decremento ai controlli. Tali variazioni hanno comunque portato a concentrazioni del tutto paragonabili tra i vari gruppi di siti.

Dopo un trascurabile decremento nell'estate 2007 è avvenuto un forte aumento nell'inverno seguente, a fronte del quale sono stati raggiunti ovunque (eccetto in B4 dove è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine) i valori più elevati dell'intero periodo. Già nell'estate 2008 i tenori di vanadio sono sensibilmente diminuiti restando confrontabili fino all'estate 2009. Nell'inverno 2010 il vanadio ha esibito una nuova recrudescenza seguita da una diminuzione, non osservata però ai controlli che, tuttavia, non ha riportato le concentrazioni al livello di quelle del pre-survey nell'area circostante la piattaforma.

Per quanto riguarda l'andamento della stazione A5 non sono state osservate differenze rispetto alle altre stazioni.

Complessivamente, pertanto, non si ritiene che Tea non abbia determinato uno stato di contaminazione dell'area da vanadio.

Zinco – Anche lo zinco ha presentato per tutta la durata dell'indagine concentrazioni modeste, con una dinamica temporale simile lungo i transetti e nei controlli.

Tra l'estate 2006 e l'inverno 2007 lo zinco si è ridotto ovunque (in modo più marcato ai controlli) per aumentare poi nei due survey successivi. Dal 2008 al 2010 si sono verificati generalmente dei lievi incrementi in inverno e delle riduzioni in estate, seppure con delle eccezioni in ogni survey. Nell'intero periodo sono da segnalare un picco anomalo in A6 nell'inverno 2010, corrispondente a 5,6 volte la media dei controlli, e un'anomalia, più lieve della precedente, in B4 nell'inverno 2009 (2,1 volte la media dei controlli), unici casi in cui è stato superato l'LCB.

Anche il sito in corrispondenza di Tea ha esibito il medesimo trend temporale delle altre stazioni, con un'unica eccezione osservata tra l'inverno e l'estate 2009 quando si è

verificato un lievissimo incremento del metallo. E' però da rilevare che, a partire dall'inverno 2008, in questo sito è stato registrato un valore sempre superiore alla media dei riferimenti, anche se a fine periodo le differenze si sono attenuate.

Complessivamente i valori medi calcolati per transetti e riferimenti sono rimasti paragonabili per tutta la durata dello studio eccetto nel pre-survey in cui i riferimenti erano risultati più impattati.

Da quanto emerso si può affermare che gli effetti di Tea sullo zinco non hanno comportato una condizione di contaminazione dell'area, poiché questo metallo ha conservato bassi valori per tutta la durata dello studio.

3.2.4. SOSTANZA ORGANICA

Per tutta la durata del monitoraggio la sostanza organica ha mostrato un andamento concorde dei valori medi calcolati per i due transetti e per i riferimenti eccetto nell'estate 2008, quando nei controlli sono state registrate concentrazioni piuttosto elevate rispetto alle altre (Tab. 3-V; fig. 3.35).

Essa ha mostrato un generale decremento tra l'estate 2006 e l'inverno 2007 e un andamento opposto fino all'inverno successivo (2008). Nell'estate dello stesso anno (2008) lungo i transetti è avvenuto un modesto decremento (solo nei controlli si è verificato un sensibile aumento) per attestarsi su valori rimasti abbastanza stabili nei survey successivi. Il sito della piattaforma ha seguito lo stesso andamento generale dei transetti.

Complessivamente, le differenze tra le stazioni sono sempre state modeste, interpretabili alla luce della naturale variabilità dell'ambiente e non imputabili al posizionamento della struttura. I dati dell'ultimo monitoraggio confermano tale ipotesi, essendo state rilevate concentrazioni di sostanza organica inferiori a quelle del pre-survey.

Tab. 3-V – Percentuali di sostanza organica (s.s.) rilevate nei sedimenti campionati dal pre-survey (estate 2006) all'estate 2010. In rosso il sito corrispondente alla piattaforma Tea (A5). In basso sono riportate le concentrazioni medie (\pm dev.st.) relative ai transetti e ai controlli. Nel calcolo delle medie è stato escluso il sito A5.

	PS (Est 06)	I DL (Inv 07)	II DL (Est 07)	I PL (Inv 08)	II PL (Est 08)	III PL (Inv 09)	IV PL (Est 09)	V PL (Inv 10)	VI PL (Est 10)
A1				1,30	1,00	1,10	1,10	0,90	0,90
A2				1,50	0,80	1,00	1,10	0,90	0,90
A3	1,53	0,83	0,90	1,20	0,90	0,90	1,20	0,90	1,00
A4				1,30	0,90	1,30	1,20	1,00	0,90
A5	1,65	0,92	1,00	1,50	1,20	1,00	1,00	1,00	0,90
A6				1,30	1,10	1,10	1,00	1,00	0,90
A7	1,54	0,88	1,10	1,20	0,90	1,00	0,90	1,20	1,10
A8				1,20	0,90	0,90	1,10	1,30	1,00
A9				1,20	0,80	1,00	0,90	1,30	1,20
B1				1,20	0,90	1,20	1,00	1,30	1,20
B2				1,40	0,80	1,10	0,80	1,50	1,30
B3	1,37	0,99	1,00	1,10	1,00	0,90	0,70	1,10	1,10
B4				1,40	0,80	1,70	1,20	0,80	1,10
A5	1,54	0,92	1,00	1,50	1,20	1,00	1,00	1,00	0,90
B5				1,40	1,10	1,00	0,90	0,90	1,20
B6	1,45	0,94	1,20	1,50	1,20	1,00	1,20	1,30	1,30
B7				1,30	0,90	1,30	1,00	1,10	1,30
B8				1,20	1,00	1,00	1,00	1,10	1,20
K1	1,49	1,03	1,30	1,30	3,90	0,90	1,00	1,00	1,00
K2	1,60	1,13	0,80	1,20	3,60	0,70	0,90	1,30	1,00
K3	1,72	0,78	0,90	1,00	3,60	0,80	0,80	1,10	1,20
K4	1,42	1,04	0,80	1,20	3,10	0,70	0,70	1,00	0,90

	PS (Est 06)	I DL (Inv 07)	II DL (Est 07)	I PL (Inv 08)	II PL (Est 08)	III PL (Inv 09)	IV PL (Est 09)	V PL (Inv 10)	VI PL (Est 10)
A	1,54	0,86	1,00	1,28	0,91	1,04	1,06	1,06	0,99
dev.st.	0,01	0,04	0,14	0,10	0,10	0,13	0,12	0,18	0,11
B	1,41	0,96	1,10	1,31	0,96	1,15	0,98	1,14	1,21
dev.st.	0,06	0,03	0,14	0,14	0,14	0,26	0,18	0,23	0,08
K	1,56	0,99	0,95	1,18	3,55	0,78	0,85	1,10	1,03
dev.st.	0,13	0,15	0,24	0,13	0,33	0,10	0,13	0,14	0,13

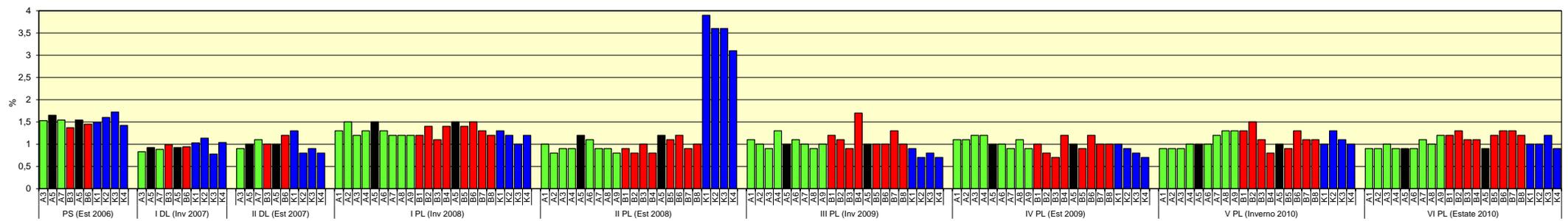


Fig. 3.35 – Concentrazioni di sostanza organica rilevate nei sedimenti campionati dall'estate 2006 (pre-survey) a quella del 2010. In nero il sito della piattaforma.

3.3. ECOTOSSICOLOGIA DEI SEDIMENTI

3.3.1. *COROPHIUM ORIENTALE*

I parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del saggio biologico condotto nell'estate 2010, sono riportati in Tab. 3-VI.

Tab. 3-VI - Parametri chimici e fisici dell'acqua sovrastante il sedimento, registrati all'inizio e al termine del saggio biologico effettuato nell'estate 2010. In rosso il sito della 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	17±1°	36	8,14	0,5	90±5	16±1°	36	8,16	0,5	90±5
A5		39	8,11	1			39	8,20	0	
A7		39	8,14	1			38	8,20	0	
A9		39	8,13	1			39	8,16	0	
B6		38	8,13	1			39	8,17	0	
B8		38	8,14	1			38	8,19	0	
K1		38	8,12	1			39	8,14	0	
K4		39	8,14	0,5			39	8,17	0	

La sensibilità rilevata degli organismi verso il tossico di riferimento (CdCl₂) LC 50 = 3,67 (LC = 3,01 mg/l e UC = 4,48 mg/l) è risultata coerente con la carta di controllo di laboratorio.

Eccetto il campione K1 (tossicità cronica bassa), non è stata rilevata alcuna tossicità cronica per gli organismi test (Tab. 3-VII).

Tab. 3-VII - Percentuali di mortalità degli organismi *C.orientale* osservati nel test di tossicità a più lungo termine nell'estate 2010. In rosso è indicata la stazione della piattaforma.

Campione	Numero degli organismi esposti	% degli organismi morti (± d.s.)	% (corretta) degli organismi morti	Tossicità
controllo	100	1 ± 2,31	0	Assente
A5	100	10± 2,31	10	Assente
A7	100	7 ± 3,83	7	Assente
A9	100	11 ± 2,00	11	Assente
B6	100	9 ± 3,83	9	Assente
B8	100	11 ± 2,00	11	Assente
K1	100	15 ± 2,00	15	Bassa
K4	100	4 ± 3,27	4	Assente

In Tab. 3-VIII sono riportati i risultati conseguiti a partire dal pre-survey.

I risultati ottenuti nell'estate 2010 hanno evidenziato che le proprietà ecotossicologiche dei sedimenti, necessarie per la sopravvivenza degli organismi test, sono migliorate rispetto

all'inverno 2010. I risultati dei test ottenuti durante l'intero periodo di monitoraggio hanno dimostrato che le attività della piattaforma hanno determinato un impatto cronico sui sedimenti prelevati in corrispondenza della struttura solo durante le fasi di installazione e nel semestre subito successivo, con una piccola recrudescenza in inverno 2010. Le tossicità basse riscontrate in K4 (inverno 2007), A7 (estate 2007 e inverno 2010) e A9 (estate 2009) rappresentano casi sporadici. L'impatto cronico di media e bassa intensità osservato durante l'ultimo anno di monitoraggio nella stazione K1 non era invece mai stato rilevato precedentemente e indica un lieve peggioramento dei sedimenti in quell'area, non determinato dalla presenza della piattaforma in quanto trattasi di un controllo.

Tab. 3-VIII - Tossicità stimate con il test "a più lungo termine" per *C. orientale* dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey; DL = survey effettuati durante i lavori di installazione; PL = survey condotti nella fase di produzione di Tea; I = inverno; E = estate.

Campione	PS	DL		PL					
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5	assente	bassa	bassa	bassa	assente	assente	assente	bassa	assente
A7	assente	assente	bassa	assente	assente	assente	assente	bassa	assente
A9	---	---	---	assente	assente	assente	bassa	assente	assente
B6	---	---	---	assente	assente	assente	assente	assente	assente
B8	---	---	---	assente	assente	assente	assente	assente	assente
K1	---	---	---	assente	assente	assente	assente	media	bassa
K4	assente	bassa	assente						

3.3.2. PARACENTROTUS LIVIDUS

I parametri registrati negli elutriati dell'estate 2009 sono riportati in Tab. 3-IX. La sensibilità dei gameti impiegati nei confronti del nitrato di rame ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), usato come tossico di riferimento, è rientrata nei limiti della carta di controllo del laboratorio per l'accettabilità del test ($\text{EC}_{50} = 26,85 \mu\text{g/l}$; $\text{LC} = 24,93 \mu\text{g/l}$; $\text{UC} = 28,92 \mu\text{g/l}$).

Tab. 3-IX - Parametri registrati negli elutriati nell'estate 2010. In rosso il sito della piattaforma.

Campione	Salinità (‰)	pH
controllo	37	8,07
A5	35	8,04
A7	38	8,31
A9	39	8,27
B6	39	8,14
B8	39	8,24
K1	39	8,29
K4	39	8,26

In Tab. 3-X sono riportati i risultati del test di **fecondazione** con il *P. lividus* e la stima dei valori dell'EC20 e dell'EC50. Negli elutriati testati non è stata osservata alcuna riduzione rilevante delle uova fecondate rispetto al controllo negativo, dimostrando l'assenza di tossicità acuta ovunque.

Tab. 3-X - Risultati del saggio biologico di fecondazione e stima dei valori dell'EC20 e dell'EC50 ottenuti nell'estate 2010. In rosso il sito della piattaforma.

Campione	Concentrazione dell'elutriato (%)	% di uova fecondate			Media di uova non fecondate	Correzione Abbott (uova non fecondate)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Giudizio di tossicità
		replica							
		1	2	3					
Controllo		86	86	84	15	0			Assente
A5	100 50 25	78 80 84	79 80 83	79 82 84	21 19 16	8 5 2	>90	>100	Assente
A7	100 50 25	68 74 82	70 76 80	69 75 83	31 25 18	19 12 4	>90	>100	Assente
A9	100 50 25	70 77 83	72 76 82	73 76 83	28 24 17	16 11 3	>90	>100	Assente
B6	100 50 25	78 80 84	78 83 84	76 82 85	23 18 16	9 4 1	>90	>100	Assente
B8	100 50 25	76 81 82	77 79 85	78 82 84	23 19 16	10 5 2	>90	>100	Assente
K1	100 50 25	76 80 84	78 81 85	75 79 84	24 20 16	11 6 1	>90	>100	Assente
K4	100 50 25	76 79 83	74 80 82	76 79 84	25 21 17	12 7 3	>90	>100	Assente

Il confronto tra le tossicità stimate nell'intero periodo di studio è riportato in Tab. 3-XI.

I lavori di installazione della piattaforma avevano determinato una tossicità acuta bassa nei sedimenti adiacenti, che si era protratta anche nell'anno successivo. A partire dal 2009 la situazione era comunque migliorata e la piccola recrudescenza in inverno 2010, così come la tossicità acuta bassa in K4 e A7 nel 2007, sono da considerare come fatti sporadici. Ben diversa era apparsa la situazione nell'estate 2008, quando ovunque era stata riscontrata la presenza di tossicità che aveva raggiunto il grado alto in B8 e medio nelle restanti stazioni, indicando un peggioramento generalizzato non necessariamente collegato alla presenza di Tea. Comunque, come nel caso della piattaforma, anche nelle altre stazioni è avvenuto un notevole miglioramento nel 2009 che si è protratto sino a fine periodo.

Dunque, alla luce di tutti i risultati è possibile affermare che le proprietà ecotossicologiche dell'area studiata non presentano un rischio acuto per l'esito di fecondazione del riccio di mare *P. lividus*.

Tab. 3-XI - Confronto tra le tossicità stimate dal pre-survey all'estate 2010 con il test di fecondazione con il *P.lividus*. PS = pre-survey; DL = survey effettuati durante i lavori di installazione; PL = survey condotti nella fase di produzione di Tea; I = inverno; E = estate.

campione	PS	DL		PL					
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5	assente	bassa	bassa	bassa	bassa	assente	assente	bassa	assente
A7	assente	assente	bassa	assente	media	assente	bassa	assente	assente
A9	---	---	---	assente	media	assente	assente	assente	assente
B6	---	---	---	assente	media	assente	assente	assente	assente
B8	---	---	---	assente	alta	assente	assente	assente	assente
K1	---	---	---	assente	media	assente	assente	assente	assente
K4	assente	bassa	assente	assente	media	assente	assente	assente	assente

Per quanto riguarda il saggio biologico di **sviluppo** (Tab. 3-XII), nell'estate 2010 è stata riscontrata la presenza di tossicità cronica media negli elutriati estratti dai sedimenti B6 e B8, dove sono state notate un'importante riduzione dei plutei e percentuali molto rilevanti di gastrule e/o plutei con malformazioni scheletriche.

Negli elutriati restanti, ad eccezione del K1, è stata accertata la presenza di tossicità cronica bassa, che ha causato riduzioni delle percentuali di embrioni allo stadio di pluteo meno importanti rispetto a B8 e B6.

Il confronto tra le tossicità stimate nell'intero periodo di indagine con il test di sviluppo è riportato in Tab. 3-XIII.

I risultati ottenuti a partire dal 2007 indicano che praticamente tutta l'area investigata, controlli inclusi, presenta una certa criticità per l'accrescimento del riccio di mare. La situazione più critica è stata riscontrata, analogamente al test precedente, nell'estate 2008, in particolare in corrispondenza della piattaforma. Rispetto ai periodi precedenti, nell'estate 2010 è stato notato un lieve miglioramento, rappresentato nel sito K1 dall'assenza di tossicità cronica e in A5 e K4 dall'abbassamento del grado di tossicità.

Tab. 3-XII - Risultati del test di sviluppo con il saggio biologico *P.lividus* nell'estate 2010. In rosso è indicata la stazione situata sotto la piattaforma.

Campione	Concentrazione dell'elutriato (%)	% di plutei			Media degli embrioni non sviluppati	Correzione Abbott (embrioni non sviluppati)	EC 20 (%)	EC 50 (%)	Giudizio di tossicità
		replica							
		1	2	3					
Controllo		80	82	84	18	0			assente
A5	100 50 25	50 67 76	48 65 78	48 64 79	51 35 22	41 20 5	51,2	>100	Bassa
A7	100 50 25	54 70 78	54 69 80	56 69 78	45 31 21	33 15 4	62,3	>100	Bassa
A9	100 50 25	60 70 80	59 71 79	62 71 81	40 29 20	26 14 2	73,7	>100	Bassa
B6	100 50 25	37 61 78	36 63 78	37 63 80	63 38 21	55 24 4	45,7	89	Media
B8	100 50 25	39 64 79	35 62 78	38 65 79	63 36 21	54 22 4	47,8	91,1	Media
K1	100 50 25	67 74 80	66 76 81	68 72 81	33 26 19	18 10 2	>90	>100	Assente
K4	100 50 25	64 70 79	67 73 81	65 72 81	35 28 20	20 13 2	91,9	>100	Bassa

Tab. 3-XIII - Confronto tra le tossicità stimate dal pre-survey (PS) all'estate 2010 con il test di sviluppo con il *P.lividus*. PS = pre-survey; DL = survey effettuati durante i lavori di installazione; PL = survey condotti nella fase di produzione di Tea; I = inverno; E = estate.

Campione	PS	DL		PL					
	E-06	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5	assente	bassa	bassa	media	alta	media	bassa	media	bassa
A7	assente	assente	bassa	bassa	media	bassa	bassa	bassa	bassa
A9	---	---	---	bassa	media	bassa	media	bassa	bassa
B6	---	---	---	bassa	bassa	bassa	media	bassa	media
B8	---	---	---	bassa	bassa	bassa	media	media	media
K1	---	---	---	bassa	media	media	media	bassa	assente
K4	assente	bassa	assente	media	media	bassa	media	media	bassa

3.3.3. HEDISTE DIVERSICOLOR

In Tab. 3-XIV sono riportate le concentrazioni dei metalli ritrovate nei policheti dopo 28 gg di esposizione al sedimento da testare, mentre in Tab. 3-XV sono indicati i rapporti tra la concentrazione registrata negli organismi esposti al sedimento da testare e quella rilevata al tempo zero in tutti i campionamenti condotti dal pre-survey all'estate 2010.

Gli elementi presi in considerazione per la valutazione del bioaccumulo in *H. diversicolor* non hanno mostrato evidenti segnali di bioaccumulo nel corso dei cinque anni di monitoraggio anche se, sporadicamente, sono state osservate delle eccezioni.

Il **cadmio** ha presentato segnali di bioaccumulo in alcuni siti a partire dall'inverno 2007 sino a quello del 2009. Dall'estate successiva sino a fine periodo tali segnali sono scomparsi ovunque.

Il **romo** è risultato bioaccumulato negli organismi posti sui sedimenti A5 nel pre-survey e ovunque nell'inverno 2008. A partire dall'estate 2008 questo metallo ha presentato concentrazioni inferiori al limite di quantificazione eccetto nell'inverno 2010 in B8 dove, comunque, non è stato rilevato bioaccumulo.

Per il **rame** è stata rilevata assenza di bioaccumulo in tutte le stazioni e in tutti i monitoraggi eccetto nel pre-survey in corrispondenza della piattaforma e del controllo K4 e nelle due stagioni del 2008, in K1 (inverno) e A9 (estate).

Per quanto concerne il **mercurio**, è stato riscontrato bioaccumulo praticamente ovunque dal pre-survey sino all'estate 2008 eccetto al controllo nel 2007. Dopo una recrudescenza nell'estate 2009 in tutti i siti, nel 2010 le concentrazioni rilevate nelle diverse stazioni sono risultate simili a quelle del tempo 0 con la sola eccezione del controllo K4 in inverno.

Il primo segnale di bioaccumulo da **nicel** è stato osservato durante il pre-survey nell'area della futura piattaforma e nel controllo K4, dove si è verificato anche in inverno 2007. Un diffuso bioaccumulo ha riguardato l'inverno 2008 e quello del 2010, mentre nell'ultimo survey segnali sono rimasti in corrispondenza della piattaforma, di A7 e di B6, queste ultime localizzate a 60 m da Tea in direzione Sud.

Per quanto riguarda il **piombo**, sino all'estate 2007 i policheti hanno presentato concentrazioni superiori rispetto a quelle rilevate al tempo zero in uno o più siti. Dall'inverno 2008 a quello del 2009 non è stato più riscontrato bioaccumulo, che si è ripresentato nei survey successivi in quasi tutte le stazioni, ad eccezione di quella posta sotto la piattaforma (A5). Da evidenziare la concentrazione particolarmente elevata ritrovata nel campione B6 nell'ultimo campionamento.

Una differenza tra le concentrazioni di **vanadio** al tempo zero e quelle negli organismi dopo 28 gg, indicativa di un bioaccumulo da parte di questo metallo, è stata evidenziata in tutte le stazioni monitorate nelle stagioni invernali del 2008 (eccetto B8) e del 2010 e nell'estate 2010.

Infine, lo **zinco** ha presentato un andamento simile a quello del piombo sino all'estate

2007. Segnali di bioaccumulo sono stati successivamente rinvenuti nel 2008 e, più diffusamente, nell'estate 2009. Tali segnali sono scomparsi nell'ultimo anno di indagine ad eccezione dei controlli in estate.

Tab. 3-XIV - Concentrazioni dei metalli pesanti (mg kg^{-1} s.s.) determinate nei tessuti di *H. diversicolor* dall'estate 2006 a quella del 2010. T=0: tempo zero (organismi appena prelevati). In rosso è indicata la stazione in cui è stata installata la piattaforma Tea. nr = non rilevabile; pre-survey = estate 2006; survey durante i lavori di installazione = inverno ed estate 2007; survey durante la fase di produzione = inverno 2008 - estate 2010.

	Cadmio								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	0,09	0,10	0,04	0,09	0,03	0,11	0,09	0,12	0,11
A5	0,06	0,15	0,04	0,05	0,02	0,11	0,06	0,12	0,09
A7	0,05	0,11	0,05	0,07	0,02	0,16	0,06	0,11	0,10
A9				0,06	0,03	0,07	0,06	0,12	0,06
B6				0,05	0,03	0,08	0,06	0,13	0,10
B8				0,05	0,02	0,06	0,06	0,12	0,07
K1				0,05	0,03	0,08	0,05	0,11	0,09
K4	0,06	0,10	0,05	0,04	0,02	0,07	0,06	0,13	0,09

	Cromo								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	3,08	0,89	1,47	0,82	nr	nr	nr	0,44	nr
A5	8,11	0,15	0,47	1,17	nr	nr	nr	nr	nr
A7	1,63	0,11	0,51	1,23	nr	nr	nr	nr	nr
A9				1,14	nr	nr	nr	nr	nr
B6				1,01	nr	nr	nr	nr	nr
B8				1,11	nr	nr	nr	0,42	nr
K1				1,08	nr	nr	nr	nr	nr
K4	2,16	0,86	0,92	1,13	nr	nr	nr	nr	nr

	Rame								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	12,46	27,86	15,89	16,73	12,51	18,89	23,64	19,65	17,35
A5	14,90	18,62	12,13	15,23	10,91	9,44	17,90	15,15	15,14
A7	14,22	15,76	13,35	11,12	13,89	8,06	18,07	10,20	11,98
A9				11,37	15,54	7,77	20,50	11,87	11,25
B6				11,63	12,69	9,53	15,63	11,90	12,78
B8				12,86	10,90	8,55	14,10	14,34	11,83
K1				13,69	9,61	10,51	21,19	11,03	14,47
K4	15,90	16,44	15,26	11,24	8,90	9,15	19,98	11,82	14,72

Tab. 3-XIV - Continuo.

	Mercurio								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	0,03	0,03	0,06	0,03	0,05	0,11	0,05	0,14	0,18
A5	0,13	0,07	0,08	0,04	0,09	0,13	0,06	0,13	0,11
A7	0,17	0,08	0,08	0,04	0,07	0,11	0,07	0,15	0,11
A9				0,11	0,10	0,1	0,06	0,16	0,07
B6				0,08	0,10	0,12	0,06	0,15	0,11
B8				0,09	0,07	0,1	0,06	0,15	0,10
K1				0,09	0,09	0,12	0,06	0,14	0,13
K4	0,11	0,01	0,07	0,09	0,07	0,11	0,06	0,18	0,12

	Nichel								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	8,00	2,08	nr	3,47	1,36	nr	nr	1,33	1,98
A5	15,68	2,13	1,86	3,27	1,49	nr	nr	1,82	2,48
A7	8,37	1,95	4,66	4,38	2,18	nr	nr	1,73	2,42
A9				4,96	0,96	nr	nr	2,30	1,79
B6				2,70	1,46	nr	nr	2,02	2,38
B8				3,67	1,96	nr	nr	2,55	2,18
K1				4,03	1,67	nr	nr	2,04	1,02
K4	10,56	2,73	2,85	2,05	1,80	nr	nr	2,48	2,14

	Piombo								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	0,40	0,46	0,34	0,46	0,42	0,63	0,30	0,56	0,38
A5	0,45	0,80	0,68	0,48	0,31	0,29	0,28	0,65	0,38
A7	1,04	0,53	0,52	0,43	0,37	0,72	0,42	0,68	0,44
A9				0,53	0,48	0,37	0,38	0,72	0,64
B6				0,58	0,27	0,47	0,35	0,76	2,17
B8				0,36	0,36	0,25	0,32	0,68	0,48
K1				0,51	0,22	0,3	0,38	0,60	0,58
K4	0,61	0,49	0,56	0,55	0,24	0,3	0,41	0,63	0,46

	Vanadio								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	1,38	1,18	nr	0,67	nr	nr	nr	0,31	0,21
A5	0,93	1,19	nr	1,34	0,46	nr	nr	0,46	0,58
A7	0,98	1,41	nr	0,92	0,72	nr	nr	0,73	0,86
A9				1,26	0,61	nr	nr	0,81	0,59
B6				1,50	0,42	nr	nr	0,60	0,92
B8				0,57	0,65	nr	nr	0,72	0,77
K1				1,47	0,46	nr	nr	0,65	0,72
K4	1,47	1,42	0,96	1,48	0,61	nr	nr	0,66	0,83

	Zinco								
	PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
T=0	123,24	116,98	123,47	127,76	83,90	106,31	88,02	160,91	95,67
A5	124,51	154,80	169,21	150,62	103,56	87,68	106,00	144,04	93,61
A7	160,82	122,74	137,17	147,16	103,66	104,90	116,25	113,63	108,11
A9				122,93	114,93	91,73	116,68	131,16	100,24
B6				152,09	98,14	100,95	128,11	112,88	114,00
B8				125,93	96,88	88,75	104,40	153,93	90,84
K1				140,93	81,13	88,69	114,88	127,47	143,91
K4	151,58	129,74	169,52	120,74	98,85	98,35	105,64	129,42	128,57

Tab. 3-XV - Rapporto tra la concentrazione dei metalli pesanti concentrazioni determinate nei tessuti degli organismi dopo l'esposizione ai sedimenti testati e la concentrazione rilevata negli organismi al tempo zero. In rosso il sito della piattaforma. In grassetto sono indicati i rapporti $\geq 1,20$. nc = non calcolabile.

		Cadmio								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		0,70	1,54	1,09	0,57	0,76	1,00	0,67	0,32	0,82
A7		0,60	1,10	1,36	0,78	0,95	1,45	0,67	0,80	0,91
A9					1,47	1,20	0,64	0,67	0,80	0,55
B6					1,29	1,14	0,73	0,67	0,83	0,91
B8					1,19	0,80	0,55	0,67	0,86	0,63
K1					1,26	1,10	0,73	0,56	0,83	0,82
K4		0,75	1,00	1,24	1,08	0,74	0,64	0,67	0,85	0,82

		Cromo								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		2,63	0,65	0,32	1,43	nc	nc	nc	nc	nc
A7		0,53	0,08	0,35	1,50	nc	nc	nc	nc	nc
A9					1,30	nc	nc	nc	nc	nc
B6					1,16	nc	nc	nc	nc	nc
B8					1,27	nc	nc	nc	0,95	nc
K1					1,24	nc	nc	nc	nc	nc
K4		0,70	0,96	0,62	1,29	nc	nc	nc	nc	nc

		Rame								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		1,20	0,67	0,76	0,91	0,87	0,50	0,76	0,77	0,87
A7		1,14	0,57	0,84	0,66	1,11	0,43	0,76	0,52	0,69
A9					1,06	1,24	0,41	0,87	0,60	0,65
B6					1,08	1,01	0,50	0,66	0,61	0,74
B8					1,20	0,87	0,45	0,60	0,73	0,68
K1					1,27	0,77	0,56	0,90	0,56	0,83
K4		1,28	0,59	0,96	1,04	0,71	0,48	0,85	0,60	0,85

		Mercurio								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		5,18	2,22	1,26	1,25	1,63	1,18	1,20	0,97	0,61
A7		6,70	2,56	1,34	1,33	1,21	1,00	1,40	1,11	0,61
A9					3,86	1,82	0,91	1,20	1,19	0,39
B6					2,68	1,84	1,09	1,20	1,09	0,61
B8					3,21	1,37	0,91	1,20	1,12	0,56
K1					3,18	1,70	1,09	1,20	1,01	0,72
K4		4,39	0,50	1,17	3,08	1,32	1,00	1,20	1,30	0,67

Tab. 3-XV - Continuo.

		Nichel								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		1,96	1,02	nc	0,94	1,10	nc	nc	1,37	1,25
A7		1,05	0,93	nc	1,26	1,61	nc	nc	1,30	1,22
A9					3,55	0,71	nc	nc	1,73	0,90
B6					1,93	1,08	nc	nc	1,52	1,20
B8					2,63	1,44	nc	nc	1,91	1,10
K1					2,88	1,24	nc	nc	1,53	0,52
K4		1,32	1,31	nc	1,47	1,33	nc	nc	1,86	1,08

		Piombo								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		1,14	1,74	1,99	1,04	0,74	0,46	0,93	1,16	1,00
A7		2,63	1,15	1,53	0,93	0,88	1,14	1,40	1,21	1,16
A9					0,73	1,14	0,59	1,27	1,29	1,68
B6					0,79	0,65	0,75	1,17	1,35	5,71
B8					0,49	0,86	0,40	1,07	1,21	1,26
K1					0,70	0,52	0,48	1,27	1,08	1,53
K4		1,54	1,07	1,63	0,75	0,58	0,48	1,37	1,13	1,21

		Vanadio								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		0,68	1,01	nc	2,01	nc	nc	nc	1,50	2,76
A7		0,71	1,19	nc	1,38	nc	nc	nc	2,39	4,10
A9					1,42	nc	nc	nc	2,63	2,81
B6					1,69	nc	nc	nc	1,95	4,38
B8					0,64	nc	nc	nc	2,33	3,67
K1					1,65	nc	nc	nc	2,13	3,43
K4		1,07	1,20	nc	1,66	nc	nc	nc	2,16	3,95

		Zinco								
		PS	I-07	E-07	I-08	E-08	I-09	E-09	I-10	E-10
A5		1,01	1,32	1,37	1,18	1,23	0,82	1,20	0,90	0,98
A7		1,30	1,05	1,11	1,15	1,24	0,99	1,32	0,71	1,13
A9					1,00	1,37	0,86	1,33	0,82	1,05
B6					1,24	1,17	0,95	1,46	0,70	1,19
B8					1,03	1,15	0,83	1,19	0,96	0,95
K1					1,15	0,97	0,83	1,31	0,79	1,50
K4		1,23	1,11	1,37	0,98	1,18	0,93	1,20	0,80	1,34

3.4. ANALISI DI INQUINANTI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

3.4.1. BIOMARKERS

In Tab. 3-XVI sono riportati i valori dei biomarkers analizzati nei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dall'anodo di sacrificio della piattaforma Tea e nel sito di controllo nel periodo 2008 - 2010.

Tab. 3-XVI - Valori medi dei biomarker (\pm d.s.) determinati nei mitili campionati nel periodo 2008 -2010 nei siti di controllo, vicino (VA) e lontano (LA) dall'anodo di sacrificio di Tea.

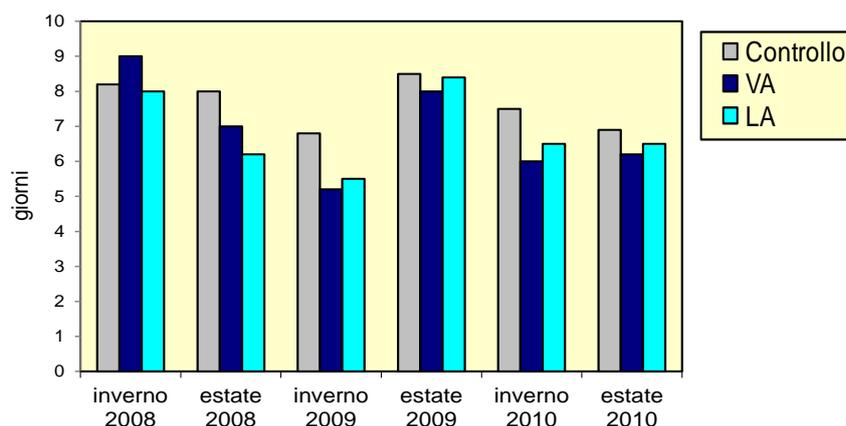
Biomarker	Unità di misura	Inverno 2008			Estate 2008		
		Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Stress on Stress	LT50 (giorni)	8,2	9,0	8,0	8,0	7,0	6,2
Indice di Condizione	p.s. animale / p.s. conchiglia	0,21 \pm 0,06	0,12 \pm 0,04	0,12 \pm 0,01	0,22 \pm 0,03	0,03 \pm 0,02	0,10 \pm 0,03
Micronuclei	frequenza %	0,9 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,0 \pm 0,1	1,1 \pm 0,1	1,2 \pm 0,1
Lipidi neutri	densità ottica / pixels ²	48291 \pm 3541	51249 \pm 2549	53481 \pm 4587	36248 \pm 1254	42154 \pm 2158	41238 \pm 1845
Lipofuscine	densità ottica / pixels ²	6584 \pm 985	7846 \pm 548	7549 \pm 649	9548 \pm 841	11485 \pm 475	12544 \pm 658
Stabilità lisosmiale	min	44,5 \pm 2,5	36,0 \pm 2,0	37,0 \pm 2,0	35,2 \pm 2,5	28,5 \pm 2,0	26,5 \pm 2,0
Catalasi	mmol/min/mg di proteine	0,032 \pm 0,006	0,028 \pm 0,005	0,029 \pm 0,008	0,030 \pm 0,002	0,028 \pm 0,004	0,027 \pm 0,008
Malondialdeide	nmol Mda g ⁻¹ tessuto	49,6 \pm 2,1	46,4 \pm 3,4	52,5 \pm 2,0	13,8 \pm 2,5	10,4 \pm 1,4	26,4 \pm 3,6
ALP ♂	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	20,0 \pm 2,1	21,7 \pm 8,1	29,1 \pm 14,0	22,5 \pm 2,5	25,4 \pm 4,8	24,2 \pm 3,8
ALP ♀	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	60,1 \pm 9,1	48,0 \pm 12,3	50,0 \pm 11,0	52,6 \pm 8,4	55,2 \pm 6,7	54,1 \pm 7,5
Metallotioneine	mmol/ml	80,9 \pm 6,5	101,5 \pm 3,9	109,7 \pm 18,5	66,5 \pm 2,8	81,5 \pm 7,0	82,5 \pm 7,5
qPCR (MT ₁₀)	Threshold induction				1,00	1,09	1,02
qPCR (MT ₂₀)	Threshold induction				1,00	1,32	1,61

Biomarker	Unità di misura	Inverno 2009			Estate 2009		
		Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Stress on Stress	LT50 (giorni)	6,8	5,2	5,5	8,5	8,0	8,4
Indice di Condizione	p.s. animale / p.s. conchiglia	0,20 \pm 0,06	0,07 \pm 0,04	0,01 \pm 0,02	0,19 \pm 0,06	0,08 \pm 0,04	0,12 \pm 0,03
Micronuclei	frequenza %	0,9 \pm 0,2	1,3 \pm 0,2	1,2 \pm 0,3	1,1 \pm 0,2	1,4 \pm 0,2	1,5 \pm 0,2
Lipidi neutri	densità ottica / pixels ²	44041 \pm 1985	494139 \pm 2892	48099 \pm 3294	37639 \pm 1132	40348 \pm 2150	40732 \pm 1908
Lipofuscine	densità ottica / pixels ²	6014 \pm 713	6246 \pm 984	7204 \pm 224	10365 \pm 789	13286 \pm 968	14389 \pm 856
Stabilità lisosmiale	min	46,0 \pm 0,5	38,0 \pm 2,5	35,5 \pm 4,5	42,0 \pm 2,5	32,5 \pm 2,0	37,0 \pm 2,0
Catalasi	mmol/min/mg di proteine	0,022 \pm 0,004	0,030 \pm 0,003	0,028 \pm 0,005	0,031 \pm 0,004	0,026 \pm 0,004	0,027 \pm 0,005
Malondialdeide	nmol Mda g ⁻¹ tessuto	49,7 \pm 6,4	46,8 \pm 5,5	44,8 \pm 7,8	46,4 \pm 4,1	40,4 \pm 4,1	34,7 \pm 1,1
ALP ♂	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	18,3 \pm 4,6	22,9 \pm 5,0	25,2 \pm 6,9	20,5 \pm 4,3	22,3 \pm 2,7	23,5 \pm 3,5
ALP ♀	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	55,3 \pm 5,0	48,0 \pm 12,3	51,0 \pm 8,3	46,8 \pm 7,8	43,6 \pm 5,5	45,6 \pm 5,9
Metallotioneine	mmol/ml	72,1 \pm 5,4	79,3 \pm 4,1	81,6 \pm 8,3	108,0 \pm 4,9	128,8 \pm 6,9	114,8 \pm 8,5
qPCR (MT ₁₀)	Threshold induction	1,00	1,12	1,09	1,00	1,09	1,01
qPCR (MT ₂₀)	Threshold induction	1,00	1,44	1,61	1,00	1,56	1,39

Tab. 3-XVI – Continuo.

Biomarker	Unità di misura	Inverno 2010			Estate 2010		
		Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Stress on Stress	LT50 (giorni)	7,5	6	6,5	6,9	6,2	6,5
Indice di Condizione	p.s. animale / p.s. conchiglia	0,23±0,05	0,08±0,09	0,09±0,03	0,19±0,04	0,07±0,03	0,10±0,04
Micronuclei	frequenza ‰	1,0±0,1	1,2±0,3	1,4±0,5	1,0±0,2	1,1±0,2	1,2±0,3
Lipidi neutri	densità ottica / pixels ²	40234±2285	43513±3322	42190±3124	38234±1105	40345±2347	39578±2460
Lipofuscine	densità ottica / pixels ²	5810±643	6340±454	6204±154	11689±349	13907±359	12489±224
Stabilità lisosmiale	min	49,0±2,5	35,0±3,5	37,5±5,0	39,0±2,5	23,5±4,0	25,5±3,5
Catalasi	mmol/min/mg di proteine	0,020±0,003	0,028±0,002	0,026±0,004	0,029±0,005	0,035±0,004	0,034±0,006
Malodialdeide	nmol Mda g ⁻¹ tessuto	29,0±3,5	26,0±6,5	24,8±5,0	31,3±5,5	36,1±8,5	34,1±4,9
ALP ♂	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	15,3±3,6	12,0±3,0	15,9±4,0	19,4±4,9	22,4±5,5	25,3±5,6
ALP ♀	µg fosfato mg ⁻¹ di proteine	44,1±5,0	46,0±4,3	40,0±3,5	46,5±7,1	49,3±5,6	46,1±4,7
Metalloioneine	mmol/ml	102,9±8,3	122,6±9,3	103,4±14,5	112,5±7,9	139,6±5,5	143,9±9,4
PCRq (MT ₁₀)	Livello Induzione	1,00	1,12	1,19	1,00	1,98	1,609
PCRq (MT ₂₀)		1,00	1,94	1,61	1,00	2,45	2,71

Stress on stress - I bivalvi prelevati presso la piattaforma Tea hanno presentato nell'ultimo survey post lavori di installazione (estate 2010) una sopravvivenza all'aria omogenea con quella rilevata al controllo (fig. 3.36). Risposte per ciascun sito comparabili a quelle estive erano state osservate nell'inverno 2010, quando però era stata rilevata una differenza significativa tra controllo e VA. Anche nell'estate 2009 i tre punti di prelievo erano risultati omogenei tra loro, mentre precedentemente erano state rilevate differenze tra il controllo e uno o entrambi i siti della piattaforma, con valori quasi sempre superiori al controllo (eccetto in inverno 2008), dimostrando, quindi, la presenza di un moderato stato di alterazione presso la piattaforma. Il confronto interstagionale eseguito sugli organismi prelevati nel corso dell'intero periodo d'indagine (inverno 2008 – inverno 2010) evidenzia una significativa fluttuazione stagionale sino all'inverno 2010 (eccetto al controllo nelle due stagioni del 2008). Il 2010 si contraddistingue invece, come già detto, per la distribuzione omogenea dei valori. I tempi di sopravvivenza osservati sono simili, e in alcuni casi superiori, a quelli che emergono dai risultati di studi analoghi condotti in precedenza su piattaforme come PCMS-1 (Fabi *et al.*, 2005a), Calipso (4-7 gg, Fabi *et al.*, 2006b), Naide (6,3-7,1 Fabi *et al.*, 2014), Clara Nord (4,8-8 gg, Fabi *et al.*, 2010b) e Clara Est (5,3 -8,4 gg, Fabi *et al.*, 2010c).



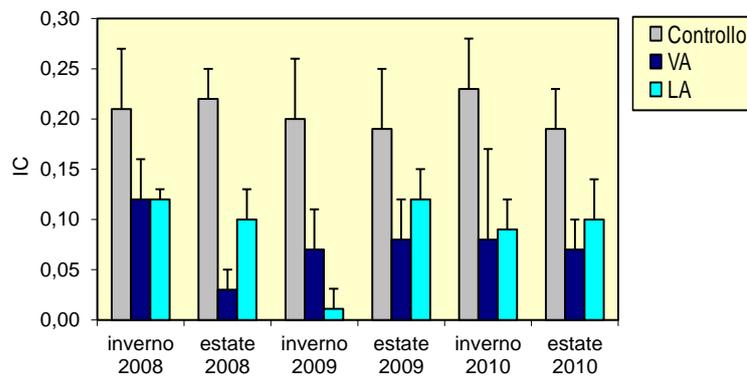
		SoS																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*
	VA			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA				ns	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*
	VA						*	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*	ns	*	ns
	LA							ns	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns
Inverno 2009	C								*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns
	VA									ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA										*	*	*	*	ns	*	*	ns	*
Estate 2009	C											ns	ns	*	*	*	*	*	*
	VA												ns	ns	*	*	*	*	*
	LA													*	*	*	*	*	*
Inverno 2010	C														*	ns	ns	*	*
	VA															ns	*	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.36 - Distribuzione dei tempi di sopravvivenza all'aria riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati negli anni 2008-2010 presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico di Kaplan-Meier. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Indice di condizione – I mitili prelevati nell'estate 2010 dalle parti sommerse della piattaforma hanno evidenziato valori medi significativamente inferiori rispetto al controllo (fig. 3.37). La distribuzione dell'indice osservata tende a confermare quanto osservato sin dall'inverno 2008, poiché in tutte le stagioni almeno un sito di Tea è risultato statisticamente differente dal controllo. Non sono state riscontrate differenze interstagionali in ciascun sito, salvo qualche eccezione (es.: VA tra inverno ed estate 2008 e tra estate 2008 e inverno 2009, LA tra inverno ed estate 2009).

In generale l'applicazione di tale indice fornisce un'informazione complessiva circa lo stato di salute dell'organismo (o della popolazione), rappresentando la somma dell'attività fisiologica dell'animale (crescita, riproduzione e secrezione). Il valore ricavato dà, infatti, informazioni sulla massa corporea dell'individuo rispetto alla grandezza della conchiglia, ovvero nell'allocazione delle risorse energetiche dell'organismo (Orban et al., 2002). Si è

osservato che, organismi in ambienti avversi impiegano parte delle risorse immagazzinate per controbilanciare l'effetto della forza stressante, quale essa sia, a discapito della crescita in massa corporea (Lucas e Beninger, 1985). La distribuzione evidenziata nell'intero periodo per Tea, quindi, ha indicato una moderata alterazione negli organismi prelevati presso la struttura. L'entità delle differenze riscontrate tra i siti di Tea e il controllo non indicano, tuttavia, una risposta fisiologica particolarmente intensa (Pampanin *et al.*, 2005); i valori rilevati risultano, inoltre, comparabili a quelli riscontrati nelle precedenti attività di monitoraggio su analoghe strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

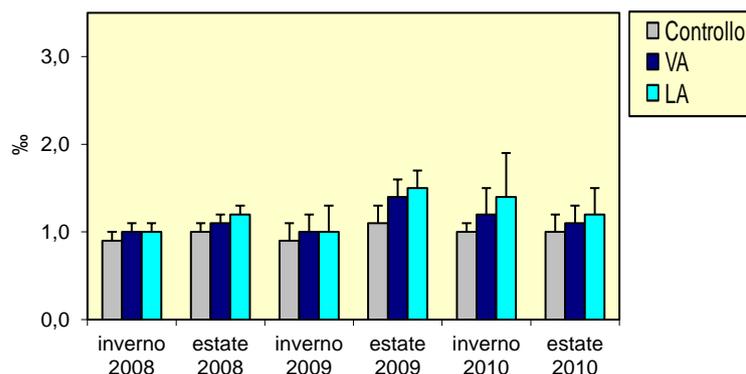


		IC																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	*
	VA			ns	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	LA				*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
Estate 2008	C					*	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*	*
	VA						*	*	ns	*	ns	*	*	ns	*	*	*	ns	*
	LA						*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns
Inverno 2009	C								*	*	ns	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns
	VA									ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns
	LA										*	ns	*	*	ns	*	*	ns	*
Estate 2009	C										*	*	ns	ns	*	*	ns	*	ns
	VA											ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns
	LA												*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	*	ns	*	*
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																*	ns	ns
Estate 2010	C																	*	*
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.37 - Distribuzione dei valori medi dell'indice di condizione riscontrati negli esemplari di *M. galloprovincialis* negli anni 2008-2010 presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Micronuclei – I risultati dell'estate 2010 hanno evidenziato una distribuzione di frequenze omogenea tra i siti investigati, analogamente a tutti i periodi di indagine precedenti (fig. 3.38). Anche dal punto di vista temporale non sono state registrate in ciascun sito variazioni significative, eccetto un incremento in VA ed LA nell'estate 2009 rispetto alle

stagioni invernali del 2008 e 2009. Ciò, nel complesso, indica una scarsa genotossicità in tutto il periodo. Le frequenze rilevate nei mitili prelevati presso Tea appaiono estremamente contenute rispetto a quanto riportato per aree interessate da fenomeni d'inquinamento (Bolognesi *et al.*, 1996; 2004). I valori ottenuti sono confrontabili con risultati di precedenti biomonitoraggi ambientali in aree costiere interessate da una scarsa pressione antropica (Bolognesi *et al.*, 2004; Dailianis *et al.*, 2003) e su analoghe piattaforme metanifere (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).



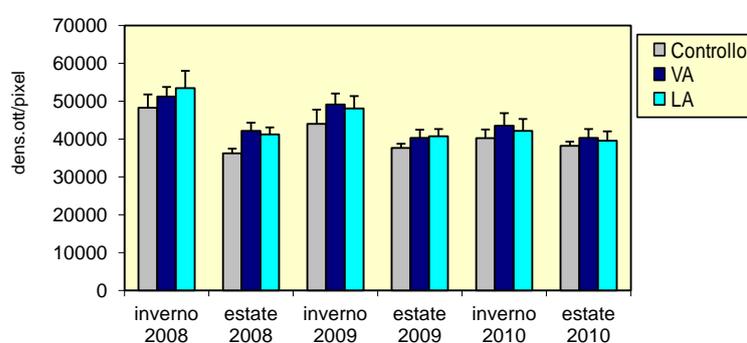
		Micronuclei																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C					ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C							ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA								ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA									ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C										ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA												ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	LA													*	ns	ns	*	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	ns	ns
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		ns

Fig. 3.38 - Distribuzione della frequenza media di micronuclei riscontrati nell'emolinfa di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nel 2008 e 2009 presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Lipidi neutri - Lo studio del contenuto dei lipidi neutri nell'estate 2010 ha riportato livelli omogenei in tutti i siti investigati (fig. 3.39). Tale andamento conferma quanto osservato precedentemente, poiché in tutti i casi i livelli di accumulo intra-lisosomiale nei bivalvi prelevati presso i siti della piattaforma sono risultati comparabili con quelli osservati nei rispettivi controlli. L'unica eccezione è stata registrata nell'estate 2008 quando è avvenuto un aumento significativo seppur leggero in entrambi i siti di Tea. Sino all'estate 2009 sono

state riscontrate fluttuazioni stagionali significative in tutti i tre siti, consistenti in riduzioni nei periodi estivi e aumenti in quelli invernali. Da quel campionamento in poi tali differenze non si sono più verificate.

L'andamento dell'indice tende a dimostrare una scarsa alterazione associata alla presenza di sostanze xeno-biotiche biodisponibili nell'ambiente marino investigato. L'effetto biologico legato a tali composti organici è, infatti, quello di alterare il normale metabolismo lipidico di un organismo marino e indurre l'accumulo di specifiche classi di grassi insaturi. Confrontando, infine, i risultati ottenuti con la più recente letteratura si evidenziano risposte nella norma e assimilabili ad organismi soggetti a una bassa pressione antropica (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

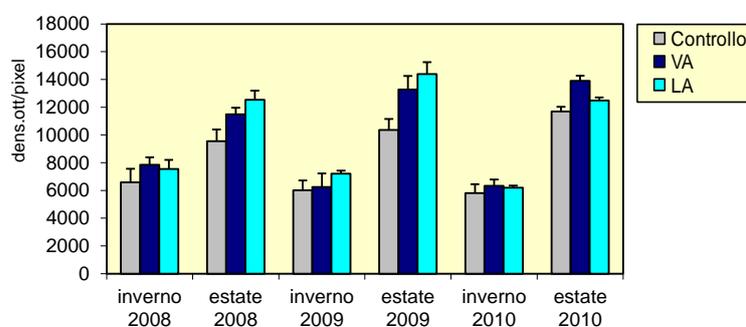


		Lipidi neutri																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	*	*	*	*
	LA				*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA							ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA									ns	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*
	LA										*	*	*	*	ns	ns	*	*	*
Estate 2009	C											ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA												ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA													ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	ns	ns
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.39 - Valori medi di accumulo di lipidi neutri espressi in unità di densità ottica associate ai lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nei tre anni di studio presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = p<0,05.

Lipofuscine - Il livello di lipofuscine evidenziato nei mitili prelevati nell'ultimo survey dal sito VA è risultato significativamente maggiore rispetto sia ad LA che al controllo, apparsi invece comparabili (fig. 3.40). Nell'estate 2008 il contenuto di lipofuscine registrato in LA

era risultato superiore al controllo, mentre nella stessa stagione del 2009 erano stati registrati valori significativamente maggiori in entrambi i siti di Tea. Il confronto statistico operato per evidenziare differenze a livello interstagionale riporta livelli superiori nei periodi estivi. Quanto osservato per questo parametro porta a ipotizzare un leggero aumento nel tempo degli effetti tossici legati alla perossidazione di tessuti e/o strutture cellulari indotta dalla presenza di molecole organiche ossigeno-reattive nei tessuti degli organismi prelevati da tutti i siti. I livelli ottenuti, confrontati con quanto riportato in letteratura, sono tuttavia inferiori alle risposte biologiche evidenziate nel corso di precedenti esperienze di monitoraggio in aree costiere in Adriatico settentrionale (Petrovic *et al.*, 2004) o su analoghe piattaforme (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

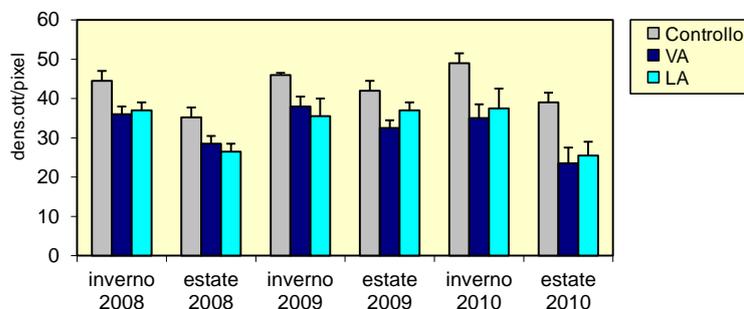


		lipofuscine																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA				*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					ns	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						ns	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	ns	*	ns
	LA							*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	ns	*	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA									ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
	LA										*	*	*	ns	*	*	*	*	*
Estate 2009	C											*	*	*	*	*	ns	*	*
	VA												ns	*	*	*	*	ns	ns
	LA													*	*	*	*	ns	*
Inverno 2010	C														ns	ns	*	*	*
	VA															ns	*	*	*
	LA																*	*	*
Estate 2010	C																	*	ns
	VA																		*
	LA																		

Fig. 3.40 - Valori medi di accumulo di lipofuscine espressi in unità di densità ottica associate ai lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nei tre anni di monitoraggio presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Stabilità lisosomiale - Analogamente a quanto osservato precedentemente, anche nell'estate 2010 entrambi i siti della piattaforma hanno presentato un incremento significativo della fragilità delle membrane lisosomiali rispetto agli organismi di

riferimento (fig. 3.41). Solo nell'estate 2009 il sito LA era risultato comparabile con il controllo. Il confronto tra le diverse stagioni d'indagine pone in evidenza una leggera ma significativa fluttuazione stagionale del parametro, con tempi di destabilizzazione nel complesso superiori durante i periodi invernali rispetto a quelli estivi.



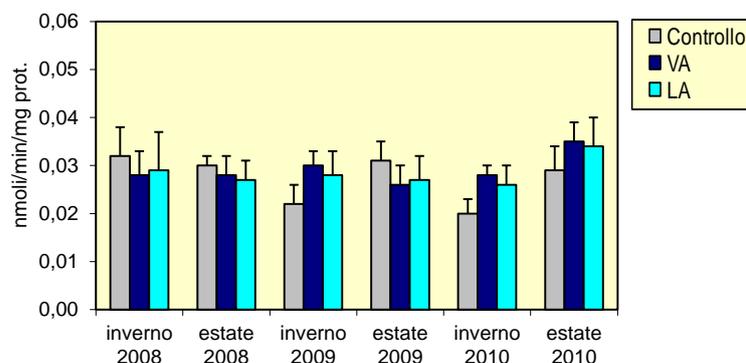
		Stabilità lisosmiale																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA			ns	ns	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*
	LA				ns	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*
Estate 2008	C					*	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*	*
	VA							ns	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	ns
	LA								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns
Inverno 2009	C								*	*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*
	VA									ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	*
	LA										ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
Estate 2009	C												*	ns	*	*	ns	ns	*
	VA													*	*	ns	ns	*	*
	LA													*	*	ns	ns	ns	*
Inverno 2010	C														*	*	*	*	*
	VA															ns	ns	*	*
	LA																ns	*	*
Estate 2010	C																	*	*
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.41 - Valori medi dei tempi di destabilizzazione espressi in min e associati alla fragilità dei lisosomi della ghiandola digestiva di esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati nell'itero periodo di indagine presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = p<0,05.

Tali variazioni sono state osservate al controllo per tutto il periodo, mentre su VA ed LA si sono interrotte tra l'inverno 2009 e quello del 2010. Seppur evidenziandosi una leggera e continua alterazione negli organismi prelevati presso Tea, la risposta biologica indica criticità ambientali lievi, poiché tempi compresi tra 40'÷60' sono tipici di organismi in buone condizioni di salute, mentre tempi progressivamente inferiori evidenziano un aumento della sindrome di stress. Confrontando quanto osservato con i risultati riportati in analoghe esperienze di monitoraggio, i tempi medi di destabilizzazione determinati nei bivalvi prelevati presso la piattaforma Tea risultano superiori agli analoghi registrati in precedenti indagini ambientali su analoghe strutture estrattive (Calipso, Clara Nord, Clara

Est, Naide; Fabi *et al.*, 2006b; 2010b;2010c; 2014) e simili ad altre aree dell'alto Adriatico (Petrovic *et al.*, 2004, Gorbi *et al.*, 2008).

Stress ossidativo: determinazione dell'attività della catalasi (CAT) – L'attività di catalasi, misurata nelle ghiandole digestive dei bivalvi prelevati presso i siti della piattaforma e nel controllo nell'estate 2010 è risultata omogenea (fig. 3.42).



		Catalasi																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C					ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	LA							ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C							ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
	VA									ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	LA										ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C											ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	VA												ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA													ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														*	ns	*	*	*
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

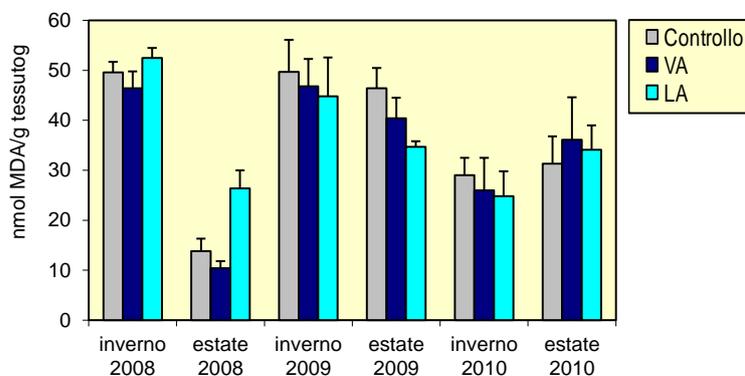
Fig. 3.42 - Valori medi dell'attività di catalasi (μmol di catalasi/min. mg^{-1} proteine totali estratte) associata alla ghiandola digestiva di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'intero periodo di indagine presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Ciò conferma quanto osservato nei survey precedenti, caratterizzati da una distribuzione simile di CAT tra i siti, con l'eccezione dell'inverno 2010 quando il valore raggiunto in VA è risultato statisticamente superiore a quello del controllo.

Eccetto qualche caso riscontrato al controllo, non sono state evidenziate fluttuazioni stagionali. Le risposte biologiche osservate nel corso dell'intero periodo di indagine presso la piattaforma Tea si collocano all'interno di quanto riportato per analoghe strutture estrattive (piattaforme Naomi-Pandora, Naide, Calipso, Clara Nord e Clara Est; Fabi *et al.*,

2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014; Gomiero *et al.*, 2011) e nella valutazione della qualità di aree marino-costiere dell'Adriatico centro-settentrionale, che tende ad evidenziare la presenza di uno stress ossidativo moderato e discontinuo nel tempo (Bocchetti e Regoli, 2006).

Malondialdeide (MDA) – I livelli medi determinati nell'ultimo survey sono risultati omogenei tra i siti (fig. 3.43). Tale andamento tende a confermare quanto osservato precedentemente ad eccezione delle stagioni estive 2008 e 2009: nel 2008 il contenuto di malondialdeide era risultato significativamente superiore in LA rispetto agli altri due siti, mentre nel 2009 era risultato maggiore quello del controllo rispetto ad LA.



		Malondialdeide																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*
	LA				*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA						*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*
	VA									ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*
	LA										ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	ns
Estate 2009	C											ns	*	*	*	*	*	ns	*
	VA												ns	*	*	*	ns	ns	ns
	LA													*	*	*	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	ns	ns
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		ns

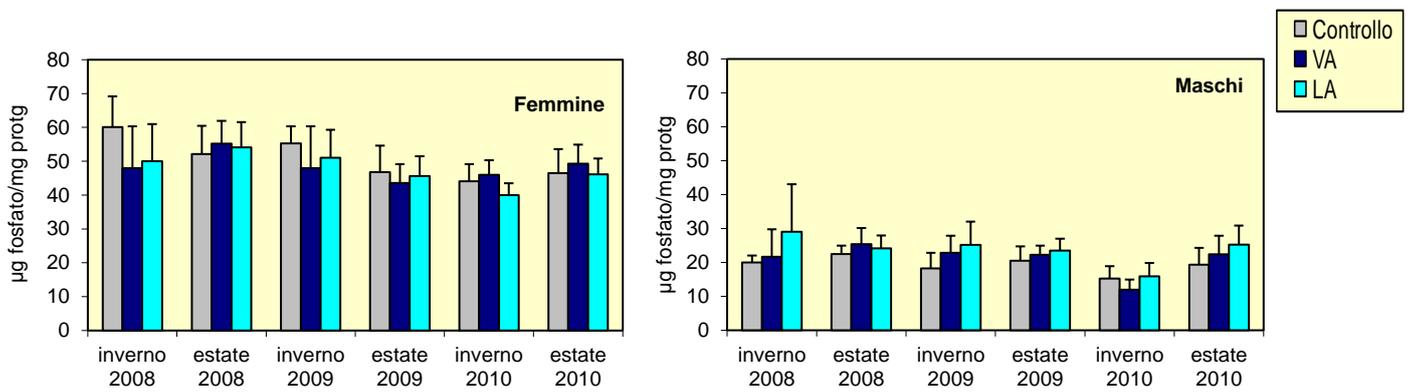
Fig. 3.43 - Valori medi di MDA (nmoli di MDA/g di tessuto) associata alla ghiandola digestiva di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'intero periodo di indagine presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Per quanto concerne il trend temporale, nell'estate 2008 era stato osservato un generale decremento seguito da un aumento nell'inverno successivo, che aveva riportato a valori

confrontabili con quelli del primo survey. Nell'estate 2009 è avvenuto un altro decremento solo in LA, mentre l'inverno 2010 è stato caratterizzato da una riduzione generalizzata. Nessuna variazione è poi avvenuta nell'ultimo campionamento.

In conclusione, si osserva solo una forma di stress di lieve intensità. Ciò viene confermato dai dati riportati in letteratura che evidenziano valori superiori sia in esperimenti di biomonitoraggio attivo con mitili (Viarengo *et al.*, 1991; Michael *et al.*, 1992) che su analoghe piattaforme (Fabi *et al.*, 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

Alterazione dei sistemi endocrini: contenuto di fosfato alcalino-labile (ALP) – In Tab. 3-XVI e in fig. 3.44 viene riportata la distribuzione dei valori di ALP stimati nelle gonadi e nel mantello degli esemplari raccolti nell'estate 2010. In tutti i casi non sono state evidenziate differenze significative tra i bivalvi, sia maschi che femmine, prelevati presso i siti della struttura rispetto al controllo, analogamente a tutti i survey precedenti. Non risulta inoltre evidente alcuna variabilità stagionale del parametro, salvo rarissimi casi (nei maschi: VA tra estate 2009 e inverno 2010 e tra inverno ed estate 2010). Il rapporto tra i valori assunti dai due sessi nell'ambito di ogni singola stazione di campionamento ha permesso di confermare l'assenza di effetti estrogenici negli organismi analizzati (fig. 3.45).



		ALP femmine																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
	LA							ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns
	VA									ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA										ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C											ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA												ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA													ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	ns	ns
	VA															ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

		ALP maschi																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	LA							ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA									ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	LA										ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C											ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA												ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	LA													ns	*	ns	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	ns	ns
	VA															ns	ns	*	*
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.44 - Valori medi di ALP (μg fosfato libero/mg di proteine estratte) associata alle gonadi e al mantello di mitili (*M. galloprovincialis*) femmine e maschi prelevati presso la piattaforma Tea e nel controllo nell'intero periodo di indagine. Tutti i risultati statistici riportati si riferiscono sia ai maschi che alle femmine. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

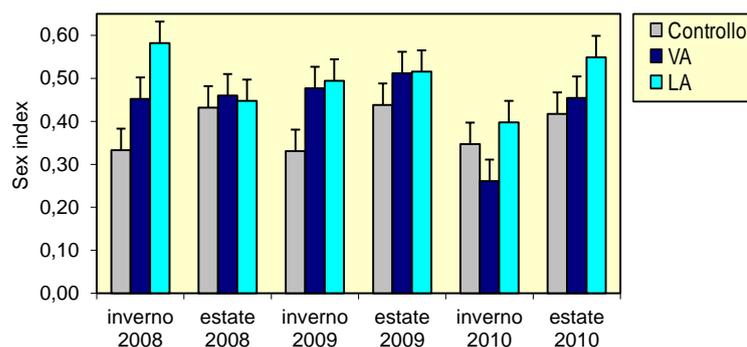
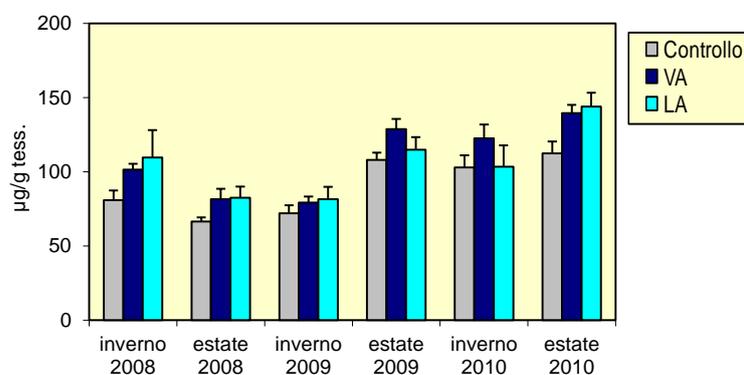


Fig. 3.45 - Rapporto valori di vitellogenina assunti dagli esemplari maschi rispetto agli esemplari femmina nel corso del periodo d'indagine inverno 2008 – estate 2010. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo.

Metallotioneine - Nell'estate 2010 i livelli medi relativi ai mitili prelevati dai due siti della piattaforma sono risultati significativamente superiori a quello del controllo (fig. 3.46).



		Metallotioneine																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	*	*
	LA				*	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Estate 2008	C					*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*	*
	LA							ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*	*
Inverno 2009	C								ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA									ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA										*	*	*	*	*	ns	*	*	*
Estate 2009	C																	*	*
	VA												ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA																ns	ns	*
Inverno 2010	C																		*
	VA																	ns	ns
	LA																		ns
Estate 2010	C																		*
	VA																		
	LA																		ns

Fig. 3.46 - Concentrazioni di Metallotioneine (µg di MT/g di tessuto) rilevate nella ghiandola digestiva dei mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati nell'intero periodo presso la piattaforma Tea e al controllo e confronti statistici. VA = vicino anodo; LA = lontano anodo. Test statistico ANOVA. ns = non significativo; * = p<0,05.

Tale andamento conferma quanto osservato sin dall'inverno 2008; in ciascun monitoraggio

eccetto le stagioni invernali 2009 e 2010, infatti, uno o entrambi i siti di Tea hanno presentato contenuti di metallotioneine superiori rispetto al controllo. Stagionalmente, sono apparsi significativi i decrementi registrati in VA e al controllo nell'estate 2008 e l'incremento generalizzato dell'estate 2009, oltre a quello che ha coinvolto solo LA nell'ultimo campionamento.

Quanto osservato evidenzia una significativa seppur leggera risposta biologica associata alla presenza di metalli pesanti nell'ambiente investigato. L'intensità delle risposte osservate risulta, tuttavia, più contenuta rispetto ad altre piattaforme di estrazione (Naomi-Pandora: 76,3-284,4 $\mu\text{g MT/g}$ di tessuto; Fabi *et al.*, 2005b; Calipso: 119,8÷137,9 $\mu\text{g/g}$, Fabi *et al.*, 2006b; Naide: 59,4÷168,1 $\mu\text{g/g}$, Fabi *et al.*, 2014).

Real Time qPCR (Polymerase Chain Reaction) - I risultati relativi al campionamento estivo 2010 tendono a confermare una moderata induzione del MT₂₀ in entrambi i siti della piattaforma (VA: 2,45 volte; LA: 2,71 volte) rispetto al controllo (Up-regulation). Diversamente, l'MT₁₀ appare scarsamente indotto in tutti i siti (VA: 1,98 volte; LA: 1,60 volte). Tali risultati appaiono omogenei con quelli ottenuti sin dall'inverno 2009, prima stagione in cui si è adottato tale test.

L'espressione del MT₁₀ 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 gene MT₂₀ risulta indotto in presenza di cationi non essenziali quali As, Be, Cd, Cs, Hg e Pb. I risultati osservati applicando tale tecnica confermano quelli relativi al dosaggio dei livelli citosolici di metallotioneine e dimostrano come l'aumento osservato sia da mettere in relazione alla presenza di metalli non essenziali. Ciò trova ulteriore riscontro anche nello studio dell'accumulo di elementi in traccia osservati nel corso del medesimo periodo di indagine (cfr. Cap. 3.4.2).

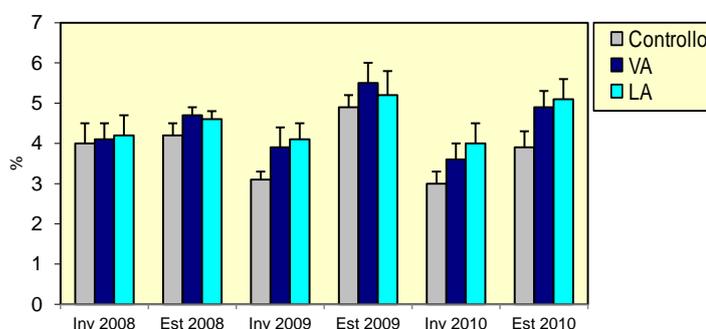
3.4.2. MATERIA ORGANICA ESTRATTA, BIOACCUMULO DI IDROCARBURI ALIFATICI, IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI E METALLI PESANTI

Materia organica estratta - Le concentrazioni di materia organica estratta dai bivalvi prelevati nell'estate 2010 dai due siti della piattaforma sono risultate significativamente superiori rispetto al controllo, analogamente a quanto riscontrato nell'inverno 2009 (Tab. 3-XVII; fig. 3.47). I confronti interstagionali avevano riportato una omogeneità di valori solo nel primo anno, mentre nel 2009 e 2010 sono state riscontrate differenze significative in

VA e al controllo con valori superiori in estate.

Tab. 3-XVII - Materia organica estratta (MOE) rilevata nei tessuti dei mitili prelevati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo.

	Inverno 2008			Estate 2008		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
MOE%	4,0±0,5	4,1±0,4	4,2±0,5	4,2±0,3	4,7±0,2	4,6±0,2
	Inverno 2009			Estate 2009		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
MOE%	3,1±0,2	3,9±0,5	4,1±0,4	4,9±0,3	5,5±0,5	5,2±0,6
	Inverno 2010			Estate 2010		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
MOE%	3,0±0,3	3,6±0,4	4,0±0,5	3,9±0,3	4,9±0,4	5,1±0,5



		MOE																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	LA				ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C								*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns
	VA							*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns
	LA							*	ns	ns	ns	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								*	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*	*
	VA									ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
	LA											ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C																		
	VA											ns	ns	*	*	ns	*	ns	ns
	LA														*	*	ns	*	ns
Inverno 2010	C																		
	VA																		
	LA																		
Estate 2010	C																		
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.47 - Materia organica estratta (%) rilevata nei tessuti dei mitili prelevati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010. I risultati statistici si riferiscono al confronto tra i siti di Tea e il controllo. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo. Test statistico di Mann-Whitney. ns = non significativo; * = p<0,05.

Nel complesso la MOE, come l'indice di condizione, evidenzia l'abbondanza di lipidi nell'organismo, frazione organica importante in quanto comparto di accumulo di inquinanti chimici organici. I valori di MOE osservati nell'intero periodo di monitoraggio

risultano confrontabili con quanto evidenziato in analoghe indagini condotte nell'alto Adriatico (piattaforme Naide, Clara Nord, Clara Est e Naomi-Pandora; Fabi *et al.*, 2005a; 2010b; 2010c; 2014).

Idrocarburi Alifatici – Nell'estate 2010 sono stati rilevati contenuti di IA omogenei tra i siti (Tab. 3-XVIII e fig. 3.48), analogamente a quanto registrato nell'inverno 2008 e in quello del 2010. Nelle altre stagioni, invece, erano stati registrati valori significativamente superiori rispetto al controllo in uno o entrambi i siti della piattaforma. Il massimo assoluto per tutti i tre siti è stato rilevato nell'estate 2009.

Significativa è apparsa la fluttuazione stagionale in tutti i tre anni di indagine, con valori di accumulo più elevati nelle stagioni estive. Nel primo anno (2008) era stata osservata la presenza di tutta la serie omologa di n-paraffine investigate, da n-C₁₅ a n-C₃₀, con un leggero prevalere degli IA più leggeri in entrambe le stagioni. Le indagini del secondo anno avevano evidenziato l'assenza di alcuni omologhi nel periodo invernale (n-C₂₆, n-C₂₈ e n-C₂₉) e il predominio degli IA più leggeri, mentre in estate erano stati rilevati tutti gli omologhi ricercati con una predominanza degli IA assenti in inverno (n-C₂₆, n-C₂₈ e n-C₂₉). Anche nel 2010 è stata riscontrata l'assenza di alcuni composti in inverno (n-C₂₆ e n-C₃₁), rinvenuti invece in estate ma con livelli contenuti.

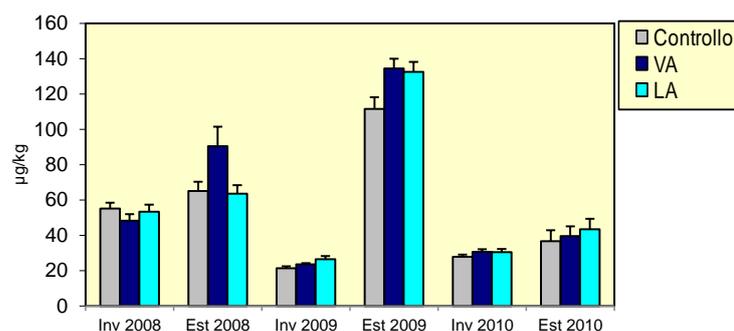
Tab. 3-XVIII - Idrocarburi Alifatici (µg/kg p.s.) rilevati nei tessuti dei mitili prelevati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo. LOD = limite di quantificazione

	Inverno 2008			Estate 2008		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
C15	1,0±0,2	0,8±0,2	0,7±0,2	0,9±0,2	2,1±0,5	3,2±0,8
C16	9,1±0,2	1,1±0,3	0,6±0,2	0,6±0,2	1,8±0,5	1,4±0,4
C17	0,9±0,2	0,9±0,2	0,7±0,2	0,8±0,2	2,0±0,5	1,6±0,4
C18	2,1±0,5	2,3±0,5	1,7±0,4	1,3±0,3	3,3±0,8	1,6±0,4
C19	2,9±0,7	2,9±0,7	1,6±0,4	1,9±0,5	5,7±1,4	3,3±0,8
C20	3,8±1,0	3,8±1,0	6,6±1,7	9,1±2,3	8,3±2,1	5,6±1,4
C21	7,2±2,3	9,2±2,3	9,2±2,3	10,9±2,7	41,4±10,4	13,9±3,5
C22	5,3±0,7	3,3±0,8	5,1±1,3	7,5±1,9	5,5±1,4	4,3±1,1
C23	3,4±0,6	2,4±0,6	2,8±0,7	4,3±1,1	4,8±1,2	4,2±1,1
C24	1,2±0,3	1,2±0,3	5,8±1,5	9,1±2,3	2,2±0,6	2,0±0,5
C25	0,7±0,2	0,7±0,2	1,3±0,3	1,5±0,4	0,7±0,2	2,8±0,7
C26	1,0±0,3	1,1±0,3	5,8±1,5	7,4±1,9	1,1±0,3	2,1±0,5
C27	7,7±1,2	5,7±1,4	4,0±1,0	1,9±0,5	1,3±0,3	6,4±1,6
C28	1,1±0,3	1,1±0,3	2,0±0,5	1,2±0,3	1,4±0,4	3,1±0,8
C29	1,1±0,5	1,9±0,5	1,5±0,4	1,5±0,4	2,7±0,7	2,1±0,5
C30	5,1±1,0	8,1±2,0	2,0±0,5	1,1±0,3	3,6±0,9	2,4±0,6
C31	1,5±0,4	1,7±0,4	1,9±0,5	4,1±1,0	2,6±0,7	3,6±0,9
Pristano	0,4±0,1	0,5±0,1	0,2±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1
Fitano	0,4±0,1	0,3±0,1	0,4±0,1	0,3±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1
Σ_{IA}	55,1±3,3	48,2±3,8	53,3±4,1	65,1±5,2	90,5±11,0	63,6±4,8

Tab. 3-XVIII - Continuo.

	Inverno 2009			Estate 2009		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
C15	0,4±0,02	0,4±0,01	0,4±0,1	10,1±0,2	3,4±0,2	3,3±0,2
C16	0,6±0,02	0,5±0,01	0,6±0,04	0,8±0,2	2,1±0,4	1,9±0,4
C17	1,1±0,2	0,8±0,02	1,0±0,04	1,5±0,1	1,0±0,1	1,6±0,1
C18	0,7±0,03	34,0±0,01	2,6±0,04	0,9±0,7	1,5±0,8	1,6±0,7
C19	0,2±0,05	0,5±0,04	0,5±0,1	3,2±0,5	8,8±0,5	6,3±0,5
C20	1,4±0,3	0,78±0,1	1,5±0,4	2,5±2,0	7,3±2,1	6,6±1,9
C21	0,2±0,7	0,4±0,04	1,1±0,05	8,9±1,5	21,4±2,5	23,9±2,5
C22	1,3±0,9	4,4±0,4	4,9±0,1	7,5±3,0	8,5±3,0	9,3±2,5
C23	2,2±0,01	1,1±0,02	1,0±0,01	4,3±1,1	4,8±1,2	4,2±1,1
C24	3,8±0,3	4,0±0,6	6,2±0,5	9,1±2,3	2,2±0,6	2,0±0,5
C25	1,3±0,4	5,4±0,2	4,5±0,7	3,5±0,7	1,7±0,3	2,1±0,9
C26	< LOD	< LOD	< LOD	14,4±1,9	11,1±0,5	12,1±1,5
C27	6,10±0,05	0,2±0,03	1,1±1,6	1,9±0,5	1,3±0,3	6,4±1,6
C28	< LOD	< LOD	< LOD	12,2±3,3	41,5±2,4	33,1±2,8
C29	< LOD	< LOD	< LOD	21,5±0,5	6,7±0,5	7,1±0,5
C30	1,5±0,03	1,0±0,09	1,0±0,1	5,1±0,2	3,6±0,2	1,4±0,2
C31	< LOD	< LOD	< LOD	4,1±1,0	7,6±0,7	9,6±0,9
Pristano	< LOD	< LOD	< LOD	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1
Fitano	< LOD	< LOD	< LOD	0,3±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1
Σ_{IA}	21,3±1,2	23,6±0,7	26,4±1,8	111,5±6,7	134,5±5,4	132,5± 5,7

	Inverno 2010			Estate 2010		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
C15	0,3±0,2	0,3±0,2	0,3±0,1	1,1±0,2	0,4±0,2	0,7±0,2
C16	0,5±0,2	0,4±0,4	0,5±0,1	0,9±0,2	0,7±0,4	0,8±0,4
C17	1,0±0,1	0,6±0,1	0,9±0,1	1,7±0,1	1,5±0,1	1,4±0,1
C18	0,6±0,4	2,7±0,3	2,4±0,5	0,7±0,7	2,8±0,8	3,3±0,7
C19	0,1±0,1	0,3±0,5	0,3±0,1	1,0±0,5	0,8±0,5	0,5±0,5
C20	1,3±1,0	0,6±0,1	1,4±0,5	2,1±2,0	0,7±2,1	1,5±1,9
C21	0,2±0,1	0,3±0,1	1,0±0,5	0,5±1,5	1,1±2,5	1,1±2,6
C22	1,2±0,3	1,2±0,3	1,6±0,5	1,5±3,0	1,6±3,0	2,5±2,6
C23	2,1±0,1	1,0±0,2	0,9±0,1	2,4±1,1	2,0±1,2	1,5±1,1
C24	3,6±1,3	3,8±0,6	5,9±0,5	4,3±2,3	4,4±0,6	6,5±0,5
C25	1,2±0,5	5,1±0,3	4,3±0,5	2,0±0,7	5,6±0,3	5,3±0,9
C26	1,5±0,9	< LOD	< LOD	2,0±1,9	0,4±0,5	0,3±1,5
C27	5,8±0,5	0,2±0,1	1,0±0,6	6,0±0,5	0,8±0,3	1,4±1,6
C28	1,7±0,3	2,2±0,4	2,3±1,8	2,1±3,3	2,8±2,4	2,8±2,9
C29	4,8±0,5	5,8±0,5	5,7±0,5	5,4±0,5	6,6±0,5	6,5±0,5
C30	1,4±0,2	0,9±0,2	0,8±0,2	1,6±0,2	1,2±0,2	1,7±0,2
C31	< LOD	4,5±0,7	4,2±0,9	0,6±1,0	5,4±0,7	4,9±0,9
Pristano	0,5±0,1	0,5±0,1	0,4±0,1	0,6±0,1	0,5±0,1	0,6±0,1
Fitano	0,5±0,1	0,3±0,1	0,2±0,1	0,7±0,1	0,8±0,1	0,9±0,1
Σ_{IA}	27,9±1,2	30,6±1,5	30,4±1,9	36,6±6,3	39,6±5,5	43,4±5,9



		IA																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns
	LA				*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns
Estate 2008	C					*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Inverno 2009	C								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA									ns	*	*	*	ns	*	*	*	*	*
	LA										*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*
Estate 2009	C											*	*	*	*	*	*	*	*
	VA												ns	*	*	*	*	*	*
	LA													*	*	*	*	*	*
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	*	*
	VA															ns	ns	ns	*
	LA																ns	ns	*
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.48 - Idrocarburi Alifatici (µg/kg p.s.) rilevati nei tessuti dei mitili prelevati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo. Test statistico di Mann-Whitney. ns = non significativo; * = p<0,05.

Gli indici di distribuzione relativi alle due stagioni del 2010 riportano il C₂₇ quale idrocarburo alifatico maggiormente accumulato (MH) nel controllo, il C₂₉ in VA e il C₂₄ (assieme al C₂₉ in estate) in LA (Tab. 3-XIX).

Nell'estate 2009 il C₂₉ era l'idrocarburo alifatico maggiormente accumulato nel controllo e il C₂₈ nei due siti della piattaforma. Diversamente, nell'inverno precedente era stata riscontrata una dominanza del C₂₇ al controllo, del C₂₅ in VA e del C₂₄ in LA. Nelle due stagioni del 2008 era invece stato evidenziato un predominio del C₂₁ in tutti i siti ad esclusione del controllo in inverno (C₁₆).

Il rapporto tra i valori assunti dalle n-paraffine a basso peso molecolare (C_{n<21}) rispetto a quelle ad alto peso molecolare (C_{n>21}), LMW/HMW, ha presentato nell'estate 2010 un valore leggermente più elevato presso il controllo (0,30) rispetto sia a VA (0,27) che a LA (0,28). Una distribuzione opposta, con valori più elevati presso i siti della piattaforma era stata osservata nell'inverno 2010.

Nell'estate 2009 il rapporto era risultato superiore in VA (0,51) rispetto sia ad LA (0,41) che al controllo (0,33). Una distribuzione nel complesso simile era stata evidenziata anche

nell'inverno 2009. Differenze più importanti erano state osservate nel corso dell'estate 2008, quando per VA era stato ottenuto un rapporto LMW/HMW (2,49) decisamente maggiore rispetto agli altri due siti, dimostrando una composizione di IA prevalentemente antropogenica nei bivalvi prelevati nell'area più vicina agli anodi di sacrificio. Escludendo quell'evento, nel complesso i valori sono sempre risultati inferiori all'unità, condizione utile per caratterizzare una situazione tendenzialmente naturale (National Research Council, 1989). Confrontando l'intero trend di valori si tende ad escludere la presenza di particolari criticità a livello ambientale.

Tab. 3-XIX - Indici di distribuzione degli idrocarburi alifatici rilevati nei tessuti molli di mitili (*M. galloprovincialis*) prelevati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010.

	Inverno 2008			Estate 2008		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
LMW/HMW	0,96	0,76	0,51	0,64	2,49	0,65
CPI (C _{-15/31})	0,97	1,06	1,29	0,84	2,41	2,22
C ₁₇ /pristano	3,00	3,00	3,50	2,67	6,67	8,00
C ₁₈ /fitano	4,20	4,60	4,25	2,60	6,60	4,00
MH	C ₁₆	C ₂₁				

	Inverno 2009			Estate 2009		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
LMW/HMW	0,29	0,46	0,39	0,33	0,51	0,41
CPI (C _{-15/31})	1,22	1,16	0,57	1,26	1,33	2,91
C ₁₇ /pristano	nd	nd	nd	2,50	2,00	3,20
C ₁₈ /fitano	nd	nd	nd	3,00	3,75	4,00
MH	C ₂₇	C ₂₅	C ₂₄	C ₂₉	C ₂₈	C ₂₈

	Inverno 2010			Estate 2010		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
LMW/HMW	0,19	0,23	0,25	0,30	0,27	0,28
CPI (C _{-15/31})	1,87	1,53	3,67	1,83	1,64	3,46
C ₁₇ /pristano	2,11	1,34	1,73	2,88	3,13	2,47
C ₁₈ /fitano	1,34	6,86	4,80	1,14	3,60	3,68
MH	C ₂₇	C ₂₉	C ₂₄	C ₂₇	C ₂₉	C ₂₄ - C ₂₉

I rapporti dell'indice distributivo CPI (Carbon Preference Index, rapporto tra IA dispari/pari) hanno assunto nell'estate 2010 valori compresi tra 1,64 (VA) e 3,46 (LA), simili a quelli dell'inverno 2010 (tra 1,53 in VA e 3,67 in LA). Nell'estate 2009 i valori erano compresi tra 1,26 (controllo) e 2,91 (LA). Nell'inverno precedente, livelli superiori all'unità erano stati osservati al controllo e in VA, mentre nel 2008 valori <1 erano stati ottenuti solo al controllo. Esaminata nel suo complesso, la distribuzione del CPI tende a

confermare un aumento nel tempo dei contributi di IA di origine naturale nei bivalvi esaminati, confermando quanto indicato dal rapporto LMW/HMW.

I rapporti n-C₁₇/pristano e n-C₁₈/fitano hanno assunto nel corso dell'intero periodo di studio valori compresi tra 1,34 (VA; inverno 2010) e 8,0 (LA; estate 2008) per il primo rapporto e tra 1,14 (controllo e VA; estate 2010) e 6,60 (VA; estate 2008) per il rapporto n-C₁₈/fitano. Nell'inverno 2009 non era stato possibile stimare tali rapporti per l'assenza di valori rilevabili sia di pristano che di fitano.

I valori, soprattutto nel corso dell'estate 2008, sono risultati comparabili a quelli osservati da Carro *et al.* (2006) per bivalvi prelevati presso le coste galiziane caratterizzate da un significativo traffico navale e da diversi insediamenti industriali. Tale condizione tende ad evidenziare una moderata condizione di stress che rimane tuttavia localizzata nelle prime fasi del monitoraggio. La tendenza osservata indica una tendenziale diminuzione dell'apporto antropogenico nel tempo, come evidenziato dall'incremento dei valori del rapporto n-C₁₇/pristano nel periodo estivo, legato all'aumento del C₁₇, un idrocarburo largamente presente nella distribuzione lipidica delle alghe (Gelpi *et al.*, 1970; Ahmed *et al.*, 1998).

Nel complesso, l'analisi specifica degli indici di distribuzione degli idrocarburi alifatici non ha evidenziato situazioni particolarmente critiche. La distribuzione dei livelli di IA e dei valori assunti dai rapporti di distribuzione esaminati nell'intero periodo di indagine sono risultati paragonabili, e in molti casi inferiori, ai risultati di analoghi studi ambientali che hanno interessato il monitoraggio di zone marine-costiere (Carro *et al.*, 2006, Lima *et al.*, 2007) o di analoghe piattaforme (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

Idrocarburi Policiclici Aromatici – I livelli di IPA determinati nei tessuti dei bivalvi prelevati nell'estate 2010 sono risultati omogeneamente distribuiti (Tab. 3-XX; fig. 3.49). Analoga distribuzione, omogenea tra i siti, è stata osservata anche nell'inverno 2010, con concentrazioni significativamente superiori a quelle estive.

Anche nei due anni precedenti accumuli maggiori sono stati riscontrati nelle stagioni invernali rispetto a quelle estive, con differenze sempre significative.

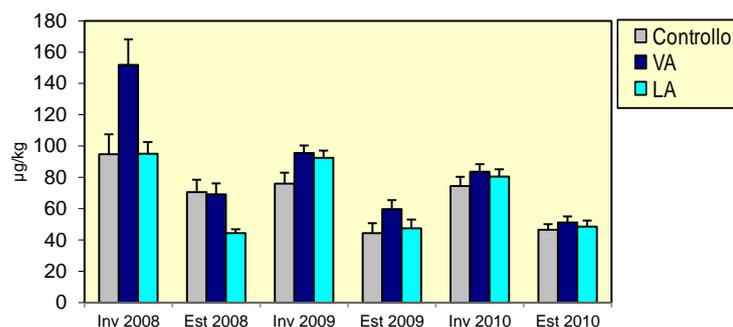
E' da rilevare che, a differenza di quanto osservato nel 2010, nel 2008 e 2009 almeno un sito della piattaforma aveva presentato una concentrazione di IPA statisticamente superiore rispetto al controllo.

Tab. 3-XX - Distribuzione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (ng/g p.s.) rilevati presso la piattaforma Tea e nel controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo.

Composti	Inverno 2008			Estate 2008		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Naftalene	10,30±5,50	30,20±7,50	2,70±0,60	9,74±2,44	10,26±2,57	3,77±0,94
Acenaftene	5,50±0,90	6,10±1,50	7,10±1,70	1,76±0,44	4,48±1,12	1,76±0,44
Acenaftilene	6,00±1,80	8,60±2,10	10,60±2,60	1,46±0,37	3,10±0,78	0,98±0,25
Fluorene	5,10±1,90	6,60±1,60	8,60±2,10	2,39±0,60	1,41±0,35	0,34±0,09
Fenantrene	23,40±10,30	54,48±13,60	18,60±4,60	28,10±7,03	21,77±5,44	0,35±0,09
Antracene	7,80±1,80	4,80±1,20	4,40±1,10	5,38±1,35	1,14±0,29	0,14±0,04
Fluorantene	20,90±5,50	30,06±7,50	15,30±3,70	12,67±3,17	14,96±3,74	8,72±2,18
Pirene	9,80±3,80	16,40±4,10	10,90±2,70	7,30±1,83	6,29±1,57	4,95±1,24
B[a]Antracene	0,30±0,10	0,20±0,10	1,50±0,30	0,06±0,02	0,58±0,15	0,15±0,04
Crisene	0,70±0,10	0,50±0,10	0,60±0,10	0,27±0,07	3,43±1,57	3,03±0,76
B[b]Fluorantene	2,00±0,30	1,40±0,30	2,20±0,50	1,07±0,27	0,06±0,02	0,06±0,2
B[k]Fluorantene	0,09±0,03	0,08±0,02	0,08±0,02	0,08±0,02	0,08±0,02	0,02±0,01
B[a]Pirene	1,50±0,20	0,30±0,10	1,30±0,30	0,10±0,03	0,11±0,03	0,02±0,01
DiB[a,h]A	1,30±0,30	0,80±0,20	1,20±0,30	0,02±0,16	1,39±0,35	0,01±0,003
BghiPerilene	0,05±0,03	0,06±0,02	0,06±0,01	0,02±0,001	0,06±0,02	0,001±0,003
Indeno [c,d] pirene	0,01±0,002	0,08±0,002	0,08±0,002	0,04±0,001	0,05±0,001	0,04±0,001
Σ_{ipa}	94,74±12,70	151,80±16,30	95,10±7,40	70,50±8,00	69,20±7,00	44,30±2,60

Composti	Inverno 2009			Estate 2009		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Naftalene	19,60±2,90	15,40±1,10	16,30±1,10	2,56±1,34	8,10±1,04	4,77±1,00
Acenaftene	4,30±0,80	8,90±0,90	6,70±0,80	1,06±0,34	5,10±0,34	2,36±0,70
Acenaftilene	5,10±1,50	4,30±1,10	5,10±1,10	1,46±0,37	4,50±0,37	2,98±0,50
Fluorene	4,10±1,30	5,10±1,0	5,70±1,10	2,54±0,70	1,10±0,60	1,31±0,40
Fenantrene	9,20±3,50	22,60±3,04	20,20±3,10	12,1±4,34	14,70±3,50	10,35±3,30
Antracene	5,50±1,20	5,60±1,10	5,80±1,20	2,28±1,15	1,90±1,65	2,14±1,00
Fluorantene	18,30±2,40	19,80±1,90	16,70±1,90	10,10±3,44	12,30±3,44	9,72±3,44
Pirene	4,20±2,30	5,50±1,80	6,10±1,80	5,30±2,13	4,22 ±2,00	7,95±2,00
B[a]Antracene	0,30±0,10	0,70±0,10	0,50±0,10	0,12±0,01	1,58±0,01	1,15±0,01
Crisene	0,50±0,10	0,80±0,10	0,60±0,10	1,23±0,37	4,33±0,40	3,03±0,70
B[b]Fluorantene	1,80±0,10	2,10±0,10	2,30±0,10	4,37±1,27	0,10±1,20	1,06±1,20
B[k]Fluorantene	0,18±0,02	0,29±0,02	0,25±0,02	0,44±0,12	0,30±0,10	0,22±0,40
B[a]Pirene	1,30±0,20	1,50±0,20	1,90±0,10	0,50±0,09	0,32±0,09	0,29±0,09
DiB[a,h]A	1,50±0,20	1,80±0,20	2,30±0,10	0,20±0,06	1,01±0,06	0,19±0,09
BghiPerilene	0,13±0,03	1,15±0,03	1,98±0,20	0,12±0,04	0,09±0,04	0,01±0,04
Indeno [c,d] pirene	0,01±0,002	0,01±0,002	0,01±0,002	0,03±0,01	0,05±0,01	0,04±0,01
Σ_{ipa}	76,02±6,90	95,50±4,90	92,40±4,70	44,40 6,30	59,7±5,80	47,50±5,60

Composti	Inverno 2010			Estate 2010		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Naftalene	19,20±2,80	15,00±1,00	15,90±1,00	4,80±1,60	5,00±0,80	1,00±0,80
Acenaftene	4,20±0,70	8,70±0,80	6,50±0,70	3,80±0,40	2,80±0,70	3,80±0,60
Acenaftilene	4,90±1,40	4,20±1,00	4,90±1,00	2,90±0,80	1,60±0,80	1,10±0,80
Fluorene	4,00±1,20	4,90±0,90	5,50±1,00	0,80±0,70	2,20±0,70	1,20±0,80
Fenantrene	9,00±3,40	12,10±3,30	9,70±3,00	5,20±2,00	13,20±2,60	18,00±2,30
Antracene	5,30±1,10	5,40±1,00	5,60±1,10	3,60±0,60	4,20±0,80	1,70±0,90
Fluorantene	17,90±2,30	19,40±1,80	16,30±1,80	160±1,30	9,20±1,50	10,10±1,40
Pirene	4,10±2,20	5,30±1,70	5,90±1,70	1,60±1,30	4,30±1,40	2,40±1,30
B[a]Antracene	0,20±0,09	0,60±0,09	0,49±0,09	1,90±0,50	1,30±0,70	1,40±0,70
Crisene	0,49±0,09	0,78±0,09	0,58±0,09	1,30±0,50	1,40±0,70	1,20±0,70
B[b]Fluorantene	1,71±0,09	2,05±0,09	2,21±0,09	0,40±0,50	1,80±0,70	1,50±0,70
B[k]Fluorantene	0,17±0,01	0,20±0,10	0,24±0,02	1,60±0,10	1,20±0,10	0,40±0,10
B[a]Pirene	1,20±0,10	1,40±0,10	1,81±0,10	0,30±0,10	1,10±0,15	1,80±0,70
DiB[a,h]A	1,47±0,19	1,76±0,19	2,25±0,10	1,30±0,10	1,00±0,15	0,60±0,70
BghiPerilene	0,12±0,02	1,11±0,02	1,90±0,10	0,50±0,20	0,50±0,20	1,80±0,10
Indeno [c,d] pirene	0,01±0,001	0,01±0,001	0,01±0,001	0,60±0,10	0,40±0,01	0,60±0,01
Σ_{ipa}	74,40±6,00	83,60±4,80	80,50±4,60	46,60±3,50	51,20±3,90	48,60±3,80



		IPA																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA				*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					ns	*	ns	*	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA						*	ns	*	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*
	LA						*	*	*	*	ns	*	ns	*	*	*	ns	ns	ns
Inverno 2009	C							*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA								ns	*	*	*	*	*	ns	*	*	*	*
	LA									*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*
Estate 2009	C											*	ns	*	*	*	ns	ns	ns
	VA												ns	ns	*	*	*	*	ns
	LA													*	*	*	ns	ns	ns
Inverno 2010	C														ns	ns	*	*	*
	VA															ns	*	*	*
	LA																*	*	*
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.49 - Distribuzione degli Idrocarburi Policiclici Aromatici (ng/g p.s.) rilevati presso la piattaforma Tea e nel controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo. Test statistico di Mann-Whitney. ns = non significativo; * = $p < 0,05$.

Approfondendo la distribuzione dei 16 composti rilevati, l'idrocarburo aromatico maggiormente presente tra quelli investigati in estate 2010 è risultato il fenantrene in entrambi i siti della piattaforma e il fluorantene presso in controllo. Si tratta in entrambi i casi di residui di combustione originati dalla lavorazione di petrolio-derivati. Nell'inverno 2010 avevano predominato il naftalene al controllo e il fluorantene in LA e in VA. Nell'estate 2009 l'IPA maggiormente presente era risultato il fenantrene in tutti i siti, più abbondante anche in inverno 2009 in VA e LA (al controllo predominava il naftalene). Nel 2008, invece, il fenantrene era risultato il più abbondante ovunque, così come in VA e al controllo in estate. Il fluorantene aveva invece dominato in estate in LA.

Confrontando l'intera distribuzione osservata è possibile da una parte evidenziare una significativa variabilità stagionale nei livelli di accumulo di IPA, più elevati nelle stagioni invernali, e, dall'altra, un leggero decremento nel tempo dei valori determinati. Confrontando tali risultati con quanto presente in letteratura, i valori appaiono inferiori a quelli registrati in aree marine e marino-costiere soggette ad un moderato impatto

antropico (Lima *et al.*, 2007; Carro *et al.*, 2006) e a quelli osservati presso analoghe strutture di estrazione (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

Metalli pesanti – Nel complesso lo **zinco** è sempre stato il metallo maggiormente presente nei tessuti degli organismi (Tab. 3-XXI; fig. 3.50). Nell'estate 2010 sono stati registrati contenuti omogenei tra i tre siti, analogamente all'estate 2008. In tutte le altre stagioni, invece, uno o entrambi i punti di prelievo su Tea avevano presentato concentrazioni maggiori rispetto al controllo. Rispetto all'inverno 2010 nell'ultima stagione è avvenuto un incremento in VA e al controllo, mentre le concentrazioni in LA sono rimaste comparabili. Dal punto di vista stagionale, sono state sempre riscontrate differenze significative eccetto in LA tra l'estate 2008 e l'inverno 2009 e in VA e controllo tra l'inverno 2009 e quello del 2010, con concentrazioni generalmente superiori in estate, anche se in quella del 2009 solo LA ha seguito tale andamento.

Tab. 3-XXI - Distribuzione dei metalli in traccia (mg/kg p.s. \pm ds) rilevati nei mitili (*Mytilus galloprovincialis*) campionati presso la piattaforma Tea e nel sito di controllo dal 2008 al 2010. VA: vicino anodo; LA: lontano anodo.

	Inverno 2008			Estate 2008		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Pb	0,20 \pm 0,05	0,28 \pm 0,04	0,15 \pm 0,02	0,02 \pm 0,02	0,04 \pm 0,03	0,07 \pm 0,01
Zn	10,30 \pm 1,00	25,95 \pm 2,60	16,07 \pm 1,61	26,90 \pm 2,60	21,00 \pm 2,10	27,90 \pm 2,70
Ni	0,02 \pm 0,01	0,06 \pm 0,01	0,02 \pm 0,002	0,04 \pm 0,04	0,05 \pm 0,01	0,05 \pm 0,01
As	0,48 \pm 0,08	0,59 \pm 0,06	0,76 \pm 0,10	0,40 \pm 0,04	0,29 \pm 0,03	0,62 \pm 0,06
Hg	0,18 \pm 0,06	0,26 \pm 0,06	0,20 \pm 0,03	0,16 \pm 0,05	0,22 \pm 0,04	0,25 \pm 0,04
Cr tot	0,09 \pm 0,004	0,02 \pm 0,002	0,04 \pm 0,004	0,02 \pm 0,002	0,02 \pm 0,02	0,03 \pm 0,03
Cu	1,00 \pm 0,01	2,20 \pm 0,22	1,10 \pm 0,11	0,32 \pm 0,03	0,33 \pm 0,03	0,42 \pm 0,04
Cd	0,09 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,10 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,04 \pm 0,004	0,15 \pm 0,02

	Inverno 2009			Estate 2009		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Pb	0,23 \pm 0,03	0,36 \pm 0,03	0,34 \pm 0,03	0,14 \pm 0,05	0,34 \pm 0,03	0,28 \pm 0,02
Zn	15,27 \pm 2,1	23,16 \pm 2,4	23,47 \pm 2,1	12,04 \pm 1,2	15,46 \pm 1,0	34,31 \pm 2,3
Ni	0,38 \pm 0,01	0,30 \pm 0,01	0,30 \pm 0,04	0,27 \pm 0,09	0,12 \pm 0,09	0,22 \pm 0,09
As	2,06 \pm 0,09	4,04 \pm 0,08	3,62 \pm 0,07	2,34 \pm 0,1	2,59 \pm 0,2	2,52 \pm 0,2
Hg	0,21 \pm 0,05	0,23 \pm 0,09	0,22 \pm 0,09	0,11 \pm 0,06	0,13 \pm 0,05	0,12 \pm 0,07
Cr tot	0,13 \pm 0,02	0,11 \pm 0,04	0,11 \pm 0,07	0,82 \pm 0,09	0,13 \pm 0,08	0,16 \pm 0,08
Cu	0,33 \pm 0,09	0,36 \pm 0,05	0,33 \pm 0,01	0,34 \pm 0,05	0,65 \pm 0,01	0,62 \pm 0,03
Cd	0,16 \pm 0,01	0,15 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,14 \pm 0,01	0,21 \pm 0,01

	Inverno 2010			Estate 2010		
	Controllo	VA	LA	Controllo	VA	LA
Pb	0,11 \pm 0,05	0,08 \pm 0,03	0,11 \pm 0,04	0,17 \pm 0,02	0,35 \pm 0,03	0,61 \pm 0,01
Zn	10,49 \pm 1,2	17,91 \pm 1,0	19,39 \pm 1,1	23,6 \pm 3,1	26,4 \pm 2,5	24,5 \pm 3,2
Ni	0,12 \pm 0,09	0,08 \pm 0,08	0,16 \pm 0,07	0,91 \pm 0,04	0,92 \pm 0,01	0,92 \pm 0,01
As	1,47 \pm 0,1	2,83 \pm 0,1	2,06 \pm 0,2	1,02 \pm 0,04	1,00 \pm 0,03	1,59 \pm 0,07
Hg	0,18 \pm 0,09	0,26 \pm 0,06	0,20 \pm 0,03	0,15 \pm 0,06	0,21 \pm 0,04	0,24 \pm 0,04
Cr tot	0,06 \pm 0,02	0,05 \pm 0,02	0,05 \pm 0,03	0,05 \pm 0,002	0,06 \pm 0,002	0,06 \pm 0,03
Cu	0,83 \pm 0,01	0,99 \pm 0,05	0,98 \pm 0,05	0,31 \pm 0,03	0,51 \pm 0,03	0,60 \pm 0,04
Cd	0,06 \pm 0,01	0,11 \pm 0,01	0,22 \pm 0,01	0,09 \pm 0,01	0,39 \pm 0,01	0,12 \pm 0,01

I valori di zinco registrati nell'intero periodo sono risultati inferiori a quelli osservati presso Naomi-Pandora (77,5–87,5 mg/g p.s.), Calipso (163–189 mg/kg p.s.), Clara Est e Clara Nord (59,3-190 mg/kg p.s.; Fabi *et al.*, 2005b; 2006b; 2010b; 2010c).

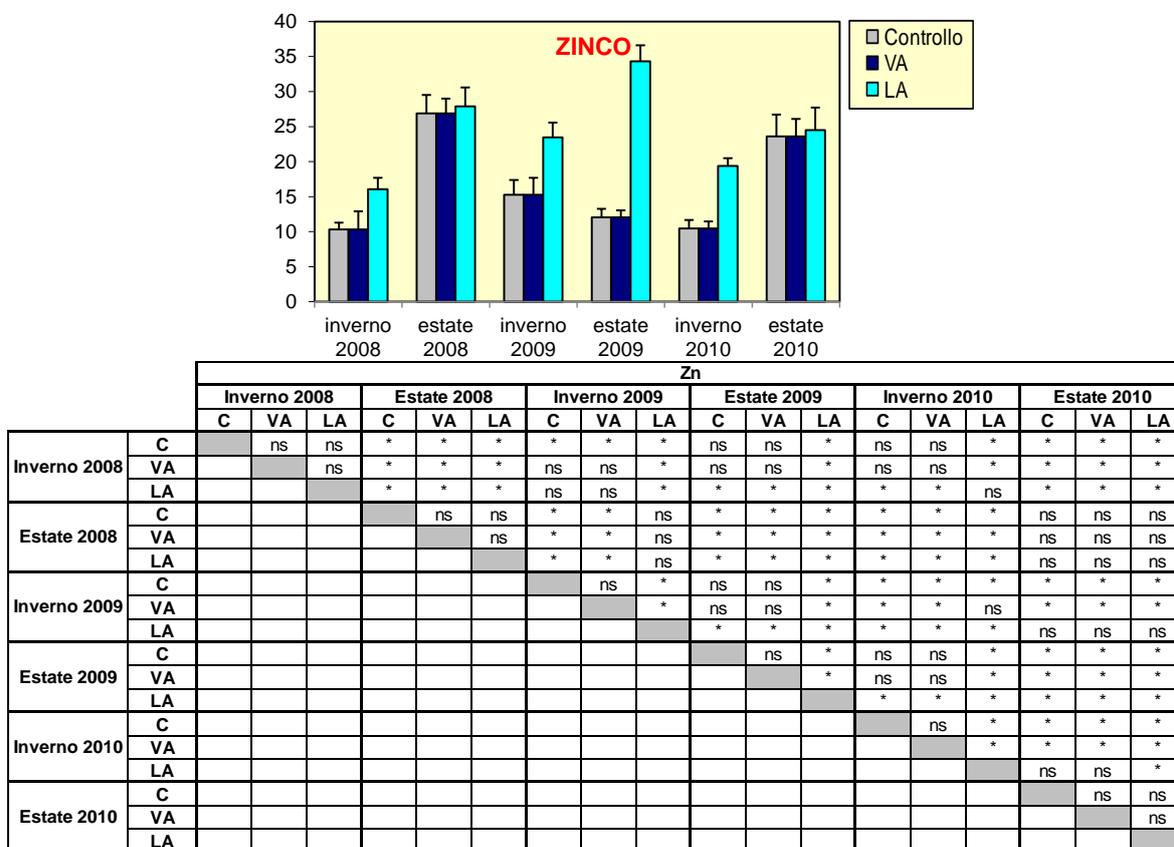
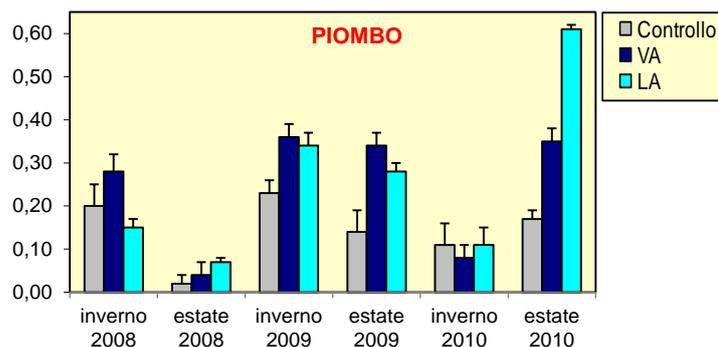


Fig. 3.50 - Concentrazioni di Zinco (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

I livelli di **piombo** avevano evidenziato un significativo aumento dell'accumulo presso i siti della struttura nelle due stagioni del 2009 rispetto al controllo, confermato nell'ultimo monitoraggio (Tab. 3-XXI; fig. 3.51). Nel 2008 erano stati evidenziati decrementi significativi in estate rispetto all'inverno, analogamente al 2009 in LA e al controllo (nessuna variazione era stata riscontrata il VA). Nell'ultimo anno è stato invece osservato un incremento estivo statisticamente significativo nei due siti della piattaforma. E' da rilevare che nell'estate 2010 in LA è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine. Comunque, in generale i livelli di accumulo osservati risultano inferiori a quelli presenti nei mitili prelevati presso le piattaforme Calipso (Fabi *et al.*, 2006b) e Naide (Fabi *et al.*, 2014).



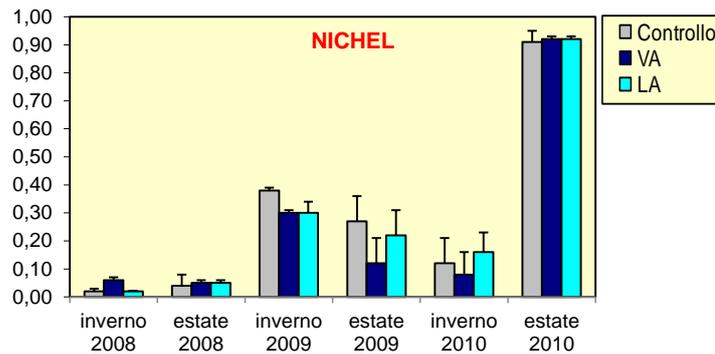
		Pb																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	
Inverno 2008	C		ns	ns	*	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*	*	ns	*	*	*
	VA			ns	*	*	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	ns	*
	LA				*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	*	ns	*	*	*
Estate 2008	C					ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*
	LA							*	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	*	*
Inverno 2009	C							*	*	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*
	VA								ns	*	ns	*	*	*	*	*	*	ns	*
	LA									*	ns	*	*	*	*	*	*	ns	*
Estate 2009	C									*	*	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*
	VA											ns	*	*	*	*	*	ns	*
	LA													*	*	*	*	*	*
Inverno 2010	C														ns	ns	ns	*	*
	VA															ns	*	*	*
	LA																ns	*	*
Estate 2010	C																	*	*
	VA																	*	*
	LA																		*

Fig. 3.51 - Concentrazioni di Piombo (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

I livelli di **nicel** registrati nell'estate 2010 sono risultati omogeneamente distribuiti, analogamente all'inverno precedente e alle stagioni estive del 2008 e 2009 (Tab. 3-XXI; fig. 3.52).

Nelle due stagioni invernali 2008 e 2009, invece, erano stati osservati livelli significativamente superiori in VA (2008) e al controllo (2009). Dal confronto interstagionale sono emerse differenze significative nel 2009 limitatamente al sito VA e nel 2010 ovunque, con andamenti interannuali contrapposti.

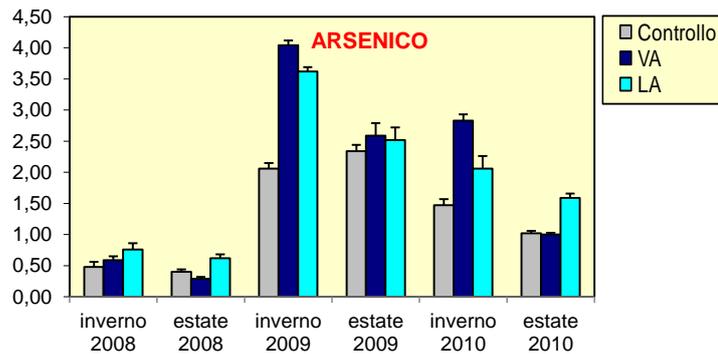
Nel complesso, le concentrazioni rilevate sono risultate simili, o in alcuni casi inferiori, a quelle osservabili in bivalvi prelevati presso analoghe strutture estrattive in Adriatico (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).



		Ni																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*
	VA			*	ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*
	LA				ns	ns	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*
Estate 2008	C					ns	ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	ns	*	*	*
	VA						ns	*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*
	LA							*	*	*	*	ns	*	ns	ns	*	*	*	*
Inverno 2009	C								*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA										ns	*	ns	*	*	*	*	*	*
	LA											ns	ns	*	*	*	*	*	*
Estate 2009	C											ns	ns	ns	*	ns	*	*	*
	VA												ns	ns	ns	ns	*	*	*
	LA													ns	ns	ns	*	*	*
Inverno 2010	C														ns	ns	*	*	*
	VA															ns	*	*	*
	LA																*	*	*
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		

Fig. 3.52 - Concentrazioni di Nichel (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

Nell'estate 2010 l'**arsenico** è risultato significativamente più accumulato in LA ($1,59 \pm 0,07$ mg/kg) rispetto al controllo e ad LA (Tab. 3-XXI; fig. 3.53). Rispetto all'inverno precedente, in cui entrambi i siti della piattaforma avevano presentato valori statisticamente superiori al controllo, è avvenuta una riduzione significativa ovunque. Precedentemente l'arsenico era risultato più accumulato in uno o entrambi i siti della piattaforma sino all'inverno 2009, dove erano stati raggiunti i valori in assoluto più elevati. Nell'estate dello stesso anno era stata invece osservata un'omogeneità di valori, determinata da riduzioni significative rispetto all'inverno precedente in piattaforma e da un aumento al controllo. Nel 2008, invece, l'unica variazione interstagionale degna di nota era stata la riduzione in estate in VA. Rispetto al primo anno, l'arsenico è aumentato ovunque, ma i valori dell'ultimo survey restano simili a quelli riportati in precedenza per bivalvi prelevati presso analoghe strutture produttive (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014) e in aree marino-costiere soggette a un basso impatto antropico (Fattorini *et al.*, 2008).



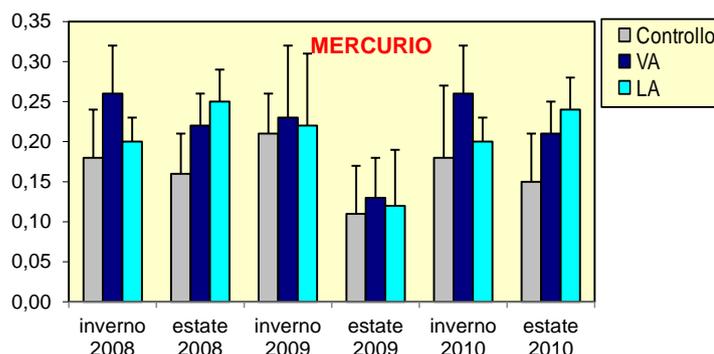
		As																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	*	ns	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA			ns	*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA				*	*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Estate 2008	C					ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	VA						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Inverno 2009	C								*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	*
	VA									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Estate 2009	C											ns	ns	*	*	*	ns	*	*
	VA												ns	*	ns	ns	*	*	*
	LA													*	ns	ns	*	*	*
Inverno 2010	C														*	*	*	*	ns
	VA															*	*	*	*
	LA															*	*	*	*
Estate 2010	C																	ns	*
	VA																	*	*
	LA																	*	*

Fig. 3.53 - Concentrazioni di Arsenico (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

Per il **mercurio** sono sempre stati trovati livelli omogeneamente distribuiti, sia per quanto riguarda le singole stagioni che i confronti interstagionali, eccetto il sito VA tra l'estate 2009 e l'inverno 2010 (Tab. 3-XXI; fig. 3.54). Nel complesso le concentrazioni rilevate nel monitoraggio di Tea sono apparse simili o in alcuni casi leggermente superiori a quelle evidenziate per altre piattaforme offshore installate in Adriatico (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

Nell'estate 2010 il **romo** è apparso omogeneamente distribuito tra i siti investigati (Tab. 3-XXI; fig. 3.55). Un'omogeneità è stata riscontrata anche con i valori registrati nell'inverno precedente. Nell'estate 2009 questo metallo era risultato maggiormente accumulato al controllo rispetto entrambi i siti della piattaforma, raggiungendo la concentrazione in assoluto più elevata dell'intero periodo di indagine. Anche nell'inverno 2008 l'accumulo maggiore era stato osservato nei mitili del controllo rispetto agli altri. Nelle altre due stagioni (estate 2008 e inverno 2009) era stata invece registrata una distribuzione omogenea. In entrambi gli anni erano state evidenziate differenze

interstagionali al controllo, consistenti in una riduzione nell'estate 2008 e in un aumento in quella del 2009 rispetto agli inverni corrispondenti, e un incremento in VA nell'inverno 2009. Comunque, anche nel caso del cromo i valori osservati nell'intero periodo di indagine risultano confrontabili a quelli rilevati nelle precedenti esperienze di monitoraggio su piattaforme analoghe (Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).

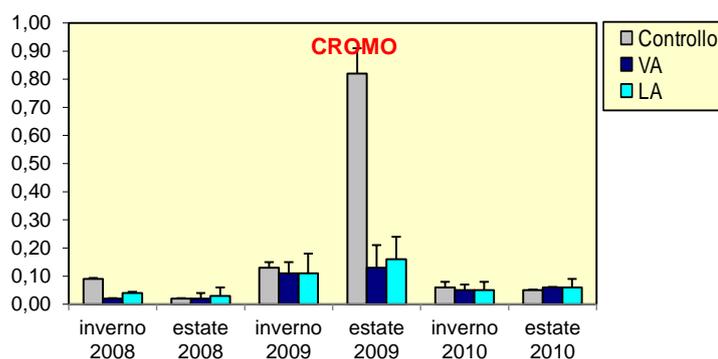


		Hg																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
	VA			ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA				ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2008	C					ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA						ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA							ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	VA									ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	LA										ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estate 2009	C											ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*
	VA													ns	*	ns	ns	ns	*
	LA															ns	ns	ns	*
Inverno 2010	C																ns	ns	ns
	VA																ns	ns	ns
	LA																ns	ns	ns
Estate 2010	C																	ns	ns
	VA																		ns
	LA																		ns

Fig. 3.54 - Concentrazioni di Mercurio (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

Eccetto nell'inverno 2009, quando era stata evidenziata una distribuzione omogenea, il rame è sempre risultato maggiormente accumulato in uno o entrambi i siti della struttura (Tab. 3-XXI; fig. 3.56). Mentre il 2008 era stato caratterizzato da un decremento significativo in estate in tutti i tre siti, nella stessa stagione del 2009 si è verificato un aumento in VA ed LA. Dopo un incremento generalizzato nell'inverno 2010 nell'ultimo campionamento si è registrata una riduzione in estate in tutti i tre siti. Non sono state riscontrate particolari discrepanze con quanto osservato presso altre piattaforme offshore

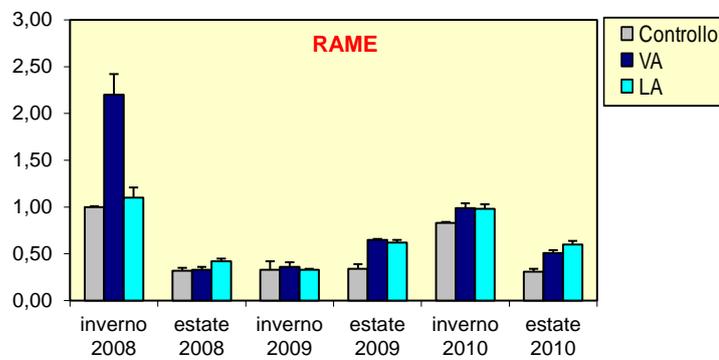
(Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014).



		Cr																		
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010			
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	
Inverno 2008	C		*	*	*	*	*	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	*	ns	
	VA			*	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	*	*	ns
	LA				*	ns	ns	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
Estate 2008	C					ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*	ns	
	VA						ns	*	*	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	ns	
	LA							*	ns	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Inverno 2009	C								ns	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*	
	VA									ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
	LA										*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
Estate 2009	C													*	*	*	*	*	*	
	VA															ns	ns	ns	ns	
	LA																ns	ns	ns	
Inverno 2010	C																			
	VA																ns	ns	ns	
	LA																		ns	
Estate 2010	C																			
	VA																	ns	ns	
	LA																		ns	

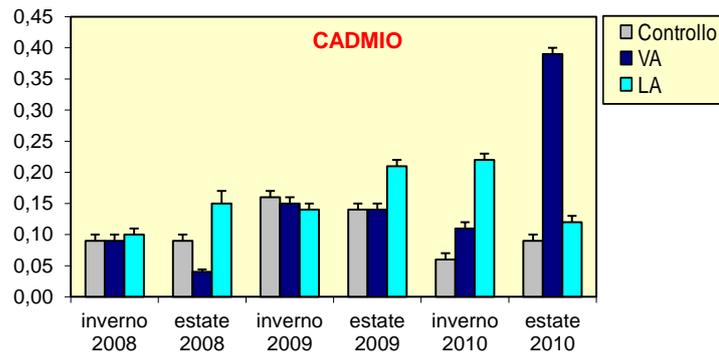
Fig. 3.55 - Concentrazioni di Cromo (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

Infine, in entrambe le stagioni del 2010 per il **cadmio** è stato riscontrato un accumulo significativo in entrambi i siti di Tea rispetto al controllo (Tab. 3-XXI; fig. 3.57). Nei due anni precedenti concentrazioni significativamente superiori erano state rilevate in LA nei due monitoraggi estivi. In quelli invernali, invece, le distribuzioni erano omogenee. Nel 2008 erano stati registrati un decremento in VA e un aumento in LA in estate; nell'inverno 2009 VA e controllo sono significativamente aumentati rimanendo poi stabili in estate. In LA, invece, l'aumento è avvenuto nella stagione estiva del 2009. Nei due monitoraggi del 2010 si sono avuti cambiamenti sia al controllo che in VA, consistenti in riduzioni invernali e aumenti estivi, mentre in VA è stato registrato solo un decremento in estate. E' da rilevare che in LA nell'estate 2010 è stato raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo. Comunque, le concentrazioni osservate sono nel complesso inferiori a quelle evidenziate presso Calipso (Fabi *et al.*, 2006b), Naomi-Pandora (Fabi *et al.*, 2005b), Clara Nord e Clara Est (Fabi *et al.*, 2010b; 2010c).



		Cu																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		*	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*
	VA				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	ns	*	*	*
Estate 2008	C					ns	*	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
	VA						ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
	LA						ns	ns	*	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
	VA									ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
	LA									ns	ns	*	*	*	*	*	ns	*	*
Estate 2009	C														*	*	ns	*	*
	VA												ns	*	*	*	*	*	ns
	LA													*	*	*	*	*	ns
Inverno 2010	C														*	*	*	*	*
	VA															ns	*	*	*
	LA																*	*	*
Estate 2010	C																	*	*
	VA																	*	*
	LA																	*	ns

Fig. 3.55 - Concentrazioni di Cromo (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.



		Cd																	
		Inverno 2008			Estate 2008			Inverno 2009			Estate 2009			Inverno 2010			Estate 2010		
		C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA	C	VA	LA
Inverno 2008	C		ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*
	VA			ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*
	LA			ns	ns	*	*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	ns
Estate 2008	C						*	*	*	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*
	VA						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	LA						ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	ns
Inverno 2009	C								ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*
	VA								ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	*
	LA								ns	ns	ns	ns	*	*	*	*	*	*	ns
Estate 2009	C											ns	*	*	*	*	*	*	ns
	VA												*	*	*	*	*	*	ns
	LA													*	*	ns	*	*	*
Inverno 2010	C														*	*	*	*	*
	VA																*	*	ns
	LA																*	*	ns
Estate 2010	C																	*	*
	VA																	*	*
	LA																	*	*

Fig. 3.56 - Concentrazioni di Cadmio (mg/kg) nei tessuti dei mitili prelevati vicino (VA) e lontano (LA) dagli anodi di sacrificio e dal sito di controllo C nell'intero periodo di indagine. Test statistico di Mann-Whitney. * = $p < 0,05$; ns = non significativo.

3.5. INDAGINI SULLA COMUNITÀ BENTONICA

3.5.1. DENSITÀ

In generale, nell'intero periodo di studio la comunità bentonica rinvenuta nei siti investigati è risultata piuttosto ricca in termini di numero di individui (fig. 3.57).

Durante il pre-survey le densità erano oscillate tra $107,33 \pm 21,30$ ind/0,095 m² (K3) e $294,12 \pm 35,75$ ind/0,095 m² (B6). Le due stazioni attorno al sito della futura piattaforma poste ad Est (B3 e A7) erano risultate confrontabili con i rispettivi controlli K2 e K4, analogamente ad A3 con K1, mentre in B6 la densità era risultata superiore a quella di K3. Il sito Tea si trovava in posizione intermedia rispetto alle altre.

Con i lavori di installazione (inverno 2007) si era assistito a un decremento rispetto al pre-survey ai controlli (eccetto K3) e in B6. Le densità maggiori si registravano a Nord della piattaforma (A3: $221,33 \pm 36,30$; B3: $200,00 \pm 84,23$ ind/0,095 m²), dove risultavano notevolmente superiori a quelle dei rispettivi controlli K1 ($114,67 \pm 13,01$ ind/0,095 m²) e K2 ($107,33 \pm 11,38$ ind/0,095 m²). Anche in B6, nonostante la riduzione, il valore era maggiore rispetto a K3, mentre le abbondanze registrate in A7 e K4 risultavano simili. La densità ottenuta presso Tea, simile a quella del pre-survey ($157,29 \pm 35,33$ ind/0,095 m²), era risultata intermedia a quelle registrate a 60 m da essa. Nell'estate successiva si era verificato un incremento delle densità in B3, A7 e nei controlli K2, K3 e K4, mentre le altre stazioni erano rimaste pressoché invariate o avevano subito un decremento (A3). A parte B3 e B6, che avevano presentato densità rispettivamente superiori e inferiori a quelle dei corrispondenti controlli K2 e K3, gli altri due siti a 60 m erano apparsi confrontabili con i rispettivi riferimenti. Il sito della piattaforma era di nuovo risultato intermedio a tutti gli altri.

Nel primo monitoraggio effettuato dopo l'entrata in produzione di Tea (PL; inverno 2008) solo le densità di A3 e K1 apparivano superiori a quelle dell'estate precedente. Presso la piattaforma era infatti avvenuto un decremento (minimo assoluto: $84,33 \pm 15,91$ ind/0,095 m²) che aveva interessato anche gli altri siti posti a 60 m (eccetto B6) e il controllo K2 (fig. 3.57). Il massimo era stato rilevato in K4 ($387,33 \pm 122,63$ ind/0,095 m²), confrontabile con A1 e K1. A partire da Tea lungo entrambi i transetti si era verificato un incremento in tutti i siti a 30 m di distanza. Verso NW (transetto A) erano seguiti un decremento a 120 m e un aumento a 250 m, mentre verso SE non erano avvenute particolari variazioni sino alla massima distanza.

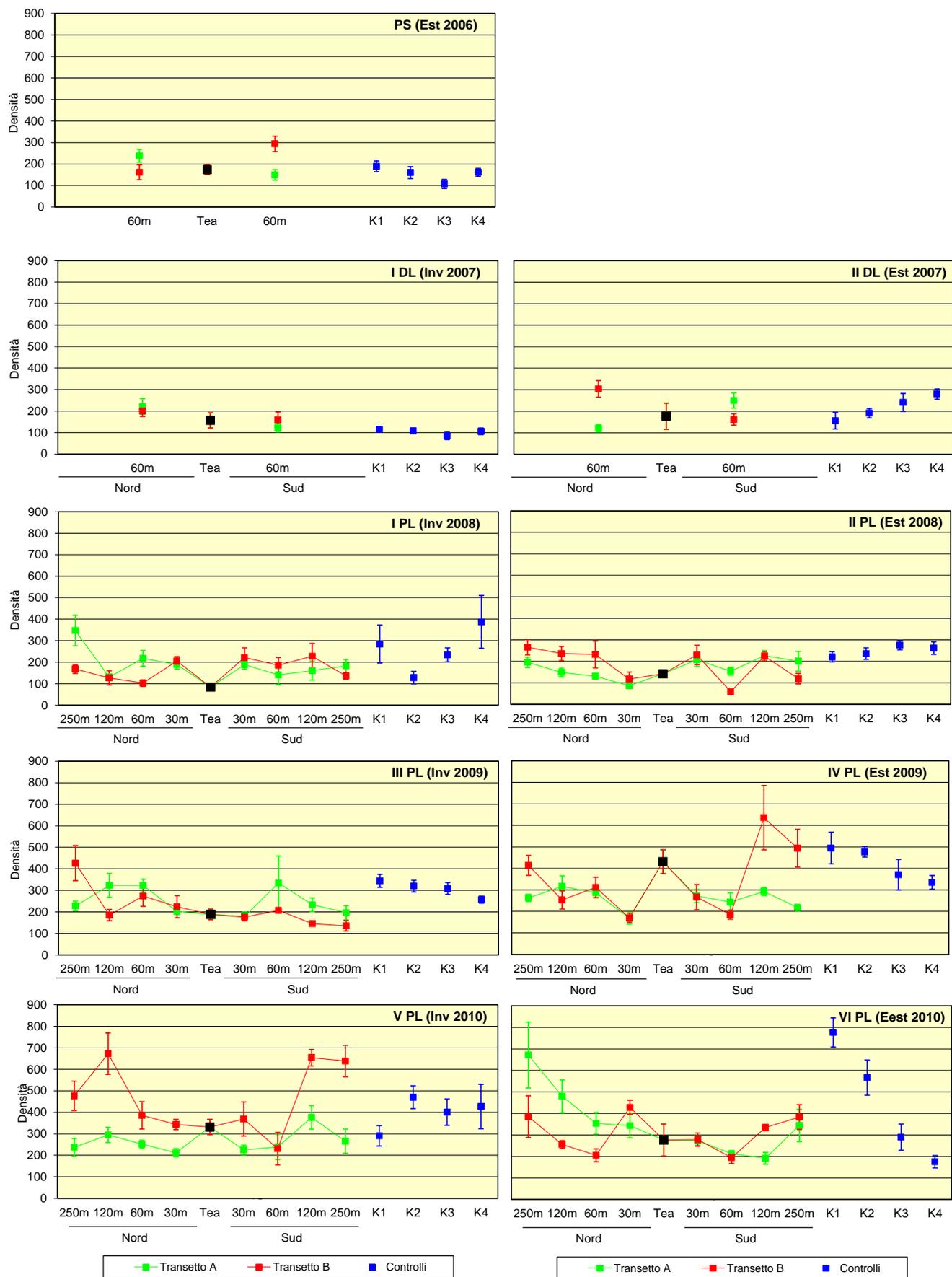


Fig. 3.57 – Densità (n. ind/0,095 m² ± e.s.) registrate presso i siti monitorati dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey post lavori.

Il transetto B aveva presentato una riduzione a 60 m verso NE e un lieve, graduale aumento fino a 250 m, mentre a SW si era verificata una riduzione in B8. A parità di distanza dalla piattaforma le densità registrate lungo i due transetti erano risultate molto simili, fatta eccezione per i siti posti a 60 m e a 250 m a Nord.

Nell'estate 2008 non erano avvenuti cambiamenti univoci rispetto all'inverno, essendo le densità diminuite o aumentate in alcune stazioni, tra cui quella della piattaforma ($141,67 \pm 14,98$ ind/0,095 m²), e rimaste simili in altre (fig. 3.57). I due transetti avevano presentato trend simili, caratterizzati da un decremento da 250 m a 30 m di distanza in direzione Nord e da un aumento sino a 30 m verso Sud. In questa direzione da 60 m in poi erano avvenute alcune oscillazioni, più evidenti lungo B. I controlli erano risultati confrontabili con 5 siti del transetto B e 4 del transetto A.

Nell'inverno 2009 la stazione della piattaforma aveva presentato un aumento, così come alcuni siti dei transetti (fig. 3.57). Lungo A erano avvenuti un incremento in A2 e una riduzione in A4, senza ulteriori variazioni sino ad A9, considerando la variabilità tra le repliche. Lungo B si registrava un notevole decremento da B1 a B2, seguito da un lieve aumento in B3 e da una riduzione in corrispondenza di Tea. A Sud della piattaforma era invece stato evidenziato un decremento in B7. I controlli avevano presentato valori compresi tra $257,06 \pm 16,88$ (K4) e $344,12 \pm 30,06$ ind/0,095 m² (K1), superiori rispetto alla maggior parte delle stazioni dei transetti e a Tea.

Nell'estate 2009 le densità sono rimaste simili a quelli invernali o sono aumentate (fig. 3.57). Il valore più alto è stato registrato in B7 ($635,67 \pm 149,76$ ind/0,095 m²) e quelli più bassi in A4 ($168,67 \pm 27,76$) e B4 ($169,96 \pm 20,82$ ind/0,095 m²). Lungo il transetto A le prime variazioni degne di nota sono avvenute in A4 (riduzione) e in corrispondenza di Tea, dove è avvenuto un aumento che ha portato a una densità notevolmente superiore a quella invernale ($431,00 \pm 55,42$ ind/0,095 m²). Verso SE sono state registrate due diminuzioni, una 30 m e l'altra a 250 m. B ha presentato delle oscillazioni da B1 ($414,00 \pm 46,39$) a B4 ($169,96 \pm 20,82$ ind/0,095 m²). Dopo un aumento nel sito della piattaforma sono stati registrati un decremento fino a B6 ($184,74 \pm 21$, ind/0,095 m²) e un notevole aumento in B7. A parità di distanza da Tea i due transetti hanno registrato densità simili da 120 m a Nord a 60 m a Sud, mentre nelle restanti stazioni lungo il transetto B sono stati osservati valori maggiori. I controlli sono risultati compresi tra $334,67 \pm 31,89$ (K4) e $494,67 \pm 73,75$ ind/0,095 m² (K1), risultando pertanto comparabili alla maggior parte dei siti dei transetti inclusa Tea.

Nell'inverno 2010 non sono avvenuti sostanziali cambiamenti nelle densità del transetto A e dei controlli, tranne una riduzione in A6 e K1 (fig. 3.57). Due stazioni del transetto B (B2, B4) hanno presentato valori superiori a quelli estivi, mentre in Tea è avvenuto un lieve decremento. Per quanto concerne i transetti le densità maggiori sono state registrate lungo B eccetto a 60 m verso Sud rispetto a Tea (A7: $238,89 \pm 58,77$; B6: $230,83 \pm 75,75$ ind/0,095 m²). Il transetto A ha presentato un trend speculare rispetto alla piattaforma ($331,79 \pm 35,53$ ind/0,095 m²), con decrementi a 30 m, aumenti sino a 120 e nuove riduzioni a 250 m, variazioni queste più accentuate a Sud. Comunque, per la variabilità tra le repliche, ogni stazione è risultata comparabile almeno con altre due del medesimo transetto. B ha mostrato un andamento differente, caratterizzato da alcune oscillazioni evidenti come, ad esempio, gli aumenti da B1 a B2 ($476,61 \pm 68,52$ e $672,52 \pm 96,34$ ind/0,095 m², rispettivamente) e da B6 a B7 o la riduzione da B2 a B3. Valori simili tra loro sono stati invece registrati nel tratto B3-B6, inclusa la struttura.

Anche i controlli K2, K3 e K4 hanno presentato densità omogenee, comprese tra $401,2 \pm 61,4$ (K3) e $470,00 \pm 52,99$ ind/0,095 m² (K2), e superiori a quella di K1 ($290,81 \pm 47,45$ ind/0,095 m²). Tale variabilità tra i siti di riferimento ha fatto sì che la maggior parte delle stazioni lungo i transetti rientrasse nel loro range.

Rispetto all'inverno, nell'estate 2010 è avvenuto un aumento di valori lungo A sino ad A5. In A8 la densità si è ridotta, mentre le altre due stazioni sono rimaste quasi invariate (fig. 3.57). L'altro transetto ha presentato decrementi estivi nei siti a 120-250 m di distanza. Altrove, inclusa la piattaforma, non sono avvenuti cambiamenti. I controlli hanno mostrato un comportamento eterogeneo (aumenti in K1 e K2 e riduzioni in K3 e K4) che li ha resi molto diversi tra loro essendo le densità comprese tra $175,41 \pm 70,39$ (K3) e $776,67 \pm 165,50$ ind/0,095 m² (K1).

Il trend del transetto A è risultato decrescente da A1 ad A8 e crescente in A9, quello del transetto B ha presentato due flessioni, la prima da B1 a B3 e la seconda da B4 a B6. Due sono stati anche gli incrementi, in B4 e nel tratto B6-B8. Valori confrontabili tra i due transetti sono stati evidenziati da 30 m a Nord sino a 60 m a Sud di Tea e a 250 m, sempre a Sud. Tutti i valori dei transetti sono rientrati nell'ampio range dei controlli.

3.5.1.1 Descrizione dei popolamenti

Per quanto concerne le densità dei singoli taxa, nel pre-survey e durante i lavori di installazione (2007) le specie presenti con il maggior numero di individui un po' ovunque

erano stati i policheti *Onuphis eremita*, *Glycera rouxii*, *Prionospio* sp, *Paralacydonia paradoxa*, *Owenia fusiformis* e Paraonidae nd e l'anfipode *Ampelisca diadema* (Tabb. 3-XXII - 3-XXIV). Quest'ultima specie si era ridotta numericamente in molte stazioni nell'estate 2007, stagione in cui erano risultati piuttosto abbondanti anche *Ophelina cilindricaudata*, *Prionospio cirrifera* e Sabellidae nd in K4 e *Hippodemeon massiliensis* presso la piattaforma.

Dopo l'installazione di Tea (inverno 2008; Tab. 3-XXV) era stato evidenziato un notevole cambiamento delle specie principali: infatti, la maggior parte di quelle più numerose sino all'estate 2007 (es.: *O. eremita*, *G. rouxii*, *Prionospio* sp, *P. paradoxa*, *O. fusiformis*, *A. diadema*) non erano state rinvenute nell'inverno 2008 o avevano ridotto notevolmente la loro importanza. Nell'area circostante la piattaforma i policheti Sabellidae nd, Paraonidae nd, *Hyalinoecia tubicola* e *Ampharete acutifrons* e il bivalve *M. spinifera* erano risultati i taxa più abbondanti. Nei controlli K1 e K4 il maggior numero di esemplari apparteneva ad *Anomia ephippium*, rinvenuti adesi a valve di bivalvi morti, accanto a *Neopycnodonte cochlear* in K4. Sabellidae nd ed *Eunice vittata* erano invece i più abbondanti in K3 e K2 rispettivamente.

Nell'estate 2008 le specie principali erano state un po' ovunque *O. fusiformis*, Paraonidae nd, *P. koreni*, Sabellidae nd (questi ultimi soprattutto ai controlli) e *A. acutifrons*, le cui densità, con poche eccezioni, erano aumentate rispetto all'inverno (Tab. 3-XXVI).

Nell'inverno successivo (2009; Tab. 3-XXVII) i taxa più abbondanti sono stati i policheti *Goniada maculata*, *Aponuphis brementi*, *O. fusiformis*, Paraonidae nd, *P. cirrifera*, Sabellidae nd e il sipunculide *Aspidosiphon muelleri*, alcuni dei quali erano stati rinvenuti in grandi quantità anche nel monitoraggio precedente, oltre a *Nephtys hystericis* e all'anfipode *A. diadema*.

Nell'estate 2009 (Tab. 3-XXVIII) nella maggior parte delle stazioni le specie principali hanno continuato ad essere *P. cirrifera*, *O. fusiformis*, Paraonidae nd e *A. brementi*, con quantità di individui superiori rispetto a quelle invernali. Presso il sito della piattaforma, invece, il bivalve *Mytilus galloprovincialis* ha nettamente prevalso su tutti in termini di abbondanza.

Nel penultimo survey (inverno 2010; Tab. 3-XXIX) *P. cirrifera* e Paraonidae nd hanno continuato a rappresentare le due specie più numerose in tutti i siti inclusi i controlli. Solo in B2 e B7 ha prevalso *Ditrupa arietina*, presentando le densità in assoluto più elevate tra i taxa rinvenuti (250,9 e 232,0 ind/0,095 m² rispettivamente). E' da evidenziare che questo

polichete era stato censito sporadicamente anche nei due survey del 2009 e con densità decisamente basse, mentre nell'inverno 2010 è comparso ovunque eccetto in A6 e A9. Anche i policheti Sabellidae nd hanno presentato densità degne di nota, nella maggior parte dei casi superiori a quelle dell'estate 2009. Una riduzione rispetto a quella stagione è stata invece evidenziata per *A. brementi*.

Nell'estate 2010 (Tab. 3-XXX) *P. cirrifera* è risultata in assoluto la specie più abbondante ovunque, con densità notevolmente superiori a quelle invernali eccetto in A6, B3, B5 e B8 in cui si sono ridotte. Solo in A8 questa specie è stata preceduta da *O. fusiformis*. Presso la piattaforma i taxa più abbondanti sono stati nell'ordine Paraonidae nd, *M. galloprovincialis* e *Pomatoceros triqueter*. Da segnalare, rispetto all'inverno, la riduzione (o scomparsa) di *D. arietina* praticamente ovunque.

Tab. 3-XXII – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nel **pre-survey**. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. AP = Biocenosi delle alghe fotofile; DC = Bioc. del detritico costiero; DE = Bioc. del detritico infangato; DL = Bioc. del detritico del largo; HP = Bioc. delle praterie di Posidonia; Glar = glareicoli; Lim = limicolo; Lre = larga ripartizione ecologica; MI = Bioc. dei fondi mobili instabili; Minut = minuticolo; Mixt = misticolo; MO = indicatore di materia organica; Sab = sabulitico; Sd = substrato duro; SFBC = Bioc. delle sabbie fini ben calibrate; SFS = Bioc. delle sabbie fini superficiali; SGCF = Bioc. delle ghiaie fini sotto l'influsso delle correnti di fondo; Sm = substrato mobile; SVMC = Bioc. delle sabbie infangate di moda calma; VB = Bioc. dei fanghi batiali; VTC = Bioc. dei fanghi terrigeni costieri.

Posizione e distanza dal punto di prelievo T	Biocenosi	Tea	A3	A7	B3	B6	K1	K2	K3	K4
		0	NW 60m	SE 60m	NE 60 m	SW 60m	NW 1000m	NE 1000m	SW 1000m	SE 1000m
CNIDARI										
Antozoi	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE		0,67	0,67					0,67
	<i>Epizoanthus</i> sp	-		6,00	7,33			12,67	2,67	
Idrozoi	Hydroidea nd	-	0,98			0,98				1,33
CROSTACEI										
Antipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	6,00	15,69	8,67	10,67	25,49	11,33	10,00	9,33
	<i>Gammaropsis</i> sp	-		0,98	0,67	1,33	2,94	0,67		0,67
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC					1,96			1,33
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	-		0,98						
	<i>Leucothoe</i> sp	-		0,98						
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC		7,84	9,33	8,00	0,98	0,67	2,00	1,33
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		2,94		0,67	1,96	2,00		6,00
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	1,33	3,92	2,00	4,00	4,90		3,33	3,33
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC		2,94			2,94			2,67
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC					0,98			2,67
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	SFBC	0,67		2,00	0,67	3,92		3,33	2,00
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	MI	0,67		0,67	2,00		0,67	2,67	1,33
Cumacei	Cumacea nd	-		2,94	5,33	2,67	3,92		1,33	2,67
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	0,67	3,92	4,00	3,33	3,92	2,67	2,00	3,33
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	1,33	0,98			0,67			0,67
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,67				1,96		0,67	
	<i>Ebalia</i> sp	-	0,67	1,96	0,67		0,98		0,67	
	<i>Galathea</i> sp	-			2,00	1,96	0,67			
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC						0,67		
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab		0,98	2,00	1,33	0,98		1,33	0,67
	<i>Liocarcinus venalis</i>	SFBC	0,67							
	<i>Processa</i> sp	-								0,67
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp	-	0,67	1,96	0,67	0,67	0,98	4,67		
Stomatopodi	<i>Squilla mantis</i>	Lim							0,67	
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillei</i>	Minut	4,67	9,80	8,67	9,33	30,39	54,67	14,00	5,33
ECHINODERMI										
Echinoidei	<i>Echinocardium cordatum</i>	SFS	0,67							
Otiuroidei	<i>Ophiura albida</i>	DC	4,00	9,80	6,00	8,00	19,61	3,33	3,33	4,00
Oloturoidei	Holothuroidea nd	-	1,33	0,98						0,67
	<i>Thyone fusus</i>	DE		1,96						
MOLLUSCHI										
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC	2,67	4,90	2,67	0,67	0,98			2,00
	<i>Anadara demiri</i>	Mixt		0,98						
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre		1,96	2,00					3,33
	<i>Chlamys varia</i>	DC			0,67	0,67				2,00
	<i>Corbula gibba</i>	MI	0,67	0,98	0,67	0,67	1,96	0,67	0,67	0,67
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd	0,67	0,98	1,33		0,98		0,67	1,33
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC		0,98			0,98			
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,67	2,94		2,00	
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	12,00	7,84	5,33	6,00	9,80	4,00	9,33	4,67
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC		0,98						
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	3,33	2,94	2,00	3,33	6,86	4,67	4,67	2,00
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab	2,00	7,84	0,67	2,00	4,90	1,33	5,33	0,67
	<i>Pitar rudis</i>	DC	1,33	0,98	2,00	0,67	3,92	0,67	1,33	0,67
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC	0,67	3,92	2,00	0,67	2,94	2,67		1,33
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC							0,67	
	<i>Tellina distorta</i>	MI	0,67		0,67	0,67	4,90	1,33	1,33	1,33
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	4,67	7,84	0,67	0,67	3,92	6,00	2,67	2,00
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre				0,67	0,98		0,67	0,67
	<i>Cylindrina cylindracea</i>	SFBC			0,67	0,67	2,94			1,33
	<i>Euspira nitida</i>	Sab			1,33		0,98			
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	2,00							1,33
	<i>Turritella communis</i>	VTC		0,98		2,00	1,96		2,00	0,67
Poliplacofori	<i>Polyplacophora</i> nd	-								1,33
NEMERTINI										
Nemertea nd	-	1,33	1,96					0,67		0,67
PLATELMINTI										
Platelminti nd	-				0,67	0,98				
POLICHETI										
<i>Amphiteis gunneri</i>	Lim						0,67			
<i>Caulerella caputesocis</i>	Lim	6,00	4,90			0,98	2,67	1,33	0,67	1,33
<i>Chone collaris</i>	SVMC									2,67
<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	1,33					0,67			1,33
<i>Driloneris filum</i>	Lim				1,33		0,67			
<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	3,33			1,33				1,33	1,33
<i>Eunicie vittata</i>	Lre	8,00	1,96	4,67	0,67	1,96	2,00	0,67	0,67	0,67
<i>Glycera rouxii</i>	MO	12,67	10,78	8,00	7,33	12,75	5,33	6,67	8,00	17,33
<i>Glycera</i> sp	-	3,33	1,96	1,33	1,33	1,96	0,67	0,67	1,33	0,67
<i>Harmothoe juv</i>	-		0,98							
<i>Harmothoe</i> sp	-	4,00	2,94	2,00	4,67	2,94	0,67	0,67	0,67	
<i>Leanira yhlani</i>	VTC		1,96							
<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,00	8,82	4,67	2,00	4,90	4,00	5,33	3,33	1,33
<i>Lumbrineris impatiens</i>	Mixt	3,33	3,92		0,67	2,94	2,00			0,67
<i>Magelona allenii</i>	VTC									0,67
<i>Marphysa bellii</i>	Lim	2,67			1,33			3,33		2,00
<i>Melinna palmata</i>	Minut				1,33					
<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	8,00		0,67						1,33
<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC	5,33	1,96		1,33	3,92	0,67	3,33	2,00	1,33
<i>Nephtys hystrix</i>	VTC			1,33	1,33					0,67
<i>Nereidae juv</i>	-					1,96		0,67		
<i>Notomastus aberans</i>	MO	2,67	0,98				3,33			
<i>Onuphis eremita</i>	SFBC	12,67	23,53	5,33	10,67	15,69	8,00	14,00	4,67	14,00
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	1,33		2,00	3,33	0,67	0,67	2,67	0,67	0,67
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	1,33	14,71	8,00	9,33	1,96	6,00	7,33	6,00	7,33
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	6,00	10,78	6,67	8,67	12,75	11,33	6,00	5,33	6,00
<i>Paraonidae</i> nd	-	16,00	0,98	0,67		3,92	12,67	6,67	2,67	2,00
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab					0,98				
<i>Phylo norvegica</i>	Lim		0,98				0,67			
<i>Polyphysia crassa</i>	Lim			0,67						
<i>Prionospio</i> sp	-	3,33	6,86	10,00	5,33	15,69	14,00	2,67	2,67	3,33
<i>Sabellidae</i> nd	-	1,33	1,96	4,00	6,67	9,80	1,33	2,00	1,33	2,00
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	3,33	7,84	6,00	6,00	4,90	2,67	2,67	3,33	4,00
<i>Syllis</i> sp	-				0,67	0,98				0,67
<i>Tharyx marioni</i>	MO	4,67	8,82	2,67	2,00	8,82	0,67	1,33	2,67	2,00
SIPUNCULIDI										
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	3,33	0,98	0,67	0,67	5,88	4,00	2,00	1,33	1,33
<i>Sipunculida</i> nd	-		0,98			2,94		0,67		0,67
TUNICATI										
Asciidiacei	<i>Asciidiacea</i> nd	-				0,98				
	<i>Microcosmus</i> sp	-							0,67	
Densità totale		174,00	238,24	149,33	161,33	294,12	189,33	160,00	107,33	161,33
Ricchezza specifica totale		49	56	47	53	60	43	47	47	59

Tab. 3-XXIII – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'inverno 2007. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Posizione e distanza dal punto di prelievo T		Biocenosi	Tea	A3	A7	B3	B6	K1	K2	K3	K4
			0	NW 60m	SE 60m	NE 60 m	SW 60m	NW 1000m	NE 1000m	SW 1000m	SE 1000m
CNIDARI											
Antozoi	Actinaria nd	-					0,67			0,33	0,51
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE				4,00	7,33		0,67		1,17
	<i>Epizoanthus</i> sp	-									1,52
CROSTACEI											
Antipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	4,00	19,33	8,00	21,33	12,67	6,67	7,33	2,34	4,85
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	2,67	1,33	0,67		0,67	1,33			
	<i>Gammaropsis</i> sp	-				1,33					
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC				2,00			0,67	1,51	0,67
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	7,33	6,67	1,50	6,67	4,67	0,67	0,67	0,33	
	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	SFBC		0,67							
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC	0,67	1,33				0,67			0,51
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		0,67			1,33		0,67		0,67
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE				0,67					
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	1,01	24,00		1,33	8,00			0,67	
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	MI		1,33		2,67					
	<i>Balanus trigonus</i>	Lre		0,67							
	Copepodi	<i>Copepoda</i> nd	-								
	Cumacei	<i>Cumacea</i> nd	-	1,33	2,00		3,33				
Decapodi	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	2,00	6,00	0,17	1,33	0,67	0,67			0,51
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,51	0,67			0,67				
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim	0,67	0,67	1,33					0,67	0,67
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	1,33								
	<i>Eballia deshayesi</i>	DC						0,67			
	<i>Eballia</i> sp	-		2,67	0,67	0,67	3,33			0,33	0,67
	<i>Galathea</i> sp	-	0,67	4,67	0,67	0,67	9,33	2,67	0,67	0,33	2,67
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC			0,83				0,67		
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB	1,33	0,67							
	<i>Pontophilus spinosus</i>	VB		0,67	1,33		0,67		0,67		
	<i>Pontophilus trispinosus</i>	SFS					0,67				
	<i>Processa</i> sp	-	3,33	5,33	0,67	2,67					
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB					1,33				0,51
	<i>Thorulus cranchii</i>	AP	1,33								
<i>Upogebia typica</i>	Lim	1,33	0,67						0,51		
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp	-	2,51	12,00	1,33	4,00	0,67				
	<i>Gnathia</i> sp	-			0,67	0,67		0,67			
Misidacei	<i>Misidacea</i> nd	-	0,67	4,67	0,67	4,00					
Tanaidacei	<i>Apseudes latreillei</i>	Minut	1,84	0,67				0,67		0,51	
Echinodermi											
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC	0,51								
Echinoidei	<i>Schizaster canaliciferus</i>	Lim					0,67			0,51	
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC		0,67	0,67	3,33	1,33	1,33	4,67	2,67	1,01
	<i>Ophiura albida</i>	DC			1,50	2,00		4,67			0,51
Oloturoidei	<i>Holothuroidea</i> nd	-				0,67					0,67
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,67	1,33	0,67	0,67	2,00	2,00	2,00	0,33	0,51
	<i>Thyone fusus</i>	DE						0,67			0,51
	<i>Trachythione elongata</i>	VTC			1,33		1,33				0,51
MOLLUSCHI											
Bivalvi	<i>Abra prismatica</i>	DC			2,00	2,67	0,67		0,67		0,67
	<i>Anadara demiri</i>	Mixt	0,67								
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre		0,67	1,33						12,28
	<i>Bivalvia</i> juv	-		0,67							
	<i>Chlamys</i> sp	-		1,33							
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF							0,67		0,51
	<i>Corbula gibba</i>	MI		0,67		0,67					0,51
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd									0,51
	<i>Laevicardium crassum</i>	SGCF						0,67			0,51
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC		0,67							
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP									2,53
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	4,34	4,00	5,33	2,00	2,67	3,33	6,00	5,87	5,70
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Sd									1,33
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim		2,00	0,83	1,33	0,67	6,00	2,67	1,17	0,51
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC		0,67		1,33					
	<i>Phaxos adriaticus</i>	Sab		0,67	0,17	0,67					
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,67	1,33	1,33	1,33	0,67	1,33	2,00	1,52
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC		2,00	1,33	1,33					0,51
	<i>Psammobia fervens</i>	DC		1,33				0,67			0,51
	<i>Tellina distorta</i>	MI		4,00	2,00	2,67	3,33	1,33	4,67	1,68	1,84
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	3,84	7,33	0,17	4,00	2,00			0,33	
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre				0,67		0,67			
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	0,67			0,67				0,51	
<i>Euspira nitida</i>	Sab		0,67		0,67	0,67		1,33	0,33	0,51	
NEMERTINI											
	<i>Nemertea</i> nd	-	4,67	1,33	2,67	2,00	2,00		0,67	0,84	
POLICHETI											
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC					0,67	1,33	0,67		
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim		0,67	0,67	0,67			0,67		
	<i>Caulerella caputesocis</i>	Lim	0,51		0,67	1,33	2,00	0,67			
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd									0,67
	<i>Chone collaris</i>	SVMC									1,17
	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	2,00	8,67	2,67		0,67	2,67	3,33	2,02	2,18
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim			1,33	0,67		0,67			
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab			0,83	0,67		0,67		1,01	2,34
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	4,00	1,33	8,83	4,00	4,00	6,67	3,33	6,35	3,33
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	9,68	4,00	5,17	8,67	7,33	12,00	4,67	4,86	4,18
	<i>Glycera</i> sp	-	2,67	11,33	4,83	5,33	3,33	4,67	5,33	1,17	5,19
	<i>Hamothoe lunulata</i>	DE		2,00	0,67	2,00	3,33	1,33	0,67	0,84	0,51
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC						0,67			
	<i>Levinsonia oculata</i>	MO	0,67	0,67				0,67	0,67		
	<i>Lumbrinereis gracilis</i>	Sab	5,33	2,00		2,67	5,33	2,00		0,84	1,84
	<i>Lumbrinereis impatiens</i>	Mixt	3,01	2,00	2,33	3,33	4,00	2,00	2,00	3,03	
	<i>Magelona allenii</i>	VTC				1,33		0,67			0,67
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,51		1,33	0,67				0,33	1,01
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,67			0,67					
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	0,51	1,33		0,67			1,33	1,17	
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC				0,67					
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC				2,67		1,33	1,33	1,33	
	<i>Nereidae</i> juv	-	0,67	1,33	1,33	1,33		2,00		0,33	0,33
	<i>Nereis</i> sp	-									
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	3,17	1,33	0,67	1,33	1,33	0,67		1,00	1,01
	<i>Onuphis conchilega</i>	Sab		0,67				3,33			
	<i>Onuphis eremita</i>	SFBC	20,02	12,00	11,33	12,00	13,33	6,67	9,33	6,02	4,02

Tab. 3-XXIII – Continuo.

Posizione e distanza dal punto di prelievo T	Biocenosi	Tea	A3	A7	B3	B6	K1	K2	K3	K4
		0	NW 60m	SE 60m	NE 60 m	SW 60m	NW 1000m	NE 1000m	SW 1000m	SE 1000m
POLICHETI										
<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim						0,67	0,67	0,84	
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab							0,67		
<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	3,33	4,67	6,00	11,33	10,00	4,00	7,33	2,33	1,68
<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	9,33	6,00	6,00	5,33	7,33	8,67	5,33	7,04	2,00
<i>Paraonidae</i> nd	-	13,33	11,33	7,33	4,67	6,67	6,00	6,00	11,73	5,86
<i>Pectinaria koreni</i>	Sab				0,67	1,33		0,67		
<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar						0,67			
<i>Phyllodoce</i> sp	-	2,67		0,67						
<i>Phylo norvegica</i>	Lim	0,67					0,67			
<i>Pista cristata</i>	Lim	0,67								
<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC								0,51	
<i>Pomatoceros triquetter</i>	Sd									3,54
<i>Pronospio cirrifera</i>	MO	8,67	2,00	0,67	5,33	3,33	3,33	3,33	3,19	1,01
<i>Pronospio</i> sp	-	10,02	14,00	10,50	25,33	6,00	2,67	2,00	3,51	3,35
<i>Pygospio elegans</i>	Mixt								0,33	
<i>Sabellidae</i> nd	-			0,67	2,00					0,51
<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim									1,33
<i>Spionidae</i> nd	-	1,33								
<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC			0,83						
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	1,33	2,00	3,67	3,33	4,67	4,00	5,33	2,35	3,68
<i>Syllis</i> sp	-	0,67	0,67		0,67	0,67			0,33	2,34
<i>Terebellidae</i> nd	-									0,51
<i>Terebellides stroemi</i>	MO	0,67								
<i>Tharyx marioni</i>	MO		2,67		1,33	0,67				
SIPUNCULIDI										
<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	1,33	1,33	3,33		2,67	1,33	2,00	1,51	
<i>Sipunculida</i> nd	-						0,67		0,51	
Densità totale		157,29	221,33	123,50	200,00	159,33	114,67	107,33	84,24	105,60
Ricchezza specifica totale		52	63	52	58	54	47	45	47	58

Tab. 3-XXIV – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'estate 2007. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Posizione e distanza dal punto di prelievo T	Biocenosi	Tea	A3	A7	B3	B6	K1	K2	K3	K4
		0	NW 60m	SE 60m	NE 60 m	SW 60m	NW 1000m	NE 1000m	SW 1000m	SE 1000m
CNIDARI										
Antozoi	Actiniaria nd	-				0,33				17,68
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE		1,33						
	<i>Epizoanthus</i> sp	-		1,33	0,67	1,01		1,52	1,52	
CROSTACEI										
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	7,02	2,35	8,00	2,00	2,86	1,00	4,55	3,03
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC	1,33	2,02		0,67		0,51		
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC						0,51		
	<i>Harpinia dellavalliei</i>	VTC				0,67	0,51		1,01	1,01
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	26,36	3,03	4,67	2,67	2,18		0,51	
	<i>Lepidopereum longicornis</i>	SFBC	0,67							
	<i>Leucothoe</i> sp	-						1,34		0,51
	<i>Maera schmidtii</i>	VB				2,00				
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC	0,51	1,01	1,33	2,67	2,35	0,84	0,33	0,51
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC	0,84			0,67			0,33	0,51
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE							0,51	1,01
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	0,33	1,52	0,51	4,67				
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC		1,52	1,17	0,67	0,67	0,33	0,51	1,01
	<i>Phtisica marina</i>	Lre			3,17	3,33	2,34			
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	MI	0,67					1,01	0,51	
Cumacei	<i>Cumacea</i> nd	-	0,67	1,01	0,67	1,33		1,01	0,51	1,52
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	3,33		1,33		0,33	4,19	1,01	3,54
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC			0,51			0,67	0,51	0,51
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim	0,33				1,00	0,51	0,51	0,51
	<i>Eballia</i> sp	-		1,01	3,33				0,51	1,52
	<i>Galathea</i> sp	-	3,17	1,01	8,04	2,67	5,03	0,33	2,02	0,51
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC	0,33			0,67			0,51	1,01
	<i>Inachus</i> sp	-							0,51	
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB	0,67	0,51						
	<i>Liocarcinus</i> sp	-			1,17	2,00	0,33	0,51	0,51	1,01
	<i>Pontophilus spinosus</i>	VB								
	<i>Processa</i> sp	-	6,20	2,02	0,67	1,33	1,52		0,51	
	<i>Solenocera membranacea</i>	VB		0,33	0,67					
	<i>Thorulus cranchi</i>	AP	0,67							
	<i>Upogebia tipica</i>	Lim				0,67				
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp	-	4,33	3,87	1,17	2,00	1,51	0,33	0,67	
	<i>Gnathia</i> sp	-	0,67		2,00		0,51			0,51
	<i>Misidacea</i> nd	-	1,33	4,20		0,67	0,33		0,51	
Tanaidacei	<i>Apeudes latrellei</i>	Minut		1,52	3,17	7,33	0,51	2,18	0,33	0,51
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C					0,51		0,51	5,56
ECHINODERMI										
Asteroidi	<i>Astropecten irregularis</i>	DC	0,51					0,51		0,51
Ofiuroidei	<i>Amphira chiajei</i>	VTC			0,67			0,51	2,02	1,52
	<i>Ophiotrix fragilis</i>	Lre			0,51	2,67	0,51			
	<i>Ophiura albida</i>	DC	0,67	0,33	2,67	0,67		1,68	2,02	1,52
Oloturoidei	<i>Holothuroidea</i> nd	-								0,51
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	0,33	0,84	1,68	0,67	0,84			
	<i>Thyone fusus</i>	DE							0,51	
	<i>Trachythyone elongata</i>	VTC			1,33					
	<i>Trachythyone</i> juv	-				0,33		1,01		
MOLLUSCHI										
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim				0,67				0,51
	<i>Abra prismatica</i>	DC	1,00	2,53	3,33	1,33	1,17	0,33	2,02	2,02
	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	VTC		0,51						0,51
	<i>Acanthocardia</i> sp	-					0,33			
	<i>Anodontia fragilis</i>	SFBC					0,33			
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre			0,51		0,51			
	<i>Corbula gibba</i>	MI			2,51	1,33	1,52	1,17	2,02	0,51
	<i>Ensis ensis</i>	DC								1,01
	<i>Hiatella arctica</i>	SD								0,51
	<i>Laevicardium crassum</i>	SFCF			0,67	0,67		0,51	0,51	
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP	0,67		0,51	0,67		0,51	0,51	
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO		1,34	3,33	6,00	7,05	6,19	3,19	5,05
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC			0,67	1,33				
	<i>Mysia undata</i>	Mixt								0,51
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre	0,33							
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim			2,00	4,00	2,34	2,35	2,53	3,03
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim		1,52		1,33			1,01	3,03
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC	0,33							0,51
	<i>Pharus legumen</i>	SFBC		1,34						
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab			2,00	2,00	1,52		0,51	1,01
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,51	0,67	0,67	0,51		0,51	0,51
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC			0,51	0,51	0,67		0,51	1,01
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC						1,52		
	<i>Tellina balaustina</i>	Mixt			0,51					
	<i>Tellina distorta</i>	MI		1,68	2,34	4,00	2,01	2,53	3,03	2,02
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	0,67	0,67	2,51	6,67	6,03	1,68	1,52	1,52
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre			1,33	1,33	0,33	1,52	2,02	0,51
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	0,67		0,67	0,33	0,51	0,33	1,01	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC			0,67		0,51			0,51
	<i>Euspira nitida</i>	Sab		0,51	0,67	0,84		0,33		
	<i>Mangella coarctata</i>	Sm								1,01
	<i>Philine aperta</i>	VTC							0,51	
	<i>Turbonilla rufa</i>	Lre								0,51
	<i>Turritella communis</i>	VTC						1,01	0,51	1,01
Poliplacofori	<i>Poliplacophora</i> nd	-			0,51					
Scafolodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC						0,33		0,51
NEMERTINI										
Nemertea nd	-	0,67	0,51	2,00	1,33	0,84		1,34	1,52	1,01
PLATELMINTI										
Platelminta nd	-	0,67		1,52						0,51
POLICHETI										
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,67	4,36	5,84	6,67	2,51	5,71	7,74	9,60	21,21
<i>Ampharetidae</i> nd	-									0,51
<i>Amphiteis gunneri</i>	Lim		1,52	0,67	2,67	1,85	1,17	1,01	1,01	
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	Lim			2,00	2,00	0,33	1,01	0,51	1,52	0,51
<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC								0,51	
<i>Arenicolidae</i> nd	-				0,67					
<i>Capitellidae</i> nd	-								1,52	
<i>Caulerella caputesocis</i>	Lim	3,33		0,67	0,67			1,52	1,01	1,01
<i>Ceratonereis costae</i>	Sd	1,51	2,02	0,67				0,67	0,51	1,52
<i>Cirratulidae</i> nd	-									0,51

Tab. 3-XXIV - Continuo.

Posizione e distanza dal punto di prelievo T	Biocenosi	Tea	A3	A7	B3	B6	K1	K2	K3	K4	
		0	NW 60m	SE 60m	NE 60 m	SW 60m	NW 1000m	NE 1000m	SW 1000m	SE 1000m	
POLICHETI	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	1,67	2,86	2,00	6,67	1,17	3,87	6,56	4,55	7,58
	<i>Dilonereis filum</i>	Lim				0,67	0,33		0,51	0,51	
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	0,33		1,01	4,67	0,84		1,52	0,51	
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	3,00	3,87	4,87	10,00	4,70	1,51	2,02	6,57	5,05
	Flabelligeridae nd	-				0,67				0,51	
	<i>Glyceria rouxii</i>	MO	6,01	5,55	6,02	10,67	5,86	6,88	3,87	7,07	5,56
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	0,67	5,89	5,35	4,00	1,84	3,17	6,56	8,59	6,06
	<i>Harmothoe antilopes</i>	Mixt								0,51	
	<i>Harmothoe lunulata</i>	DE	2,00			0,67		0,51			
	<i>Harmothoe</i> sp	-			3,52	0,67	1,17			0,51	2,53
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC						0,84			
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd	0,67								
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC				0,67		0,33		0,51	
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO	1,68	0,51		1,33	2,51		0,84	0,51	2,02
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	2,67	1,01	3,17	0,67	3,02	2,69	3,53	3,03	1,52
	<i>Lumbrineris impatiens</i>	Mixt			4,00	3,33	3,19	2,34	2,02	2,02	4,55
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP		0,51			0,33	0,33			
	<i>Magelona allenii</i>	VTC	2,00		0,67				0,51	1,01	1,01
	Maldanidae nd	-		1,01	0,67	2,67	0,51	0,33	2,18	1,01	0,51
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim				1,33	0,33	0,67	0,33	0,51	1,52
	<i>Melinna palmata</i>	Minut		1,52			1,01		0,51	0,51	
	<i>Mysta picta</i>	Sab				0,67					
	<i>Nematoneis unicornis</i>	Mixt		0,51	1,84	1,33	1,00	0,84	0,33	2,02	1,01
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC	0,67	0,51	2,00			2,01	0,51	6,06	1,52
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	1,00	0,51		2,00			1,01		
	Nereidae juv	-	1,33			0,67				0,51	0,51
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,33	0,84	0,51	2,00	2,17	2,68	0,51	1,01	0,51
	<i>Onuphis eremita</i>	SFBC	7,00	10,24	5,52	28,67	6,70	4,68	6,89	7,58	8,59
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim	2,67	4,88	18,00	17,33	9,75	23,33	32,31	55,05	32,83
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	1,33							0,51	
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	7,17	4,54	13,84	13,33	2,01	2,35	10,42	3,03	15,15
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,67	3,70	7,84	11,33	7,21	5,19	5,55	6,06	6,06
	Paraonidae nd	-	8,68	5,55	8,67	16,00	7,55	15,74	9,76	23,74	14,65
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	2,17	1,01	14,20	12,67	12,07	6,54	4,37	7,07	5,56
	<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar		0,51	0,67				0,51	0,51	
	<i>Phylodoce lineata</i>	Sab	2,53			0,67					
	<i>Phylodoce</i> sp	-	3,00	1,85	1,17	2,00	0,67	0,33	1,01	0,51	0,51
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim								0,51	0,51
	<i>Pista cristata</i>	Lim		0,51		0,67	1,52	1,17	0,33	0,51	0,51
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC	2,18		0,51	1,33		0,84	2,35	1,01	1,52
	<i>Polyophthalmus pictus</i>	AP		0,51							
	<i>Pomatoceros triquetter</i>	Sd					0,51				
	<i>Prionospio cirrifera</i>	MO	31,84	2,86	11,35	13,33	5,89	5,88	3,54	4,55	10,61
	<i>Prionospio</i> sp	-	1,33	7,73	17,54	10,67	6,37	2,00	1,52	3,03	5,05
	<i>Sabella pavonina</i>	Mixt		0,67		0,67					
	Sabellidae nd	-	1,33	1,52	6,00	6,67	8,57	2,01	6,57	5,56	18,69
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim							0,51	0,51	0,51
	Sigalion mathildae	SFBC				1,33					
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	1,33			0,67					
	<i>Sphaerosyllis claparedii</i>	-							0,51		
<i>Spirophanes bombyx</i>	SFBC			4,51		1,00	1,01	4,03	4,04	6,57	
<i>Sthenelais boa</i>	Lim	0,67	1,01	5,33	12,00	0,84	2,34	1,52	2,53	2,02	
Syllidae juv	-				0,67						
<i>Syllis</i> sp	-			2,85	2,67	0,33	0,33	2,02	0,51	0,51	
Terrellidae nd	-	1,33			0,67					0,51	
<i>Terrellides stroemi</i>	MO			0,51						1,01	
<i>Tharyx marioni</i>	MO	0,67	1,34	2,00	2,67	0,67	2,01	2,53	3,03	1,01	
SIPUNCULIDI	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	2,67		2,51	3,33	2,68	5,21	8,58	4,55	4,04
	Sipunculida nd	-		1,01		0,67		1,84	1,52	1,01	
TUNICATI	Ascidacei	<i>Ascidia mentula</i>	Lre		1,52				0,51		
Densità totale		177,03	121,55	249,78	304,00	161,81	156,41	191,39	241,41	280,30	
Ricchezza specifica totale		65	60	81	87	73	66	79	84	88	

Tab. 3-XXV – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'inverno 2008. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Distanza da Tea (m)	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Briozoi																						
	Briozoa nd	-	0,67										1,33									
	Schizoporella errata	Lre																				0,67
Cnidari																						
	Actiniaria nd	-			12,12		1,17				1,33		0,67			4,00	1,33					18,00
	Alcyonium palmatum	DE										0,67	0,67	0,67				1,33				0,67
	Anthozoa nd	-	0,33	2,00		0,67				8,00							1,33					3,33
	Epizoanthus sp	-																				
	Madreporaria nd	-																				
Crostacei																						
	Ampelisca diadema	DE	2,33	4,00	3,01	5,17	7,68	0,67	0,67	4,67	2,67		1,33	2,67	1,33	2,00	4,00	2,67	6,18	1,17	4,00	8,00
	Ampelisca intermedia	SFBC	0,33	2,00		1,17				0,67	0,67					0,67			0,67	0,67	0,67	0,67
	Erichtonius sp	-	0,67														8,00		0,51	0,67		
	Eusirus longipes	VTC	0,33																			
	Harpinia dellavallei	VTC				0,67	2,51	0,67								0,67				0,67		1,33
	Hippomedon massiliensis	Sab		0,67		2,00	1,68	0,67	2,67	1,33				0,67		1,33	1,33	0,67			0,67	1,33
	Hyperidae nd	-		0,67																		
	Iphimedia sp	-			0,51								0,67									
	Lepidepcreum longicorne	SFBC														0,67						
	Leucothoe sp	-	0,67			0,67																1,33
	Maera schmidtii	VB					1,01															
	Metaphoxus simplex	SFBC	2,00	0,67	1,68	0,67	0,51		1,33			0,67				0,67			2,67		0,67	3,33
	Metaphoxus sp	-									0,67											
	Microtopus maculatus	SFBC	0,67			1,33				0,67												0,67
	Monoculodes carinatus	DE				0,67	0,67									0,67	0,67	0,67			0,67	0,67
	Orchomene grimaldii	VTC			0,51									1,33	0,67	0,67					0,67	0,67
	Photis longicaudata	VTC						0,67	2,00						0,67						0,67	0,67
	Phthisica marina	Lre														0,67					0,67	0,67
	Pseudoprotella phasma	Lre														0,67						0,67
	Synchelidium sp	-	0,67			0,67																0,67
	Copepoda nd	-	1,33	0,67	0,51	1,17			1,33							1,33	0,67		0,67			
	Cumacea nd	-	2,67			1,33		0,67			0,67					0,67				0,67		
	Iphinoe serrata	DE			0,51	0,67																
	Alpheus glaber	VTC	0,33				1,01				0,67					0,67		0,67			0,67	
	Anapagurus bicorniger	Lim	0,67	2,00		1,52	1,68			0,67		1,33		0,67		2,00		0,67				1,33
	Anapagurus sp	-		0,67													2,00					
	Callianassa subterranea	Lim	0,33																			
	Dromia sp	-																				
	Ebalia deshayesi	DC	0,33			0,67	0,67	0,51	0,67	2,67		0,67		0,67			2,00		1,84		1,33	1,33
	Ebalia edwardsii	DC	0,33		0,67	0,67	0,67				1,33				0,67	0,67		1,33				
	Ethusa mascarone	SFBC	0,33	0,67	1,33		1,33				0,67		0,67		0,51	1,33						0,67
	Eurynome aspera	DC			0,67																	
	Galathea sp	-	1,00			3,86	0,67	1,33	0,67		6,67		1,33	2,00	0,67	3,68	0,67	1,33	0,67	0,67	0,67	2,67
	Inachus dorsettensis	Lre	0,33												0,67						0,67	0,67
	Liocarcinus depurator	VB	0,33		0,67																0,67	0,67
	Liocarcinus maculatus	Sab	0,33		0,67	0,67							0,67		0,67				0,67			1,33
	Pagurus cuanensis	Lre			0,67			0,67									0,67		0,67			
	Pilumnus hirtellus	AP															0,67					
	Pilumnus spinifer	Sd	0,33														0,67					
	Pinnotheres pinnotheres	-											0,67			0,67						
	Processa sp	-																			0,67	
	Solenocera membranacea	VB					1,33							0,67								
	Thoralus cranchi	AP				1,33											0,67					
	Upogebia tipica	Lim											0,67	0,67								
	Cirolana sp	-	1,67	10,00	1,17	1,33	5,01	1,52	0,67			1,33	2,00	2,67	7,17	1,33	1,33	1,33	1,17	1,33	1,33	1,33
	Gnathia sp	-			1,17	2,18			2,67	4,67	1,33		1,33	1,33	1,33	2,00	0,67	0,67	2,34		1,33	2,00
	Isopoda nd	-													0,67							
	Misidiacea nd	-																				
	Ostracoda nd	-	1,00		0,67	5,54	0,51	0,67			2,00	1,33	0,67	0,67	2,67	6,51	1,52	0,67	1,33	1,68	2,67	2,00
	Apseudes latreillei	Minut		0,67													0,67					2,67
	Leptochelia savignyi	C		2,00				2,00	2,00			0,67				1,33	0,67					

Tab. 3-XXV - Continuo.

		Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
Distanza da Tea (m)			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Echinodermi																								
Asteroidi	<i>Astropecten irregularis</i>	DC		0,67															0,67				0,67	
Echinoidei	<i>Psammachinus microtuberculatus</i>	DC											0,67											
	<i>Schizaster canaliciferus</i>	Liml	0,33																					
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC		0,67		1,68			0,67	0,67	1,33	0,67							2,00	1,33		0,67	2,00	
	<i>Ophiura albida</i>	DC	0,67			0,51	2,34	0,67	2,67	0,67		4,00	1,33	1,33	3,33	1,33	0,67	0,67		0,67		0,67	4,00	
Oloturoidei	<i>Holothuria forskali</i>	Lre																					0,67	
	<i>Holothurioidea nd</i>	-	1,67	1,33								0,67	2,00						0,67				1,33	
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC		3,33		1,17	0,67	0,67		0,67	0,67		1,33					0,67	2,00	0,67	1,17		0,67	
	<i>Thyone fusus</i>	DE		0,67				1,84	0,67				0,67					0,67	0,67		0,51		1,33	
	<i>Trachythone juv</i>	-											0,67								0,67			
	<i>Trachythone tergestina</i>	VTC					1,17	0,67		1,33								0,67						
Molluschi																								
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Liml		1,33		1,01	0,51	0,51	3,33	0,67	0,67	1,33	1,33	0,67					1,33	1,33	1,33	1,33	2,00	
	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,33	0,67	0,51	0,51	1,33		0,67		0,67		1,33						0,67	0,67		1,33	1,33	
	<i>Acanthocardia tuberculata</i>	SFBC				0,51																		
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC												0,67										
	<i>Anadara demiri</i>	Mixt		0,67						0,67														
	<i>Anodontia fragilis</i>	Sm	0,33																				0,67	
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre			0,67	1,01	0,67	0,67				2,00		2,67			8,67	1,33	0,67		76,67		91,33	
	<i>Atrina pectinata</i>	Lim																					0,67	
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL																						
	<i>Chlamys varia</i>	DC		1,33		0,67						0,67												
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF																					0,67	
	<i>Corbula gibba</i>	MI		1,33	0,67	1,17	0,51			2,00		0,67			1,33				1,33	1,17	0,67		2,00	
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd	0,33			0,67					0,67					0,67							1,33	
	<i>Laevicardium crassum</i>	SGCF												0,67										
	<i>Limaria tuberculata</i>	-					0,51																0,67	
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC	0,33																					
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP				0,51					0,67													
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	4,00	7,33	3,84	12,89	6,02	6,36	6,00	8,00	6,00	3,33	8,00	5,33	6,67	6,51	4,51	4,67	6,00	2,67	7,35	6,67	6,67	
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC																					0,67	
	<i>Mysia undata</i>	Mixt																	0,67					
	<i>Neopycnodonte cochlear</i>	Sd																					46,67	
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,67	4,67	1,17	3,01	0,67	5,68	5,33	1,33	2,00	1,33	2,67		5,33	5,35	4,00	6,00	1,33	5,84	2,85	2,67	3,33	
	<i>Nucula sulcata</i>	Lim											0,67											
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt																	0,67	1,33		0,67		
	<i>Ostrea edulis</i>	Sd																					0,67	
	<i>Pandora pinna</i>	Lim																				0,51		
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC				0,51						0,67												
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab		2,00	0,67	0,51			0,67	2,00	0,67	2,00				1,33				0,67	0,51	2,00	2,00	
	<i>Pitar rudis</i>	DC		2,00	3,33	1,33		2,00	1,33	2,67	0,67	4,67	0,67		0,67		1,33		0,67	0,51	2,00	2,00	1,33	
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC				1,68			1,33		0,67	0,67	0,67				0,67	1,33	1,33	1,33	0,67		4,00	
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC		0,67	0,51	0,51						1,33	0,67	0,67					2,00	0,67	1,33			
	<i>Tellina distorta</i>	MI	0,33	4,67	4,67	1,17	0,67	1,17	4,00	5,33	3,33	4,00	1,33	2,67	2,00	0,67	2,34	4,67	4,00	5,17	3,33	2,67	4,00	
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC																						
	<i>Tellina serrata</i>	DE																						
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	3,00	2,67		0,51		2,34		0,67	0,67		0,67						0,67	2,00	1,33	1,33		
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	0,33		1,33			2,67		1,33		1,33			2,00	1,17			0,67				2,67	
Caudofoveati	<i>Caudofoveata nd</i>	-																		0,67				
Gasteropodi	<i>Aporrhais pes-pelecani</i>	DC																		0,67				
	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	0,67		2,00	0,67		0,67	0,67					0,67					2,00	0,67	0,67	0,67	0,67	
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	2,00	0,67		0,51	1,17	2,51	2,00	0,67				0,67	0,67	1,17	0,67		2,00	0,67	1,33	1,84	1,33	
	<i>Emarginula sp</i>	-										0,67												
	<i>Eulima bilineata</i>	MO		0,67	0,67																		0,67	
	<i>Eulima glabra</i>	Lre		0,67			0,67	0,51			1,33	0,67											0,67	
	<i>Euspira nitida</i>	Sab				1,17		0,67				0,67	1,33	1,33	1,33	1,17	0,67	0,67		0,67		1,33	0,67	
	<i>Hadrinaia oretae</i>	Lim		0,67												0,67	0,67							
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC	0,33									0,67												
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	1,33	1,33	0,51	3,17	1,68	0,67													3,84	0,67	1,33	2,00
	<i>Mangelia sp</i>	-															0,51	0,51						
	<i>Pleurobranchea meckelii</i>	-																					0,67	
	<i>Pseudotorinia architae</i>	DC				0,51														0,67				
	<i>Trophon muricatus</i>	Sd										0,67												
	<i>Turbonilla rufa</i>	Lre									0,67													
	<i>Turritella communis</i>	VTC				2,34	0,51	0,67													0,67		5,33	
Poliplacofori	<i>Polyplacophora nd</i>	-																						
Scafofodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC									0,67	1,33			0,67					1,01			0,67	
	<i>Fustaria rubescens</i>	MO		0,67																				

Tab. 3-XXV - Continuo.

		Biocensoli	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza da Tea (m)		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Nemertini																							
	Nemertea nd	-	0,33	3,33	2,67	0,67	0,67	1,17	0,67	1,33	0,67		0,67	0,67			1,33	0,67	1,33	0,67	1,84	2,67	0,67
Platelminti																							
	Platelminta nd	-				1,01																	
Policheti																							
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	4,00	17,33	2,00	1,84	10,53	7,52	2,00	7,33	8,67	2,67	6,00		2,67	9,33	3,84	13,33	2,00	12,00	2,67	16,67	4,67
	Ampharetidae nd	-	0,33	1,33				3,84			2,00							0,67		3,33			3,33
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	0,67																			2,00	
	<i>Caulerella caputesocis</i>	Lim	1,33	2,00		0,51	2,69		0,67	2,00	0,67	1,33	0,67	2,00	1,33	0,67	1,33		1,33	0,67		0,67	
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd				0,51									8,67	1,33			1,33				
	<i>Chone</i> sp	-							0,67														
	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	2,00	5,33	1,33	4,87	7,01	2,85	5,33	2,00	5,33		2,67	2,00	4,67	5,68	1,33	6,67	0,67	2,00	4,34	6,67	1,33
	<i>Cossura soyeri</i>	-		0,67																			
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim		0,67	1,17	0,51				0,67													1,33
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	1,00	1,33		0,51					0,67		1,33	1,33	0,67		0,67		1,33	0,67		2,00	1,33
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	1,00	23,33	11,19	9,56	3,01	5,35	4,67	4,67	6,00	16,67	7,33	5,33	6,67	3,68	7,17	8,67	9,33	4,34	16,85	10,00	10,00
	Flabelligeridae nd	-									0,67												
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	2,67	8,67	5,68	8,73	4,67	6,87	4,00	3,33	8,00	5,33	5,33	2,00	1,33	2,00	4,51	8,67	7,33	7,84	3,84	6,67	5,33
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	3,67	7,33	3,84	4,02	9,17	4,34	4,67	3,33	4,67	4,00	4,00	4,00	1,33	4,51	12,53	4,00	4,67	10,51	7,33	9,33	4,00
	<i>Harmothoe antilopes</i>	Mixt									0,67												
	<i>Harmothoe lunulata</i>	DE		3,33	0,67	0,51	1,33	1,84	0,67		1,33	0,67			1,33	0,67	1,33	0,67	1,33		1,33	2,00	0,67
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	10,00	14,00	12,69	23,96	19,23	10,87	9,33	26,67	17,33	10,67	18,67	15,33	13,33	16,18	9,01	12,67	13,33	4,69	7,17	6,00	4,00
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd		8,00	5,33	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67			0,67	0,67		1,33	0,67	6,67		
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC				0,67	0,67				4,67	0,67	0,67				0,67		0,67	0,67		1,33	0,67
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO				1,01	0,51									0,67				0,51	0,67	1,33	
	<i>Lumbrinereis gracilis</i>	Sab	0,33	6,00	3,01	4,20	5,52	6,85	7,33	4,00	2,67	4,67	5,33	4,67	9,33	7,52	1,84	6,00	7,33	1,17	0,67	3,33	1,33
	<i>Lumbrinereis impatiens</i>	Mixt	1,33	5,33	2,00	1,84	3,35	5,52	4,00	2,67	4,67	0,67	1,33	0,67	4,00	5,68	4,00	6,00	1,33	1,84	3,17	4,00	4,00
	<i>Lumbrinereis latreilli</i>	MO				0,51				0,67	0,67				0,67		2,00						
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP				0,51																	
	<i>Magelona alleni</i>	VTC		8,67		1,01	7,17	1,68	2,67	2,00	3,33	1,33	0,67		8,00	7,84	2,00	6,00	0,67	5,33	2,00	1,33	1,33
	Maldanidae nd	-							0,67		0,67		0,67		0,67						0,67		
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim				1,01		1,33	1,33	0,67	0,67				1,33	2,00		0,67	2,00		1,17	0,67	
	<i>Marphysa sanguinea</i>	Lim																	1,33				
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,67				0,51							0,67					0,67				
	<i>Mysta picta</i>	Sab											0,67										
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	0,33	2,00		2,18		1,01		1,33	0,67	0,67	0,67		0,67				0,67		0,51	2,00	4,67
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		1,33	2,00	4,04	3,01	2,51	4,67	1,33	0,67	0,67	0,67			1,33			1,33		4,00	2,00	4,67
	<i>Nephtys hystericis</i>	VTC		8,67					1,33		1,33	1,33	0,67			0,67	3,84	2,67	0,67			2,00	
	Nereidae juv	-	0,33												0,67	0,67				0,67			
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,67	2,00		1,17	1,33								2,00	0,67						2,00	0,67
	<i>Onuphis conchilega</i>	Sab		6,00	0,67			0,67							0,67	0,67				0,67	0,51		0,67
	<i>Ophelina cilindricaudata</i>	Lim		4,00	0,67	0,51		1,84	1,33	0,67	2,00	1,33			0,51	2,67	0,67	1,33	1,33	2,51	3,33	6,67	
	<i>Ophiudromus flexuosus</i>	Sab						0,67							1,33								
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	2,00	2,00	1,84	1,17	4,51	3,17	1,33	4,67	4,67	6,67	2,67	3,33	2,67	0,67	5,17	6,67	5,33	4,00	2,67	1,33	6,00
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	1,67	11,33	6,85	6,71	6,69	7,19	4,67	8,00	8,67	9,33	11,33	4,67	8,67	3,68	10,02	5,33	8,00	7,52	7,35	13,33	4,00
	Paraonidae nd	-	3,00	23,33	8,51	9,21	12,55	10,04	8,00	10,00	10,00	10,00	5,33	1,33	22,00	17,52	11,17	16,00	2,67	9,33	12,34	14,00	9,33
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	0,33	4,67	0,67	1,17	2,85	2,02					4,67		0,67	1,33	3,01	2,00					
	<i>Pelogenia arenosa</i>	Glac																					0,67
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sab																			1,01		
	<i>Phyllodoce</i> sp	-	0,33	0,67	0,67			1,33				0,67				0,51		1,33	0,67	0,67	1,33		1,33
	Phyllococidae nd	-				1,17	0,67								1,33	0,67	0,67	1,33					1,33
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC	0,33									0,67							0,67		0,67		0,67
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim										0,67											
	<i>Pista cristata</i>	Lim				0,51	0,67			0,67					0,67		0,67						0,67
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC	0,33	1,33		0,67				0,67				0,67		1,33							1,33
	<i>Polydora cillata</i>	SFBC														0,67							
	<i>Pomatoceros triquetar</i>	Sd	0,33			0,51		0,67	0,67					2,00	1,33	4,00	4,51						12,67
	<i>Prionospio cirrifera</i>	MO	0,67	14,00		4,55	5,84	0,51	4,00	3,33	3,33	1,33		0,67	4,00	4,00	2,00	6,00		2,67	0,67	4,00	6,00
	<i>Prionospio</i> sp	-	1,00	5,33	6,18	3,01	1,17	3,01	0,67	4,00	1,33	2,00	1,33	2,00	2,00	7,52	5,33	6,00	2,00	5,17	0,67	3,33	
	Sabellidae nd	-	5,67	28,67	11,54	9,92	15,19	11,54	13,33	12,00	12,00	13,33	3,33	2,00	14,00	14,85	9,84	15,33	6,00	17,84	0,51	19,33	29,33
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim					0,67																
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP			1,33	3,19			0,67	1,33	0,67					2,67		0,67		6,00	0,67	0,67	
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	1,33	0,67		1,17	1,17	0,67	0,67	0,67			0,67	0,67	0,67	0,67				1,68	0,67	0,67	2,00
	<i>Sphaerosyllis claparedii</i>	-		2,67		0,67																	

Tab. 3-XXV - Continuo.

		Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza da Tea (m)			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Policheti	Terebellidae nd	-		1,33				0,67												0,67		0,67	
	<i>Tharyx marioni</i>	MO	1,33	1,33				2,00			0,67							1,33	1,33	0,67			
	<i>Vermiliopsis infundibulum</i>	DC						1,84						2,67									
Sipunculidi		-																					
	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	2,33	10,00	3,33	14,55	6,18	10,53	3,33	2,00	7,33	4,00	5,33	4,00	25,33	6,51	9,84	8,00	2,67	10,85	3,84	12,00	5,33
Tunicati	Sipunculida nd	-	0,67	2,67	2,00	3,19	0,51	0,51	2,67	2,67	2,00	1,33	0,67			1,17	2,00	0,67	2,00	2,67	2,00	4,67	3,33
	Ascidieei Ascidiacea nd	-		0,67																			
Densità totale			84,33	347,33	130,69	217,66	188,79	188,10	140,67	160,67	182,67	168,00	126,67	102,67	204,67	221,39	185,52	227,33	136,00	284,36	127,86	234,00	387,33
Ricchezza specifica totale			69	84	51	84	66	72	59	53	65	69	54	52	66	75	73	79	60	76	54	80	82

Tab. 3-XXVI – Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'estate 2008. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

		Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza da Tea (m)			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Cnidari																							
Antozoi	Actiniaria nd	-		1,01						0,51		0,51				1,01			0,51			0,67	
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE	0,51	0,51				0,51	0,51												0,51	0,51	
	<i>Epizoanthus</i> sp	-																					1,33
Idrozoi	Hydroidea nd	-																					0,67
Crostacei																							
Anfipodi	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	0,51	2,02	0,51	1,52	0,51	0,51	0,33		2,02	2,02	1,01	1,01	1,01	2,02		0,51	0,76	1,17	1,84	0,51	1,33
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC							0,51	0,51			1,52										0,67
	<i>Corophium</i> sp	-																					0,67
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC										0,51											
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC		0,51										1,01									
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab			1,17	0,51	0,51	1,01		0,51	0,51	1,01	1,01	0,51	0,51	2,02			0,51	0,51	0,51	1,84	0,67
	<i>Leucothoe</i> sp	-					0,51			1,01		0,51		0,51				0,51	0,51	0,51			2,00
	<i>Maera schmidtii</i>	VB						0,51	0,51	0,51							0,76						0,51
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC								0,51		0,51	0,51					0,51	1,01			0,51	0,51
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC								0,51						0,51	0,51	1,01				0,51	0,67
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE						0,51	0,51	0,51	1,01					0,51			0,25	0,51			
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	1,01					0,51	0,51	0,51			2,02	34,34	0,17	0,51		1,01				1,01	1,33
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	0,25							1,01			0,51	1,01				0,51	1,52				2,00
	<i>Phtisica marina</i>	Lre			1,52	1,01		0,51	0,33			1,01	1,52	2,27		1,01					1,17	6,57	0,67
	<i>Pseudolyrius kroyerii</i>	SFBC						0,51		1,01									0,25				
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre	1,01																			0,51	
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab			0,51																		
Cirripedi	<i>Balanus trigonus</i>	Lre																				0,67	
Copepodi	Copepoda nd	-	0,25	0,51				0,51	0,33	1,01		0,51	1,01			0,25	0,76	1,01	0,25	3,35		1,01	0,67
Cumacei	Cumacea nd	-	0,51		0,51				1,01			0,51	0,51										
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE				0,51										0,25		0,51					0,51
Decapodi	<i>Alpheus dentipes</i>	HP	0,51																				
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim			0,67																		
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim	0,51				0,25						0,51										0,67
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,51					0,33			2,53	1,52		0,51	2,78		1,01	0,51	1,01		1,01	
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC			0,67				0,51						0,17								
	<i>Ethusa mascarone</i>	SFBC		0,51						0,51													
	<i>Eurynome aspera</i>	DC																					1,01
	<i>Galathea</i> sp	-	4,29	2,02	1,52	1,52		1,01	2,53	3,03	1,01		2,02	2,78	1,52	2,27	0,25				1,68	1,52	
	<i>Goneplax rhomboides</i>	VTC					0,51																
	<i>Inachus</i> sp	-					0,51																
	<i>Liocarcinus depurator</i>	VB	0,51				1,26							0,51									
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab									0,51			1,52		0,51							0,51
	<i>Liocarcinus</i> sp	-		0,51	0,51	1,01			0,51	1,01		1,01		0,51									0,51
	Paguridae nd	-	0,25	1,52		1,01		1,52	0,51	0,51	1,52	1,01	1,01	0,51	0,51	2,53	0,76	1,52	2,02				
	<i>Parthenope angulifrons</i>	Lre																					
	<i>Processa</i> sp	-										0,51	0,51		0,51					0,51	0,51		
Isopodi	<i>Cirolana</i> sp	-												0,51				0,51	0,25				
	<i>Gnathia</i> sp	-	1,01		1,01			1,52		1,01		3,03	3,03	0,76		0,25	1,01	0,51	1,52		0,67		0,67
	Isopoda nd	-				1,01			0,51					0,51		0,51		1,01				0,51	
Misidacei	Misidiacea nd	-												0,51	0,51	0,51		0,51					
Ostracodi	Ostracoda nd	-	1,52	1,52	2,34	1,01		2,02	0,51	0,51	0,51	1,52	1,52	3,28	1,01	2,02		4,55	0,25	2,18		3,03	2,67
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillei</i>	Minut				0,51	0,51	0,51	0,51	0,51		2,02	1,52	1,01						0,67	0,67		4,00
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C		0,51					1,01		0,51			1,01					3,03	0,25	2,34	1,01	2,00
Echinodermi																							
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC		0,51	2,67	0,51		3,03		0,51	2,53	2,53	3,54	1,77		3,54	0,25	2,02	0,76	0,67	1,17	0,51	2,67
Echinoidei	Echinoidea nd	-		0,51	1,68	0,51		0,51				1,52			0,17			1,01				1,01	0,67
	<i>Schizaster canaliferus</i>	Lim							0,51														
Ofiuroidei	<i>Amphiura chiajei</i>	VTC	0,76	3,03	0,67	1,01	0,51	2,02	0,51	0,51		2,02	1,52	1,26		0,76		1,52	0,51	0,51	1,01	1,52	2,67
	<i>Ophiura albida</i>	DC	0,51	4,04	7,68	0,51	3,54	5,56	3,02	10,10	4,04	9,60	5,56	4,04	2,19	3,54		7,07	2,02	2,53	4,34	7,07	4,67
Oloturoidei	Holothurioidea nd	-		0,51	0,67	0,51		0,51	0,51			0,51		1,01									
	<i>Labidoplax digitata</i>	VTC	1,01		0,67	0,51	0,51									2,02	0,25	0,51	0,51		0,51		
	<i>Thyone fusus</i>	DE		0,51																0,76			1,01
	<i>Trachythone elongata</i>	VTC															0,51						
	<i>Trachythone</i> juv	-					1,01	1,01			1,01			0,51					0,51	0,51	0,51		
	<i>Trachythone tergestina</i>	VTC		0,51	0,51			1,01			0,51		1,52							0,51	0,51		0,67

Tab. 3-XXVI - Continuo.

Distanza da Tea (m)		Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Molluschi																							
Bivalvi	<i>Abra alba</i>	Lim						0,51	0,84	2,02				0,76					0,25	0,51	1,84	5,05	1,33
	<i>Abra prismatica</i>	DC	0,51	4,04	1,68	0,51	0,51	0,51			3,03	3,03	0,51	0,51		2,02			1,52	3,86		0,51	
	<i>Aequipecten opercularis</i>	DC		0,51																			
	<i>Anodontia fragilis</i>	Sm						0,51											1,01				
	<i>Anomia ephippium</i>	Lre		1,01		0,51				0,51					0,51								0,67
	<i>Cardiomya costellata</i>	DL									0,51							0,51				0,67	0,67
	<i>Chlamys varia</i>	DC	0,25							0,51						0,51							
	<i>Clausinella brognartii</i>	SGCF															0,25						
	<i>Corbula gibba</i>	MI					0,51				0,51	2,02				1,01			0,25	0,51	1,17	1,01	0,67
	<i>Cuspidaria cuspidata</i>	Mixt																	0,51			0,51	
	<i>Hiattella arctica</i>	Sd	0,51	0,51		0,51		0,51		2,02	1,52	2,53		0,51				3,54	0,76	0,51	4,18		3,33
	<i>Laevicardium crassum</i>	SGCF											0,51			0,51							
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC				0,51											0,25						
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP			0,51							0,51											
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	5,05	7,58	5,52	7,58	2,53	7,07	4,03	8,08	4,04	6,57	5,05	7,58	4,88	9,60	3,54	5,05	8,59	4,55	8,38	7,58	2,00
	<i>Myssella bidentata</i>	VTC	1,52	0,51	1,17			0,51		0,51		1,01	0,51	0,51		0,51							
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	0,76	4,55	2,00	3,03	2,02	4,55	1,01	8,59	3,54	6,57	3,54	3,54		6,82	1,01	0,51	5,56	3,03	4,02	4,04	0,67
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt																				0,51	
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC		0,51				0,51		0,51					1,52								0,67
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab						0,51	0,51	1,52	1,52	0,51	0,51	0,51		0,51		0,51		1,52	1,17	1,01	1,33
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,51	0,67	1,52	0,51	0,51		2,53	2,53	0,51	0,51	0,51		1,52	0,51		0,51				
	<i>Plegiocardium papillosum</i>	DC	4,55	1,33	5,05	2,78	0,51	0,33	4,04	3,54	2,53	2,02	0,51	1,18	2,27	1,01	4,55		3,03	1,52	2,18	2,02	4,67
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC		0,51						0,51			1,01							1,52			
	<i>Solecurtus scopula</i>	Sab																		0,25			
	<i>Tellina distorta</i>	MI		4,04	2,34	2,02	1,01	1,01				0,51		0,51				1,01	1,52	1,52		0,51	0,51
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC	0,25				0,51	1,01	1,01	2,53	0,51			0,76		0,51				2,53	0,51	5,56	0,67
	<i>Tellina serrata</i>	DE	1,01	0,51	0,67		1,52	2,35	2,02	0,51			3,54					0,51	0,25				
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	5,81	1,01				0,51	0,51	1,26		1,01	0,25	0,17	1,52	0,51	1,52	0,51	1,52	2,18		1,01	
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre				0,51	1,01	1,01		0,51	1,01	1,52							0,25	0,51	0,51	1,01	
	<i>Caudofoveata nd</i>	-																	0,25				
Caudofoveati	<i>Aporrhais pes-pelecani</i>	DC						0,51											0,51				
Gasteropodi	<i>Calyptraea chinensis</i>	Lre	0,51	1,01				0,51		1,01	1,01		1,52	0,51		0,51	0,25	1,52		1,52	1,01	0,51	0,67
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC	1,52	0,51	0,51			0,51		1,52	2,02	0,51		0,51	1,52		1,26			1,17	0,67	0,51	
	<i>Eulima bilineata</i>	MO								0,51										1,52			
	<i>Euspira nitida</i>	Sab	0,51					0,51				0,51							0,76				0,67
	<i>Hadriana oretea</i>	Lim										0,51		0,51					0,25				
	<i>Hyala vitrea</i>	VTC						0,51						0,25	0,51	0,51							
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm		0,51		0,51				0,51													0,51
	<i>Odostomia sp</i>	-																	0,51				
	<i>Philine aperta</i>	VTC																		0,51			
	<i>Pseudotorinia architae</i>	DC		0,51	0,67																		
	<i>Solemya togata</i>	HP	0,25										0,51										
	<i>Turbonilla rufa</i>	Lre																					
	<i>Turritella communis</i>	VTC		0,51																0,51			
Poliplacofori	<i>Chiton olivaceus</i>	AP																		0,25			
Scafopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC		0,51				0,51		1,01	1,52	1,01	0,51			0,25		1,52		0,51	1,84	1,01	
Nemertini	<i>Nemertea nd</i>	-	1,52	0,51	1,01	1,01	0,76	1,01	0,84	1,01	0,51	0,51	2,53		1,52	4,29		0,51	0,76		2,34		1,33
Pantopodi	<i>Pycnogonida nd</i>	-		0,51				0,51				0,51	0,51	0,51					0,51				
Platelminti	<i>Platelminta nd</i>	-			1,52			0,51			0,51		0,51							0,51		0,51	
Policheti	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	8,33	7,58	3,52	4,55	2,27	15,15	9,25	20,20	20,20	18,69	12,12	6,57	6,05	17,42	1,52	16,67	7,07	29,74	24,30	21,72	12,00
	<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	0,51	1,52		1,52	1,52			1,01	1,01	3,03	1,01			3,54		1,01					
	<i>Capitellidae nd</i>	-																		0,67			
	<i>Caulerliella caputesocis</i>	Lim	0,51	0,51	0,51	1,01		2,53	0,84	1,01		2,02		2,02		1,77	1,01	0,51	0,76	1,01	1,17	0,51	1,33
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd	1,52																				
	<i>Cirratulidae nd</i>	-																					2,00

Tab. 3-XXVI - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Policheti																							
	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	2,53	4,04	0,51	2,02	1,01	4,04	6,73	2,02	1,77	6,06	5,05	4,29	2,69	3,28	2,27	5,05	2,02	2,53	4,85	6,06	4,00
	<i>Ditrupe arietina</i>	MI															1,01		0,51				
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim		0,51				0,51			1,01	0,51			1,77	0,51		0,25		0,51		0,51	
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab		1,52	1,01	0,51	1,52	1,52	1,52	1,01	4,04	2,02	0,76		1,01		1,01	0,51		1,33	0,51	0,67	
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,27	3,03	3,68	4,04	1,26	6,06	2,86	4,55	3,54	5,56	8,08	2,02	0,51	5,30	1,26	6,06	1,26	3,54	3,86	3,03	1,33
	<i>Flabelligeridae</i> nd			0,51																			
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	4,29	4,04	3,52	6,57	3,03	4,55	2,02	2,53	3,28	6,06	3,03	6,31	2,69	7,58	2,27	5,56	2,27	4,87	6,22	5,05	2,67
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	5,05	6,06	1,84	6,06	5,30	7,58	2,69	3,54	10,35		5,05	6,82	2,19	6,31	3,28	7,07	5,56	4,20	8,89	7,07	8,00
	<i>Harmothoe lunulata</i>	DE		2,02	0,51									1,01		0,51				0,51			
	<i>Harmothoe</i> sp	-		0,51			2,53	1,68	3,03		1,01	0,51		2,53	0,51		0,51	0,51	1,01	1,68	0,67	1,01	
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	10,10	5,05	14,40	8,08	8,84	9,09	11,61	10,10	12,63	17,17	17,68	10,61	4,37	9,09	2,78	8,08	10,35	5,88	4,71	6,06	6,67
	<i>Hydroides elegans</i>	Sd		0,51													1,01	0,25					
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd		3,03	1,33	0,51				0,51	0,51			0,51			2,02		1,33		0,51	4,67	
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC		3,03	0,51		0,51				0,51							0,51	0,51				
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO	0,51				1,01		1,52			1,01			0,25								0,67
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	Sab	4,29	2,53	5,52	4,04	1,26	5,56	4,20	3,03	1,52	7,58	5,05	7,07	2,69	5,81	1,26	6,57	4,29	6,22	4,87	7,58	2,67
	<i>Lumbrineris impatiens</i>	Mixt		1,52	0,51	2,02	1,77	2,53	1,01	1,52	1,52	2,02	2,02	2,02	1,52		1,01	1,01		2,18	1,84	0,51	2,00
	<i>Lysidice ninetta</i>	AP														0,25		0,51	0,25	0,67			2,00
	<i>Magelona alleni</i>	VTC	1,01	1,01		1,01	0,51	3,03	5,04	1,01	0,51	1,01	3,54	4,04	2,02	1,77	0,51	2,02	0,25	6,22	4,00	3,03	3,33
	<i>Maldanidae</i> nd	-		0,51			0,51																
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim		1,01				0,33	0,51	1,01	0,51	0,51			1,26	0,51	1,52	0,51		0,51		2,00	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,51	0,51			0,51																
	<i>Nematoneis unicornis</i>	Mixt	0,51				3,03	1,01			2,02		0,76	0,51	0,51		0,51	3,03	0,51	0,67	2,02	1,33	
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		1,01		1,01	0,76	1,01		1,01	1,77	2,02	2,02	0,25	0,51	2,53	0,76	0,76	0,51	2,18	0,51	0,67	
	<i>Nephtys hystricis</i>	VTC								0,51	0,51				0,25		1,52	0,51	0,51	0,51			
	<i>Nereidae</i> juv	-		1,01	0,51		3,28		0,51		0,51						1,01	0,51	0,51				
	<i>Ninoe</i> sp	-	1,01	1,01	0,51		0,51				0,51												
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,01			0,25	0,51	0,51		1,01	0,51				1,01			0,51			0,51		
	<i>Onuphis conchilega</i>	Sab		3,03	1,17	3,54	2,02	0,51	1,01	3,03	4,55	1,01	1,52		1,01		1,52	2,53	1,01	1,01	1,52		
	<i>Ophelina cylindricaudata</i>	Lim	4,55	8,59	4,34	5,56	10,10	12,63	9,08	14,65	14,90	8,59	14,65	16,67	9,24	7,32		14,14	5,30	10,24	19,62	24,75	12,00
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,51	0,51									0,51				0,51	0,25	1,01				
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	18,43	6,57	5,19	3,03	2,02	8,08	11,43	23,74	10,86	12,12	22,22	11,36	6,90	11,36	1,01	19,70	3,54	11,76	22,65	18,18	27,33
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,76	7,07	3,35	5,05	2,02	5,56	3,19	2,53	5,05	8,08	5,56	4,29	2,69	2,53	3,28	8,08	2,78	3,19	8,36	2,53	4,00
	<i>Paraonidae</i> nd	-	4,29	22,73	8,53	3,54	7,32	10,61	12,61	12,12	23,23	36,87	20,20	14,90	8,59	16,92	3,03	12,63	4,04	16,67	16,63	22,73	26,00
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	17,42	13,64	17,23	8,59	4,29	16,16	8,40	13,64	9,60	11,62	9,60	13,38	12,61	20,20	4,04	13,13	5,56	14,10	7,37	12,12	5,33
	<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar												0,51									
	<i>Pherusa monilifera</i>	Sab																0,25					
	<i>Phyllodoce lineata</i>	Sab	2,02										0,51					0,51					
	<i>Phyllodoce</i> sp	-	0,51	2,02	2,34	1,01	2,02	0,51	1,85	1,52	1,52	2,53	2,53	1,01	1,52		1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	2,53	
	<i>Phyllodoceidae</i> nd	-			1,33			0,51	0,51	1,01			0,51	1,01			1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC											0,51										
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim		0,51																			
	<i>Pista cristata</i>	Lim						0,51	0,51	0,51			1,52			0,25							
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC			1,01			1,01	0,51				0,51				0,51			0,51			
	<i>Polydora ciliata</i>	SFBC					0,51																
	<i>Pomatoceros triqueter</i>	Sd			3,70			1,17	2,02					2,02	2,02				0,51				1,33
	<i>Prionospio cirrifera</i>	MO	0,51	1,01		0,25	2,02	1,34	2,02	2,02	1,01	4,55	2,18	1,52	2,27	3,03	1,52	5,88	5,86	8,59	10,67		
	<i>Prionospio</i> sp	-	0,51	2,53	5,03	3,03	0,51	3,03	0,84	4,04	4,55	3,54	4,55	6,31	0,51	7,58	2,02	1,52	0,76	1,68	1,33	0,51	0,67
	<i>Sabellidae</i> nd	-	3,79	5,05	1,01	2,53	0,51	6,06	8,40	5,05	4,04	9,60	6,57	9,85	10,60	5,05	1,52	11,62	1,01	18,69	15,92	29,80	26,67
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP																		1,17			
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	1,77		2,00	0,51	0,51	3,03	2,35	2,02	2,27	2,53	2,53	0,76	1,68	1,26		0,51	1,01	1,52	0,51	0,67	
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	1,52		2,18	2,02	1,77	3,54	2,86	5,05	3,03	6,57	2,02	3,54	2,53	5,05		1,01	1,26	2,18	0,67	1,01	0,67
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim		0,51	0,67		1,01		1,01	1,52	1,26	1,01	2,53	1,01	0,67	1,52	0,51	1,01	2,02	3,70	1,01	3,03	4,00
	<i>Syllidae</i> juv	-	0,51				1,52	1,52				0,51		0,67				1,01					
	<i>Syllis</i> sp	-	0,76	2,02	1,68	1,52	0,25	1,01	0,51	2,02	2,02	1,52		1,01		1,01	0,51	1,01	1,68	3,86	4,55	4,67	
	<i>Terebellidae</i> nd	-							0,51	0,25						0,25					0,51		
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO																					1,33
	<i>Tharyx marioni</i>	MO			1,52	1,01										1,01							
Sipunculidi																							
	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	2,53	9,09	4,51	2,53		5,56	4,55	5,05	1,01	2,53	5,05	2,02	7,24	4,04	2,27	5,05	2,53	5,21	6,22	8,08	24,00
	<i>Sipunculida</i> nd	-		2,02	1,68	2,53		1,52	1,01	0,51	1,77	0,51	0,51	2,02	0,84	1,52	2,27	1,52	0,51	0,51	0,51	0,51	0,67

Tab. 3-XXVI - Continuo.

	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
Distanza da Tea (m)		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Tunicati																						
Asciadiacei	Lre			1,01																		
<i>Ascidia virginea</i>	-		0,51							0,51												
Asciadiacea nd	-																					
<i>Microcosmus</i> sp	-	0,51																				
Densità totale		141,67	195,45	147,78	130,81	85,86	206,57	153,83	225,76	200,25	265,15	235,86	231,82	117,24	229,55	58,59	223,74	118,94	220,67	235,68	274,75	261,33
Ricchezza specifica totale		66	82	60	62	48	82	68	80	67	74	74	76	49	79	48	78	77	70	66	77	70

Tab. 3-XXVII - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Caudofoveati	Caudofoveata nd	-			0,98																		
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	0,83				0,98		0,51			0,83	0,83		1,67	0,98				0,98	3,96		
	<i>Cyllichna cylindracea</i>	SFBC	0,83				0,98		1,96						1,96	1,33	0,51	2,94		0,98	1,33		
	<i>Eulima bilineata</i>	MO		0,98				1,96	0,67											0,98			
	<i>Eulima glabra</i>	Lre	0,83				0,98			1,65												0,67	
	<i>Euspira nitida</i>	Sab									0,98			0,67	0,51	1,96	1,33						
	<i>Hadrinia oretae</i>	Lim						0,98				0,83										0,67	
	<i>Hyala vitrea</i>	VTC				0,98							0,83										
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	0,83			1,65		0,98		1,65		1,96	0,67		0,67	0,98		1,17	2,94				
	<i>Pleurobranchia meckelii</i>	DC						0,98															
	<i>Pseudotornia architae</i>	DC									0,83												
	<i>Solemya togata</i>	HP							0,67													0,83	
	<i>Turritella communis</i>	VTC												0,67									
Scafolopodi	<i>Dentalium inaequicostatum</i>	VTC				0,98	0,98	0,98						0,67		0,83	0,67	0,51					
Nemertini	Nemertea nd	-	3,29	6,67	2,50	3,63	0,98	1,96	5,57	1,65	0,98	4,75	8,68	1,33	2,25	3,18	2,94	1,33	1,52	2,94	3,63	2,00	0,98
Pantopodi	Pycnogonida nd	-		1,67				0,98									0,83			1,96	0,98	0,98	1,67
Platelminti	Platelminta nd	-	0,83		0,98						4,46	0,98		0,67		0,83							
Policheti	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	3,92	3,33	4,31	1,96	2,94	0,98	2,94	6,36	0,67	7,38	5,88	6,67	3,67	1,81	6,00	2,18	0,98	6,27	2,98	6,13	
	Ampharetidae nd	-		1,67	0,83					1,33	0,98	0,98		2,51	0,92								
	<i>Amphictes gunneri</i>	Lim		1,67													0,67	1,01			0,67		
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB				0,83																	
	Aphroditidae nd	-				0,83					0,98												
	<i>Aponuphis brementis</i>	Lim	10,99	10,00	28,53	21,52	25,88	5,88	17,69	5,85	14,39	29,44	20,00	16,71	19,18	11,33	18,58	15,33	8,24	13,73	13,14	3,33	5,98
	<i>Caulerella caputesocis</i>	Lim	4,13	1,67	4,17	2,79	4,90	2,94	0,98	2,15	0,67	1,65	2,94		0,67	3,31	2,94	2,00	2,43	3,92	2,94	2,00	0,83
	<i>Ceratonereis costae</i>	Sd							11,76					0,67									
	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	5,83	7,65	11,57	2,94	3,92	1,65	6,47	2,63	5,92	0,98	9,17	4,59	5,17	3,77	1,33	5,54	10,78	11,32	5,61	8,24	
	<i>Ditropa arietina</i>	MI		1,67				2,94	0,51	0,67				2,00								1,33	8,24
	<i>Dorvillea rubrovittata</i>	C	0,67													1,33	0,67						
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim		0,83							0,98										0,98		
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	1,50	0,83	2,50		1,96	2,94	2,63	0,98	2,94	1,96				0,98	1,33	5,12	1,96	1,96	1,33	1,81	
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	0,83	10,83	6,67	5,44	3,92	3,92	3,61	1,33	7,88	10,64	6,57	5,33	2,83	5,47	6,86	4,00	7,56	10,78	9,36	7,96	7,79
	Fiabelligeridae nd	-	0,98				0,98	1,96	0,98	1,81	0,98	0,67	0,67	0,98	0,67	0,98	0,67			1,96			
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	6,90	10,00	6,13	8,38	7,53	5,88	4,59	8,00	8,86	12,43	5,59	12,00	4,33	7,83	5,74	5,33	9,23	14,71	13,14	11,92	4,31
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	17,49	12,50	8,77	7,94	11,14	5,88	6,24	11,01	8,86	13,95	7,70	4,67	8,67	13,79	8,53	7,33	11,09	12,75	5,74	22,90	10,44
	<i>Harmothoe lunulata</i>	DE			0,98		0,98		5,88			3,77	0,98			0,83						4,00	0,83
	<i>Harmothoe sp</i>	-																				4,00	
	<i>Hyalinoccia tubicola</i>	DC	0,98	2,50					0,51	1,96	2,31		0,98			0,98		0,51	1,96	0,98	0,98	4,00	
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd																				4,00	
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC	0,83	0,83		1,33					2,63				2,83	1,67				3,92	2,00	2,00	
	<i>Lumbinereis gracilis</i>	Sab	7,22	6,67	8,63	7,25	9,84	8,82	7,53	7,97	4,59	13,26	4,75	7,33	5,67	5,52	10,64	4,67	2,69	7,84	7,84	12,94	0,83
	<i>Lumbinereis impatiens</i>	Mixt	0,83	0,83	4,17	2,65		1,96	4,85	0,98	9,84		8,00	0,83	1,01	0,67	0,51	7,84	6,27	1,96	1,96	1,96	
	<i>Magelona allenii</i>	VTC	1,33		14,22	12,16			5,32	0,98	9,49		12,67	8,92		0,98	0,25	8,82	6,57	6,31	3,63	3,63	
	Malabaridae nd	-			3,63	0,83			1,33	0,98				1,68	0,83							9,22	
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim	0,83	1,67	0,83	1,81		1,96	2,02	0,98	6,24	0,98	1,17	0,67			2,00	0,51	0,98		1,33	2,50	
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,83																			0,67	
	<i>Mysta pica</i>	Sab	0,98	0,83												0,98						0,67	
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt			0,98					0,67			0,67					3,28			1,65		
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC			3,33	12,75			5,94						4,25	0,51			5,88	2,94	12,63	7,79	
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC	3,65	8,33	15,93	8,92	1,96	2,94	5,57	6,69	8,51	13,10	3,77	12,51	9,17	1,67	7,25	2,00	4,36	1,96	18,73	6,27	
	Nereidae juv	-			1,81	2,65		1,96	2,51			1,81	0,98	3,17	1,50				0,98				
	<i>Nereis sp</i>	-	0,67																				
	<i>Ninoe sp</i>	-														0,98							
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	0,98	0,83		0,98	2,94	0,67	0,67	0,67						0,98	2,00	0,51	0,98	1,96	2,00	1,81	
	<i>Onuphis conchilega</i>	Sab	1,67	1,96	1,81	0,98		0,67	0,67	0,67				1,33	0,98	0,98	2,00	0,51	0,98	0,98	1,33		
	<i>Ophelia cilindricaudata</i>	Lim	8,33	4,17	3,48	0,98	3,92	3,61	1,68	10,16	14,91	4,75	6,00	2,33	2,32	7,55	2,00	2,43	6,86	8,68	3,29	0,83	
	<i>Ophiodromus flexuosus</i>	Sab	0,83		0,83				0,98									0,51					
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	11,74	5,00	14,51	6,42	4,27	9,80	10,47	8,99	9,49	11,36	27,01	5,33	7,25	7,15	9,36	4,67	5,37	9,80	8,53	12,51	5,00
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	2,94	8,33	7,50	3,92	6,86	4,90	10,47	4,66	0,98	9,80	3,77	4,18	3,51	3,51	8,68	5,33	5,03	6,86	14,26	2,00	5,15
	Paraonidae nd	-	16,99	5,83	26,32	12,70	7,88	5,88	12,43	20,12	6,90	31,92	3,63	20,34	15,60	11,33	4,75	4,67	4,53	16,67	17,60	42,67	15,88
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	3,92	3,33	2,50	7,11	6,24	3,92	0,98	1,68	0,98	3,63	2,79	5,84	1,09	3,99	12,60	5,33	0,51	2,94	1,96	2,00	
	<i>Phylodoce lineata</i>	Sab		0,83	1,81	2,94	1,96					1,81			0,67					0,67			
	<i>Phylodoce sp</i>	-			4,17	4,61	0,67	3,92	0,98	3,96	0,67	4,59	0,98	3,17	5,00	1,34			1,33			3,77	
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC	0,98		0,83																		
	<i>Pista brevivbranchia</i>	Lim							0,67	0,67													

Tab. 3-XXVIII - Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell' estate 2009. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Distanza da Tea (m)	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4		
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926		
Briozoi	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd																				0,67		
Cnidari																								
Antozoi	<i>Actiniaria</i> nd	-	3,04		0,83																			
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE																						
	<i>Epizoanthus</i> sp	-	5,00		5,83	1,33	9,33			2,00	1,33	0,51	0,67	13,33	2,51		1,67				0,67	0,67		
	<i>Madreporaria</i> nd	-																						
Idrozoi	<i>Hydroidea</i> nd	-		0,67	1,67	1,33	1,33		0,83	1,67	1,33	0,67	1,01	1,50		0,67	1,33							
Crostacei																								
Antipodi	<i>Ampeleisca diadema</i>	DE	3,00	9,33	10,83	14,67	5,33	12,00	5,00	15,00	7,33	13,33	5,56	9,35	7,03	12,17	6,23	22,50	21,33	6,00	11,33	5,50	15,04	
	<i>Ampeleisca intermedia</i>	SFBC																						
	<i>Corophium</i> sp	-			0,83	0,67	0,67	0,83			1,33	2,00	1,84	0,67	0,67	0,51	1,67	1,33	2,00		1,33	0,67	0,67	
	<i>Ericthonius brasiliensis</i>	Sd																						
	<i>Eusirus longipes</i>	VTC				0,67																		
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC									0,67			2,67	1,17	3,50		1,67	0,67				4,67	
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	2,50																	1,33	1,33	0,67		
	<i>Iphimedia</i> sp	-																					0,67	
	<i>Lepidepecreum longicorne</i>	SFBC											0,67											
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO																					0,67	
	<i>Leucothoe</i> sp	-		0,67					5,00	2,00														
	<i>Lysianassa</i> sp	-																				1,33	0,67	
	<i>Maera grossimana</i>	Sd	3,33																					
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC	1,04				0,83				1,33	1,01												
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE	1,50					2,50		0,67	2,00	0,67	1,33	1,17	2,17	0,51	2,50	0,67	2,00	2,00	1,33	0,67	1,33	
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC		0,67	1,67	1,33	4,00	2,17		4,17	2,67	0,67											0,67	
	<i>Panambus typicus</i>	SFBC																					0,67	
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC	0,83																				0,67	
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	1,88								2,00	2,02	3,00	1,01	0,83	0,51	7,50	4,00		3,33	9,33	1,33	4,00	
	<i>Phitsica marina</i>	Lre	6,71		1,67	2,00					0,67						0,67	1,33		0,67			0,67	
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre																						
	<i>Synedra</i> sp	-																1,04						
	<i>Synchedidium haplocheles</i>	Mixt																						
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab	0,83					0,83			4,00	0,51							2,00	4,67	0,67	1,33	0,67	
Cirripedi	<i>Balanus improvisus</i>	Lre	0,83																					
	<i>Balanus perforatus</i>	AP	1,67																					
	<i>Scalpellum scalpellum</i>	Sd																					0,67	
Copepodi	<i>Copepoda</i> nd	-						2,50			2,00	0,51	1,33	0,67									0,67	
Cumacei	<i>Cumacea</i> nd	-		1,33	3,33	1,33		1,67	5,00	2,50	1,33	9,33	2,02	6,01	3,52	3,67	4,69	7,50	12,00	2,00	2,67	10,33	0,67	
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	1,67	2,00	5,00	3,50	2,00			1,67	1,33												0,67	
Decapodi	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,67					0,67						1,01									0,67	
	<i>Anapagurus</i> sp	-									1,33	1,01		1,33	0,67	2,50	1,01	0,67			1,33	0,67		
	<i>Athanas nitescens</i>	C	2,67																					
	<i>Callinassa subterranea</i>	Lim				1,50																		
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC	0,83		0,83		0,67																	
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC			2,50						0,67	0,67											1,33	
	<i>Ethusa mascaronae</i>	SFBC						0,83																
	<i>Euryome aspera</i>	DC				0,67																		
	<i>Galathea</i> sp	-	20,50	0,67	0,83	1,33		0,83		2,00		0,51	1,01	2,83	0,51	0,67			1,33	2,00	1,33	0,67	0,67	
	<i>Heterocropta maltzani</i>	Lim	1,33																					
	<i>Illia nucleus</i>	Lre																					0,67	
	<i>Inachus dorsetensis</i>	Lre					0,67																	
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,83	2,00	5,00	6,83	0,67	0,67	0,83	1,33	2,00	1,01		1,33	0,67	0,51	1,67	1,33		1,33	0,67	0,67	0,67	
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre					2,67	1,33		0,83	1,33												2,00	
	<i>Paguridae</i> nd	-	1,04	1,33	0,83	1,33	2,67	1,33		0,83	1,33													
	<i>Pagurus anachoretus</i>	HP																						
	<i>Parthenope massena</i>	Giar				0,83																		
	<i>Ponthophilus spinosus</i>	VB																						
	<i>Processa</i> sp	-	0,67	2,00	0,83	2,83	2,00	4,83	1,67	5,00		0,67	1,01	0,83			0,67						0,67	
	<i>Upogebia deltaura</i>	HP																						
Isopodi	<i>Anthura gracilis</i>	Lim	0,83																					
	<i>Cirolana</i> sp	-			0,83		8,67	0,83		0,83	2,67			1,50									1,33	
	<i>Eurydice</i> sp	-	2,83	2,00	0,83	1,50	0,67	4,00	2,50	1,67	2,00	0,51	3,34							0,83	1,33	0,67	0,67	
	<i>Gnathia</i> sp	-			1,67				0,83	0,83	0,67	1,33								0,83	1,33	0,67	0,67	
	<i>Jaeropsis</i> sp	-			0,83										2,69	1,33							0,67	
	<i>Misidiacea</i> nd	-	6,83	1,33	5,83	3,83	6,00	6,00	0,83	7,50	3,33	5,33	3,03	1,33	0,67	2,33	0,51	6,67	2,67	0,67			0,67	
	<i>Ostracoda</i> nd	-	0,83	0,67	3,33	3,33	0,67	1,67	5,00	2,50	0,67	6,00	1,01	0,67	1,52	4,50	3,17	1,67	4,00	0,67	4,00	2,17	0,67	
Stomatopodi	<i>Squilla mantis</i>	Lim																						
Apeudes latreillei	<i>Apeudes latreillei</i>	Minut		0,67			1,33	2,50	2,50	0,83		2,00	0,51	0,67		0,67	0,67			1,33	8,67	2,67	0,67	13,13
Leptocheila savignyi	<i>Leptocheila savignyi</i>	C						8,33				16,67	8,08	12,02	1,84	6,50	1,01	24,67	10,67	3,33	8,00	11,67	4,67	
Echinodermi																								
Asteroidei	<i>Astropecten irregularis</i>	DC				0,83							0,67											
Echinoidei	<i>Brissopsis lyrifera</i>	VB		0,67																				

Tab. 3-XXVIII - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocenosì	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4		
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926		
Bivalvi	<i>Myrella bidentata</i>	VTC					0,67										2,50	1,33				0,67		
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre	67,21																					
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	2,38	2,00	5,00	9,67	1,33	0,67	1,67	5,00	3,33	2,67	1,52	1,01	1,68	1,33	2,21	4,33	2,67		2,00	5,50	0,67	
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt			0,83							2,00										0,67		
	<i>Nuculana illirica</i>	Lre																0,83						
	<i>Ostrea edulis</i>	Sd	0,83																				0,67	
	<i>Pandora pirina</i>	Lim																					0,67	
	<i>Paphia aurea</i>	SVMC						0,67			1,33			1,50	0,67			0,83				0,67	1,33	
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt																0,83						
	<i>Phaxas adriaticus</i>	Sab			1,33	1,67	2,67	1,67	2,50	3,33	4,00	4,00	3,03	6,67	3,17	1,50		1,67	1,33	2,00	1,33	3,50	2,38	
	<i>Pitar rudis</i>	DC	0,67	2,67	2,50	0,67	1,33	0,83		0,83	1,33											2,00	2,00	
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC																				0,67	0,67	
	<i>Psammobia fervensis</i>	DC		0,67	0,83	0,67	0,67	2,50		0,83	1,33					1,50		0,83	0,67		2,00	1,33	0,67	
	<i>Tellina distorta</i>	MI		4,67	5,83	5,67	0,67	4,00	3,33	5,83	8,00	0,67	3,54	2,83	1,17	2,83	3,89	5,67	4,00	12,67	11,33	8,17	5,71	
	<i>Tellina nitida</i>	SFBC	0,83																					
	<i>Tellina serrata</i>	DE				1,33		0,67				4,00	0,51				0,51	0,67						
	<i>Thracia papayacea</i>	SFBC										0,67						0,83						
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim	2,38	3,33	4,17	2,67	1,33	0,83		3,33	4,00	3,33	1,52	2,67	2,85	2,33	0,51	1,50	6,00	0,67	3,33			
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre	1,33			0,67	1,33		0,83				0,51				0,67	0,83	0,67				2,00	
	Caudofoveati	<i>Falcioides gutturosus</i>	Lim		0,67												0,67						0,67	
<i>Acteon tomatis</i>		SFBC						0,83																
Gasteropodi		<i>Aperiovula adriatica</i>	-											0,67										
		<i>Aporrhais pes-pelecani</i>	DC																				0,67	
<i>Calyptrea chinensis</i>		Lre		2,67	1,67			0,83			2,00	2,67	0,51	1,84	0,67	0,67	0,67	0,83	0,67	0,67		0,67	0,67	
<i>Cylichna cylindracea</i>		SFBC		0,67		2,33	0,67		0,83			1,01				1,33	2,21	0,83	0,67		0,67	0,67		
<i>Epitonium commune</i>		Mixt																0,83						
<i>Eulima bilineata</i>		MO		0,67	1,67				0,83			0,67												
<i>Eulima glabra</i>		Lre						0,83																
<i>Euspira nitida</i>		Sab			1,67				1,67	0,67	0,67													
<i>Hyalia vitrea</i>		VTC						0,67	0,83	0,83	0,83		2,00	0,51	3,33	2,51		1,33	0,67	0,67		1,33	0,67	
<i>Mangelia coarctata</i>		Sm		1,33	2,50	2,00		0,83	0,83	0,83			2,00	0,51	0,67							1,33	0,67	
<i>Melanella polita</i>		DC		0,67							1,33								0,67	0,67	0,67		1,33	0,67
<i>Nudibranchia nd</i>		-		0,67					1,67			0,67											1,33	0,67
<i>Pseudotornia architae</i>		DC																						
<i>Solemys togata</i>		HP																						
<i>Trophon muricatus</i>		Sd																						
<i>Turbonilla rufa</i>		Lre										0,67												
<i>Turritella communis</i>		VTC		0,67				0,83					0,51	0,51									0,67	
<i>Anthalis inaequicostata</i>		VTC		2,00		0,67	1,33	0,83									0,83			1,33	0,67	0,67		
Scafopodi																								
Nemertini																								
Nemertea nd	-	5,33	3,33	4,17	5,00	3,33	5,67	7,50	4,17	2,00	4,67	3,54	1,33	4,67	6,00	2,18	15,67	5,33	6,00	4,00	2,17	4,00		
Pantopodi																								
Picnogonidi																								
Pycnogonida nd	-																				0,67	0,67	1,33	
Platelminti																								
Platelminta nd	-		1,33						0,83															
Policheti																								
<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	0,67	8,00	2,50		1,33	5,00	6,67	3,33	3,33	4,67	9,60	1,17	0,67	6,50	6,23	11,83	9,33	7,33	14,67	7,83	9,42		
<i>Ampharetidae nd</i>	-		8,00	5,83	4,67	1,33	2,50		3,33	6,00							8,83	2,00	0,67	1,33				
<i>Amphicteis gunneri</i>	Lim	1,33	3,33	3,33	1,33		1,50	2,50			10,00	3,03		0,51	0,67	2,72	3,17	1,33	2,67	9,33	4,67	3,33		
<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB						0,83																	
<i>Aporonuphis brementli</i>	Lim	6,54	6,00	19,17	19,50	16,67	19,50	10,00	20,00	4,00	13,33	10,61	12,70	13,37	16,50	6,72	17,17	4,67	7,33	9,33	2,83	8,00		
<i>Caullerella caputesocis</i>	Lim	0,67	4,67	5,83	1,33	4,00	5,83	2,50	1,67	2,00	4,00	2,02	6,18	3,84	4,33		3,17	2,67	4,00	1,50	1,33			
<i>Cirratulidae nd</i>	-																							
<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	6,67	7,33	5,00	3,33		6,50	3,33	4,17	2,00	6,67	7,58	5,51	3,01	5,00	4,05	12,33	4,00	6,67	9,33	4,17	5,71		
<i>Dirrupa areolina</i>	MI																							
<i>Dironensis filum</i>	Lim	0,83	1,33		1,50						1,33	1,01	0,67	1,33			0,67	0,51	0,83	0,67	0,67	0,67		
<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	0,83	1,33	3,33	0,67	1,33	3,17	1,67	2,50	1,33	0,67	1,52			1,33	1,71	6,17	0,67	0,67	2,00	0,67	2,00		
<i>Eunice vittata</i>	Lre	3,83	8,67	5,00	6,00		5,50	1,67	3,33	3,33	7,33	4,04	4,01	2,18	0,67	2,51	4,17	2,67	2,00	8,67	3,50	5,33		
<i>Flabelligendae nd</i>	-		2,00	2,50	2,67	0,67	2,33		7,50	0,67							1,67	0,67	0,67	0,67	1,33			
<i>Glycera rouxi</i>	MO	4,71	6,00	9,17	9,00	3,33	3,33	7,50	4,17	4,00	2,00	2,02	7,68	5,17	4,33	3,52	5,67	5,33	7,33	6,67	0,67	4,38		
<i>Goniada maculata</i>	VTC	8,88	6,67	14,17	9,50	4,67	10,17	5,83	13,33	10,00	12,00	8,08	6,51	5,52	11,17	4,53	9,67	8,67	14,67	9,33	5,67	5,33		
<i>Harmothoe sp</i>	-	13,00	5,33	13,33	6,00	2,67	4,67	0,83	5,00	5,33	6,00	3,54	7,68	0,67	6,17	0,67	5,50	3,33	2,00	2,67	1,50	1,33		
<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC	0,83	2,00		2,67				0,83	2,67		1,52		1,17										
<i>Hydroides elegans</i>	Sd																	0,83						
<i>Hydroides norvegica</i>	Sd	4,67										0,51						0,83						
<i>Leanira yhleni</i>	VTC		0,67		1,33		0,83				0,67				0,51	0,67	0,67	1,33	0,67	1,33				
<i>Lumbrineris impatiens</i>	Mixt	2,67	4,00	2,50	4,17	0,67	2,33	7,50	3,33	0,67	6,00	4,04	4,00	4,18	4,33	0,51	6,50							

Tab. 3-XXVIII - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocenosi	A5	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Policheti																							
	<i>Spirophanes bombyx</i>	SFBC	0,83	2,00	1,67	0,67	2,00	2,50	0,83	3,33	2,00	2,00	3,54	4,00	1,84	3,50	4,67	3,33	6,67	4,67	0,67	1,71	
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim	5,54	0,67	8,33	2,83	2,00	6,00	0,83	3,33	6,00	4,00	1,01	10,01	2,85	1,33	2,88	8,83	4,00	2,67	4,00	2,83	4,00
	Syllidae juv	-	0,83		0,83		0,67	1,67	1,67									4,17	5,33	2,67	2,00	1,33	
	<i>Syllis parapar</i>	SFBC	2,17															2,83	2,00	3,33	1,33	0,67	
	<i>Syllis</i> sp	-	6,67	0,67	3,33	5,00	1,33	3,33	1,67	4,17	4,00	7,33	2,53	6,84	1,33	4,00		7,33	1,33	6,00	4,67	2,17	
	Terebellidae nd	-		2,67	1,67	1,50		1,67		1,33	1,33					0,83		0,67	2,67	4,67	2,00	0,67	
	<i>Terebellides stroemi</i>	MO		1,33	0,83	0,67	0,83	2,50	0,67	5,33	2,02	0,67			1,50	1,01	1,50	4,67	2,67	6,67	1,33	2,00	
	<i>Tharyx maioni</i>	MO	5,50	2,00	1,67	3,33	1,33	2,50		2,50	0,67							4,50	3,33	4,67		4,83	
	<i>Vermiliopsis infundibulum</i>	DC											0,83										
Sipunculidi																							
	<i>Aspidosiphon mulleri</i>	MO	11,83	7,33	4,17	7,17	4,67	3,17	3,33	4,17	4,67	8,67	3,54	9,01	3,52	3,83	1,84	8,67	11,33	9,33	12,00	6,83	11,42
	Sipunculida nd	-	1,04	3,33		1,33		0,83		0,67	1,33	1,52	0,67		0,67	0,67	3,67	0,67	0,67	1,33	1,33	2,00	
Tunicati																							
	Asciadiacei															0,67							
	<i>Ascidia virginea</i>	Lre																					
	<i>Phallusia mammillata</i>	VTC			0,67																		
Densità totale			431,00	262,67	316,67	286,67	168,67	271,67	243,33	292,50	218,00	414,00	253,03	311,50	169,96	266,33	153,95	635,67	494,00	494,67	476,67	370,67	334,67
Ricchezza specifica totale			90	76	80	76	70	76	72	67	79	87	83	86	63	79	74	110	100	104	97	86	85

Tab. 3-XXIX - Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'inverno 2010. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Distanza da Tea (m)		Biocen.	TEA	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Briozoi																							
	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd					0,51					0,67	0,51					0,67	0,67				1,04
	<i>Schizoporella</i> sp		0,83																				
Cnidari																							
	Antozoi																						
	<i>Actinaria</i> nd	DE						0,67				0,67					0,51				0,83		
	<i>Alcyonium palmatum</i>						1,01	0,67						0,67			0,33	0,67					
	<i>Epizoanthus</i> sp		24,92		0,51			1,33				1,33			7,33			2,00		1,01		6,00	14,58
	<i>Madreporaria</i> nd		2,83																				
	Idrozoi												0,51										
	<i>Hydroidea</i> nd																						
Crostacei																							
	Anfipodi																						
	<i>Ampelisca diadema</i>	DE	8,96	6,53	8,91	10,02	6,05	8,72	8,14	4,38	9,85	17,74	13,78	9,21	14,83	19,88	7,20	18,67	14,33	6,40	21,42	6,75	12,13
	<i>Ampelisca intermedia</i>	SFBC			0,51	0,67		2,34								0,67							
	<i>Caprella</i> sp				0,67																		
	<i>Corophium</i> sp		1,71	0,33	0,51		0,51	2,21	0,83	0,83	1,68	2,02	1,33	0,67	0,83	0,33	2,00	3,67	2,01	0,67	1,33	1,50	
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	1,04		0,67	1,01	1,17	3,26	2,67	3,01	1,67			6,46	5,29	6,71	1,33	3,33	2,33	0,33	1,33	1,71	0,83
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab										0,51										0,83	
	<i>Iphimedia</i> sp																						1,04
	<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	MO	0,83													0,67							
	<i>Sd</i>		0,67	0,67		1,17				1,50								1,33					
	<i>Maera grossimana</i>	SFBC	2,71	0,33		2,33	1,01	2,00	2,08		0,83	2,18	1,34	1,04	1,71	2,75		2,00	1,67	2,17	0,83	0,67	
	<i>Metaphoxus simplex</i>			0,33		1,33			0,83														
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		0,33		1,33																	
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE		1,33	1,01									1,52	0,67	4,17		1,33	1,33				
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC		0,51		1,67				0,83													
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC								2,38	2,50	2,00			1,71	1,71	1,04	1,33	1,50	0,61	0,83	1,33	4,58
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	2,17	2,34	2,18	1,33	2,34	1,84	1,67		4,67	3,01	1,01	4,46	4,54	4,08		1,33	2,33		5,00	1,33	1,67
	<i>Phtisica marina</i>	Lre			1,01		2,34						0,84			0,83						1,33	1,04
	<i>Pseudoprotella phasma</i>	Lre		0,33																		0,67	
	<i>Stenothoe</i> sp			0,84																			
	<i>Synchelidium haplocheles</i>	Mixt	0,83																0,67		0,28		
	<i>Urothoe</i> sp																			0,51			1,50
	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab		0,33			2,35			3,55	2,50		0,51	0,67	0,67		0,51	2,67	0,67	0,33	1,33	0,67	0,67
	Cirripedi																						
	<i>Balanus perforatus</i>	AP	0,67											1,34	3,71	0,83	1,33	0,51	2,67	0,67	0,33	1,33	0,67
	<i>Balanus trigonus</i>	Lre	0,67																				
	<i>Scalpellum scalpellum</i>	Sd										0,67											
	Copepodi																						
	<i>Copepoda</i> nd			0,51	0,51							2,34	4,20		1,88	1,71	0,51	0,67	1,50	0,83	3,17	2,00	3,38
	Cumacei																						
	<i>Cumacea</i> nd		1,88	6,18	2,18	5,83	2,18	0,67	3,58	5,18	4,17	1,84	3,70	10,63	2,75	2,54	0,67	3,33	7,67	3,51	0,83	4,08	3,38
	Decapodi																						
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE																					
	<i>Aegaeon cataphractus</i>	Mixt																					
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC										0,67											
	<i>Anapagurus bicorniger</i>	Lim																					
	<i>Anapagurus</i> sp		0,67		1,01		0,51	2,00				0,51	0,84		2,75	0,67	1,01	1,33				0,67	
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC		0,33	0,51		0,51			0,67									1,33				
	<i>Ebalia edwardsii</i>	DC		0,33	0,51					1,04	1,67												
	<i>Ethusa mascarone</i>	SFBC		0,33											0,67								
	<i>Eurynome aspera</i>	DC					0,51																
	<i>Galathea</i> sp		15,63	0,51		0,51	4,37	2,67				2,00		0,67	7,50			3,33	1,33		1,04		
	<i>Heterocrypta maltzani</i>	Lim	0,83																				
	<i>Inachus dorsettensis</i>	Lre										0,67											
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,83	0,33			0,51				0,83		0,51	1,04	0,67	0,67							0,67
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre	1,88																				
	<i>Paguridae</i> nd	Lre	1,04																				
	<i>Pagurus excavatus</i>	DC						0,67															
	<i>Pilumnus hirtellus</i>	AP		0,51																			
	Isopodi																						
	<i>Anthura gracilis</i>	Lim											1,01										
	<i>Cirolana</i> sp																						
	<i>Eurydice</i> sp		0,67			0,67		1,04	1,51	1,17	1,67												
	<i>Gnathia</i> sp			1,17	1,01	1,17			1,04				1,85	2,08	4,58	2,38	1,01	4,67	1,67		2,38	0,67	3,33
	Misidacei																						
	<i>Misidiacea</i> nd		0,83	0,33			0,51																
	Ostracodi																						
	<i>Ostracoda</i> nd		1,04	2,18	4,04	1,33	2,67	3,04	3,17	3,51	3,84	2,34	4,54	7,21	7,96	1,67	4,19	5,33	3,17	5,52	1,71	2,75	2,75
	Tanaidacei																						
	<i>Apseudes latreillei</i>	Minut								0,83	1,34												
	<i>Leptocheilia savignyi</i>	C	2,17	9,55	9,41	6,87	10,35	2,67	12,83	27,67	14,85	11,05	20,66	27,58	1,50	15,67	1,01	28,00	16,33	4,63	9,58		

Tab. 3-XXIX - Continuo.

Distanza da Tea (m)		Biocen.	TEA	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Molluschi																							
Bivalvi	<i>Cardiomya costellata</i>	DL			0,51				0,33														
	<i>Corbula gibba</i>	MI							0,83	0,83													1,04
	<i>Hiatella arctica</i>	Sd						1,71				4,18								0,61			
	<i>Hiatella rugosa</i>	Sd			0,67		1,01	4,00	0,83	2,08	2,17		0,84		0,67	1,04			0,67				3,13
	<i>Kellia suborbicularis</i>	DC													0,67								0,83
	<i>Lucinella divaricata</i>	SFBC	0,83																				
	<i>Lyonsia norvegica</i>	Mixt															0,33						0,83
	<i>Modiolarca subpicta</i>	AP										0,67											0,83
	<i>Myrtea spinifera</i>	MO	4,71	6,35	5,21	4,67	8,70	3,33	5,43	9,68	7,50	9,21	4,19	6,38	2,54	1,71	5,01	1,33	7,00	4,74	5,83	4,46	0,83
	<i>Mysella bidentata</i>	VTC		0,33						0,67	0,83	0,51					0,33	0,67					2,54
	<i>Mysia undata</i>	Mixt					0,51									0,67	1,00		0,51				0,83
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lre	0,83															2,67					
	<i>Nucula nitidosa</i>	Lim	1,50	0,67	0,51	1,33	0,51	2,51	0,83	1,88	2,50	6,36	0,33			1,33	2,00	1,33	2,67	1,90	5,08	2,00	1,67
	<i>Nuculana commutata</i>	Mixt																	0,83				
	<i>Nuculana illirica</i>	Lre								0,83													
	<i>Parvicardium minimum</i>	Mixt	0,67							0,67	8,51		0,51		2,08	1,04		0,67	5,33	0,61	2,38	1,88	1,04
	<i>Phaxos adriaticus</i>	Sab	1,71	3,01	2,69	1,67	1,01	2,00	4,09	4,73	2,17	2,51	2,18	4,46	1,04	1,00	1,52	2,67	4,67	0,61	0,83	1,50	0,83
	<i>Pitar rudis</i>	DC		0,33						1,67			0,84	0,67	0,83	0,67	1,52		1,50				2,50
	<i>Plagiocardium papillosum</i>	DC		2,34	0,67									0,67									1,04
	<i>Psammobia fervens</i>	DC			2,00	1,84		0,67	5,18		1,67		0,33			0,67							2,08
	<i>Tellina distorta</i>	MI	0,67	4,36	4,71	3,50		3,39	1,34	6,02	7,68	9,37	4,36	1,71		3,58	1,34	7,33	7,33			5,21	0,83
	<i>Tellina serrata</i>	DE									0,67						0,67	1,33	0,67			1,33	
	<i>Thracia papyracea</i>	SFBC			0,51																		
	<i>Thyasira flexuosa</i>	Lim		0,51	1,52	0,67	1,34	1,33	0,84	2,21	2,17		0,84	1,71	1,50	1,33	0,51	2,00	0,67		0,67	1,88	
	<i>Timoclea ovata</i>	Lre							0,84						1,04	0,83		0,67					1,88
Caudofoveati	<i>Falciidens gutturosus</i>	Lim			0,67																		
Gasteropodi	<i>Calyptrea chinensis</i>	Lre	1,50	0,51	3,03			0,67	1,17						0,67	1,04		0,67	0,67			0,67	
	<i>Cerithium sp</i>									0,51													
	<i>Cylichna cylindracea</i>	SFBC		1,34		0,67		1,33	2,00			0,67					0,33		2,50	1,00	2,67		
	<i>Epitonium sp</i>												0,51										
	<i>Eulima bilineata</i>	MO		0,33								0,67				2,08							
	<i>Euspira nitida</i>	Sab		0,67	1,01				0,51										0,67				0,67
	<i>Fusinus rostratus</i>	Lim																					0,67
	<i>Hyalia vitrea</i>	VTC		0,51						1,34						1,04							1,04
	<i>Mangelia coarctata</i>	Sm	1,71	2,18	1,52	1,50	0,51	0,67		6,05	1,67	1,01		1,04					1,50			0,67	
	<i>Melanella polita</i>	DC			1,52		0,51												0,83				
	<i>Nassarius lima</i>	Sm													0,83								1,04
	<i>Nudibranchia nd</i>				0,51	0,51	2,53					0,67					0,33	0,67			0,83	3,13	
	<i>Odostomia sp</i>																						
	<i>Philine aperta</i>	VTC																			0,28		
	<i>Pseudotorinia architae</i>	DC																1,33	0,83				0,67
	<i>Solemya togata</i>	HP						0,51															
	<i>Trophon muricatus</i>	Sd																1,01					
	<i>Turnitella communis</i>	VTC									0,83											0,67	1,71
Scafofodi	<i>Anthalis inaequicostata</i>	VTC					2,18			1,88		0,67				0,83	0,84						
Nemertini																							
Nemertea nd			0,51	3,54	3,02	4,69	2,67	3,46	4,71	1,34	2,67	4,03	5,04	6,75	2,38	4,01	2,67	2,33	1,62	4,00	3,04	3,79	
Pantopodi																							
Picnogonidi	<i>Pycnogonida nd</i>		0,33	1,01		0,51				0,83					1,04			1,33	1,67	1,34			
Policheti																							
	<i>Ampharete acutifrons</i>	VTC	2,38	4,20	3,70	4,00	1,84	2,34	0,83	2,00	2,17	10,71	4,87		4,50	0,83	4,19	6,00	8,00	2,34	5,83	3,50	3,38
	<i>Ampharetidae nd</i>												2,02				2,00	1,33		0,56			0,83
	<i>Amphiteis gunneri</i>	Lim	1,04	3,69	3,86	2,51	1,52		3,76	2,89	0,83	0,51		3,13	1,04								
	<i>Ancistrosyllis groenlandica</i>	VB	0,67			0,51	1,04						0,51										2,33
	<i>Aphrodita aculeata</i>	VTC												0,67									
	<i>Aponuphis brementi</i>	Lim	5,92	6,34	8,06	15,03	5,71	6,43	8,59	14,73	6,67	3,17	9,90	6,08	3,54	10,25	5,68	7,33	10,17	3,51	3,71	2,67	4,88
	<i>Caulleriella caputesocis</i>	Lim	0,67	2,01	2,53	3,68	0,51		0,51		2,17	6,18	1,51	1,33	0,67		3,34		0,83	5,35	1,04	2,08	
	<i>Chirimia biceps</i>	MO																					
	<i>Cirratulidae nd</i>				0,67				0,83		0,83												
	<i>Cirratulus filiformis</i>	MO	3,17	5,69	2,53	7,18	5,20	5,84	7,30	12,24	4,17	6,53	12,42	12,13	1,71	2,38	4,17	9,33	16,00	3,80	9,46	9,67	13,75
	<i>Ditrupa arietina</i>	MI	2,83	9,88	10,08	5,34	1,84		5,40	6,14		18,40	250,90	9,38	1,33	0,83	4,34	232,00	20,83	1,17	2,54	4,17	1,04
	<i>Driolereis filum</i>	Lim											0,51				2,00		0,83				0,67
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	0,83	0,33				1,55	0,51	2,51		0,51	0,51	0,67	0,67		0,51						3,38
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	4,08	0,33	0,51	4,69	3,36		2,72	1,04	9,41	5,18	8,20	5,55	2,00	0,83	4,08	0,84	2,00	5,17	2,23	5,92	3,21
	<i>Flabelligeridae nd</i>			0,33	0,51						1,67	0,67	1,01						0,67	0,83			2,50
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	10,92	2,85	7,23	2,17	4,36	4,67	12,06	3,67	3,01	6,02	7,72	7,79	8,25	5,13	6,71	8,00	13,83	8,86	8,54	10,08	5,08
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	8,38	3,86	4,20	4,67	8,88	3,84	5,76	7,60	3,33	8,20	9,40	14,63	11,79	5,42	5,34	6,00	13,00	6,08	8,17		

Tab. 3-XXIX - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocen.	TEA	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926
Policheti																						
	VTC	1,50	4,18	2,53	1,33	1,33	5,26	4,46	8,84	3,01	6,34	15,78	9,88	1,50	12,83	8,20	14,00	27,67	23,41	15,25	7,42	20,29
	Lim	1,04	2,34	3,70	5,51	1,01		1,04	0,51	0,83	3,01	3,35	0,67	1,04		1,68	2,67	2,50	2,73	6,17	1,04	3,75
	Minut																					0,67
	Sab	9,13								4,67	12,04	7,90		4,79	7,96	3,19	10,67	18,33	5,13	18,21	8,00	5,46
	Mixt					0,51				1,67	4,02	2,18				0,33			0,83	0,83	1,67	
	SFBC									0,67	2,35					2,51					0,67	0,83
	VTC	1,04	3,17	3,86	5,70	5,20	5,73	5,39	13,14				17,83	3,21		1,00	1,33	0,83				1,88
	Ninoo sp				0,51	0,51	0,67	0,33		0,83				1,04					0,33		0,67	1,88
	MO	1,33	1,17		1,33	0,51	1,17	2,42	0,67	2,50		0,84				3,17	2,00	4,17	1,90	0,83	2,38	3,33
	Sab	0,84	1,17	0,67	1,52	1,33	0,83	1,67			6,20	1,85	0,67	1,71		1,68	2,00	4,67	3,40	4,88	4,08	1,04
	Lim	5,70	9,25	3,33	3,18	2,67	6,77	6,92	3,51	7,54	16,47	9,29	5,46	8,63	5,86	6,67	22,50	3,85	12,00	7,42	10,42	
	Sab			0,51							1,01				0,33	0,67	3,33	0,33	0,83			1,04
	SFBC	8,13	5,01	8,57	7,03	10,06	17,34	6,71	14,45	9,34	22,12	15,46	19,17	13,63	27,79	4,69	12,67	11,83	4,58	22,17	26,25	24,63
	MO	2,35	4,36	3,50	1,50	1,84	2,21	2,17	6,84	5,03	4,54	3,71			3,67	1,33	1,33	3,33	3,29	0,83	0,67	
	Sab	21,17	28,00	44,04	28,19	16,57	23,85	27,82	55,47	30,88	48,71	51,56	31,79	13,29	24,63	27,32	36,00	78,17	53,04	48,58	57,83	66,92
	Glar	1,84	1,52				0,67	0,84			2,85	0,84	5,04		0,83	1,68	0,67	3,00	0,28		0,67	1,04
	SVMC	2,54	1,34	1,17		0,51	1,33	2,89	3,05	0,83		0,51	3,04		0,67		0,67	3,00	0,28		1,04	0,83
	Sab										7,03	0,51		5,42	1,67		1,33			2,17	1,33	0,83
	Lim			0,67		0,51					1,33				1,67	0,67						0,83
	VTC	2,71		1,01						2,17			1,71	1,04	7,00	0,33	1,33	2,33		0,67		1,50
	MO	13,88	26,81	42,36	26,26	24,46	42,10	18,06	53,45	16,52	52,04	43,51	52,50	70,42	76,50	17,93	50,67	97,33	51,52	50,33	55,42	17,67
	Lre	1,04	2,01	2,53	0,51		0,67	0,51	1,04	8,87	3,86			0,67	3,88	0,33	10,00	5,00	0,84	2,92	1,33	8,13
	Lim	1,88	1,17	1,52	2,01	3,18	1,55	0,83	0,67	0,83			7,96		1,04			2,33				
	Sab															0,67				0,83		0,83
	Lim	7,63	7,70	7,05	8,51	7,38	5,89	9,01	8,39	8,33	26,57	14,80	9,96	21,63	17,33	20,07	19,33	27,83	8,20	41,50	23,67	30,42
	Lre	3,35	1,84	4,67	0,51	0,67	0,84	0,67	2,50	1,01	0,51	3,13						4,67	0,33	8,54	3,71	3,21
	AP	1,04									3,01					0,51	2,00					1,67
	Mixt		0,33	0,51	1,50		1,17	2,01		2,68		3,53							0,83			0,83
	SFBC	3,42	1,68	5,21	1,68	2,35	6,40	0,84	3,05	6,34	9,70	5,03	6,17	5,92	5,58	2,86	4,00	12,00	3,35	15,13	3,13	11,13
	Lim	3,54	3,51	2,18	8,67	1,34	3,01	3,38	2,84	4,67	5,17	4,19	3,04	5,46	1,88	2,52	3,33	3,00	3,96	6,33	7,17	5,00
	Lim									0,51												
	SFBC			1,01	0,51	2,35			1,67	1,68	3,02	0,67	1,33	3,96			3,33	3,33	0,33	1,50	1,04	
	MO	8,92	6,02	5,37	8,02	7,06	1,33	7,92	16,35	7,17	3,01	9,40	14,13	6,88		3,00	2,67	3,67	0,28	2,08	1,88	5,92
	MO	2,54	0,67	0,51	0,67	0,51		0,83		0,83	1,33	1,34		2,00	0,67	1,17		6,33		1,50	2,92	1,50
	MO		1,17			0,67					2,85	1,01	0,67		1,33	0,33			0,78	4,17	2,75	
	DC	0,83				0,67					4,51	7,90	0,67	3,88	5,29	5,35	8,00	8,50	13,54	2,33	4,08	2,50
Poriferi																						
	Lre								0,67													
Sipunculidi																						
	MO	13,00	4,52	5,05	3,68	7,20	3,17	1,88	3,72	10,68	8,87	7,06	6,46	18,88	14,21	4,03	5,33	2,17	2,28	3,54	7,71	6,25
	Lre			2,02	2,51						4,18	1,34	0,67		2,08	1,85	4,67	4,00	1,34	0,67	3,00	2,38
Tunicati																						
	Lre										0,67											
Densità totale		331,79	237,40	294,79	251,97	212,10	225,50	238,89	376,32	265,93	476,61	672,52	385,96	343,42	368,79	230,83	654,00	638,50	290,81	470,00	401,17	426,92
Ricchezza specifica totale		74	86	82	66	71	66	68	67	66	85	83	66	78	72	84	82	90	69	79	83	88

Tab. 3-XXX - Lista e densità (n. ind. 0,095 m⁻²) delle specie rinvenute nelle stazioni campionate nell'estate 2010. Per ogni sito è anche riportato il numero totale di taxa osservati. Per la legenda fare riferimento alla Tab. 3-XXVI.

Distanza da Tea (m)		Biocen.	TEA	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4	
			0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926	
Briozoi	<i>Amathia semiconvoluta</i>	Sd	0,67								1,67								0,83			0,03		
	Briozoa nd						0,67	0,67	0,67										0,83					
	<i>Schizoporella errata</i>	Lre	1,67																		0,67			
Cnidari	Actinaria nd		3,33			0,57	0,67	0,67		0,67				0,67	0,83				0,83	1,33		0,51		
	<i>Alcyonium palmatum</i>	DE	0,56				0,51	4,00	0,67		0,83		0,51		0,83				1,33		6,83	0,51	4,53	
	<i>Epizoanthus</i> sp																							
Idrozozi	Madreporaria nd		0,33			0,57	2,67	0,67	0,67		3,17				1,67				1,33					
	Hydroidea nd																							
Crostacei	Antipodi	DE	2,67	9,95	9,95	8,03	9,01	6,00	4,00		9,00	5,00	3,68	6,67	14,17	4,17	4,53	2,67	4,17	16,00	13,19	5,88	4,20	
	<i>Ampelisca diadema</i>	SFBC		3,22	1,17	0,57							1,01	2,00				1,33	0,67		0,51	0,51		
	<i>Ampelisca intermedia</i>																							
Copepodi	<i>Apherusa</i> sp							0,67			0,83													
	<i>Caprella</i> sp		1,67		0,67				1,33							0,83	0,51		0,83	4,67		1,01		
	<i>Corophium</i> sp			2,83	1,17	0,43				0,67		1,67		0,67	0,83	2,50	0,67		2,84	5,33	3,34	0,54		
	<i>Dexamine spinosa</i>	SGCF					0,67																	
	<i>Gammaropsis</i> sp							0,67																
	<i>Harpinia dellavallei</i>	VTC	0,33	6,39	1,33	2,01	0,67	1,33	1,33	0,83	0,83	1,17	2,00	1,67	5,00	1,17	0,67	1,17	2,00			1,04	0,51	
	<i>Hippomedon massiliensis</i>	Sab	1,00				0,67	2,00					0,83		0,83	1,17	2,00					0,03	0,84	
	<i>Leucothoe</i> sp		0,56	0,83	1,33	1,58	1,01		0,67													1,01	1,00	
	<i>Lysianassa</i> sp		2,67							0,67														0,51
	<i>Maera grossimana</i>	Sd									0,67													
	<i>Maera schmidti</i>	VB										0,67												
	<i>Metaphoxus simplex</i>	SFBC	0,89	2,67	1,00	2,00					0,83	0,83		0,67	0,67	1,67		2,00	2,18	0,67	1,67	3,03	0,51	
	<i>Microprotopus maculatus</i>	SFBC		1,59		1,84																		
	<i>Monoculodes carinatus</i>	DE				0,57	0,67																	
	<i>Orchomene grimaldii</i>	VTC	0,83		1,14	2,00			2,00	1,33					3,33	0,83			0,83	0,67		13,16	0,51	
	<i>Periculodes longimanus</i>	SFBC	0,33	1,84	0,67	0,43	0,67		1,33	0,67	1,67				0,83			2,00		2,00	0,83	1,52	0,67	
	<i>Perriella audouiniana</i>	C	0,22																					
	<i>Photis longicaudata</i>	VTC	0,67	2,17	4,25	2,30	3,17	3,33	4,67	2,67	2,33	3,33	0,51	3,33	8,33	0,83	2,85	2,00	7,34	14,00	8,01	3,56	2,52	
	<i>Phisica marina</i>	Lre	22,56		2,09	6,60	10,34	6,00	4,00	2,00	0,83	0,83		1,33	9,17	3,33	1,17	0,67	1,34	1,33		0,51	0,51	
	<i>Synchelidium haplocheles</i>	Mixt						0,67								0,83			1,33				1,17	
<i>Urothoe</i> sp		0,22	0,89	0,67	0,57	0,67	0,67	1,33	3,33		1,67	0,83	5,83	2,00	0,83	4,17	0,51	2,00	2,51		2,50	2,02	1,68	
Cirripedi	<i>Westwoodilla rectirostris</i>	Sab		0,89				0,67																
	<i>Balanus perforatus</i>	AP	0,33																					
	<i>Balanus trigonus</i>	Lre	0,67																					
Copepodi	<i>Scalpellum scalpellum</i>	Sd																				0,51		
	Copepoda nd		1,00		3,33	2,29	4,67	1,33		1,33	5,50		2,18		5,83			4,00	0,83	6,00	2,67			
Cumacei	Cumacea nd		0,33	5,11	6,51	3,31	0,67	0,67	1,33	2,00	3,33	5,83	1,17	2,67	0,83	0,83	2,53	1,17	1,17	6,00	2,17	2,22		
	<i>Iphinoe serrata</i>	DE	1,00	0,89	4,76	0,57	1,33	2,00				0,83	0,51	0,67	2,50	1,67	1,17	1,33	2,51	2,00	6,01	3,36	1,01	
Decapodi	<i>Leucon mediterraneus</i>	C				0,57	0,51	0,67																
	<i>Alpheus glaber</i>	VTC	0,67				1,33					0,51			0,83	0,51		0,33	1,33		0,51	0,51		
Copepodi	<i>Anapagurus</i> sp	C	2,00									0,83			0,83	0,51		0,33						
	<i>Athanas nitescens</i>	Lim												1,33										
	<i>Callinassa subterranea</i>	DC								0,83	0,83				0,83		0,67				1,17	0,83		
	<i>Ebalia deshayesi</i>	DC	0,33						0,67														1,01	
	<i>Ebalia edwardsii</i>	SFBC	0,56																					
	<i>Ethusa mascarone</i>	DC						0,67																
	<i>Euryome aspera</i>	DC					4,00																	
	<i>Galathea</i> sp		9,89		1,42				4,00						2,00	2,50		1,01	1,33		1,33	2,00		
	<i>Heterocripta maltzani</i>	Lim	0,67												0,67									
	<i>Illa nucleus</i>	Lre						0,67																
	<i>Liocarcinus maculatus</i>	Sab	0,33	0,83	0,67	1,14	1,33	1,33				0,83	0,51	2,00	1,67		0,51	0,67	3,33				0,51	
	<i>Monodaeus couchi</i>	Lre	1,33														0,51							
	<i>Paguridae</i> nd													0,51										
	<i>Pagurus cuanensis</i>	Lre	0,33																					
	<i>Pagurus prideaux</i>	Mixt					0,67																	
	<i>Pilumnus hirtellus</i>	AP	0,67																			0,67		
	<i>Pisidia longimana</i>	Lre	0,67																					
	Isopodi	<i>Processa</i> sp		1,22	3,17	2,25	0,57	0,67	2,00	0,67	0,67	1,67			0,67		3,33	0,51	1,33	1,34	2,00	0,67		0,51
		<i>Cirolana</i> sp		1,00												1,67	0,83	0,51						
		<i>Eurydice</i> sp		0,67	0,67			0,67														0,33	0,83	0,51
<i>Gnathia</i> sp			1,39				2,00		0,67		0,83				4,17	1,67			1,67	2,00	0,67	1,52	1,34	
Leptostraci	<i>Jaeropsis</i> sp								0,67															
	<i>Nebalia</i> sp																							
Ostracodi	<i>Ostracoda</i> nd	1,56	7,00	1,01	4,16	3,33	2,00	3,33	4,67	5,00	1,67	4,71	2,00		5,00	2,34	9,33	3,52	6,00	3,68	4,41	2,01		
Tanaidacei	<i>Apeudes latreillei</i>	Minut			0,76	2,51	0,67		0,67			3,33		2,00			1,01	2,67	6,83	7,83	5,89			
	<i>Leptochelia savignyi</i>	C	27,95	10,53	6,48	3,33	0,67	2,67	0,67	7,17	3,33			2,67	1,67	4,17	2,34	0,67	4,00	17,33	6,50	3,03		
Echinodermi	Asteroidi	DC	0,83																					
	<i>Astropecten irregularis</i>	AP	0,33																					
Echinoidei	<i>Paracentrotus lividus</i>	VTC	2,22	0,83	2,67	2,30	0,51	2,00	0,67	0,67	2,50	0,83	0,51		2,50									

Tab. 3-XXX - Continuo.

Distanza da Tea (m)	Biocen.	TEA	A1	A2	A3	A4	A6	A7	A8	A9	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	K1	K2	K3	K4																				
		0	250	120	60	30	30	60	120	250	250	120	60	30	30	60	120	250	926	926	926	926																				
Policheti																																										
	<i>Dorvillea rudolphii</i>	HP	0,67				0,67																																			
	<i>Drilonereis filum</i>	Lim	0,33	0,83		0,57		0,67	1,33									1,00	0,67																							
	<i>Euclymene santanderensis</i>	Sab	0,56		1,00	0,67	0,67	1,33	0,67			1,52	0,67		1,67	1,67	1,33	1,17	1,33	1,33	1,01	1,01																				
	<i>Eunice vittata</i>	Lre	2,56		2,51	1,14	1,01	2,00	4,67	0,83					2,50	1,52		2,17	2,67	3,84	0,51	1,68																				
	Flabelligeridae nd				0,51						0,83			2,00	0,83			0,67	0,33																							
	<i>Glycera rouxii</i>	MO	2,89	9,30	6,51	3,86	10,53	6,00	4,00	4,00	2,50	1,67	3,33	14,17	3,33	3,35	11,33	7,67	12,67	5,02	5,07	1,01																				
	<i>Goniada maculata</i>	VTC	3,78	9,12	11,12	4,59	6,36	11,33	2,67	8,67	2,50	10,83	4,02	1,33	9,17	11,67	8,55	6,00	9,84	9,33	10,52	7,13	4,54																			
	<i>Harmothoe</i> sp		6,56	2,39	3,33	2,44	3,17	5,33	1,33		0,83		1,52		2,50		1,17	2,67	1,17	2,00	2,00	0,54																				
	<i>Hyalinoecia tubicola</i>	DC		1,56	1,33	0,57	0,51	0,67		0,67			0,67	1,67	1,67																											
	<i>Hydroides norvegica</i>	Sd	1,56			1,33	1,33					1,01		2,50							0,67	0,51																				
	<i>Leanira yhleni</i>	VTC	0,33		2,34	0,57	2,00	2,00	2,00		1,67	1,01	3,33		3,33			2,51		2,17	2,28	3,36																				
	<i>Levinsenia oculata</i>	MO	0,89			0,57	0,67	0,67						0,83			1,33	0,33	1,33																							
	<i>Lumbinereis impatiens</i>	Mixt		4,40	4,00	3,43	2,67	2,00	0,67	0,67	1,67	0,83	3,03	2,00	1,67	2,50	3,86	2,67	1,67	4,67	1,50	1,38	1,85																			
	<i>Lumbinereis gracilis</i>	Sab	3,67	14,91	15,44	4,00	3,17	2,00	2,67	2,67	4,17	8,33	9,39	3,33	2,50	5,00	4,04	12,00	3,67	22,67	12,54	5,72	2,18																			
	<i>Magelona allenii</i>	VTC	8,78	2,23	2,00	8,00	14,34	3,33	1,33	4,67	7,17	3,33	3,01	2,00	14,17	3,33	1,68	12,00	2,18	14,00	6,67	0,51																				
	Maldanidae nd						2,00			0,83			1,68	0,83																												
	<i>Marphysa bellii</i>	Lim		1,84	0,67		1,84	1,33	1,33	3,33			2,18	1,33	3,33	2,50	0,51	4,00	1,17		1,84	0,87	1,68																			
	<i>Melinna palmata</i>	Minut	0,33							0,83						1,17					0,51	0,51																				
	<i>Micronephyts sphaerocirrata</i>	Sab	0,33	8,34	3,93	1,87	3,33			0,67	3,17	1,67	1,01	2,00	2,50		1,17	3,33	0,84	4,00	3,83	1,85	1,00																			
	<i>Nematonereis unicornis</i>	Mixt	0,44		0,67	1,30		0,67	0,67	0,67	3,17	0,83	0,51		1,67			2,17			1,34	1,08	1,85																			
	<i>Nephtys hombergi</i>	SFBC		0,67		0,51	0,67	1,33						0,67	0,83		2,02	0,67			1,50	1,04																				
	<i>Nephtys hystrix</i>	VTC		1,72	1,42		1,33	0,67		0,67										2,67	2,00																					
	<i>Nereidae juv</i>		0,56		0,67	0,57	0,67	2,67	2,67		0,83		0,67	0,83	2,50		0,67						0,51																			
	<i>Ninoo</i> sp						1,33																																			
	<i>Notomastus aberans</i>	MO	1,89	2,89	1,17	1,14	0,51	0,67		1,33	5,83		0,51		1,67	1,68	3,33	3,84	2,67	0,51	1,04	0,51																				
	<i>Onuphis conchilega</i>	Sab	0,22	1,17		2,29	2,00	1,33	0,67	2,67		0,83	2,69					0,84	1,33	1,50	0,51	0,51																				
	<i>Ophelina ciliindricaudata</i>	Lim	0,33	3,33	2,67	1,71	8,51	2,00	4,67	6,67	0,83	0,83	4,87	1,33	5,83	4,17	1,68	4,67	1,67	6,67	3,67	1,52																				
	<i>Ophiocromus flexuosus</i>	Sab					2,00																																			
	<i>Owenia fusiformis</i>	SFBC	3,33	26,63	21,65	13,82	8,34	15,33	13,33	19,33	5,67	28,33	5,37	2,67	9,17	20,83	5,88	8,67	35,75	15,33	9,51	19,21	9,06																			
	<i>Paralacydonia paradoxa</i>	MO	0,22	2,90	8,94	4,73	1,33	2,67	2,67	0,67	2,33	3,33	5,70	3,33	1,67	1,67	2,69	9,33	4,34	5,33	4,50	1,38	1,01																			
	<i>Paraonidae nd</i>		29,78	22,26	15,79	27,01	31,68	12,67	9,33	12,67	40,83	15,00	14,95	14,67	37,50	20,83	11,74	21,33	12,73	56,00	34,04	14,63	16,80																			
	<i>Pectinaria koreni</i>	Sab	4,00	28,68	2,09	0,57	4,67		2,67	7,50	10,83	6,89	2,00	0,83	9,17	5,19	0,67	17,08	22,00	24,51	16,58	3,03																				
	<i>Pelogenia arenosa</i>	Glar		0,67																																						
	<i>Phyllochaetopterus</i> s sp					0,57																																				
	<i>Phyllodoce</i> sp		1,00	0,67	2,67	4,02			1,33	1,67	3,33	3,35	2,00	0,83	3,33		3,33	1,67	2,67		2,51	0,33																				
	Phyllocidae nd		0,33				0,67			3,17				2,50				0,51	2,67		2,67	0,83																				
	<i>Phylo foetida</i>	SVMC	0,67																		0,83																					
	<i>Phylo norvegica</i>	Lim		0,22																																						
	<i>Pilargis verrucosa</i>	Sab	0,22				0,67																																			
	<i>Pista brevisbranchia</i>	Lim								0,67	0,83	0,51	0,67							1,34		0,37	0,67																			
	<i>Pista cristata</i>	Lim					0,67																																			
	<i>Poecilochetus serpens</i>	VTC	0,89	0,83	1,42	3,43	4,51	2,00	2,00	2,00	2,50			2,67			1,01	2,67	1,34	2,00	2,17	1,01	1,52																			
	<i>Pomatoceros triquetter</i>	Sd	25,00					1,33	0,67																																	
	<i>Prionospio cirrifera</i>	MO	15,44	286,86	177,09	79,52	76,93	34,00	38,00	13,33	104,83	160,83	48,79	42,67	114,17	55,00	36,08	63,33	90,25	292,67	198,09	80,03	21,63																			
	<i>Prionospio</i> sp					1,00	0,67		0,67				0,51				1,17	0,67	1,34	0,83	0,33	0,33																				
	<i>Prionospio steenstrupi</i>	Lre		3,40	0,76	1,00	1,01	0,67			1,67	0,83	2,85	1,33		0,83	1,17	0,67	1,50	2,00	0,83	0,33																				
	Sabellidae nd		2,33	16,46	18,96	7,74	13,52	10,00	6,00	6,00	13,83	10,83	7,21	6,67	9,17	6,67	3,52	9,33	5,84	20,00	18,17	3,87	2,85																			
	<i>Scalibregma inflatum</i>	Lim		1,06													0,67																									
	<i>Scoloplos armiger</i>	Lre																0,83																								
	<i>Serpula vermicularis</i>	AP	1,00															0,83																								
	<i>Sigambra tentaculata</i>	Mixt	2,33	3,01		2,29	2,00			4,50										5,33	5,67																					
	Sphaerodoridae nd																																									
	Spionidae nd		0,33						0,67		0,83																															
	<i>Spiophanes bombyx</i>	SFBC	1,00	5,06	6,18	7,45	8,51	4,67	2,67	1,33	3,33	2,50	7,72	4,00	3,33	5,83	1,68	8,67	10,19	7,33	2,67	6,76																				
	<i>Sthenelais boa</i>	Lim	0,67	3,39	1,84	2,01	1,84	0,67	2,67	1,33	3,17	1,67	0,67		3,33	2,50	0,51	0,67	1,67	4,67	1,33		1,01																			
	Syllidae juv		1,11			2,86	4,00			0,67	3,17				1,67					2,00																						
	<i>Syllis parapari</i>	SFBC		1,50	1,42			1,33	1,33	0,67			1,01		0,83			0,67		2,00	2,67		2,52																			
	<i>Syllis</i> sp		4,22	1,84	4,00	2,72	2,67	3,33	2,67	4,00	2,50	3,33	4,87	1,33	6,67	0,83	3,70	4,67	4,17	11,33	5,17	2,89	4,55																			
	Terebellidae nd		0,89			0,67	0,67			2,33			2,85	3,33					0,83	2,67																						
	<i>Terebellidae stroemi</i>	MO		1,89	1,59			0,67	0,67		3,33	0,51	0,67		0,83		1,33	3,01	1,33	0,51	0,54	1,01																				
	<i>Tharyx marioni</i>	MO	6,44	0,44	1,33	4,00	8,00	2,00	1,33	0,67</																																

3.5.2. AFFINITÀ BIOCENOTICHE DELLE SPECIE RINVENUTE

Nell'intero periodo di indagine i popolamenti rinvenuti nelle singole stazioni sono risultati costituiti quasi esclusivamente da taxa di fondo mobile, con una prevalenza di specie limicole sin dal pre-survey, seppure con delle eccezioni (Tab. 3-XXXI).

Sabulicoli (Sab), misticoli (Mixt) e indicatori della presenza di materia organica (MO) nei sedimenti hanno sempre rappresentato gli altri gruppi ecologici numericamente importanti, in alcuni casi anche prevalenti sui limicoli soprattutto durante il pre-survey. Tutti gli altri sono sempre stati di minore importanza.

Le variazioni temporali di ciascun gruppo ecologico non sono sempre avvenute contemporaneamente a modificazioni sedimentologiche. Ad esempio, l'incremento generalizzato nell'inverno 2007 di specie limicole era stato determinato da un aumento della componente pelitica nei sedimenti a scapito della sabbia (cfr. Cap. 3.2.1.), mentre a quello degli MO non era corrisposto un incremento di sostanza organica nei sedimenti che, anzi, si era ridotta (cfr. Cap. 3.2.4.). Analogamente, l'eccezionale aumento di materia organica nei sedimenti dei controlli nell'estate 2008 non aveva determinato un cambiamento nelle quantità di MO.

Considerando tutto il periodo è possibile affermare che l'installazione della piattaforma non ha determinato particolari cambiamenti nella composizione ecologica dei popolamenti.

3.5.3. DOMINANZA

Per la rappresentazione grafica delle dominanze sono stati evidenziati i 30 taxa che complessivamente hanno costituito dal 53% (pre-survey) al 64% (estate 2007, 2008 e 2010), includendo in “altro” tutto il resto (fig. 3.58).

Trattandosi di un numero cospicuo di specie, nel presente capitolo è stata posta l'attenzione sulla similitudine tra i vari siti determinata dalla distribuzione delle abbondanze tra le specie più che sulle variazioni di importanza di ciascun taxa tra un sito e l'altro.

Innanzitutto, è da evidenziare la complessità dei popolamenti rinvenuti in tutti i monitoraggi e in tutte le stazioni, costituiti per lo più da specie di secondaria importanza come suggerito dalle elevate percentuali della categoria “altro”.

In tutti i periodi di studio è anche da sottolineare che, salvo qualche eccezione, tutti i taxa evidenziati, pur essendo i principali, non sono risultati fortemente dominanti nelle varie stazioni.

In ciascun monitoraggio si è inoltre assistito a una grande omogeneità tra i siti, come evidenziato dalle curve di dominanza cumulativa (fig. 3.59).

Nel tempo, invece, sono state osservate alcune variazioni. Ad esempio, nell'inverno 2007 (1° survey durante lavori) la dominanza del polichete a larga ripartizione ecologica *Eunice vittata* era aumentata presso i siti di controllo, in B3, B6 e A7 e si era ridotta presso la piattaforma, mentre *A. latreillei*, che nel pre-survey era discretamente rappresentato ovunque, era fortemente diminuito percentualmente, soprattutto in K1. In estate 2007, invece, le variazioni più eclatanti avevano riguardato l'aumento di *P. cirrifera* soprattutto presso Tea (17,98%), il notevole incremento del limicolo *O. cilindricaudata* soprattutto nei siti di controllo, e quello del sabulicolo *P. koreni*, in particolare in A7 (7,46%) e B6 (5,69%). Per contro, si era assistito a una diminuzione percentuale di altri taxa quali ad esempio *A. diadema*, *E. vittata*, *O. eremita*.

Nell'inverno 2008 (1° survey post lavori) è continuato il processo di cambiamento ovunque. In particolare, si è ridotta fortemente l'importanza di alcune specie come *O. cilindricaudata* e *P. cirrifera*, mentre i due taxa più importanti quasi ovunque (inclusa la piattaforma) sono risultati i policheti *H. tubicola* e Sabellidae nd. In B5 e B7 hanno invece prevalso i policheti paraonidi, risultati secondo taxon in K2. Da rilevare l'elevata dominanza del bivalve *A. ephippium* nei controlli K1 e K4 dovuta, come già specificato nel Cap. 3.5.1.1, alla presenza di esemplari adesi a frammenti di valve di altre specie.

Nell'estate successiva era avvenuto un decremento generale dell'importanza di *H. tubicola*,

di *E. vittata* e dei sabellidi nella maggior parte della stazioni poste lungo i transetti. Allo stesso tempo si era assistito a un aumento percentuale di altri organismi come *O. eremita*, *P. koreni*, *O. fusiformis* e *O. cilindricaudata*.

Nel secondo anno post lavori il cambiamento più evidente è stato l'ulteriore perdita di importanza di *H. tubicola*, contemporanea all'incremento di *A. intermedia*, Paraonidae nd, *P. cirrifera* e *A. brementi*. L'estate è stata inoltre caratterizzata dalla dominanza di *M. galloprovincialis* in corrispondenza della piattaforma (15,6%).

P. cirrifera ha ulteriormente incrementato le sue percentuali ovunque anche nel 2010, in particolare in estate quando ha raggiunto il suo massimo (43%) in A1. I paraonidi hanno rappresentato un altro taxon importante soprattutto in inverno; in estate la loro dominanza si è ridotta quasi ovunque a vantaggio di *P. cirrifera*, *A. brementi*, e altri taxa. Nell'inverno 2010 è da sottolineare la dominanza di *D. arietina* in B2 e B7 (37,3% e 35,5% rispettivamente), comparsa anche in molti altri siti dei transetti e al controllo K3 ma con percentuali decisamente più modeste, la quale si è poi fortemente ridotta nell'ultimo monitoraggio.

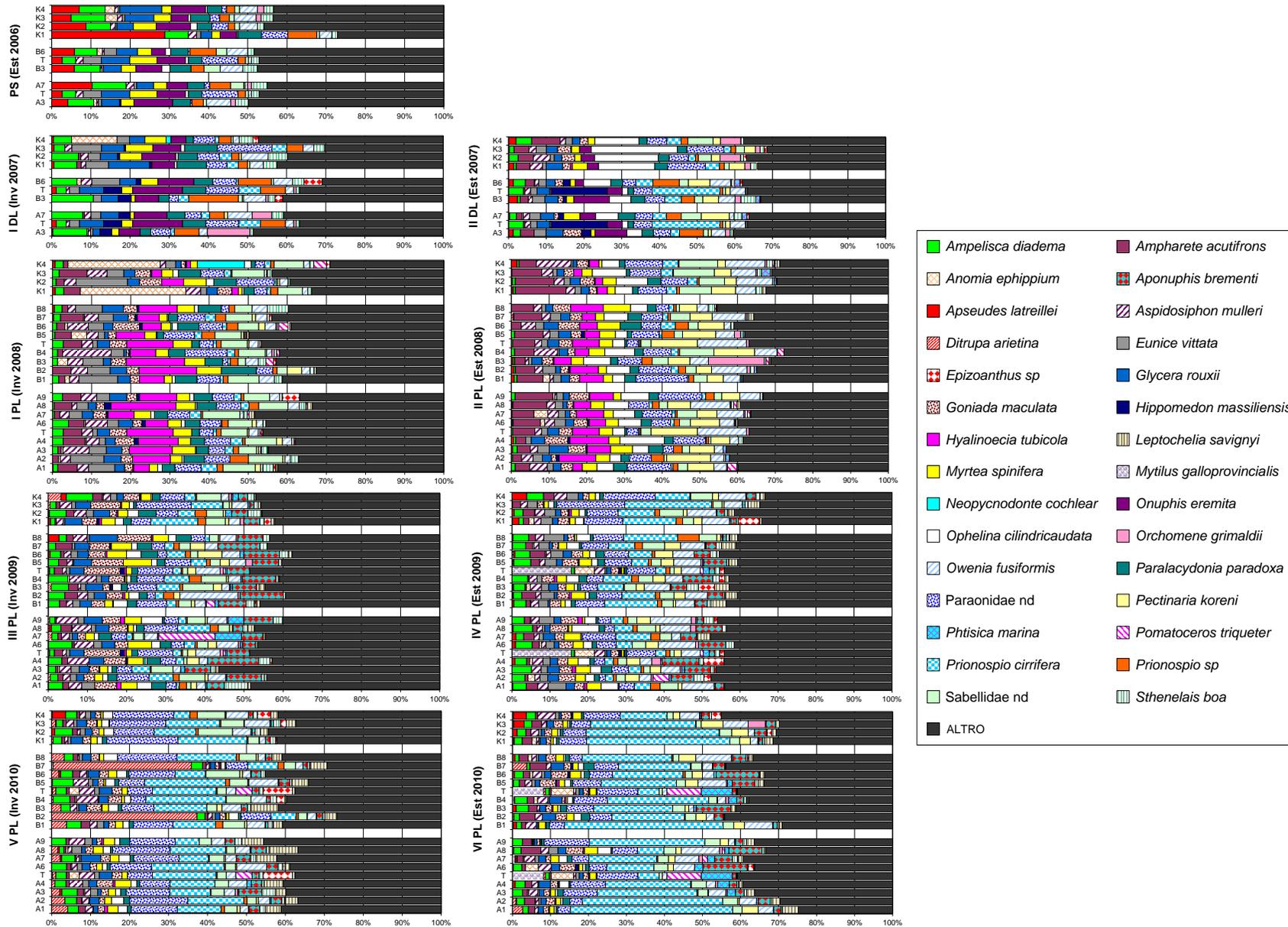


Fig. 3.58 - Valori percentuali di dominanza delle specie principali ottenuti nelle stazioni monitorate dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey post lavori.

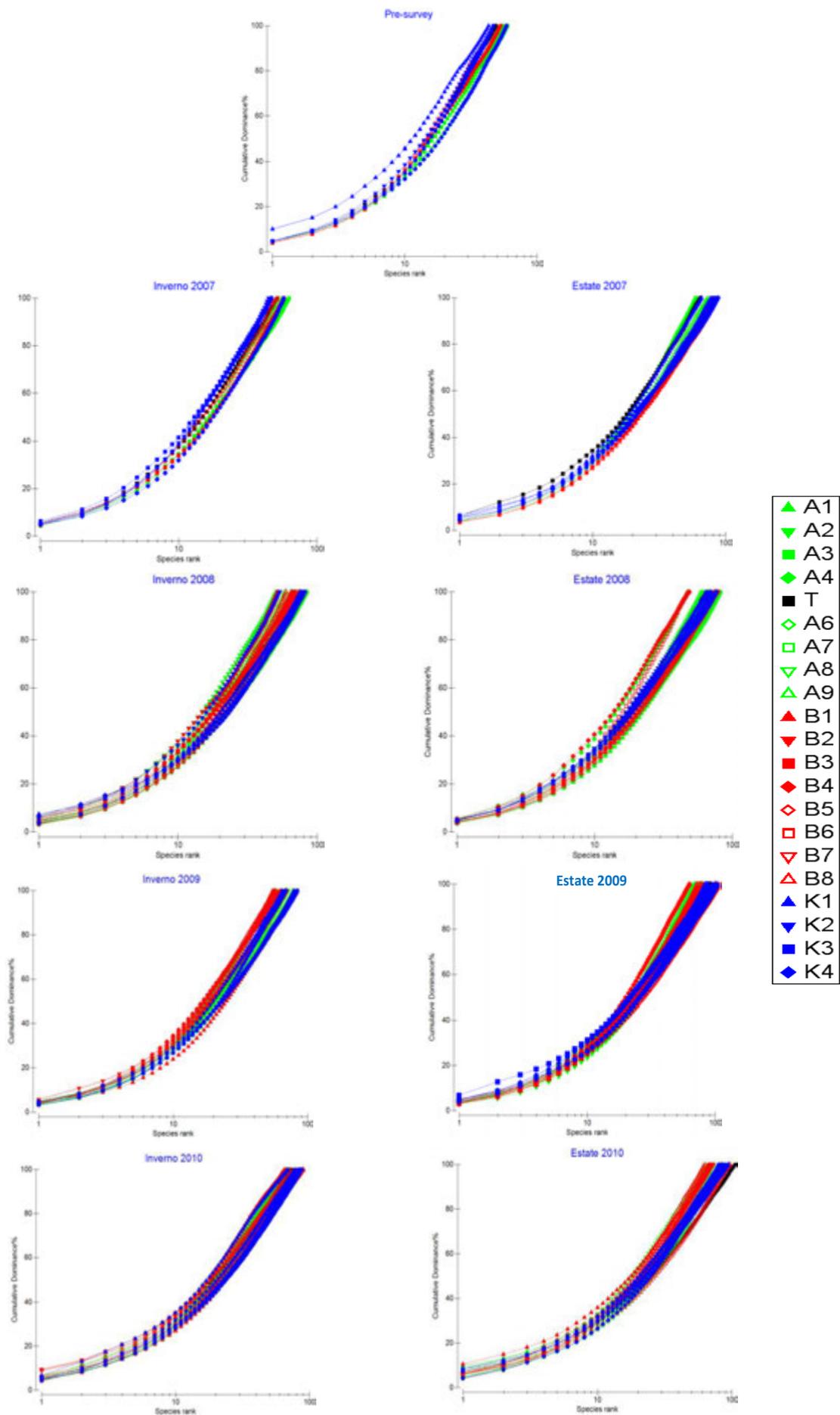


Fig. 3.59 - Curve di dominanza cumulativa ottenute dal pre-survey all'estate 2010. T = piattaforma Tea. Inverno ed estate 2007 = survey duante lavori; inverno 2008 - estate 2010 = survey post lavori.

3.5.4. RICCHEZZA SPECIFICA TOTALE

In tutto il periodo l'area indagata è risultata ricca in numero di taxa (Tab. 3-XXXII). Durante i lavori di installazione si era assistito a un incremento rispetto al pre-survey, determinato da un numero maggiore di specie dei gruppi principali (policheti, crostacei, molluschi ed echinodermi). Nel periodo post lavori di installazione sono avvenuti due decrementi, nell'estate 2008 e nell'inverno 2010, ma il numero totale di specie registrato nell'ultimo survey è risultato in assoluto il più elevato, comunque simile a quello dell'estate 2009.

Durante il pre-survey attorno alla piattaforma la stazione B6 era risultata la più ricca in numero di specie (60), mentre il valore più basso di S (47) era stato registrato in A7. Minimo e massimo presso i controlli erano stati ottenuti in K1 (43) e K4 (59; fig. 3.60).

Tab. 3-XXXII - Numero totale di taxa suddivisi nei gruppi tassonomici e rinvenuti nell'intero periodo di monitoraggio. PS = pre-survey; DL = durante lavori; PL = post lavori di installazione.

	PS (Est '06)	I DL (Inv '07)	II DL (Est '07)	I PL (Inv '08)	II PL (Est '08)	III PL (Inv '09)	IV PL (Est '09)	V PL (Inv '10)	VI PL (Est '10)
Briozoi				2		1	1	2	3
Cnidari	3	3	3	5	4	4	5	5	5
Crostacei	25	33	35	51	44	48	60	51	58
Echinodermi	4	8	9	11	11	12	11	9	8
Molluschi	23	24	36	56	46	42	57	50	53
Nemertini	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pantopodi					1	1	1	1	1
Platelminti	1		1	1	1	1	1		1
Policheti	35	51	67	67	64	66	66	73	73
Poriferi								1	1
Sipunculidi	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Tunicati	2		1	1	3	1	2	2	2
TOTALE	96	122	155	197	177	179	207	198	209

Nell'inverno 2007 attorno a Tea il massimo era stato registrato in A3 (63), seguito da B3 (58), e in generale si era assistito a un incremento generalizzato rispetto al pre-survey che non aveva interessato solo B6, caratterizzato da una diminuzione (fig. 3.60). Presso i controlli erano stati generalmente ottenuti valori inferiori e compresi tra 45 (K2) e 58 (K4). In questo caso, non si erano verificate variazioni univoche rispetto al pre-survey, essendo S aumentata in K1, diminuita leggermente in K2 e K4 e rimasta identica in K3.

L'estate 2007 era stata caratterizzata da un incremento generalizzato rispetto all'inverno eccetto che in A3 dove, al contrario, era avvenuta una leggera riduzione che aveva portato al valore minimo stagionale (60; fig. 3.60). Nell'area circostante la piattaforma la Ricchezza specifica totale più elevata si registrava in B3 (87) seguito da A7 (81). Ai controlli il massimo (88), molto simile al valore di B3, si osservava in K4 e il minimo (66)

in K1, posizionato come A3 a NW rispetto al sito della piattaforma.

Nell'inverno 2008 il massimo (84) era stato ottenuto in A1 e A3 e il minimo in A2 (51; fig. 3.60). Lungo i transetti non si osservavano evidenti trend spaziali, ma piuttosto una certa eterogeneità tra i valori. Anche i siti di controllo erano disomogenei tra loro ma, comunque, la maggior parte delle stazioni di A e B e il sito della piattaforma erano risultati inclusi nell'intervallo di valori dei siti K (54-82).

Nell'estate 2008 il più alto numero di specie era stato ottenuto in A1 e A6 (82), il più basso in A4 e B6 (48; fig. 3.60). Analogamente all'inverno, anche in estate non erano presenti evidenti trend spaziali. Presso i controlli erano stati censiti da 66 (K2) a 77 taxa (K3), valori comparabili con la maggior parte dei siti dei transetti e con Tea.

Nell'inverno successivo nell'area circostante la piattaforma il valore maggiore di S (84) è stato registrato in B1, il più basso in A6, B2 e B6 (56), mentre presso Tea è stata riscontrata una situazione intermedia (65; fig. 3.60). Rispetto al monitoraggio precedente non sono avvenuti cambiamenti univoci, essendo S diminuita in alcuni siti e aumentata in altri; solo presso Tea e A9 non sono avvenute particolari variazioni. Lungo entrambi i transetti è avvenuta una riduzione da Tea ai siti a 30 m di distanza e un aumento a 60-120 m, proseguito sino alla massima distanza lungo B. I controlli sono apparsi piuttosto disomogenei tra loro variando tra 66 (K2) e 84 (K3), e hanno presentato valori superiori rispetto a quelli registrati nella maggior parte dei siti del transetto B, in A4 e A6.

Nell'estate 2009 attorno alla piattaforma il più elevato valore di S è stato registrato in B7 (110) e il più basso in B4 (63), seguito da A8 (67; fig. 3.60). Lungo il transetto A, dalla piattaforma verso SE è stato osservato un decremento di S sino ad A8 (67), seguito da un aumento presso il sito posto a 250 m (79). Verso NW, invece, è stata osservata una riduzione in A4, un aumento fino ad A2 e un ulteriore decremento in A1. Lungo il transetto B non è stato rinvenuto un trend univoco. Solo B1, B3 e B8 sono rientrati nel range dei valori registrati presso i controlli ($85 \geq S \leq 104$), mentre in tutte le altre stazioni (eccetto B7) sono stati osservati valori inferiori.

Nell'inverno 2010 nell'area circostante la piattaforma il valore più elevato di S è stato registrato in B8 (90) e il più basso (66) in A3, A6, A9 e B3 (fig. 3.60).

Il transetto A ha presentato maggiori oscillazioni a NW, dove S è variata tra 66 (A3) e 86 (A1). A SE, invece, l'indice è apparso più omogeneo essendo compreso tra 66 e 68, valori inferiori a quello di Tea (74). Lungo B, a parte B1 e B3, sono stati registrati valori sempre superiori a quelli di A a parità di distanza da Tea, soprattutto nel settore Sud, e

L'andamento dell'indice è risultato più altalenante rispetto a quanto osservato per l'altro transetto. I controlli sono stati caratterizzati da una Ricchezza specifica totale compresa tra 69 (K1) e 88 (K4), range entro il quale si collocano la maggior parte dei siti dei transetti e la piattaforma.

Infine, nell'estate 2010 rispetto all'inverno si è verificato un incremento generalizzato lungo A e ai controlli ad eccezione di A8 e K4, mentre lungo B è avvenuta una variazione opposta nella maggior parte dei siti (fig. 3.60). Il massimo stagionale è stato raggiunto presso la struttura (106). Il tratto NW del transetto A è apparso abbastanza omogeneo se si eccettua la flessione in A3, mentre a SE è stato evidenziato un trend decrescente sino ad A8 e una ripresa in A9. Lungo B, i cui valori a parità di distanza da Tea sono stati quasi sempre inferiori a quelli di A, si sono registrate maggiori fluttuazioni in entrambe le direzioni, oscillando l'indice tra 63 (B5) e 97 (B8). I controlli ($80 \leq S \leq 94$) sono apparsi più simili alle stazioni del transetto A.

In tutti i monitoraggi i policheti hanno rappresentato il gruppo principale in tutte le stazioni, seguiti dai crostacei e/o molluschi, mentre gli echinodermi, pur essendo stati censiti ovunque, sono stati rappresentati da un numero ridotto di specie.

Dal punto di vista qualitativo in ogni survey i popolamenti sono risultati abbastanza omogenei (Tabb. 3-XXII - 3-XXX). Tuttavia, a partire dall'estate 2009 la stazione con il più alto numero di specie esclusive è stata quella posta in corrispondenza di Tea. Alcuni di tali taxa (*Balanus trigonus*, *Balanus perforatus*, *Perriella audouiana*) sono legati alla presenza di substrati duri rappresentati ad esempio da valve di bivalvi.

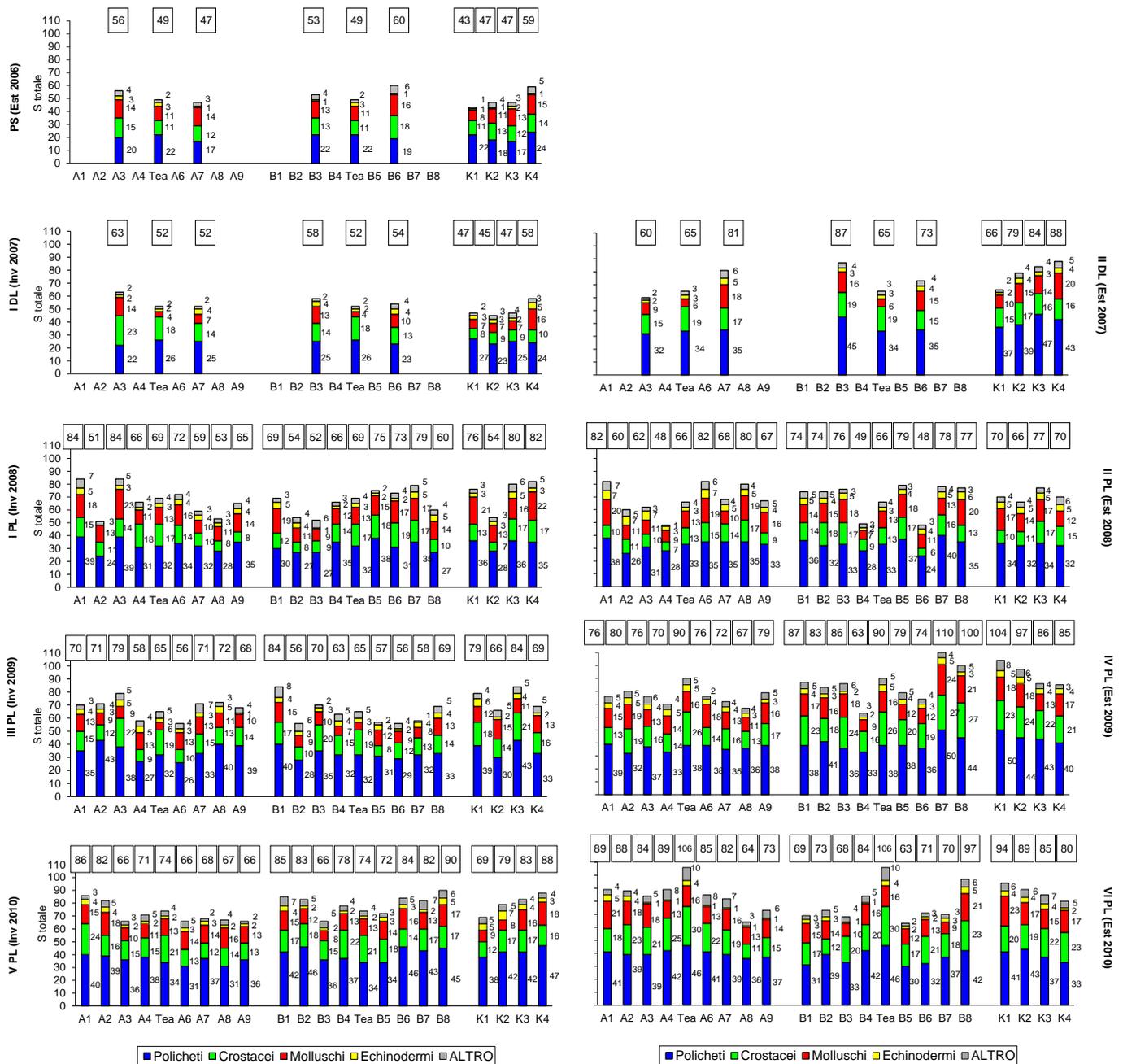


Fig. 3.60 - Ripartizione secondo il phylum di appartenenza delle specie rinvenute nelle singole stazioni nell'intero periodo di indagine. Sono anche riportati i valori della Ricchezza specifica totale ottenuti per i vari siti (riquadri). PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey post lavori.

3.5.5. RICCHEZZA SPECIFICA MEDIA

Nel pre-survey il trend della Ricchezza specifica media era apparso molto simile a quello della densità (fig. 3.61). Le stazioni poste entro un raggio di 60 m dal sito della futura piattaforma erano tutte comparabili, essendo S_m compresa tra A7 $19,8 \pm 2,2$ (A7) e $24,8 \pm 1,3$ (B6). Ai controlli il range di valori risultava leggermente più ampio, oscillando tra $16,3 \pm 2,2$ (K3) e $22,8 \pm 1,9$ (K4).

Nell'inverno 2007 si registravano variazioni poco importanti considerando la variabilità tra le repliche. Sia nell'area della piattaforma che ai controlli il range di S_m era risultato piuttosto ristretto. Nel primo caso, infatti, esso oscillava tra $18,5 \pm 2,7$ (Tea) e $24,3 \pm 2,6$ (A3), mentre nel secondo tra $16,3 \pm 1,3$ (K2) e $18,2 \pm 1,5$ (K4). Nelle stazioni poste a Nord della piattaforma erano stati ottenuti valori maggiori rispetto ai controlli, mentre a Sud e presso Tea non si registravano particolari differenze.

Nell'estate seguente si assisteva a un generale incremento piuttosto accentuato ovunque eccetto A3 e Tea, rimaste praticamente invariate. Nell'area della piattaforma il valore più basso si registrava presso la stuttura ($21,2 \pm 3,8$), corrispondente al minimo assoluto stagionale, seguito da A3 ($25,0 \pm 2,2$), comunque paragonabili al controllo K1 ($27,7 \pm 3,6$). Gli altri siti entro 60 m dalla piattaforma avevano valori simili tra loro, compresi tra $31,0 \pm 1,7$ (B6) e $34,2 \pm 3,2$ (B3), confrontabili con quelli registrati presso tutti i controlli ($27,7 \pm 3,6 \leq S_m \leq 35,02 \pm 2,0$).

Nell'inverno 2008 non si erano verificate variazioni di rilievo in corrispondenza della maggior parte delle stazioni escluse A7, B3 e K2, caratterizzate da riduzioni. Presso Tea ($25,17 \pm 3,74$) S_m era risultata comparabile con la maggior parte dei siti dei transetti e con i controlli. A parità di distanza dalla piattaforma le stazioni di A e di B poste a 250 m e a 60 m a Nord di Tea (A1-B1 e A3-B3 rispettivamente) e in quelle a 120 m verso Sud (A8-B7) avevano presentato valori diversi, mentre altrove apparivano simili. Comunque, ogni stazione dei transetti era comparabile con almeno un controllo.

Nell'estate 2008 si erano verificate delle riduzioni in alcuni siti e degli aumenti in altri. Entrambi i transetti erano stati caratterizzati da una riduzione da 120 m a 30 m di distanza verso Nord, da un recupero sino a 30 m verso Sud, da una riduzione a 60 m e da un ulteriore incremento a distanze maggiori. Tea ($23,83 \pm 2,27$) era apparsa comparabile con i siti a 30-60 m di distanza verso Nord (sino a 120 m lungo A), con A7 verso Sud, K4 e K2. La maggior parte delle stazioni dei transetti apparivano confrontabili con i controlli dove S_m era compresa tra $26,33 \pm 1,31$ (K4) e $30,67 \pm 1,61$ (K3).

Anche nell'inverno successivo non si sono verificate variazioni univoche, essendo S_m aumentata o diminuita in alcuni siti e rimasta invariata in altri (fig. 3.61). Nell'area intorno la piattaforma il valore più basso è stato registrato in B2 ($20,50 \pm 1,95$) e il più alto in B1 ($34,83 \pm 4,11$; fig. 3.61). A parità di distanza da Tea le stazioni di A e B hanno presentato valori simili tra loro eccetto quelle poste a 250 e 120 m a Nord della piattaforma e quelle a 120 m a Sud. Comunque, i trend dei transetti sono apparsi più omogenei rispetto all'anno

precedente. Il sito della piattaforma ($22,17 \pm 1,76$) è risultato comparabile a Nord con quelli posti da 30 m e con B2 e con tutti quelli a Sud esclusi A8 e B8, ma non con i controlli caratterizzati da valori di S_m maggiori. In questi ultimi il range è risultato compreso tra $28,83 \pm 0,95$ (K4) e $32,17 \pm 1,68$ (K3).

Nell'estate 2009 si è assistito a un incremento generalizzato dell'indice; nell'area della piattaforma il valore più elevato è stato registrato in B7 ($46,67 \pm 4,58$) seguito da B1 ($44,17 \pm 2,91$), mentre il più basso è stato osservato in A4 ($27,00 \pm 3,46$). I trend sono apparsi nuovamente caratterizzati da alcune oscillazioni. A parità di distanza dalla piattaforma sono stati registrati valori superiori lungo B nelle stazioni poste a 250 m a Nord di Tea e a 120 e 250 m a Sud, mentre altrove non si sono osservate differenze. I controlli, dove S_m è oscillata tra $33,17 \pm 3,76$ (K4) e $45,67 \pm 2,26$ (K2), sono risultati comparabili con le stazioni dei transetti.

Nell'inverno 2010 gli andamenti della Ricchezza specifica media ottenuti per i due transetti sono risultati praticamente identici e caratterizzati da un decremento a 60 m a Nord della piattaforma e da un aumento da 30 a 120 m verso Sud, più evidente lungo B (fig. 3.61). Lungo A entro un raggio di 60 m da Tea S_m è risultata comparabile nelle due direzioni, mentre a distanze maggiori sono stati ottenuti valori superiori a NW. Lungo B, invece, a parità di distanza non sono risultati confrontabili solo i valori ottenuti a 120 m (B2: $44,7 \pm 1,4$; B7: $41,3 \pm 1,1$). E' stata riscontrata anche una buona omogeneità tra i due transetti eccetto in tre casi (120 m a Nord, 120 e 250 m a Sud) in cui sono risultati superiori i valori lungo B. Ai controlli S_m è variata tra $32,2 \pm 4,2$ (K1) e $37,5 \pm 2,0$ (K2), risultando pertanto simile a quella della maggior parte delle stazioni dei transetti.

Anche l'estate 2010 è stata caratterizzata da incrementi in alcune stazioni, tra cui quella della piattaforma che ha raggiunto il massimo assoluto dell'intero periodo di indagine per questo sito ($43,00 \pm 3,65$), e da riduzioni in altre. Alcuni siti, invece, non hanno presentato variazioni rispetto all'inverno. Di nuovo, i trend hanno mostrato delle oscillazioni evidenti, soprattutto lungo B. Solo a 120 m e 30 m a Nord e a 30-60 m a Sud i valori lungo i due transetti sono apparsi confrontabili. Ai controlli S_m è oscillata tra $31,50 \pm 7,56$ (K4) e $47,00 \pm 4,25$ non presentando pertanto discrepanze con quanto osservato lungo i transetti.

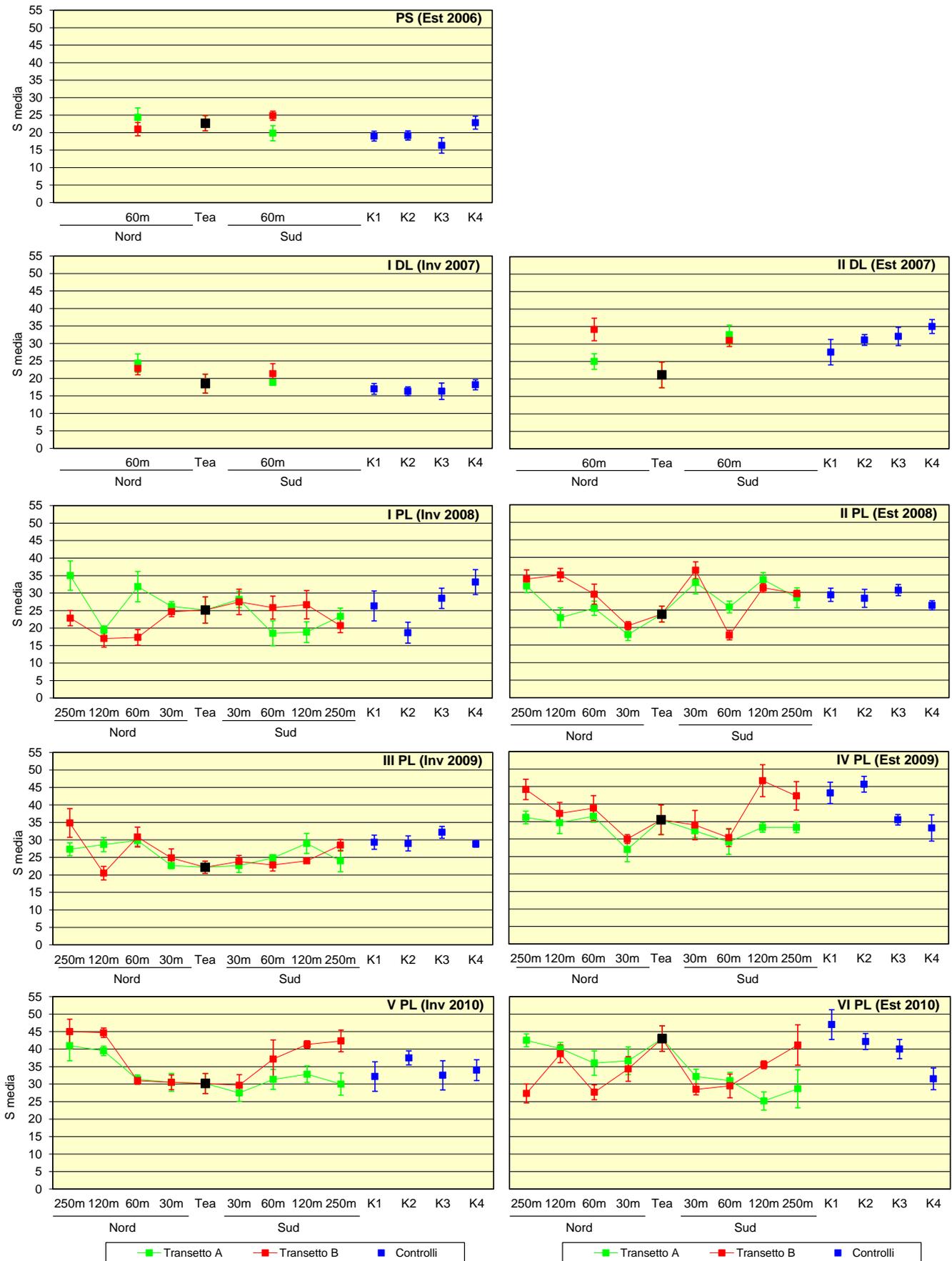


Fig. 3.61 – Ricchezza specifica media (\pm e.s.) registrata presso i siti monitorati dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey post lavori.

3.5.6. DIVERSITÀ SPECIFICA

I valori della Diversità specifica sono sempre risultati molto elevati e omogenei in tutti i survey, confermando la presenza di un popolamento piuttosto diversificato in tutte le stazioni, caratterizzato da un buon numero di specie e da una ripartizione delle abbondanze tra le specie molto equilibrata (fig. 3.62).

Durante il pre-survey i siti entro 60 m dal punto Tea avevano presentato un range compreso tra $2,82 \pm 0,09$ (A7) e $3,00 \pm 0,11$ (A3). Leggermente più ampio era risultato l'intervallo relativo ai controlli ($2,51 \pm 0,10 \leq H' \leq 2,91 \pm 0,07$). Solo K2 e K4 risultavano confrontabili con uno o più siti dell'area della futura piattaforma, mentre K1 e K3 mostravano un indice H' inferiore.

Nell'inverno 2007 H' era oscillato tra $2,63 \pm 0,13$ (Tea) e $2,89 \pm 0,10$ (A3) nell'area della piattaforma e tra $2,55 \pm 0,17$ (K3) e $2,67 \pm 0,09$ (K4) ai controlli. I valori registrati entro 60 m erano lievemente superiori a quelli dei rispettivi controlli, mentre Tea appariva comparabile con tutti i riferimenti.

Nell'estate successiva anche per H' si osservava un incremento determinato soprattutto dal notevole aumento di S. Tale aumento non aveva riguardato solo il sito della piattaforma rimasto pressoché invariato ($2,62 \pm 0,19$). A parte questa stazione, come già accennato, era stata riscontrata una buona omogeneità, essendo i valori compresi tra $3,04 \pm 0,06$ (A3) e $3,23 \pm 0,08$ (A7) attorno alla struttura e tra $2,97 \pm 0,12$ (K1) e $3,15 \pm 0,05$ (K4) ai controlli.

Rispetto all'estate 2007 nell'inverno successivo erano stati registrati un aumento di H' presso Tea ($2,96 \pm 0,14$) e decrementi in B3, B6, A7 e in K2. I valori risultavano compresi tra $2,63 \pm 0,15$ (A8) e $3,23 \pm 0,09$ (A1) lungo A, tra $2,60 \pm 0,11$ (B2) e $3,02 \pm 0,11$ (B7) lungo B e tra $2,66 \pm 0,14$ (K2) e $3,01 \pm 0,09$ (K3) ai controlli. Il sito della piattaforma appariva in linea con gli altri. I trend dei due transetti erano del tutto simili a quelli della Ricchezza specifica media, sebbene con oscillazioni meno ampie.

Nell'estate 2008 anche per la Diversità specifica non erano avvenute variazioni univoche rispetto all'inverno, essendo aumentata in alcuni siti, diminuita in altri ed essendo rimasta comparabile nei restanti. In ogni caso, i trend dei transetti erano simili tra loro. L'indice era risultato compreso tra $2,68 \pm 0,07$ (A4) e $3,28 \pm 0,08$ (B5) lungo i transetti e tra $2,88 \pm 0,07$ (K4) e $3,06 \pm 0,08$ (K3) ai controlli; pertanto, escludendo il minimo e il massimo registrato lungo i transetti, Tea e quasi tutti i siti di A e B apparivano comparabili con i riferimenti.

Anche nell'inverno 2009 l'indice ha presentato variazioni differenti tra le varie stazioni rispetto al monitoraggio precedente. Nell'area circostante Tea H' è risultato compreso tra

3,21±0,12 (B1) e 2,81±0,08 (B2); i siti di controllo sono apparsi simili tra loro ($3,11±0,08 \leq H' \leq 3,21±0,02$) e con la maggior parte delle stazioni dei transetti. In corrispondenza di Tea, invece, H' (2,93±0,04) è risultato leggermente inferiore a tutti i controlli.

Nel monitoraggio successivo si è assistito a un aumento dell'indice nella maggior parte dei siti, mentre altrove i valori di H' sono apparsi simili a quelli registrati nell'inverno precedente. Nell'area circostante la piattaforma il massimo è stato registrato in B7 (3,48±0,05) e il minimo presso Tea e A4 (3,07±0,15 e 3,07±0,13 rispettivamente). Ai controlli i valori sono oscillati tra 2,90±0,08 (K3) e 3,38±0,04 (K2), risultando pertanto comparabili a tutti gli altri siti.

Anche nell'inverno 2010 i trend dei transetti sono apparsi piuttosto lineari. Sono solo da evidenziare i decrementi a 120 m di distanza lungo B; solo a 120 m di distanza a Nord di Tea A e B non sono apparsi confrontabili. Presso i controlli l'indice è oscillato tra 2,89±0,13 (K1) e 3,23±0,05 (K2), risultando pertanto simili ai transetti.

Infine, nell'estate 2010 si è registrato un decremento rispetto all'inverno in A1-A3, A8, B1 e B6, determinato essenzialmente da un aumento di importanza di *P. cirrifera*. L'aumento in B2 e B7 è stato invece una conseguenza della ridotta dominanza di *D. arietina*. Lungo ciascun transetto il trend è apparso speculare rispetto a Tea, essendo quello di A caratterizzato da una lieve riduzione verso le stazioni più distanti e quello di B da riduzioni a 30 m, incrementi a 120 m e da un ulteriore decremento a 250 m, più accentuato a NE. Ai controlli l'indice è oscillato tra 2,76±0,17 (K1) e 3,12±0,09 (K4), risultando pertanto nuovamente comparabile alle altre stazioni.

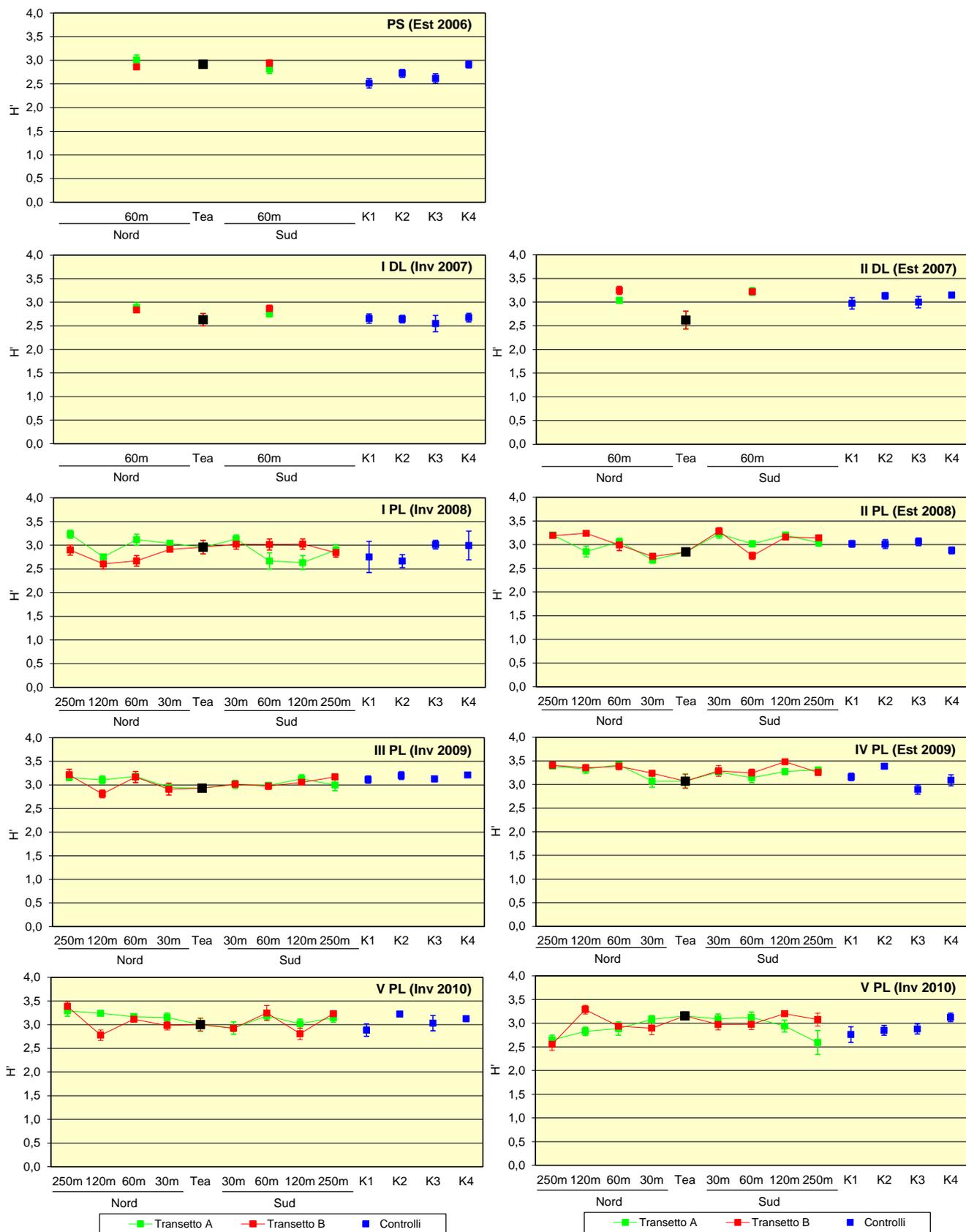


Fig. 3.62 - Diversità specifica (\pm e.s.) registrata nelle stazioni monitorate dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey; DL = survey condotti durante i lavori di installazione; PL = survey post lavori.

3.5.7. MULTIDIMENSIONAL SCALING

Il metodo del MultiDimensionalScaling, applicato ai dati di densità delle singole specie (fig. 3.63a), con una similarità del 45% ha suddiviso i siti monitorati nei diversi periodi in due cluster principali e in uno di minore importanza in parte sovrapposti. Il cluster principale più piccolo comprende tutte le stazioni relative al pre-survey e all'inverno 2007 e parte di quelle campionate nell'estate seguente, mentre l'altro racchiude tutti gli altri periodi. All'interno di quest'ultimo è possibile osservare un'evoluzione temporale da sinistra, dove si collocano prevalentemente i siti campionati nel 2008, verso destra, dove sono invece posizionati quelli degli ultimi survey. Non sono state riscontrate discrepanze tra le stazioni monitorate nel medesimo campionamento (fig. 3.63b). La separazione tra i due cluster principali è stata causata da un cambiamento temporale delle comunità che ha coinvolto transetti, piattaforma e controlli. Ad esempio, nel pre-survey e all'inizio delle operazioni di installazione era stato censito regolarmente il polichete *Onuphis eremita*, sostituito dal congenere *Onuphis conchilega* nei periodi successivi (figg. 3.63c e 3.63d). Altri taxa, come ad esempio Sabellidae nd, *G. maculata* e *P. cirrifera*, sono stati rilevati per la prima volta o in quantità superiori nella fase di produzione della piattaforma (figg. 3.63e - 3.63g).

Per quanto concerne la disposizione dei siti all'interno del cluster più grande legata al periodo di campionamento, essa è stata determinata dal cambiamento di specie di secondaria importanza e dai diversi quantitativi di specie principali come *P. cirrifera*, più abbondante nel 2010 rispetto al 2008. Infine, la presenza pressoché esclusiva di alcune specie legate a substrati duri come *M. galloprovincialis* (fig. 3.63h) ha determinato una separazione più o meno evidente del sito della piattaforma.

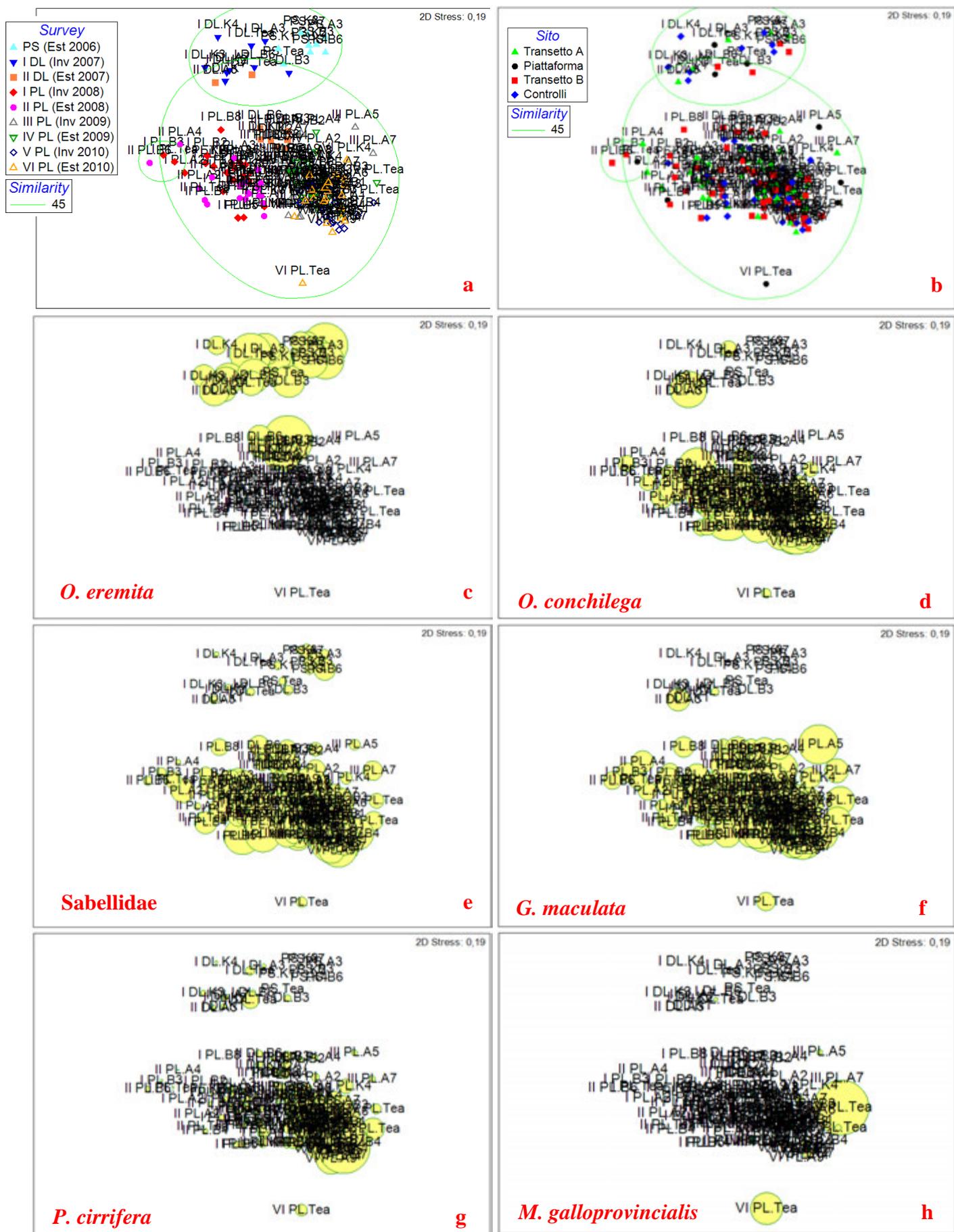


Fig. 3.63 – Rappresentazione bidimensionale ottenuta con il metodo dell'MDS dei siti campionati dal pre-survey (PS) all'estate 2010. I cerchi gialli indicano le densità delle specie più rappresentative.

3.5.8. VALUTAZIONE DELLO STATO DI STRESS DELLE COMUNITÀ

3.5.8.1 Indice W di Warwick

I valori dell'indice di Warwick W sono sempre risultati superiori allo zero, indicando l'assenza di una vera e propria situazione di stress nel pre-survey, durante i lavori di installazione e nella fase di produzione della piattaforma Tea (Tab. 3-XXXIII).

E' da rilevare che nell'estate 2007, ovvero nel secondo survey condotto durante i lavori, era stato osservato un lieve peggioramento dello stato ambientale nella maggior parte dei siti inclusi i controlli, che era passato da leggermente disturbato a moderatamente disturbato. Tale variazione non aveva però riguardato la stazione a ridosso della piattaforma e quella a 60 m a SE.

Nel primo survey successivo al termine delle operazioni di posa in opera si erano ripristinate le condizioni iniziali nella maggior parte dei siti e nel secondo campionamento è proseguito il recupero ovunque.

A partire dal 2009 sino al termine dell'indagine è avvenuto un nuovo, lieve peggioramento generalizzato che ha portato, nell'ultimo campionamento, a un ambiente moderatamente disturbato praticamente ovunque.

3.5.8.2 Indice AMBI

L'indice AMBI ha fornito risultati univoci per l'intero periodo di indagine, ovvero la presenza di un ambiente lievemente disturbato, salvo tre casi nel primo survey post lavori (B1, K1 e K4; ambiente non disturbato; Tab. 3-XXXIV).

Quasi sempre hanno prevalso percentualmente i taxa appartenenti al gruppo ecologico II (specie indifferenti all'arricchimento organico). In alcuni casi è risultato superiore il gruppo ecologico I (specie molto sensibili all'arricchimento organico), al quale è ascritto ad esempio il polichete *D. arietina* che, nell'inverno 2010, ha dominato in B2 e B7. Il gruppo ecologico V (specie opportuniste di primo ordine) è sempre risultato assente eccetto in quattro casi: K3 nel secondo survey durante lavori e K1 nel secondo survey post lavori a causa dell'esclusiva presenza dei policheti Capitellidae nd, A3 e A7 rispettivamente nel III e VI survey post lavori per il rinvenimento esclusivo del crostaceo leptostraco *Nebalia* sp.

Tab. 3-XXXIII - Valori dell'indice W ottenuti dal pre-survey all'estate 2010. PS = pre-survey (estate 2006); DL = survey durante lavori (inverno ed estate 2007); PL = survey post lavori (inverno 2008 - estate 2010).

		Index	Disturbance Clasification			Index	Disturbance Clasification			Index	Disturbance Clasification
PS	A3	0,545	Slightly disturbed	I PL	A1	0,329	Slightly disturbed	IV PL	A1	0,421	Slightly disturbed
	Tea	0,652	Slightly disturbed		A2	0,307	Slightly disturbed		A2	0,259	Moderately disturbed
	A7	0,586	Slightly disturbed		A3	0,326	Slightly disturbed		A3	0,410	Slightly disturbed
	B3	0,616	Slightly disturbed		A4	0,316	Slightly disturbed		A4	0,314	Slightly disturbed
	B6	0,567	Slightly disturbed		Tea	0,316	Slightly disturbed		Tea	0,367	Slightly disturbed
	K1	0,356	Slightly disturbed		A6	0,410	Slightly disturbed		A6	0,309	Slightly disturbed
	K2	0,611	Slightly disturbed		A7	0,252	Slightly disturbed		A7	0,350	Slightly disturbed
	K3	0,692	Slightly disturbed		A8	0,306	Slightly disturbed		A8	0,294	Moderately disturbed
K4	0,607	Slightly disturbed	A9		0,289	Moderately disturbed	A9		0,242	Moderately disturbed	
I DL	A3	0,422	Slightly disturbed		B1	0,376	Undisturbed		B1	0,345	Slightly disturbed
	Tea	0,562	Slightly disturbed		B2	0,224	Moderately disturbed		B2	0,322	Slightly disturbed
	A7	0,479	Slightly disturbed		B3	0,450	Slightly disturbed		B3	0,408	Slightly disturbed
	B3	0,492	Slightly disturbed		B4	0,363	Slightly disturbed		B4	0,354	Slightly disturbed
	B6	0,654	Slightly disturbed		B5	0,420	Slightly disturbed		B5	0,239	Moderately disturbed
	K1	0,520	Slightly disturbed		B6	0,272	Moderately disturbed		B6	0,487	Slightly disturbed
	K2	0,559	Slightly disturbed		B7	0,328	Slightly disturbed		B7	0,164	Moderately disturbed
	K3	0,603	Slightly disturbed	B8	0,414	Slightly disturbed	B8	0,263	Moderately disturbed		
K4	0,699	Slightly disturbed	K1	0,128	Moderately disturbed	K1	0,228	Moderately disturbed			
II DL	A3	0,282	Moderately disturbed	K2	0,313	Slightly disturbed	K2	0,231	Moderately disturbed		
	Tea	0,381	Slightly disturbed	K3	0,358	Slightly disturbed	K3	0,131	Moderately disturbed		
	A7	0,365	Slightly disturbed	K4	0,313	Slightly disturbed	K4	0,295	Moderately disturbed		
	B3	0,233	Moderately disturbed	II PL	A1	0,493	Slightly disturbed	V PL	A1	0,190	Moderately disturbed
	B6	0,244	Moderately disturbed		A2	0,710	Undisturbed		A2	0,135	Moderately disturbed
	K1	0,272	Moderately disturbed		A3	0,536	Slightly disturbed		A3	0,363	Slightly disturbed
	K2	0,292	Moderately disturbed		A4	0,694	Slightly disturbed		A4	0,389	Slightly disturbed
	K3	0,242	Moderately disturbed		Tea	0,638	Slightly disturbed		Tea	0,193	Moderately disturbed
K4	0,211	Moderately disturbed	A6		0,535	Slightly disturbed	A6		0,287	Moderately disturbed	
			A7		0,626	Slightly disturbed	A7		0,277	Moderately disturbed	
			A8		0,536	Slightly disturbed	A8		0,233	Moderately disturbed	
			A9		0,507	Slightly disturbed	A9		0,322	Slightly disturbed	
			B1		0,421	Slightly disturbed	B1		0,373	Slightly disturbed	
			B2		0,648	Slightly disturbed	B2		0,027	Moderately disturbed	
			B3		0,489	Slightly disturbed	B3		0,314	Slightly disturbed	
			B4		0,553	Slightly disturbed	B4		0,306	Slightly disturbed	
			B5		0,551	Slightly disturbed	B5		0,184	Moderately disturbed	
			B6		0,637	Slightly disturbed	B6		0,330	Slightly disturbed	
			B7		0,444	Slightly disturbed	B7		0,235	Moderately disturbed	
			B8	0,468	Slightly disturbed	B8	0,133	Moderately disturbed			
			K1	0,449	Slightly disturbed	K1	0,134	Moderately disturbed			
			K2	0,535	Slightly disturbed	K2	0,291	Moderately disturbed			
			K3	0,409	Slightly disturbed	K3	0,263	Moderately disturbed			
			K4	0,502	Slightly disturbed	K4	0,257	Moderately disturbed			
III PL	A1	0,266	Moderately disturbed	VI PL	A1	0,065	Moderately disturbed				
	A2	0,258	Moderately disturbed		A2	0,092	Moderately disturbed				
	A3	0,340	Slightly disturbed		A3	0,221	Moderately disturbed				
	A4	0,259	Moderately disturbed		A4	0,149	Moderately disturbed				
	Tea	0,357	Slightly disturbed		Tea	0,292	Moderately disturbed				
	A6	0,474	Slightly disturbed		A6	0,235	Moderately disturbed				
	A7	0,389	Slightly disturbed		A7	0,423	Slightly disturbed				
	A8	0,201	Moderately disturbed		A8	0,283	Moderately disturbed				
	A9	0,298	Moderately disturbed		A9	0,295	Moderately disturbed				
	B1	0,398	Slightly disturbed		B1	0,095	Moderately disturbed				
	B2	0,242	Moderately disturbed		B2	0,265	Moderately disturbed				
	B3	0,195	Moderately disturbed		B3	0,202	Moderately disturbed				
	B4	0,337	Slightly disturbed		B4	0,170	Moderately disturbed				
	B5	0,401	Slightly disturbed		B5	0,298	Moderately disturbed				
	B6	0,287	Moderately disturbed		B6	0,249	Moderately disturbed				
	B7	0,303	Slightly disturbed		B7	0,390	Slightly disturbed				
B8	0,276	Moderately disturbed	B8	0,257	Moderately disturbed						
K1	0,263	Moderately disturbed	K1	0,076	Moderately disturbed						
K2	0,259	Moderately disturbed	K2	0,140	Moderately disturbed						
K3	0,181	Moderately disturbed	K3	0,104	Moderately disturbed						
K4	0,296	Moderately disturbed	K4	0,349	Slightly disturbed						

Tab. 3-XXXIV - Suddivisione percentuale delle specie rinvenute in ciascun sito di campionamento nell'intero periodo di indagine suddivise 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) e classificazione del disturbo ambientale secondo l'indice AMBI. In giallo è riportato il gruppo ecologico più rappresentativo in ciascuna stazione. PS = pre-survey (estate 2006); DL = survey durante lavori (inverno ed estate 2007); PL = survey post lavori (inverno 2008 - estate 2010).

		I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	Mean AMBI	Disturbance Classification
PS	A3	22,7	58,4	12,0	6,9	0	1,545	Slightly disturbed
	Tea	10,8	61,8	20,7	6,8	0	1,853	Slightly disturbed
	A7	30,3	55,7	11,4	2,5	0	1,291	Slightly disturbed
	B3	31,6	58,3	8,3	1,8	0	1,204	Slightly disturbed
	B6	27,5	50,4	17,5	4,6	0	1,489	Slightly disturbed
	K1	13,7	39,5	44,5	2,3	0	2,030	Slightly disturbed
	K2	28,2	51,3	18,4	2,1	0	1,417	Slightly disturbed
	K3	24,8	57,5	13,7	3,9	0	1,451	Slightly disturbed
K4	25,2	57,8	14,3	2,6	0	1,415	Slightly disturbed	
IDL	A3	21,9	58,6	16,8	2,7	0	1,505	Slightly disturbed
	Tea	17,3	52,8	23,1	6,8	0	1,789	Slightly disturbed
	A7	18,7	62,5	17,6	1,2	0	1,520	Slightly disturbed
	B3	24,4	60,0	10,0	5,6	0	1,452	Slightly disturbed
	B6	19,7	66,4	9,2	4,8	0	1,487	Slightly disturbed
	K1	17,9	68,5	9,5	4,2	0	1,500	Slightly disturbed
	K2	19,1	63,7	13,4	3,8	0	1,529	Slightly disturbed
	K3	13,3	60,7	22,0	4,0	0	1,751	Slightly disturbed
K4	33,9	52,8	11,7	1,5	0	1,213	Slightly disturbed	
IIDL	A3	24,9	53,7	16,6	4,8	0	1,518	Slightly disturbed
	Tea	34,2	32,6	10,4	22,8	0	1,827	Slightly disturbed
	A7	30,0	42,9	13,7	13,4	0	1,656	Slightly disturbed
	B3	25,9	46,2	17,0	11,0	0	1,696	Slightly disturbed
	B6	33,1	36,9	16,9	13,1	0	1,650	Slightly disturbed
	K1	33,0	36,0	20,8	10,2	0	1,621	Slightly disturbed
	K2	39,5	37,2	15,8	7,4	0	1,366	Slightly disturbed
	K3	39,0	34,9	18,6	6,9	0,6	1,429	Slightly disturbed
K4	30,1	47,9	14,8	7,2	0	1,486	Slightly disturbed	
IPL	A1	27,7	49,2	15,5	7,6	0	1,545	Slightly disturbed
	A2	28,2	55,6	15,1	1,1	0	1,335	Slightly disturbed
	A3	27,5	59,2	9,7	3,6	0	1,339	Slightly disturbed
	A4	24,6	53,3	15,0	7,1	0	1,569	Slightly disturbed
	Tea	24,0	51,2	18,6	6,2	0	1,605	Slightly disturbed
	A6	31,6	54,3	11,0	3,1	0	1,284	Slightly disturbed
	A7	29,7	51,2	15,3	3,8	0	1,400	Slightly disturbed
	A8	26,2	57,1	11,2	5,6	0	1,442	Slightly disturbed
	A9	36,0	50,2	10,9	3,0	0	1,213	Slightly disturbed
	B1	33,9	55,9	8,2	2,0	0	1,176	Undisturbed
	B2	18,9	64,9	11,4	4,9	0	1,532	Slightly disturbed
	B3	19,3	67,6	9,7	3,4	0	1,459	Slightly disturbed
	B4	35,4	44,4	16,2	4,0	0	1,333	Slightly disturbed
	B5	30,4	51,9	14,1	3,6	0	1,363	Slightly disturbed
	B6	30,0	56,1	10,2	3,7	0	1,312	Slightly disturbed
	B7	32,8	49,8	12,8	4,6	0	1,336	Slightly disturbed
	B8	24,7	65,7	6,6	3,0	0	1,318	Slightly disturbed
	K1	55,1	32,1	10,3	2,5	0	0,903	Undisturbed
K2	21,0	60,1	17,3	1,6	0	1,492	Slightly disturbed	
K3	29,5	54,1	14,0	2,3	0	1,338	Slightly disturbed	
K4	56,2	32,8	8,0	3,0	0	0,867	Undisturbed	

Tab. 3-XXXIV - Continuo.

		I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	Mean AMBI	Disturbance Classification
II PL	A1	28,5	42,2	21,2	8,1	0	1,633	Slightly disturbed
	A2	22,2	50,7	12,9	14,2	0	1,785	Slightly disturbed
	A3	27,9	53,4	9,3	9,3	0	1,500	Slightly disturbed
	A4	25,6	46,4	20,2	7,7	0	1,652	Slightly disturbed
	Tea	16,9	52,9	15,6	14,5	0	1,917	Slightly disturbed
	A6	27,6	48,1	12,2	12,2	0	1,633	Slightly disturbed
	A7	28,1	46,5	16,7	8,7	0	1,591	Slightly disturbed
	A8	28,9	49,3	13,2	8,6	0	1,521	Slightly disturbed
	A9	23,5	50,3	18,7	7,4	0	1,650	Slightly disturbed
	B1	19,4	49,3	23,8	7,5	0	1,791	Slightly disturbed
	B2	28,0	48,8	15,9	7,4	0	1,540	Slightly disturbed
	B3	25,8	54,8	12,1	7,3	0	1,515	Slightly disturbed
	B4	31,1	40,7	13,9	14,3	0	1,671	Slightly disturbed
	B5	21,3	48,7	17,7	12,3	0	1,816	Slightly disturbed
	B6	24,4	52,0	10,4	13,1	0	1,683	Slightly disturbed
	B7	27,0	52,0	13,0	8,0	0	1,532	Slightly disturbed
B8	26,3	56,8	9,9	6,9	0	1,461	Slightly disturbed	
K1	29,7	44,1	15,4	10,5	0,3	1,615	Slightly disturbed	
K2	31,2	49,5	12,0	7,4	0	1,434	Slightly disturbed	
K3	36,6	40,5	14,4	8,4	0	1,421	Slightly disturbed	
K4	36,1	37,9	17,9	8,1	0	1,469	Slightly disturbed	
III PL	A1	21,5	56,9	16,9	4,6	0	1,569	Slightly disturbed
	A2	26,2	48,7	16,4	8,7	0	1,615	Slightly disturbed
	A3	29,2	49,6	12,8	7,9	0,5	1,514	Slightly disturbed
	A4	22,4	57,1	12,6	7,9	0	1,592	Slightly disturbed
	Tea	15,6	54,0	22,4	8,0	0	1,842	Slightly disturbed
	A6	28,2	49,4	14,4	8,0	0	1,534	Slightly disturbed
	A7	28,6	58,4	10,6	2,3	0	1,300	Slightly disturbed
	A8	22,2	48,0	19,4	10,4	0	1,771	Slightly disturbed
	A9	31,1	53,7	12,0	3,2	0	1,311	Slightly disturbed
	B1	26,6	54,8	14,8	3,8	0	1,437	Slightly disturbed
	B2	18,4	66,1	9,9	5,6	0	1,540	Slightly disturbed
	B3	26,8	48,2	16,5	8,5	0	1,600	Slightly disturbed
	B4	27,5	50,6	14,4	7,5	0	1,529	Slightly disturbed
	B5	16,1	58,0	17,0	8,9	0	1,779	Slightly disturbed
	B6	20,2	56,6	10,3	12,8	0	1,737	Slightly disturbed
	B7	17,7	61,2	12,4	8,6	0	1,679	Slightly disturbed
B8	20,2	61,1	14,9	3,8	0	1,534	Slightly disturbed	
K1	26,6	45,4	13,1	14,9	0	1,746	Slightly disturbed	
K2	22,7	53,2	17,9	6,2	0	1,615	Slightly disturbed	
K3	21,1	44,4	24,9	9,6	0	1,845	Slightly disturbed	
K4	32,2	47,8	16,8	3,1	0	1,363	Slightly disturbed	
IV PL	A1	31,0	47,9	11,5	9,6	0	1,496	Slightly disturbed
	A2	28,3	53,5	9,1	9,1	0	1,483	Slightly disturbed
	A3	27,6	51,9	12,4	8,1	0	1,517	Slightly disturbed
	A4	28,4	51,7	10,2	9,7	0	1,519	Slightly disturbed
	Tea	33,3	28,0	32,2	6,5	0	1,679	Slightly disturbed
	A6	19,6	52,0	16,8	11,6	0	1,805	Slightly disturbed
	A7	23,9	39,0	22,3	14,8	0	1,920	Slightly disturbed
	A8	28,4	50,9	12,5	8,1	0	1,505	Slightly disturbed
	A9	30,5	49,5	11,3	8,7	0	1,471	Slightly disturbed
	B1	21,3	37,5	23,0	18,2	0	2,071	Slightly disturbed
	B2	20,0	43,4	21,3	15,2	0	1,976	Slightly disturbed
	B3	27,2	46,0	14,8	12,1	0	1,677	Slightly disturbed
	B4	24,2	45,0	16,4	14,5	0	1,817	Slightly disturbed
	B5	21,7	46,6	20,1	11,6	0	1,824	Slightly disturbed
	B6	20,8	47,2	18,9	13,1	0	1,865	Slightly disturbed
	B7	29,6	34,0	21,4	14,9	0	1,825	Slightly disturbed
B8	27,3	32,4	20,5	19,8	0	1,991	Slightly disturbed	
K1	28,2	32,2	20,6	19,0	0	1,956	Slightly disturbed	
K2	29,8	36,4	21,3	12,5	0	1,747	Slightly disturbed	
K3	19,7	25,3	27,9	27,2	0	2,439	Slightly disturbed	
K4	26,0	34,4	26,5	13,0	0	1,897	Slightly disturbed	

Tab. 3-XXXIV - Continuo.

		I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	Mean AMBI	Disturbance Classification
V PL	A1	25,0	34,8	25,4	14,8	0	1,950	Slightly disturbed
	A2	24,4	32,8	25,8	17,0	0	2,032	Slightly disturbed
	A3	18,6	43,6	23,8	14,0	0	1,997	Slightly disturbed
	A4	21,0	43,1	21,8	14,1	0	1,935	Slightly disturbed
	Tea	31,0	38,9	11,9	18,1	0	1,758	Slightly disturbed
	A6	23,7	33,7	21,9	20,7	0	2,095	Slightly disturbed
	A7	23,1	38,2	28,4	10,3	0	1,889	Slightly disturbed
	A8	17,3	35,9	31,5	15,2	0	2,169	Slightly disturbed
	A9	25,1	38,7	27,2	9,1	0	1,803	Slightly disturbed
	B1	27,6	39,3	18,7	14,3	0	1,796	Slightly disturbed
	B2	51,0	25,1	15,2	8,7	0	1,226	Slightly disturbed
	B3	20,0	36,4	25,2	18,5	0	2,131	Slightly disturbed
	B4	32,0	34,1	10,8	23,1	0	1,874	Slightly disturbed
	B5	29,0	32,5	15,0	23,4	0	1,991	Slightly disturbed
	B6	30,2	36,2	21,0	12,6	0	1,741	Slightly disturbed
	B7	51,5	24,2	15,0	9,4	0	1,234	Slightly disturbed
B8	25,5	32,7	23,6	18,2	0	2,018	Slightly disturbed	
K1	19,9	28,6	26,5	25,0	0	2,348	Slightly disturbed	
K2	25,1	39,3	23,8	11,8	0	1,834	Slightly disturbed	
K3	23,6	33,3	26,7	16,3	0	2,037	Slightly disturbed	
K4	31,2	30,6	32,7	5,5	0	1,688	Slightly disturbed	
VIPL	A1	14,4	23,3	12,6	49,7	0	2,964	Slightly disturbed
	A2	17,8	32,0	10,7	39,5	0	2,577	Slightly disturbed
	A3	20,8	30,0	18,3	31,0	0	2,391	Slightly disturbed
	A4	29,1	25,8	18,1	27,0	0	2,144	Slightly disturbed
	Tea	33,8	28,9	25,7	11,6	0	1,726	Slightly disturbed
	A6	30,6	40,8	10,7	17,9	0	1,739	Slightly disturbed
	A7	28,0	37,1	13,7	20,8	0,3	1,925	Slightly disturbed
	A8	23,1	53,1	12,5	11,4	0	1,681	Slightly disturbed
	A9	18,5	21,9	21,4	38,2	0	2,688	Slightly disturbed
	B1	16,0	26,9	9,1	47,9	0	2,833	Slightly disturbed
	B2	21,2	36,6	12,3	29,9	0	2,263	Slightly disturbed
	B3	22,0	30,8	20,3	26,8	0	2,278	Slightly disturbed
	B4	24,1	26,9	16,3	32,7	0	2,364	Slightly disturbed
	B5	18,8	37,0	17,3	26,9	0	2,282	Slightly disturbed
	B6	17,2	42,9	16,7	23,1	0	2,186	Slightly disturbed
	B7	25,3	34,5	16,4	23,8	0	2,081	Slightly disturbed
B8	20,7	35,4	13,9	30,1	0	2,301	Slightly disturbed	
K1	16,0	22,8	15,6	45,6	0	2,863	Slightly disturbed	
K2	18,5	25,0	13,7	42,8	0	2,712	Slightly disturbed	
K3	14,8	34,7	15,0	35,5	0	2,567	Slightly disturbed	
K4	31,3	33,5	19,4	15,8	0	1,796	Slightly disturbed	

3.5.8.3 Indice BENTIX

Il BENTIX ha fornito risultati leggermente più negativi rispetto agli altri due indici per quanto concerne il periodo estate 2006 - inverno 2007, avendo evidenziato per alcuni siti, tra cui i controlli, una situazione di disturbo moderato (Tab. 3-XXXV). Nei survey successivi con il BENTIX è stata riscontrata una situazione intermedia a quelle dell'indice W e dell'AMBI.

3.5.8.4 Stato ecologico

In Tab. 3-XXXVI è riportato lo stato ecologico relativo alle diverse stazioni derivato dalla combinazione dei tre indici. I risultati indicano una predominanza di uno stato ecologico buono nel pre-survey leggermente peggiorato nel 2007, con un recupero nel primo anno post lavori (2008). Successivamente e fino a fine periodo è avvenuto un nuovo, graduale ma lieve peggioramento, che ha portato nell'estate 2010 a uno stato ecologico tra il buono e il moderato ovunque, senza distinzioni tra l'area circostante Tea e i controlli.

Tab. 3-XXXV - Risultati dell'indice BENTIX e relativa classificazione del disturbo ambientale per le stazioni campionate nell'intero periodo di indagine. PS = pre-survey (estate 2006); DL = survey durante lavori (inverno ed estate 2007); PL = survey post lavori (inverno 2008 - estate 2010).

		Index	Disturbance Classification			Index	Disturbance Classification			Index	Disturbance Classification
PS	A3	3,78	Slightly disturbed	I PL	A1	3,66	Slightly disturbed	IV PL	A1	3,81	Slightly disturbed
	Tea	3,12	Moderately disturbed		A2	3,60	Slightly disturbed		A2	3,96	Slightly disturbed
	A7	3,84	Slightly disturbed		A3	4,17	Slightly disturbed		A3	3,80	Slightly disturbed
	B3	4,21	Slightly disturbed		A4	3,89	Slightly disturbed		A4	4,17	Slightly disturbed
	B6	3,68	Slightly disturbed		Tea	3,99	Slightly disturbed		Tea	3,80	Slightly disturbed
	K1	2,75	Moderately disturbed		A6	3,68	Slightly disturbed		A6	3,92	Slightly disturbed
	K2	3,88	Slightly disturbed		A7	3,68	Slightly disturbed		A7	3,47	Moderately disturbed
	K3	3,57	Slightly disturbed		A8	3,95	Slightly disturbed		A8	4,14	Slightly disturbed
K4	4,01	Slightly disturbed	A9		4,00	Slightly disturbed	A9	4,05	Slightly disturbed		
I DL	A3	3,77	Slightly disturbed		B1	4,05	Slightly disturbed	B1	3,61	Slightly disturbed	
	Tea	3,40	Moderately disturbed		B2	3,50	Moderately disturbed	B2	3,51	Slightly disturbed	
	A7	3,48	Moderately disturbed		B3	4,09	Slightly disturbed	B3	4,04	Slightly disturbed	
	B3	3,61	Slightly disturbed		B4	3,97	Slightly disturbed	B4	3,82	Slightly disturbed	
	B6	3,79	Slightly disturbed		B5	4,11	Slightly disturbed	B5	3,81	Slightly disturbed	
	K1	3,17	Moderately disturbed		B6	4,10	Slightly disturbed	B6	3,57	Slightly disturbed	
	K2	3,42	Moderately disturbed		B7	3,81	Slightly disturbed	B7	3,77	Slightly disturbed	
	K3	2,82	Moderately disturbed	B8	3,65	Slightly disturbed	B8	3,45	Moderately disturbed		
K4	3,90	Slightly disturbed	K1	4,48	Slightly disturbed	K1	3,71	Slightly disturbed			
II DL	A3	3,75	Slightly disturbed	K2	3,49	Moderately disturbed	K2	3,62	Slightly disturbed		
	Tea	3,75	Slightly disturbed	K3	3,91	Slightly disturbed	K3	3,22	Moderately disturbed		
	A7	3,67	Slightly disturbed	K4	3,99	Slightly disturbed	K4	3,66	Slightly disturbed		
	B3	3,65	Slightly disturbed	II PL	A1	3,77	Slightly disturbed	V PL	A1	3,55	Slightly disturbed
	B6	3,42	Moderately disturbed		A2	3,80	Slightly disturbed		A2	3,43	Moderately disturbed
	K1	3,36	Moderately disturbed		A3	3,82	Slightly disturbed		A3	3,60	Slightly disturbed
	K2	4,01	Slightly disturbed		A4	3,99	Slightly disturbed		A4	3,88	Slightly disturbed
	K3	3,76	Slightly disturbed		Tea	3,99	Slightly disturbed		Tea	3,82	Slightly disturbed
K4	3,96	Slightly disturbed	A6		3,78	Slightly disturbed	A6		3,58	Slightly disturbed	
			A7		4,08	Slightly disturbed	A7		3,76	Slightly disturbed	
			A8		4,03	Slightly disturbed	A8		3,60	Slightly disturbed	
			A9		3,92	Slightly disturbed	A9	3,66	Slightly disturbed		
			B1		3,68	Slightly disturbed	B1	3,42	Moderately disturbed		
			B2		4,04	Slightly disturbed	B2	3,00	Moderately disturbed		
			B3		4,27	Slightly disturbed	B3	3,76	Slightly disturbed		
			B4		3,95	Slightly disturbed	B4	4,02	Slightly disturbed		
			B5		3,58	Slightly disturbed	B5	3,74	Slightly disturbed		
			B6		3,48	Moderately disturbed	B6	3,64	Slightly disturbed		
			B7		4,17	Slightly disturbed	B7	2,99	Moderately disturbed		
			B8	3,75	Slightly disturbed	B8	3,41	Moderately disturbed			
			K1	3,71	Slightly disturbed	K1	3,16	Moderately disturbed			
			K2	3,99	Slightly disturbed	K2	3,77	Slightly disturbed			
			K3	4,11	Slightly disturbed	K3	3,54	Slightly disturbed			
			K4	4,38	Slightly disturbed	K4	3,82	Slightly disturbed			
			III PL	A1	3,52	Slightly disturbed	VI PL	A1	2,87	Moderately disturbed	
				A2	4,01	Slightly disturbed		A2	3,22	Moderately disturbed	
				A3	4,23	Slightly disturbed		A3	3,28	Moderately disturbed	
				A4	3,69	Slightly disturbed		A4	3,40	Moderately disturbed	
				Tea	4,14	Slightly disturbed		Tea	3,38	Moderately disturbed	
				A6	3,80	Slightly disturbed		A6	4,24	Slightly disturbed	
				A7	4,05	Slightly disturbed		A7	3,86	Slightly disturbed	
				A8	3,57	Slightly disturbed		A8	4,17	Slightly disturbed	
				A9	4,27	Slightly disturbed	A9	3,04	Moderately disturbed		
				B1	4,05	Slightly disturbed	B1	3,19	Moderately disturbed		
				B2	4,23	Slightly disturbed	B2	3,34	Moderately disturbed		
				B3	3,92	Slightly disturbed	B3	3,34	Moderately disturbed		
				B4	4,31	Slightly disturbed	B4	3,35	Moderately disturbed		
				B5	3,59	Slightly disturbed	B5	3,66	Slightly disturbed		
				B6	3,75	Slightly disturbed	B6	3,57	Slightly disturbed		
				B7	3,58	Slightly disturbed	B7	3,31	Moderately disturbed		
			B8	3,82	Slightly disturbed	B8	3,54	Slightly disturbed			
			K1	3,75	Slightly disturbed	K1	2,97	Moderately disturbed			
			K2	3,56	Slightly disturbed	K2	3,14	Moderately disturbed			
			K3	3,42	Moderately disturbed	K3	3,34	Moderately disturbed			
			K4	3,74	Slightly disturbed	K4	3,72	Slightly disturbed			

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

		W	AMBI	BENTIX	Environmental status
PS	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	Tea	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	A7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	K1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
IDL	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	Tea	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	A7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	K1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
IIDL	A3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	Tea	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	K1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	K2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	K3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
IPL	A1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	Tea	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A8	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A9	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B1	Undisturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Good
	B2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B5	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
B8	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good	
K1	Moderately disturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Good	
K2	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good	
K3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good	
K4	Slightly disturbed	Undisturbed	Slightly disturbed	Good	

Tab. 3-XXXVI - Continuo.

		W	AMBI	BENTIX	Environmental status
V PL	A1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	A3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	Tea	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A7	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A8	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A9	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B1	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	B2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Good
	B3	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B5	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B6	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	B7	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B8	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	K1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
K2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good	
K3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good	
K4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good	
VI PL	A1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	A2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	A3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	A4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	Tea	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	A6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good
	A8	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	A9	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B4	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
	B5	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B6	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	B7	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate/Good
	B8	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Moderate/Good
	K1	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate
K2	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate	
K3	Moderately disturbed	Slightly disturbed	Moderately disturbed	Moderate	
K4	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Slightly disturbed	Good	

3.5.9. *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

Il campione di mitili prelevato nell'inverno 2008 da una superficie di 40x40 cm sulle parti sommerse della piattaforma aveva un peso fresco di 850 g ed era costituito da 104 individui (6,5 ind/dm²) aventi lunghezza della conchiglia (LC) compresa tra 34 e 64 mm (fig. 3.64). Il 51% degli esemplari aveva superato la taglia minima commerciale di 50 mm LC.

Nell'estate successiva il campione aveva un peso fresco di 3,4 kg ed era composto da 172 individui (10,6 ind/dm²). Il range di taglia era compreso tra 30 e 78 mm LC e il 78% degli esemplari aveva raggiunto o superato la taglia commerciale.

Nell'inverno 2009 il campione è risultato costituito da 217 individui (13,6 ind/dm²) aventi un peso fresco di 6,2 kg. I mitili avevano lunghezza della conchiglia (LC) compresa tra 27 e 82 mm, con moda a 68 mm LC (2,3 ind/dm²). Il 98% degli esemplari aveva superato la taglia minima commerciale di 50 mm LC.

Nell'estate successiva il campione prelevato pesava 6,5 kg ed era costituito da 124 individui (7,8 ind/dm²) aventi lunghezza della conchiglia (LC) compresa tra 23 e 88 mm, con moda a 76 mm LC (1,6 ind/dm²). Il 97% del campione aveva superato la taglia minima commerciale.

Nell'inverno 2010 sono stati raccolti 102 individui (6,4 ind/dm²) aventi lunghezza della conchiglia (LC) compresa tra 40 e 90 mm LC (moda a 80 mm LC) e aventi un peso fresco di 5,4 kg. Il 97% degli esemplari aveva superato la taglia minima commerciale di 50 mm LC.

Nell'ultimo survey (estate 2010) il campione è risultato costituito da 84 esemplari (ind/dm²; 5,6 kg), di cui il 96% con taglia \geq 50 mm LC. Il range delle lunghezze è oscillato tra 6 e 100 mm LC, con classe modale a 82 mm LC. Per la prima volta è stata osservata la presenza di giovanili appena insediati.

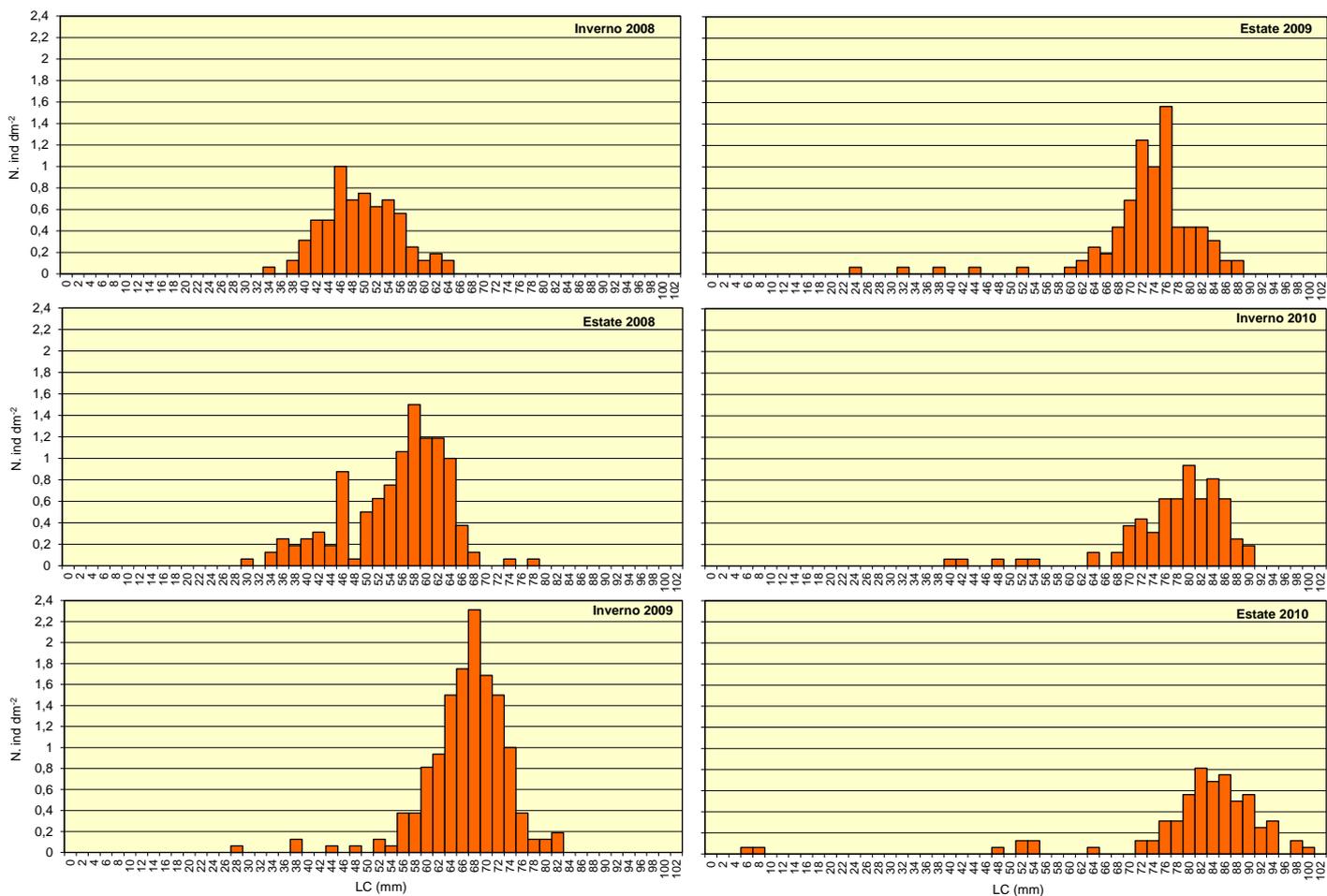


Fig. 3.64 – Distribuzione di frequenza delle lunghezze degli esemplari di *M. galloprovincialis* prelevati dall'inverno 2008 all'estate 2010 sulle parti sommerse della piattaforma Tea.

3.6. INDAGINI SULLA COMUNITÀ ITTICA

3.6.1. RICCHEZZA SPECIFICA E DIVERSITÀ SPECIFICA

Nel corso dei campionamenti di pesca condotti nei tre anni di indagine (inverno 2008 – autunno 2010) sono state censite complessivamente 77 specie di cui 65 pesci, 5 crostacei e 7 molluschi. Di queste, 61 (52 pesci, 5 molluschi, 4 crostacei) sono state catturate nei pressi della piattaforma Tea, 46 presso C1 (39 pesci, 3 molluschi, 4 crostacei) e 48 in C2 (39 pesci, 5 molluschi, 5 crostacei; Tabb. 3-XXXVII - 3-XXXIX).

La Ricchezza specifica media relativa ai tre anni di campionamento (S_m) è risultata maggiore presso il sito di estrazione rispetto ai due controlli, come confermato dall'analisi statistica che ha evidenziato una differenza altamente significativa tra la piattaforma e i controlli (Tabb. 3-XL e 3-XLI).

L'analisi concernente l'andamento della Ricchezza specifica media stagionale (S_{ms} ; fig. 3.65) ha evidenziato valori superiori presso Tea solo dall'inverno all'autunno 2008 e nell'autunno 2010. Il trend relativo a Tea è stato caratterizzato da un forte incremento tra l'inverno e la primavera 2008, quando è stato raggiunto il massimo dell'intero periodo ($18,33 \pm 2,19$); nonostante un decremento che si è protratto sino all'estate 2009, i valori sono risultati confrontabili tra l'estate 2008 e l'autunno 2009. Sono quindi seguiti una riduzione nell'inverno 2010, quando è stato raggiunto il minimo assoluto ($7,67 \pm 1,33$), e un incremento sino a fine periodo. Nei due controlli l'andamento della Ricchezza specifica è apparso caratterizzato dall'alternarsi di fasi crescenti e decrescenti, con valori comunque in gran parte confrontabili sia nell'ambito di ciascun sito, sia tra i due siti.

I valori di Diversità specifica di Shannon-Weaver relativi ai tre anni di campionamento sono risultati statisticamente simili (Tabb. 3-XL e 3-XLI).

Il trend di H' relativo a Tea è apparso oscillante durante il periodo d'indagine, con valori compresi tra $0,99 \pm 0,09$ (primavera 2008) e $0,48 \pm 0,14$ (inverno 2010; fig. 3.66), minimo determinato dalla predominanza nelle catture di *Trisopterus minutus capelanus*. Solo nella primavera ed estate 2008 e nell'autunno 2010 sono stati ottenuti valori maggiori rispetto ai due controlli. Questi ultimi sono apparsi confrontabili tra loro e con trend molto simili, tranne nell'inverno 2009 quando è avvenuta una riduzione solo in C2 determinata dalla cattura di numerosi esemplari delle specie bentoniche NA *Solea solea* e *Maja squinado*. Tale riduzione ha portato al minimo assoluto ($0,41 \pm 0,19$) in C2, comunque confrontabile con C1.

Tab. 3-XXXVII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle singole specie catturate con i campionamenti di pesca presso la piattaforma Tea.

				2008								2009								2010							
				Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno	
				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)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)
Crostacei	<i>Dromia personata</i>	B	AT																								
	<i>Homarus gammarus</i>	B	AT			1,6	2,8			1,38	2,45			1,49	2,13									1,36	0,33		
	<i>Maja squinado</i>	B	NA	5,18	2,34	4,85	3,12	40,84	11,38	148,86	90,95	4,5	2,55	53,25	29,35	19,19	10,85			7,59	3,88	12,61	6,65	4,42	3,7		
	<i>Squilla mantis</i>	B	NA	2,24	0,12	17,59	0,81	8,09	0,44	12,46	0,6	4,5	0,27			7,45	0,25	1,88	0,1	9,3	0,41	3,78	0,12	2,83	0,14		
Crostacei Totale			7,42	2,46	24,04	6,73	48,93	11,82	162,7	94	9	2,82	54,74	31,48	28,13	14,74	3,76	0,52	16,89	4,29	16,39	6,77	12,8	14,65			
Molluschi	<i>Octopus vulgaris</i>	B	AT											3,02	5,62												
	<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA											9,17	5,36												
	<i>Eledone moschata</i>	B	PA	1,36	0,91			1,51	0,65			1,48	1,1					1,43	0,59								
	<i>Pecten jacobaeus</i>	B	NA			9	0,28	11,54	0,71	5,13	0,45	4,44	0,37	3,51	0,29			3,29	0,35			2,86	0,13	1,85	0,23		
	<i>Sepia officinalis</i>	B	NA			1,15	0,21					1,48	0,84							1,58	0,41						
Molluschi Totale			1,36	0,91	10,15	0,49	13,05	1,36	5,13	0,45	7,4	2,31	15,7	11,27			4,72	0,94	1,58	0,41	2,86	0,13	1,85	0,23			
Pesci	<i>Conger conger</i>	B	AT											2,02	2,93												
	<i>Mullus surmuletus</i>	B	AT									1,48	0,63											1,39	0,1		
	<i>Scorpaena notata</i>	B	AT	9,89	0,9	67,9	5,52	60,49	3,94	29,36	2,04	9,11	0,56	21,11	1,5	12,39	1,15	10,06	0,61	4,29	0,21	16,39	0,93	31,99	2,25		
	<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT	1,36	0,36	15,14	2,12	25,9	5,96	9,11	1,75			4,03	0,85	5	1,25	1,88	0,37	2,87	0,75	3,78	0,76	2,73	0,73		
	<i>Scorpaena scrofa</i>	B	AT			5,35	0,68	14,38	4,01	6,08	1,68			3,55	1,3							7,56	0,43	2,75	1,42		
	<i>Gobius niger</i>	B	PA					1,51	0,25																		
	<i>Phycis phycis</i>	B	PA																			1,89	0,88				
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA			1,6	0,56									1,49	0,3							4,14	0,5		
	<i>Citharus linguatula</i>	B	NA							1,38	0,06																
	<i>Dasyatis pastinaca</i>	B	NA													1,76	9,84										
	<i>Microchirus ocellatus</i>	B	NA			4,85	0,33	3,2	0,18	6,08	0,32							7,53	0,3					6,81	0,45		
	<i>Micromesistius poutassou</i>	B	NA			2,1	0,13	1,69	0,1	6,08	0,32																
	<i>Monochirus hispidus</i>	B	NA																						1,49	0,05	
	<i>Mullus barbatus</i>	B	NA	1,12	0,08																						
	<i>Raja clavata</i>	B	NA																						2,73	16,23	
	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	B	NA											2,02	1,68												
	<i>Solea solea</i>	B	NA	12,54	2,69	14,24	3,9	13,08	2,51	18,73	2,78	1,54	0,12	3,02	0,56	1,97	0,2	18,95	3,17	1,86	0,31	7,39	1,38	47,84	9,77		
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA			2,1	3,56					1,48	1,01	1,53	1,04												
	<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA			1,15	0,79			5,23	5,75													12,67	4,38		
	<i>Torpedo torpedo</i>	B	NA			4,2	3,73																			4,83	
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA			2,1	0,05							7,44	0,51	1,76	0,14					8,35	0,82				
	<i>Trigloporus lastoviza</i>	B	NA																	1,43	0,16						
	<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA			1,6	0,19	1,51	0,85					1,53	0,1												
	<i>Zeugopterus regius</i>	B	NA									1,48	0,04														
	<i>Diplodus sargus sargus</i>	NB	AT							10,63	1,6																
	<i>Diplodus vulgaris</i>	NB	AT			1,15	0,18																				
	<i>Sciaena umbra</i>	NB	AT							3,04	0,53																
	<i>Spondilyosoma cantharus</i>	NB	AT			1,15	0,24																				
	<i>Diplodus annularis</i>	NB	PA			3,2	0,28							1,49	0,06									1,89	0,18		
	<i>Pagellus bogaraveo</i>	NB	PA	1,35	0,1					1,28	0,06							10,72	0,49	1,86	0,09					8,38	
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA	9,43	0,69	20,48	1,28	26,99	1,75	68,26	3,97	20,92	0,89	24,84	1,46	6,44	0,36	37,18	1,99	39,34	1,78	33,84	1,64	96,51	5,26		
	<i>Serranus hepatus</i>	NB	PA	2,73	0,07	1,6	0,04	4,53	0,1	1,28	0,01	1,48	0,03	1,49	0,03									7,2	0,13		
	<i>Trisopterus minutus capelami</i>	NB	PA	53,37	2,19	34,87	1,81	20,81	0,65	47,57	2,78	5,98	0,28	23,26	1,08	41,95	2,55	84,41	4,99	223,78	11,13	85,75	5,64	122,9	6,82		
	<i>Zeus faber</i>	NB	PA	1,12	0,85																						
	<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA			1,6	0,05															3,72	0,24				
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA			3,2	0,72							1,69	0,18												
	<i>Myliobatis aquila</i>	NB	NA			4,2	27,27							11,91	59,72			5,9	27,85								
	<i>Pagellus acarne</i>	NB	NA			2,1	0,12									1,49	0,05	3,14	0,14								
	<i>Boops boops</i>	P	PA	8,96	1,18	16	0,98	1,71	0,23	2,57	0,14			4,03	0,54	10,85	0,57	3,14	0,24			14,43	1,44	10,19	1,01		
	<i>Liza ramado</i>	P	PA							1,52	1,21							1,88	1,36								
	<i>Sarda sarda</i>	P	PA																			1,89	3,06	43,39	30,14		
	<i>Scomber japonicus</i>	P	PA	7,84	2,62	141,5	48,26	54,34	22,46			1,48	0,44	6,05	1,68	70,34	22,01			4,29	1,26	43,46	12,98				
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA					1,71	0,29			1,48	0,26							2,87	0,41							
<i>Spicara maena</i>	P	PA	9,19	0,48	41,17	1,4	122,46	5,45	16,21	0,76	4,44	0,28	4,47	0,32	13,35	0,57	10,11	0,59	13,19	0,45			41,24	2,22			
<i>Trachurus mediterraneus</i>	P	PA	5,6	0,71	3,7	0,38	3,02	0,57	2,57	0,29			2,02	0,16			1,97	0,06					4,42	0,61			
<i>Trachurus spp</i>	P	PA													1,76	0,27	1,88	0,29			1,58	0,24					
<i>Trachurus trachurus</i>	P	PA			4,2	0,6	1,69	0,15	2,66	0,27	1,48	0,18					1,88	0,47			1,89	0,13	1,85	0,22			
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA					54,88	0,57					1,69	0,02							31,58	0,33					
<i>Alosa fallax fallax</i>	P	NA																					2,86	0,85			
<i>Belone belone</i>	P	NA													1,97	0,13											
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA	1,35	0,04	3,2	0,08											1,88	0,06			1,58	0,05	5,42	0,17			
<i>Sardinella aurita</i>	P	NA	2,24	0,32							1,48	0,17	2,02	0,26													
Pesci Totale			128,09	13,28	405,6	105,3	413,9	50,02	239,64	26,32	53,83	4,89	131,21	75,98	180,39	67,3	194,64	15,07	299,5	16,79	263,3	30,89	455,6	83,36			
Totale complessivo			136,87	16,65	439,8	112,5	475,88	63,2	407,47	120,77	70,23	14,02	201,65	118,73	208,52	82,04	198,4	15,59	321,11	22,02	281,2	38,07	471,2	98,14			

Tab. 3-XXXVIII - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle singole specie catturate con i campionamenti di pesca presso il controllo 1 (C1).

		2008								2009								2010									
		Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno			
		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)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)		
Crostacei	<i>Dromia personata</i>	B	AT									2,03	0,35			7,47	0,95					1,38	0,15	3,64	0,63		
	<i>Calappa granulata</i>	B	NA													2,84	0,48										
	<i>Maja squinado</i>	B	NA	1,33	0,41	1,11	0,59	47,5	13,74	34,33	15,44	16,55	6,8	14,15	6,55	1,92	0,88			8,69	3,67	12,77	6,27	14,31	6,99	6,8	3,59
	<i>Squilla mantis</i>	B	NA			4,5	0,21	13,26	0,6	26,83	1,32	3,03	0,15	4,36	0,17	18,85	0,97	2,99	0,2	8,52	0,37	11,81	0,56	14,17	0,56	1,82	0,12
Crostacei Totale				1,33	0,41	5,61	0,8	60,76	14,34	61,16	16,76	19,58	6,95	20,54	7,07	20,77	1,85	10,46	1,15	20,05	4,52	24,58	6,83	29,86	7,7	12,26	4,34
Molluschi	<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA									2,96	1,99														
	<i>Aequipecten opercularis</i>	B	NA																	1,55	0,1						
	<i>Sepia officinalis</i>	B	NA			1,11	0,23			1,5	0,2											1,53	0,21				
Molluschi Totale						1,11	0,23			1,5	0,2			2,96	1,99					1,55	0,1	1,53	0,21				
Pesci	<i>Scorpaena notata</i>	B	AT			3,48	0,26	5,25	0,52	4,55	0,38	1,48	0,09	5,76	0,55	2,99	0,23					5,71	0,46	16,36	1,02		
	<i>Scorpaena porcus</i>	B	AT			2,32	0,36																				
	<i>Gobius niger</i>	B	PA			0,58	0,01									1,22	0,04										
	<i>Arnoglossus laterna</i>	B	NA																			1,38	0,01				
	<i>Buglossidium luteum</i>	B	NA													1,22	0,02										
	<i>Chelidonichthys lastoviza</i>	B	NA			1,16	0,17																				
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA			0,58	0,19	6,4	0,8	1,45	0,15			1,57	0,52	1,49	0,36	7,13	0,79	3,48	7,65	1,37	0,26	1,82	0,34		
	<i>Citharus linguatula</i>	B	NA			1,7	0,04							3,44	0,17							1,53	0,09				
	<i>Eutrigla gurnardus</i>	B	NA			1,11	0,02																				
	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA																		4,07	0,08					
	<i>Lophius piscatorius</i>	B	NA									1,48	3,45														
	<i>Microchirus variegatus</i>	B	NA			2,22	0,08	3,46	0,11			8,47	0,36								3,11	0,12			9,09	0,32	
	<i>Monochirus hispidus</i>	B	NA																			1,53	0,08				
	<i>Mullus barbatus</i>	B	NA					3	0,11							1,49	0,05										
	<i>Psetta maxima</i>	B	NA																		2,52	7,57					
	<i>Raja clavata</i>	B	NA			3,14	4,39	2,28	9,59			2,88	6,83	6,93	27,24						13,91	37,91	8,48	29,16	3,4	9,4	
	<i>Scophthalmus rhombus</i>	B	NA							7,58	4,94											1,38	0,98				
	<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	1,33	0,48	1,11	0,48		2,25	1,25												9,81	13,06	1,82	0,36		
	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	B	NA			1,82	0,48									1,49	0,34										
	<i>Solea solea</i>	B	NA	11,98	2,02	6,72	0,8	7,39	0,89	56,93	7,1	17,82	1,81	16,35	2,82	20,26	3,24	26,85	4,44	11,44	1,59	7,18	1,33	62,82	9,23	10,43	1,42
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA	8	5,44	2,68	1,63		3,98	4,19	6	4,08	12,19	8,04	3,73	2,54				1,45	2,08	23,82	21,37				
	<i>Synapturichthys kleinii</i>	B	NA					0,58	0,4																		
	<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA												3,14	0,98	1,49	1,73					1,37	1,65	3,16	1,58	
	<i>Torpedo torpedo</i>	B	NA												1,57	0,08											
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA	1,33	0,03			2,92	0,19				9,06	0,72	3,44	0,27			1,45	0,12					10,91	1,1	
	<i>Trigloporus lastoviza</i>	B	NA										1,44	0,11											1,82	0,2	
	<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA										2,03	0,13	3,84	0,19											
	<i>Zeugopterus regius</i>	B	NA			0,58	2,78																				
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA			2,92	0,16	4,5	0,19				12,23	0,59	5,65	0,34	5,98	0,36					17,36	0,68	1,58	0,1	
	<i>Serranus hepatus</i>	NB	PA										1,48	0,03	1,87	0,04			1,42	0,03			2,8	0,07			
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA					3	0,12	1,52	0,08					6,92	0,26	5,74	0,26			3,06	0,13				
	<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA	1,33	0,04			1,7	0,05										1,42	0,14			1,38	0,07	1,58	0,05	
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	4,79	0,84	10,69	2,66	1,7	0,13													1,55	0,32				
<i>Myliobatis aquila</i>	NB	NA										76,35	329,56	5,6	26,42	2,99	10,67					2,81	5,62				
<i>Boops boops</i>	P	PA										2,03	0,06														
<i>Scomber japonicus</i>	P	PA										4,07	1,2														
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA					1,33	0,12										4,36	0,58								
<i>Spicara maena</i>	P	PA	1,33	0,09			1,16	0,06								1,49	0,03			2,52	0,02						
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA																14,2	0,15	1,55	0,02						
Pesci Totale				30,09	8,94	29,49	10,54	34,51	15,39	86,64	14,4	38,92	11,44	151,54	353,99	66,8	62,58	55,62	18,53	48,61	5,74	63,71	76,39	122,8	61,55	61,97	15,89
Totale complessivo				31,42	9,35	36,21	11,57	95,27	29,73	149,3	31,36	58,5	18,39	175,04	363,05	87,57	64,43	66,08	19,68	68,66	10,26	89,84	83,32	154,2	69,46	74,23	20,23

Tab. 3-XXXIX - Numero (n. ind/500m/12h) e peso (kg/500m/12h) delle singole specie catturate con i campionamenti di pesca presso il controllo 2 (C2).

				2008								2009								2010										
				Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno		Inverno		Primavera		Estate		Autunno				
				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)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)	N.ind	P(Kg)			
Crostacei	<i>Dromia personata</i>	B	AT	1,08	0,27															13,91	1,98	4,19	0,37							
	<i>Homarus gammarus</i>	B	AT			1,54	3,14																							
	<i>Calappa granulata</i>	B	NA												1,24	0,23														
	<i>Maja squinado</i>	B	NA	3,77	1,79	2,27	0,52	21,59	4,43	18,17	7,62	10,22	5,03	52,27	28,58	11,33	3,52	2,49	2,02	7,17	2,6	17,27	8,48	7,03	2,62					
	<i>Squilla mantis</i>	B	NA			9,19	0,45	5,5	0,24	16,37	0,86	1,5	0,07	8,52	0,41	23	0,91	2,81	0,14	8,67	0,35			12,68	0,54	6,67	0,31			
Crostacei Totale					4,85	2,06	13	4,11	27,09	4,67	34,54	8,48	11,72	5,1	60,79	28,99	34,33	4,43	6,54	2,39	15,84	2,95	31,18	10,46	23,9	3,53	6,67	0,31		
Molluschi	<i>Bolinus brandaris</i>	B	AT												1,65	0,01														
	<i>Eledone cirrhosa</i>	B	PA									4,53	2,82																	
	<i>Eledone moschata</i>	B	PA			2,27	1,11									1,24	1,05													
	<i>Pecten jacobaeus</i>	B	NA					1,88	0,38	1,44	0,09					1,57	0,08													
	<i>Sepia officinalis</i>	B	NA	2,43	0,53								1,5	0,77																
Molluschi Totale					2,43	0,53	2,27	1,11	1,88	0,38	1,44	0,09			6,03	3,59	1,65	0,01	2,81	1,13										
Pesci	<i>Scorpaena notata</i>	B	AT			1,54	0,06			2,87	0,19	1,45	0,09			1,65	0,05	2,49	0,2	4,29	0,16	5,22	0,37	5,63	0,36	3,33	0,14			
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	B	NA	1,08	0,17	5,73	0,58							1,62	0,16									11,21	0,94	5	2,13			
	<i>Citharus linguatula</i>	B	NA													1,65	0,09													
	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	B	NA																								3,33	0,05		
	<i>Microchirus ocellatus</i>	B	NA						1,44	0,04						1,57	0,09							5,58	0,26					
	<i>Microchirus variegatus</i>	B	NA	1,08	0,02				1,32	0,05	2,89	0,1				1,24	0,06	11,57	0,4					1,44	0,07	5	0,17			
	<i>Micromesistius poussou</i>	B	NA						1,44	0,04																				
	<i>Mullus barbatus</i>	B	NA						1,32	0,07								2,49	0,06											
	<i>Psetta maxima</i>	B	NA	1,35	2,59																	1,74	3,65							
	<i>Raja asterias</i>	B	NA																					1,4	2,09					
	<i>Raja clavata</i>	B	NA			3,81	13,4	10,64	35,25					4,62	9,98	10,97	14,14							5,31	16,29	4,9	15,56			
	<i>Scophthalmus rhombus</i>	B	NA																					1,44	0,71					
	<i>Scyliorhinus canicula</i>	B	NA	1,08	0,48	2,27	1,25					1,45	0,46					4,29	5	1,74	0,95	1,4	1,4							
	<i>Scyliorhinus stellaris</i>	B	NA	1,08	0,36							1,45	0,36	1,95	7,71			4,06	0,99											
	<i>Solea solea</i>	B	NA	8,88	1,4	25,18	3,64	12,47	1,39	46,04	6,36	14,86	1,83	20,29	2,17	6,89	0,95	37,68	4,59	11,49	1,98	13,73	2,35	30,71	4,8	16,27	2,58			
	<i>Squalus acanthias</i>	B	NA	1,08	2,11	1,15	0,78			1,28	1,5	2,89	1,96	3	3,64	9,11	8,86	2,49	3,62	1,42	0,11	38,68	39,44	0	0					
	<i>Sympturichthys kleinii</i>	B	NA																								5	0,52		
	<i>Torpedo marmorata</i>	B	NA			1,15	0,98			3,96	1,65	1,45	1,95											4,24	1,33	3,14	1,08			
	<i>Torpedo torpedo</i>	B	NA					7,5	0,86	2,87	0,86																			
	<i>Trachinus draco</i>	B	NA					3,39	0,28	1,32	0,24	1,45	0,29	1,62	0,2									1,4	0,18	8,33	0,67			
	<i>Trigloporus lastoviza</i>	B	NA																			1,74	0,19				5	0,22		
	<i>Uranoscopus scaber</i>	B	NA					3,39	0,07																		1,67	0,33		
	<i>Zeugopterus regius</i>	B	NA			2,27	5,4			3,75	4,69																			
	<i>Sparus aurata</i>	NB	AT															1,57	0,14											
	<i>Spondilyosoma cantharus</i>	NB	AT													1,65	0,21													
	<i>Pagellus erythrinus</i>	NB	PA			1,15	0,07	3,45	0,14	18,57	0,88	2,89	0,12	3,12	0,16	1,85	0,08	1,57	0,06			7,01	0,3	0	0	8,24	0,39			
	<i>Serranus hepatus</i>	NB	PA																			1,74	0,04							
	<i>Trisopterus minutus capelanus</i>	NB	PA			10,77	0,55	1,88	0,05	1,44	0,12											5,27	0,2			1,67	0,04			
	<i>Merlangius merlangus</i>	NB	NA															1,42	0,13											
	<i>Merluccius merluccius</i>	NB	NA	2,7	0,21	9,19	0,7							3,12	0,23	5,63	0,43	1,42	0,11								4,19	4,88	5	36,67
	<i>Myliobatis aquila</i>	NB	NA			6,82	44,17			5,75	15			1,95	1,93	5,81	27,4										1,4	0,03		
	<i>Sarda sarda</i>	P	PA																											
	<i>Scomber japonicus</i>	P	PA																					1,79	0,27					
<i>Scomber scombrus</i>	P	PA																	4,33	0,61										
<i>Spicara maena</i>	P	PA					3,75	0,25													1,79	0,08								
<i>Trachurus spp</i>	P	PA																			1,79	0,27								
<i>Engraulis encrasicolus</i>	P	NA									31,81	0,33									10,61	0,15								
<i>Sardina pilchardus</i>	P	NA									2,89	0,06														1,67	0,05			
Pesci Totale					18,33	7,34	71,03	71,58	50,22	42,98	100,73	30,83	65,48	7,55	41,29	26,18	45,21	52,21	56,73	9,97	40,23	8,5	98,16	64,55	70,04	17,05	77,55	60,6		
Totale complessivo					25,61	9,93	86,3	76,8	79,19	48,03	136,71	39,4	77,2	12,65	108,11	58,76	81,19	56,65	66,08	13,49	56,07	11,45	129,34	75,01	93,94	20,58	84,22	60,91		

Tab. 3-XL – Valori medi e relativi errori standard ottenuti per i vari indici nel corso dei due anni di indagine relativi alla piattaforma Tea e alle due aree di controllo.

	Tea	C1	C2
S_m	11,40 ± 0,67	7,26 ± 0,47	7,20 ± 0,54
H'	0,79 ± 0,03	0,70 ± 0,03	0,68 ± 0,04
N	96,07 ± 11,07	31,95 ± 3,69	29,79 ± 3,29
P	20,45 ± 4,14	21,31 ± 10,10	13,01 ± 2,58

Tab. 3-XLI - Risultati dell'analisi della varianza applicata ai valori di Ricchezza specifica (S), Diversità specifica (H'), abbondanza (N) e biomassa (P). g.l. = gradi di libertà; **, >> = altamente significativo; > = significativo. (C1 = Controllo 1; C2 = Controllo 2; T = Piattaforma Tea).

Effetti	g.l.	S	Tukey test	H'	N	Tukey test	P
Sito	2; 95	0,001**	T>> C1; C2	0,053	0,001**	T>> C1; C2	0,161
Anno	2; 95	0,840		0,818	0,754		0,624
Sito x Anno	4; 95	0,082		0,067	0,110		0,425

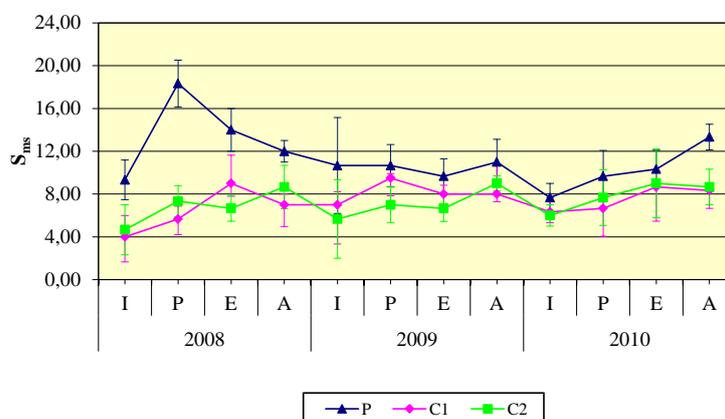


Fig. 3.65 - Ricchezza specifica media stagionale (± e.s.) ottenuta per la piattaforma e per i due siti di controllo.

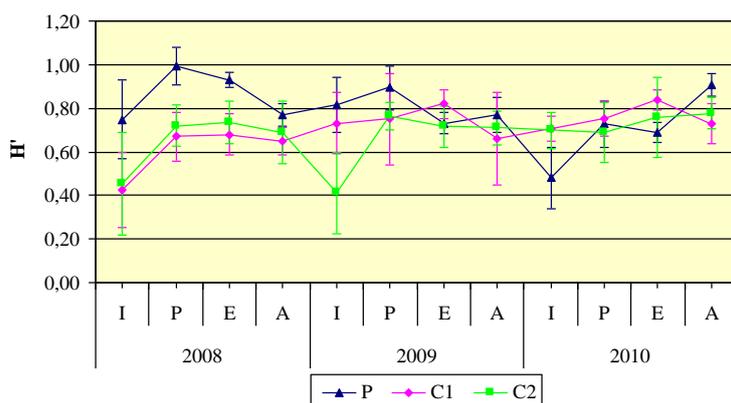


Fig. 3.66 - Diversità specifica media (± e.s.) ottenuta per la piattaforma e per i due siti di controllo.

3.6.2. RENDIMENTI DI PESCA E COMPOSIZIONE DELLE CATTURE

I rendimenti di pesca medi calcolati sull'intero periodo di studio sono risultati significativamente superiori in termini numerici presso la piattaforma rispetto ai due siti di controllo (Tabb. 3-XL e 3-XLII), mentre in termini ponderali sono apparsi comparabili tra i tre siti.

Numericamente i valori della piattaforma sono sempre risultati superiori rispetto ai controlli tranne dall'inverno all'estate 2009 (fig. 3.67). Il trend di Tea è apparso caratterizzato da una crescita molto accentuata nella primavera 2008; i valori sono rimasti pressoché costanti sino all'autunno dello stesso anno, con il massimo assoluto in estate ($158,63 \pm 80,25$ ind/500m/12h), dopodiché è avvenuta una drastica riduzione nell'inverno 2009, quando è stato raggiunto un valore confrontabile con quello dell'inverno precedente. E' seguita una lieve ripresa nell'autunno 2009 senza ulteriori variazioni sino a fine periodo. I controlli hanno presentato trend simili tra loro nel corso del primo anno, quando sono stati caratterizzati da un aumento. Il 2009 ha presentato in primavera un incremento in C1 e una riduzione in C2 che hanno reso i due siti differenti tra loro, mentre dall'estate sino all'inverno 2010 non si sono osservate differenze tra i due siti. Dalla primavera all'autunno invece, l'andamento di C1 è apparso crescente e quello di C2 decrescente. Comunque, i valori dei due siti esono risultati sempre confrontabili eccetto nelle primavere 2008 e 2009. In termini ponderali non sono state riscontrate differenze tra i tre siti nelle varie stagioni (fig. 3.67). Presso Tea l'andamento ha presentato varie oscillazioni fino alla primavera 2009 e una riduzione nell'autunno dello stesso anno, dopo la quale è avvenuto un lieve incremento nell'ultimo anno; comunque, considerando gli errori standard, nell'intero periodo i valori sono apparsi quasi tutti comparabili (fig. 3.67). Per quanto riguarda i controlli, C1 è rimasto costante nell'intero periodo; anche il picco nella primavera 2009, determinato da eccezionali catture di esemplari di *Myliobatis aquila* di grandi dimensioni (Tab. 3-XXXVIII; fig. 3.68), è risultato comparabile con le altre stagioni a causa dell'elevatissimo errore standard ($176,7 \pm 113,7$ kg/500m/12h).

In C2 è avvenuto un leggero aumento nella primavera 2008 e una riduzione nell'estate seguente; altre variazioni, sempre lievi, hanno riguardato la primavera 2010 (aumento) e la riduzione nell'autunno successivo.

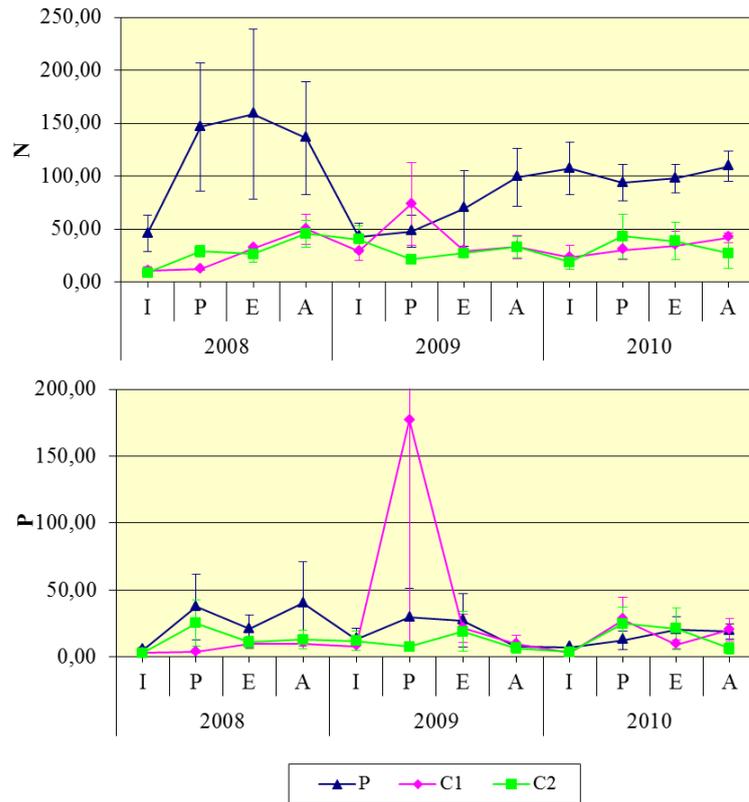


Fig. 3.67 - Rendimenti di pesca medi (\pm e.s.) in termini numerici N; n. ind/500m/12h) e ponderali (kg/500m/12h) registrati presso la piattaforma e nelle zone di controllo.



Fig. 3.68 – Esemplare di *M. aquila* catturato presso il sito di controllo C1 nella primavera 2009.

Dalla composizione delle catture si evince che presso tutti e tre i siti oggetto d'indagine i pesci hanno sempre costituito la frazione più importante sia in termini numerici che ponderali seguiti, nell'ordine, dai crostacei e dai molluschi (fig. 3.69).

Pesci bentonici – In totale sono state censite 36 specie ittiche appartenenti a questo gruppo, di cui 24 rinvenute presso la piattaforma, 28 presso C1 e 23 presso C2 (Tabb. 3-XXXVII - 3-XXXIX). Presso il sito di estrazione i bentonici hanno costituito il gruppo meno rappresentato in termini sia numerici che ponderali (rispettivamente 20,0% e 19,1%), con *Scorpena notata* e *S. solea* tra le specie più rappresentative (fig. 3.70).

Nei due siti di controllo i bentonici hanno rappresentato il gruppo più importante sia in numero che in peso presso C2 (rispettivamente 53,4% e 49,2%) e in numero presso C1 (52,0%). In questi siti è stata riscontrata una prevalenza numerica di *S. solea* e ponderale di *Raja clavata* (fig. 3.71).

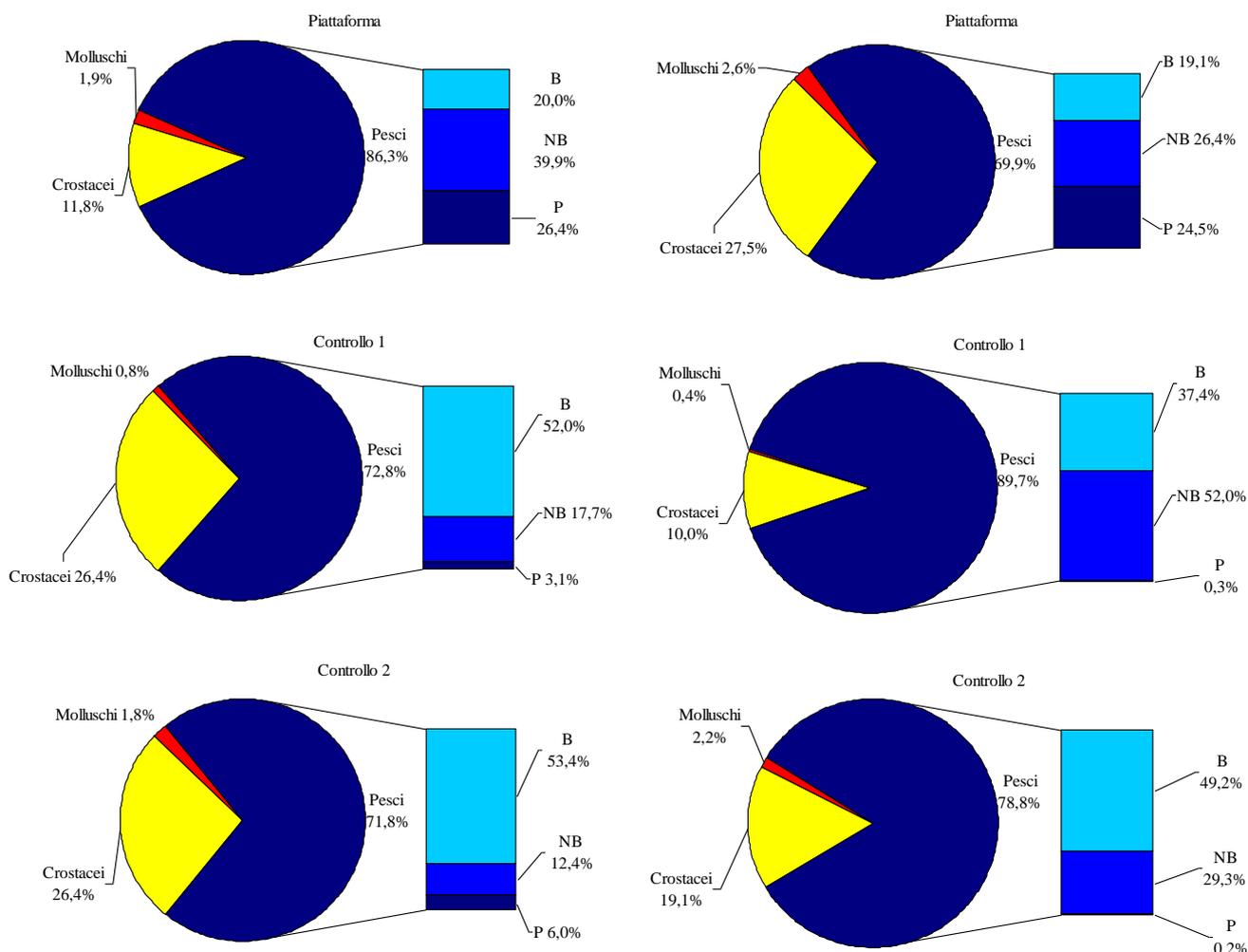


Fig. 3.69 - Composizione percentuale delle catture in numero e peso relative alla piattaforma e ai due controlli.



Fig. 3.70 – Esemplici di *S. notata* (freccie blu), *S. porcus* (freccia rossa) e *S. solea* (freccie gialle) catturati presso la piattaforma nell'ottobre 2009.



Fig. 3.71 – Esemplice di *R. clavata* (freccia rossa) catturato presso i due siti di controllo.

Pesci necto-bentonici – Complessivamente sono state censite 15 specie appartenenti a questo gruppo di cui 14 presso Tea, 6 presso C1 e 8 in C2 (Tabb. 3- XXXVII - 3-XXXIX). In prossimità di Tea questo gruppo è risultato il primo sia in numero (39,9%) e che in peso (26,4%). Inoltre, esclusivamente in questo sito sono state censite le specie *D. anularis*, *D. sargus sargus*, *D. vulgaris*, *Sciaena umbra*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bogaraveo* e *Zeus faber* (Fig. 3.72).

Per quanto riguarda C1, i pesci necto-bentonici hanno rappresentato il secondo gruppo per importanza numerica (17,7%) e primo in termini ponderali (52,0%) a causa, come già detto, dell'eccezionale cattura di *M. aquila*, mentre in C2 tale gruppo è risultato secondo per importanza sia in numero (12,4%) che in peso (29,3%); interessante la presenza

esclusiva in C2 di *Sparus aurata*.



Fig. 3.72 – Esemplare di *Z. faber* catturato presso la piattaforma.

Pesci pelagici – In totale sono state catturate 14 specie ittiche pelagiche, tutte censite nei dintorni di Tea, 5 in C1 e 7 in C2 (Tabb. 3- XXXVII - 3-XXXIX). Da notare la presenza esclusiva nel sito di estrazione di *Liza ramado*, *Trachurus mediterraneus*, *Alosa alosa fallax*, *Belone belone* e *Sardinella aurita* (Tab. 3-XXXVII).

Presso Tea la frazione dei pesci pelagici ha costituito il secondo gruppo percentualmente sia in termini numerici (26,4%) che ponderali (24,5%), mentre nei siti di controllo i pelagici sono risultati i meno abbondanti, con frazioni irrisorie sia in numero che, soprattutto, in peso (C1: 3,1% e 0,3%; C2: 6,0% e 0,2%).

Crostacei – Questo subphylum è stato rappresentato da 5 specie, di cui 4 censite presso la piattaforma, 4 in C1 e 5 in C2 (Tabb. XXXVII - 3-XXXIX). In tutti e tre i siti tale gruppo è risultato il secondo per importanza dopo i pesci, sia in numero che in peso, rispettivamente con il 11,8% e 27,5% presso Tea, 26,4% e 10,0% presso C1, 26,4% e 19,1% presso C2 (fig. 3.69). Ovunque si è avuta una prevalenza nelle catture di *Maja squinado*; da segnalare la cattura esclusiva di *Calappa granulata* nei due controlli (fig. 3.73).

Molluschi – Per questo Phylum sono state censite 7 specie, 5 presenti presso Tea, 3 presso C1 e 5 presso C2 (Tabb. 3- XXXVII - 3-XXXIX). I molluschi hanno costituito la porzione minore delle catture in tutti i siti, sia in termini numerici che ponderali (fig. 3.58). Da segnalare la presenza esclusiva del cefalopode *Octopus vulgaris* presso Tea, del bivalve

Aequipecten opercularis presso C1 e del gasteropode *Bolinus brandaris* presso C2 (Tabb. 3-XXXVIII - 3-XXXIX).



Fig. 3.73– Esempio di *C. granulata* catturato presso C2.

3.6.3. AFFINITÀ DELLE SPECIE CATTURATE CON I SUBSTRATI DURI

L'analisi delle catture secondo il grado di affinità delle varie specie verso i substrati duri (fig. 3.74) ha evidenziato presso la piattaforma Tea la dominanza numerica di specie ittiche necto-bentoniche PA ($36,99 \pm 4,75$ ind/500m/12h), per l'abbondante cattura di *P. erythrinus* e *T. minutus capelanus*, e di specie ittiche pelagiche PA ($22,26 \pm 7,05$ ind/500m/12h) per il cospicuo rinvenimento di *Scomber japonicus* e *Spicara maena*. Interessante la componente di specie bentoniche AT ($11,78 \pm 2,17$ ind/500m/12h), dovuta alla forte presenza nelle catture delle specie appartenenti al genere *Scorpaena*. Tra i crostacei sono risultate più numerose le specie NA ($8,76 \pm 1,48$ ind/500m/12h) soprattutto per le catture di *M. squinado*; da sottolineare la presenza delle specie AT dovute essenzialmente alla cattura di *Homarus gammarus* (fig. 3.74). I molluschi sono risultati trascurabili nelle catture complessive, evidenziando comunque la dominanza di specie NA ($1,31 \pm 0,35$ ind/500m/12h).

In termini ponderali, invece, i crostacei NA hanno costituito il gruppo più importante ($5,01 \pm 2,64$ kg/500m/12h) assieme ai pesci pelagici PA ($4,94 \pm 1,79$ kg/500m/12h), per le catture rispettivamente di esemplari di *M. squinado* di grandi dimensioni e di *Sarda sarda* e *S. japonicus*. Da evidenziare che tra i pesci nectobentonici in termini ponderali è risultata importante anche la categoria NA, comparabile a quelle precedentemente descritte, che era

invece trascurabile numericamente; ciò è dovuto alla presenza di un basso numero di esemplari di *M. aquila* molto importanti però ponderalmente.

I pesci bentonici NA hanno costituito il gruppo dominante in termini numerici (15,14±1,62 ind/500m/12h) in C1, soprattutto per le catture di *S. solea* e *R. clavata*; il secondo gruppo più importante numericamente è rappresentato dai crostacei NA (in particolare *M. squinado*; 8,01±1,41 ind/500m/12h). Da un punto di vista ponderale si evidenzia una dominanza sia dei pesci necto-bentonici NA (11,07±9,68 kg/500m/12h) principalmente per la cattura di *M. aquila*, sia dei bentonici NA (7,91±1,82 kg/500m/12h) a causa delle catture di *S. solea*. Per l'elevato errore standard, questi due gruppi sono apparsi comparabili e i necto-bentonici NA sono apparsi confrontabili anche con i crostacei NA. In questo sito, come pure in C2, è stata rilevata una frazione di pesci bentonici e crostacei AT, più importanti numericamente.

Infine, anche per quanto riguarda il sito di controllo C2 si è osservata la dominanza numerica dei pesci bentonici NA (14,79±1,98 ind/500m/12h), rappresentati principalmente da *S. solea* e *Squalus acanthias*, seguita dai crostacei NA (7,34±1,25 ind/500m/12h). In questo sito, come già accennato, è comparsa una frazione di specie AT, a seguito essenzialmente di catture accidentali dei crostacei *H. gammarus* e *D. personata*, del gasteropode *B. brandaris*, del pesce bentonico *S. notata* e dei necto-bentonici *S. aurata* e *Spondilyosoma cantharus*. In termini ponderali invece hanno prevalso i pesci bentonici NA (7,43±1,30 kg/500m/12h), anche in questo caso per le catture di *S. acanthias* e *R. clavata*, seguiti dai necto-bentonici e dai crostacei NA, questi ultimi comparabili tra loro.

L'elaborazione statistica (Tab. 3-XLII) ha evidenziato differenze tra il sito di estrazione e quelli di riferimento per i molluschi bentonici NA sia in numero che in peso: numericamente le differenze sono risultate altamente significative con entrambi i riferimenti e significative tra gli anni (2008>2009). Dal punto di vista ponderale, è stata riscontrata una cattura significativamente superiore in piattaforma rispetto a C1. Inoltre, Tea ha evidenziato delle differenze significative per i pelagici NA solo con C1 in termini numerici e altamente significative rispetto ad entrambi i controlli in peso. Catture significativamente maggiori in piattaforma sono state riscontrate sia in peso che in numero per i pesci bentonici AT e per quelli pelagici PA. Al contrario, ai controlli sono risultate significativamente superiori le catture dei bentonici NA.

Infine, solo in peso sono risultate significativamente maggiori le catture di crostacei AT effettuate presso la piattaforma rispetto al controllo C1.

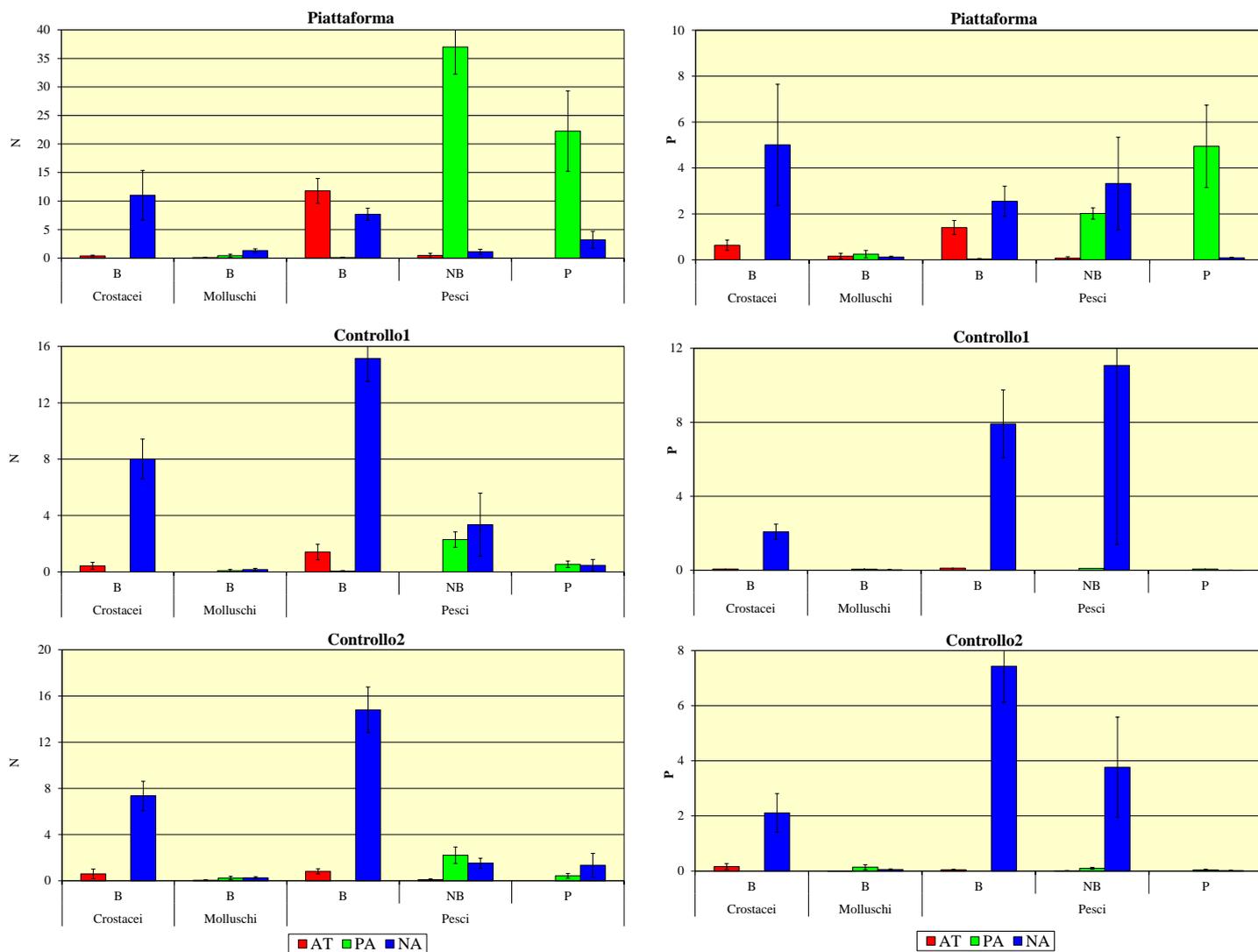


Fig. 3.74 - Numero e peso medi (\pm e.s.) delle specie attratte (AT), parzialmente attratte (PA) e non attratte (NA) e relativi errori standard, ottenuti nelle catture effettuate presso la piattaforma e nelle zone di controllo. B = bentonico; NB = netto-bentonico; P = pelagico.



Fig. 3.75 – Esemplare di *H. gammarus* catturato presso Tea.

Tab. 2-XLII – Risultati dei test statistici ottenuti per la densità e la biomassa dei principali gruppi di specie presso la piattaforma Tea e nei siti di controllo. g.l. = gradi di libertà; **, >> = altamente significativo; *, > = significativo. (C1 = Controllo 1; C2 = Controllo 2; T = Piattaforma Tea).

		Anova 2 vie								Kruskal-Wallis test									
Numero		Crostei		Molluschi			Pelagici			Bentonici			Necto-bentonici			Pelagici			
		AT	NA	NA		PA	NA		AT	NA		NA	PA		PA				
Effetti	g.l.	p	p	p	Tukey test	p	p	Tukey test	p	Comp. test	p	Comp. test	p	p	Comp. test	p	Comp. test		
Sito	2; 95	0.874	0.971	0.001**	P >> C1, C2	0.381	0.015*	P > C1	0.001**	P >> C1, C2	0.001**	C1, C2 >> P	0.504	0.001**	P >> C1, C2	0.001**	P >> C1, C2		
Anno	2; 95	0.316	0.383	0.041*	2008>2009	0.096	0.659		0.992		0.761		0.217	0.437		0.421			
Sito x Anno	4; 95	0.447	0.256	0.324		0.990	0.534												
Peso		Crostei		Molluschi			Pesci			Pesci									
Effetti		AT		NA	NA		PA	NA			Bentonici			Necto-bentonici			Pelagici		
		p	Tukey test	p	p	Tukey test	p	p	Tukey test	AT	Comp. test	NA	Comp. test	NA	PA	Comp. test	PA	Comp. test	
Sito	2; 95	0.021*	P > C1	0.536	0.022*	P > C1	0.450	0.001**	P >> C1, C2	0.001**	P >> C1, C2	0.001**	C1, C2 >> P	0.394	0.001**	P >> C1, C2	0.001**	P >> C1, C2	
Anno	2; 95	0.749		0.668	0.388		0.052	0.650		0.965		0.662		0.283	0.437		0.419		
Sito x Anno	4; 95	0.808		0.506	0.835		0.986	0.806											

3.6.4. PERMANOVA E PRINCIPAL COORDINATE ANALYSIS (PCO)

L'analisi multivariata ha evidenziato differenze altamente significative tra i popolamenti presenti in piattaforma rispetto ai due siti di controllo, che sono invece risultati piuttosto simili tra loro, come indicato dal *pairwise test* (Tab. 3-XLIII). La rappresentazione bidimensionale ha confermato una netta separazione tra il sito di estrazione e i due controlli (fig. 3.76).

Dall'analisi del grafico si evince che le specie maggiormente coinvolte nella differenziazione dei siti sono rappresentate da un pool di organismi attratti e parzialmente attratti dai substrati duri (es.: *T. minutus capelanus*, *Boops boops*, *P. herythrinus*, *S. notata* e *S. porcus*) per quanto riguarda la piattaforma e da specie tipiche di fondo mobile (*S. solea*, *R. clavata* e *Squilla mantis*) per quanto concerne i siti di controllo.

Tab. 3-XLIII – PERMANOVA sui dati dei popolamenti dei tre siti, basata sulle dissimilarità di Bray-curtis, su dati di abbondanza, **, >> = altamente significativo; * = significativo; g,l, = gradi di liberta', (T = Piattaforma Tea; C1= Controllo 1; C2= Controllo2).

Fattore	g,l,	MS	pseudoF	p	Pairwise test
Sito	2	27269	12,787	0,001**	T>> C2; C1
Anno	2	2945.7	1,3813	0,075	
Sito x Anno	4	2290.6	1,0741	0,359	

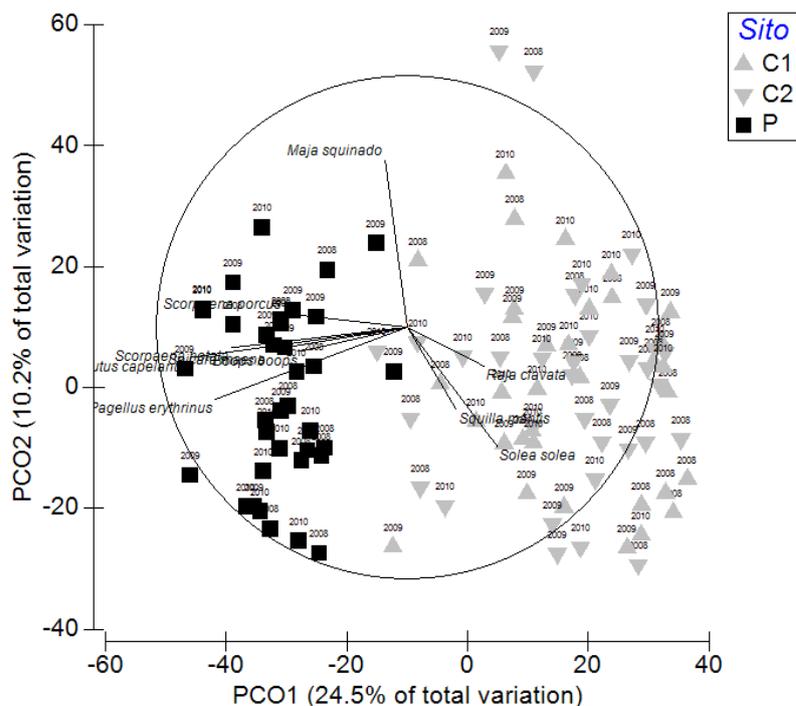


Fig. 3.76 – Rappresentazione bidimensionale dei tre siti campionati nei due anni d'indagine tramite la Principal Coordinate analysis (PCO).

3.7. AVVISTAMENTI DI CETACEI E TARTARUGHE MARINE

I primi avvistamenti sono avvenuti durante la fase di costruzione della piattaforma Tea. In particolare, il 10 maggio 2007 alle ore 13:00, a circa 4 km dalla struttura, è stata notata la presenza di un branco di tursiopi (*Tursiops truncatus*) in navigazione in direzione Nord. Nessun altro avvistamento è avvenuto sino al 18 febbraio 2008, quando è stato notato un piccolo branco di *T. truncatus* costituito da 4-5 esemplari a circa 1000 m dalla piattaforma in direzione SW. Il 14 aprile è stata registrata la presenza di 5-6 esemplari della stessa specie a circa 20 m dalla struttura in direzione NE.

Nel secondo semestre 2008, il 2 settembre sono stati avvistati altri 5-6 tursiopi a circa 400 m di distanza in direzione NW rispetto alla piattaforma. Il giorno successivo è stata invece notata una tartaruga (*Caretta caretta*) che stazionava nei pressi del controllo K4.

Per quanto concerne il 2009, il 25 maggio durante un campionamento di pesca è stata avvistata una tartaruga (*Caretta caretta*) in prossimità di Tea in direzione NW-SE alle ore 5:37. Sempre durante un campionamento di pesca, il 17 settembre alle ore 6:58 sono stati avvistati 3 tursiopi *Tursiops truncatus* a circa 1 mn da Tea e alle ore 7:30 una tartaruga *Caretta caretta* che stazionava nei pressi della piattaforma.

Infine, a differenza di quanto avvenuto precedentemente, nel 2010 non sono stati avvistati né delfini né tartarughe marine.

4. CONCLUSIONI

In riferimento al DEC/DSA/2004/00149 del 02/03/2004, la piattaforma Tea è stata sottoposta a un monitoraggio volto a valutare il potenziale impatto ambientale conseguente alla sua installazione. 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 conoscenze acquisite dal CNR-ISMAR di Ancona a partire dalla sua costituzione (1969) nel campo dell'oceanografia e della biologia marina in Adriatico e negli altri mari italiani; c) alle numerose esperienze effettuate dal CNR-ISMAR di Ancona 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 75 m di profondità (Regina, Anemone, Annalisa, Barbara NW, Calpurnia, Naomi-Pandora, PCMS-1, Calipso, Clara Est, Clara Nord e Naide; Fabi *et al.*, 2004a; 2005a; 2005b; 2006a; 2010a; 2010b; 2014); d) alle caratteristiche idrologiche e sedimentologiche della zona in cui è installata Tea.

Sulla base di queste esperienze, secondo le quali il ripristino delle condizioni originarie nei sedimenti e nell'ambiente biologico circostanti una piattaforma off-shore avente le dimensioni di Tea avviene in circa tre anni dalla sua installazione, è stato proposto un monitoraggio triennale comprendente indagini sulla colonna d'acqua, sui sedimenti (caratteristiche fisiche, chimiche, saggi biologici), sulla ricerca di inquinanti in *Mytilus galloprovincialis*, sulla comunità bentonica e sul popolamento ittico.

Un aspetto innovativo rispetto alla maggior parte dei monitoraggi precedenti, sebbene non previsto dal decreto ministeriale, è consistito in un'indagine antecedente la realizzazione della piattaforma (pre-survey). Tale indagine ha riguardato le caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua e dei sedimenti e la comunità bentonica del fondo originario ed è stata svolta al fine di ottenere informazioni di confronto utili nell'interpretazione dei dati acquisiti nei tre anni successivi all'installazione dell'impianto estrattivo. Per il campionamento della colonna d'acqua è stato applicato il piano di monitoraggio previsto per le indagini successive alla realizzazione della piattaforma e comprendente 8 stazioni di prelievo di cui 4 in prossimità della struttura e 4 di controllo. Per lo studio dei sedimenti e delle comunità bentoniche è stato seguito uno schema di campionamento semplificato che prevedeva il prelievo di campioni in corrispondenza della piattaforma (sito denominato T), in quattro stazioni poste a 60 m di distanza da essa a NW, NE, SW e SE (T1, T2, T3 e T4 rispettivamente) e in quattro siti di controllo posizionati a 1000 m da Tea (K1, K2, K3 e K4).

Nell'inverno 2007 sarebbe dovuto iniziare il monitoraggio triennale successivo alla messa in opera dell'impianto. Poiché i lavori di installazione e perforazione dei pozzi si sono protratti sino a fine 2007, in conformità con quanto richiesto dal decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, sono state condotte comunque delle indagini contemporaneamente a tali lavori, rappresentanti anch'esse un'innovazione rispetto agli studi precedenti effettuati sulle altre piattaforme off-shore. Tali indagini hanno incluso gli stessi aspetti considerati durante il pre-survey e sono stati adottati gli stessi piani di campionamento.

A partire da gennaio 2008, essendo stati ultimati i lavori di posa in opera della struttura, è iniziato il monitoraggio completo comprendente indagini idrologiche (caratteristiche fisiche e chimiche della colonna d'acqua e correntometriche), sedimentologiche (caratteristiche fisiche, chimiche ed ecotossicologiche), di bioaccumulo su organismi marini e biomarkers, oltre allo studio delle comunità bentonica e ittica. In questa fase sono stati adottati piani di campionamento completi.

In particolare, per quanto concerne i sedimenti e la comunità bentonica, sono stati tracciati due transetti ortogonali tra loro con al centro la piattaforma, lungo i quali sono state posizionate stazioni di campionamento a distanze crescenti. Sono stati anche monitorati gli stessi 4 siti di controllo già utilizzati nelle fasi di pre-survey e durante i lavori di installazione. La ricerca di bioaccumulo e biomarker in *Mytilus galloprovincialis* è avvenuta su esemplari prelevati dalle parti immerse della piattaforma, vicino e lontano dagli anodi sacrificali, e da un sito di controllo lontano da evidenti fonti di contaminazione. La comunità ittica è stata invece investigata mediante campionamenti di pesca mensili effettuati nei pressi di Tea e in due siti di controllo sufficientemente lontani da non esserne influenzati.

Nella presente relazione sono riportati tutti i risultati ottenuti dal pre-survey (estate 2006) al terzo e ultimo anno successivo all'installazione della piattaforma (2010).

Caratteristiche idrologiche – Analogamente agli anni precedenti (Fabi *et al.*, 2006b; 2010c; 2011; 2015a), anche nel corso del 2010 è apparso evidente il naturale riscaldamento della colonna d'acqua tra febbraio e giugno, con la graduale comparsa del termoclino stagionale e il successivo raffreddamento fino a novembre. La salinità ha mostrato una stratificazione superficiale evidente nei mesi di giugno e novembre, probabilmente dovuta alle maggiori precipitazioni piovose di quei periodi. La saturazione d'ossigeno è sempre stata superiore all'80% lungo tutta la colonna d'acqua ad eccezione di novembre, quando è

comunque risultata superiore al 60%. Ciò esclude la presenza di episodi ipossici nella zona indagata confermando i risultati degli anni precedenti. I valori di fluorescenza e torbidità sono risultati ridotti in tutto il periodo, anche nel 2010. Sullo strato di fondo di tutte le stazioni è stato spesso osservato un lieve incremento dei valori di fluorescenza. Ciò potrebbe essere dovuto alla presenza della caratteristica corrente di fondo che trasporta verso Sud-Est le acque più dense e ricche in particolato che si formano nel Nord Adriatico nei mesi invernali (Artegiani *et al.*, 1997a; 1997b). La fluorescenza superficiale più elevata registrata a novembre è stata probabilmente la conseguenza di una fioritura algale, come evidenziato anche dalle più alte concentrazioni di clorofilla *a*.

Come già osservato precedentemente, le concentrazioni dei nutrienti sono spesso risultate più elevate sul fondo in seguito alla maggior attività organica presente in prossimità del fondale. Tuttavia, concentrazioni elevate soprattutto di nitrati sono state registrate a giugno e novembre anche in superficie, in accordo con la minore salinità legata a un maggiore apporto fluviale e quindi a un maggiore carico di nutrienti di origine antropica. I valori di nutrienti non hanno mostrato valori eccezionali come invece si era osservato ad esempio per gli ortosilicati negli anni precedenti (Fabi *et al.*, 2006b; 2010c; 2011; 2015a). Le concentrazioni di clorofilla *a*, *b* e *c*, non sono apparse molto abbondanti, ad eccezione del già citato mese di novembre, indice che probabilmente nell'area non è avvenuta una crescita importante di comunità fitoplanctoniche.

Si è osservata, come già precedentemente, qualche differenza tra le concentrazioni di clorofilla e di nutrienti nelle stazioni vicine alla piattaforma, risultate superiori, e in quelle lontane. Questa caratteristica potrebbe essere dovuta alla maggiore attività biologica di fatto presente nella zona di installazione della piattaforma. In ogni modo, le concentrazioni rilevate sono simili a quelle osservate in altre aree dell'adriatico e non sono indice di attività anomale.

I dati correntometrici relativi al 2010 sono apparsi simili ai precedenti (Fabi *et al.*, 2006b; 2010c; 2011; 2015a) e hanno evidenziato come l'area sia soggetta a correnti piuttosto variabili in direzione seppur con una prevalenza verso i settori meridionali. Ciò è caratteristico di quest'area del Nord-Adriatico, condizionata sia da eventi atmosferici rilevanti (Bora e Scirocco) che dalla presenza del fiume Po (Orlic *et al.*, 1994; Marini *et al.*, 2008).

Caratteristiche sedimentologiche - I sedimenti dell'area indagata sono risultati costituiti in prevalenza dalla componente sabbiosa, che rappresenta in tutti i casi la gran parte dei

campioni. Complessivamente lo studio non ha rilevato variazioni di consistente entità nella tessitura del sedimento, sebbene non siano mancate le eccezioni. I primi cambiamenti sono stati osservati tra l'inverno e l'estate 2008 (primo anno di produzione di Tea), quando in corrispondenza della struttura la sabbia ha presentato un decremento di oltre 20 punti percentuali. Riduzioni di minori entità sono state osservate anche a 30 e 60 m di distanza dalla piattaforma. Una variazione opposta e di magnitudine del tutto paragonabile, registrata tra l'inverno e l'estate 2009, ha ripristinato le condizioni del pre-survey. Nelle due stagioni del 2010 sono avvenute variazioni a carico delle singole stazioni del tutto trascurabili, essendo tutte inferiori a 6 punti percentuali.

Per quanto riguarda gli IPA, occorre rilevare che questi contaminanti sono comparsi a partire dall'inverno 2009. E' ipotizzabile che la loro presenza sino all'ultimo campionamento, per quanto modesta, sia più legata al traffico marittimo che alle operazioni di estrazione della piattaforma.

I metalli sono risultati diffusamente presenti nei sedimenti studiati ma sempre in concentrazioni molto modeste che non dimostrano, complessivamente, uno stato di contaminazione dell'area. Nell'estate 2010 alcuni di essi (Al, Hg, Pb, Cd) hanno presentato concentrazioni uguali o inferiori a quelle del pre-survey. Per contro Cr, Cu, Ni e V, al di là delle fluttuazioni temporali, sono aumentati, pur conservando anch'essi tenori modesti. Comunque, le stesse variazioni temporali hanno riguardato anche i controlli, il che esclude un'influenza da parte della piattaforma. Alcuni metalli (Cr, Cu, Ni, Pb, V) hanno presentato sporadici picchi in qualche stazione soprattutto nell'inverno 2009, che sono comunque rientrati nei survey successivi.

Un cenno particolare meritano il bario e lo zinco. Il primo ha esibito anomalie positive per tutta la durata dello studio in corrispondenza della piattaforma e/o entro un raggio di 60 m da essa. L'impatto maggiore è stato osservato all'inizio della fase di produzione della piattaforma (inverno 2008) a 30 m dalla struttura in direzione SE. In valore assoluto, però, anche questi picchi non hanno raggiunto concentrazioni particolarmente elevate. Se si confrontano, infatti, con quelle registrate attorno alla piattaforma Annalisa situata al largo di Cattolica su un substrato sabbioso e a una profondità paragonabile, quelle di Tea sono di gran lunga inferiori (De Biasi *et al.*, 2006). Esse appaiono invece confrontabili con quelle di Barbara NW, situata molto più a Sud e più al largo (35 km da Ancona) rispetto a Tea (Fabi *et al.*, 2004a). Al termine del monitoraggio si può concludere che la presenza di Tea

aveva ancora effetti sul bario, ma prevalentemente nelle sue vicinanze e in direzione NW-SE.

Lo zinco ha esibito sporadici segnali di alterazione che hanno interessato soprattutto la stazione in corrispondenza della piattaforma o l'area entro 30 m di distanza da essa. Comunque, le anomalie di zinco, come quelle del bario, sono ampiamente descritte in letteratura e ricondotte, sebbene per ragioni differenti, alle piattaforme. Il caso di Tea, pertanto, non rappresenta un'eccezione; inoltre, occorre sottolineare che i tenori di zinco rilevati intorno a questa piattaforma sono sempre molto modesti, mediamente confrontabili con quelli dei controlli e inferiori o del tutto confrontabili con l'LCB (ICRAM-APAT, 2007) eccetto in due casi, ovvero a 30 m a NE nell'inverno 2009 e a 30 m a SE nell'inverno 2010.

Infine, è possibile affermare che Tea non influenza la concentrazione di sostanza organica. Essa infatti ha sempre conservato, lungo i transetti e in piattaforma, valori inferiori o confrontabili con quelli del pre-survey.

Ecotossicologia dei sedimenti - I risultati ottenuti durante l'intero periodo di monitoraggio con il saggio biologico effettuato con l'anfipode *C. orientale* hanno escluso un'influenza da parte della piattaforma Tea sulle proprietà ecotossicologiche dei sedimenti necessarie per la sopravvivenza di questi organismi test. Solo durante le fasi di installazione della struttura e nel semestre subito successivo è stata registrata la presenza di una tossicità bassa nei sedimenti adiacenti Tea che è poi scomparsa successivamente. Altrove, solo sporadicamente è stato raggiunto un basso grado di tossicità, contrariamente a un controllo in cui nell'inverno 2010 la tossicità era risultata media.

Analogamente al saggio con *Corophium orientale*, anche i risultati ottenuti con i test di fecondazione effettuati utilizzando il riccio di mare *Paracentrotus lividus* hanno dimostrato un'influenza limitata (tossicità bassa) da parte della piattaforma sull'esito della fecondazione solo nelle fasi di installazione e nel primo anno post lavori (2008). A differenza del saggio con l'anfipode, però, in questo caso la presenza di tossicità acuta è stata evidenziata anche nell'estate 2008; in quella stagione in corrispondenza della piattaforma era stata rilevata una tossicità bassa, mentre in tutti gli altri siti inclusi i controlli la tossicità ha raggiunto il grado medio o alto. Pertanto, l'estate 2008 è stata caratterizzata da un impatto generalizzato non attribuibile esclusivamente alla presenza della struttura quanto piuttosto a qualche fenomeno indipendente da essa che ha interessato tutta l'area. L'impatto sulle proprietà ecotossicologiche della colonna d'acqua non è stato

più rilevato a partire dall'inverno 2009, salvo qualche caso sporadico di tossicità bassa. Pertanto, a tre anni dalla posa in opera di Tea è possibile affermare che la struttura non presenta alcun rischio acuto per la colonna d'acqua sovrastante i sedimenti.

Al contrario, dai risultati dei test di sviluppo ottenuti nel corso dell'intero monitoraggio, è apparsa la possibilità di un evidente e generalizzato impatto cronico dei sedimenti sulla colonna d'acqua. La presenza di tossicità cronica è stata infatti costantemente rilevata a partire dall'inverno 2007 in tutti (o quasi tutti) gli elutriati sino all'ultimo campionamento, oscillando sempre tra basso e medio grado (solo in estate 2008 è stato raggiunto il grado alto in corrispondenza di Tea). Pertanto, da quanto emerso è possibile affermare che la piattaforma e le sue attività estrattive contribuiscono, assieme a fattori ambientali indipendenti dalla struttura stessa, a un rischio cronico per la colonna di acqua dell'area studiata.

Per quanto concerne la ricerca di bioaccumulo di metalli pesanti nel polichete *Hediste diversicolor*, i dati relativi all'intero periodo di campionamento hanno evidenziato un diffuso bioaccumulo nell'inverno 2008 di cromo, mercurio (esteso anche all'estate 2008 e a quella del 2009), nichel e vanadio, per quest'ultimo metallo rilevato anche nel 2010, al quale è corrisposto un incremento delle concentrazioni dei metalli nei sedimenti. Le fasi di installazione della piattaforma avevano determinato un accumulo di mercurio, piombo e zinco che, nella maggior parte dei casi, è rientrato durante la fase di produzione. Dopo tre anni dalla fine dei lavori di posa in opera in tutta l'area investigata non sono stati rilevati segnali di bioaccumulo eccetto, come già detto, per il vanadio, esteso a tutte le stazioni campionate, piombo, quest'ultimo non rilevato però nel sito posto in corrispondenza di TEA e in quello a 60 m a SE, e nichel limitatamente al sito della piattaforma e a quelli a 60 m a SE e a 60 m a SW. Pertanto, ad esclusione di questi tre casi, è possibile affermare che, alla fine del periodo di indagine considerato, la piattaforma Tea non ha più determinato la presenza di bioaccumulo negli organismi test.

Ricerca di inquinanti in *Mytilus galloprovincialis* - L'applicazione della batteria di biomarkers nei tre anni di monitoraggio tende ad evidenziare una leggera sindrome di stress negli organismi prelevati presso la piattaforma Tea. Tale condizione è evidenziata sia dai risultati dei test aspecifici come quello di sopravvivenza in aria nel corso dei survey condotti in estate 2008, inverno 2009 e inverno 2010, dell'indice di condizione e della stabilità delle membrane lisosomiali per l'intero periodo di studio, sia dai test più specifici di esposizione come il moderato accumulo intra-lisosomiale di lipofuscine (effetti

subcellulari dello stress ossidativo) osservato nelle tre stagioni estive. Assente appare l'effetto genotossico, come dimostrato dalla distribuzione delle frequenze di micronuclei confrontabili con quelle osservate in organismi prelevati presso il sito di controllo in tutto il periodo e paragonabile a quello riportato presso ambienti costieri relativamente puliti (Klobucar *et al.*, 2008). I livelli di fosfato alcalino-labile (ALP) osservati sia negli esemplari maschi che femmine non hanno dimostrato un effetto estrogenico negli organismi sentinella prelevati dai siti vicino e lontano gli anodi sacrificali di Tea, essendo sempre comparabili a quelli di controllo.

Lo studio della distribuzione degli inquinanti ha evidenziato da una parte uno scarso accumulo di idrocarburi alifatici e un moderato accumulo di composti organici poliaromatici che tende, tuttavia, a diminuire nel tempo e, dall'altra, un aumento di alcuni elementi in traccia, la cui frazione biodisponibile tende a produrre nei bivalvi analizzati una significativa risposta biologica evidenziata dall'aumento dei livelli di proteine metallo-chelanti (metallotioneine) nei bivalvi prelevati dalle parti sommerse della piattaforma. Un ulteriore approfondimento condotto quantificando l'espressione genomica correlata alla sintesi delle metallotioneine dimostra un leggero aumento dell'espressione del gene (MT₂₀), legato alla biodisponibilità di metalli pesanti non essenziali alla fisiologia del mitilo (Dondero *et al.*, 2005, 2006). Nel complesso, i valori osservati per le risposte biologiche e per i livelli di bioaccumulo sono comparabili con quelli presenti in letteratura e/o derivanti da altre indagini effettuate nell'Adriatico settentrionale in ambienti marini e marino costieri (Petrovic *et al.*, 2004; Fabi *et al.*, 2005a; 2005b; 2006b; 2010b; 2010c; 2014; Donnini *et al.*, 2007, Bocchetti *et al.*, 2006; Carro *et al.*, 2006, Lima *et al.*, 2007; Mahaan *et al.*, 2007; Gorbi *et al.*, 2008; Fattorini *et al.*, 2009).

Alla luce di tutti i risultati relativi ai tre anni di indagine è possibile affermare l'assenza di particolari criticità ambientali patite dagli organismi marini analizzati.

Comunità bentonica – La comunità bentonica rinvenuta nell'area in esame nell'intero periodo di indagine è apparsa piuttosto ricca in termini di numero di individui e di specie e abbastanza diversificata. La maggior parte dei taxa rinvenuti appartiene ai phyla dei policheti e dei molluschi e al sub-phylum dei crostacei.

Quasi tutte le specie sono risultate tipiche di fondi limicoli, a granulometria mista o sabbiosi; una certa quantità di taxa osservati ovunque è tipica dei sedimenti ricchi di materia organica e il loro numero è spesso aumentato nel tempo, ma tali variazioni non hanno sempre trovato riscontro con le variazioni di sostanza organica nei sedimenti.

Gli indici biotici utilizzati hanno mostrato, in generale, una discreta omogeneità tra le stazioni presenti nell'area circostante Tea, la piattaforma stessa e i siti di controllo. Nell'inverno 2007 (1° survey condotto durante i lavori di installazione di Tea) era stata registrata una riduzione delle densità rispetto al pre-survey, mentre nell'estate successiva era avvenuto un incremento generalizzato di tutti gli indici, presumibilmente determinato dal periodo di campionamento effettuato nella stagione in cui, generalmente, si registra un forte incremento della componente biotica. Da evidenziare comunque che le variazioni interstagionali osservate attorno al jacket di Tea sono state registrate anche nei siti di controllo, posti a una distanza tale da non essere influenzati dai lavori in corso. Si può pertanto ipotizzare che questi cambiamenti siano stati prevalentemente determinati dalla naturale variabilità dei popolamenti. Nel primo survey effettuato durante la fase di produzione (inverno 2008) si è assistito a una riduzione del numero di individui in corrispondenza della piattaforma rispetto al monitoraggio precedente. Già a 30 m di distanza è comunque apparso evidente un recupero dei valori. Tale situazione è già stata osservata presso altre strutture off-shore situate più a Sud rispetto a Tea (Barbara NW, Calpurnia; Fabi *et al.*, 2002; 2004a) presso le quali, già alla fine del primo anno successivo ai lavori di messa in opera, si era verificata una omogeneizzazione dei valori. Nell'estate 2008 è avvenuto un recupero della densità presso Tea che, però, è risultata meno ricca in numero di individui rispetto ai controlli analogamente alla maggior parte dei siti dei transetti. Nei due anni successivi sono avvenute alcune variazioni non sempre univoche e il range di valori è spesso risultato piuttosto ampio, sia nell'area circostante la piattaforma che nei siti di controllo, comunque sempre confrontabili. Tale variabilità potrebbe essere pertanto principalmente determinata dalla zona in cui è posizionata la piattaforma, fortemente soggetta agli apporti del fiume Po e caratterizzata da correnti variabili influenzate da fenomeni sia meteorologici che idrodinamici che possono incidere sulle componenti abiotiche e biotiche.

Per quanto riguarda gli altri indici, invece, né la Ricchezza specifica né la Diversità specifica hanno presentato variazioni importanti dopo la fine dei lavori di installazione, se non quelle legate alla stagionalità per quanto concerne il numero di specie, generalmente più elevato in estate.

In tutto il periodo è stata osservata una certa complessità dei popolamenti rinvenuti, costituiti per lo più da taxa di secondaria importanza. Anche le specie principali non sono comunque generalmente risultate nettamente dominanti sulle comunità salvo alcuni casi,

verificatisi principalmente nell'ultimo anno. Nel 2010, infatti, è stata evidenziata una generale dominanza dei policheti indicatori della presenza di materia organica nei sedimenti *Prionospio cirrifera* e Paraonidae nd; solo nei siti posti a 120 m a NE e SW da Tea aveva prevalso in inverno *Ditrupa arietina*, della Biocenosi dei fondi mobili instabili, situazione non confermata in estate e, pertanto, da ritenere come caso isolato. Questi taxa erano stati rinvenuti anche nei monitoraggi precedenti, ma con densità e importanza inferiori. Inoltre, sono state riscontrate alcune variazioni nel tempo consistenti ad esempio nella scomparsa di alcuni taxa e la comparsa di altri, indicando dunque una certa evoluzione temporale come evidenziato dall'MDS. Tali variazioni hanno comunque riguardato anche i controlli, pertanto non sono imputabili esclusivamente alla presenza della piattaforma o ai lavori di installazione. Si tratta piuttosto di variazioni presumibilmente legate alle naturali dinamiche delle specie.

Dal punto di vista qualitativo è stata riscontrata una buona omogeneità tra la zona circostante la struttura e i controlli nell'intero periodo, in quanto la maggior parte delle specie è stata sempre rinvenuta in entrambe le aree. Comunque, nell'ultimo anno in corrispondenza della piattaforma è stata ottenuta la maggiore percentuale di specie esclusive alcune delle quali (*Balanus trigonus*, *Balanus perforatus*, *Schizoporella* sp, Madreporaria nd) legate alla presenza di substrati duri rappresentati ad esempio da valve di bivalvi. La formazione nelle immediate vicinanze di una piattaforma offshore di una comunità bentonica mista, costituita cioè da specie di fondo mobile caratteristiche dell'area e specie di fondo roccioso è tipica delle strutture offshore dell'Adriatico e si verifica generalmente entro 2 o 3 anni dalla loro installazione a seconda della profondità in cui sono installate (Spagnolo *et al.*, 2002; 2006; Fabi *et al.*, 2007; Manoukian *et al.*, 2010)

Per quanto concerne infine lo stato ecologico dell'area oggetto di studio, si è ritenuto opportuno nell'ultimo campionamento ampliare la quantità di indici ecologici rispetto al periodo precedente in cui era stato adottato esclusivamente l'indice W di Warwick, al fine di ottenere una situazione quanto più veritiera. Infatti, come indicato da Teixeira *et al.* (2007), un indice può enfatizzare una caratteristica ecologica di una determinata specie che viene invece sottovalutata da un altro. E' da tener presente che l'approccio adottato è del tutto sperimentale, essendo gli indici stati utilizzati prevalentemente in acque marino-costiere; pertanto i risultati che ne derivano non devono essere considerati assoluti, ma possono tuttavia fornire un'utile indicazione. Inoltre, sia Borja (indice AMBI) sia Simboura (indice BENTIX) ritengono che i loro indici possano essere applicati anche ai

dati di benthos provenienti dalle piattaforme estrattive offshore dell'Adriatico (comunicazioni personali degli Autori). Dalla procedura adottata è emerso un leggero peggioramento dello stato ecologico nel 2007, anno in cui è avvenuta l'installazione della piattaforma. Ciò non deve stupire in quanto è ovvio che generalmente i lavori di posa in opera di una struttura comportino dei cambiamenti sulle comunità bentoniche che, essendo dotate di scarsa o nulla mobilità, non possono reagire prontamente alle azioni di disturbo come invece, ad esempio, i popolamenti ittici. L'importante è piuttosto che tale disturbo non si prolunghi nel tempo. Nel caso di Tea, inoltre, è da evidenziare che il peggioramento nel 2007 ha riguardato anche i siti di controllo e, pertanto, è ipotizzabile che tutta l'area sia stata interessata in quel periodo da qualche cambiamento ambientale non esclusivamente determinato dalle operazioni di posa in opera. A rafforzare tale ipotesi vi sono i risultati degli anni successivi, che hanno indicato un recupero dello stato ecologico nel primo anno di produzione di Tea e un lento, graduale e lieve peggioramento successivamente che ha portato, nell'estate 2010, a uno stato ecologico tra il buono e il moderato ovunque.

Comunità ittica – I risultati dei survey effettuati nel triennio 2008-2010 presso la piattaforma Tea sono in accordo con quelli dei monitoraggi precedentemente condotti in Adriatico settentrionale presso altre strutture estrattive (Fabi *et al.*, 2001; 2003; 2004a; 2004b; 2005b; 2006b; 2010b) e con alcuni studi condotti in altre aree (Stanley e Wilson, 1990; 1997; Schroeder *et al.*, 1999; Love *et al.* 2000; Løkkerborg *et al.*, 2002). La piattaforma Tea ha esercitato un'azione attrattiva sulla comunità ittica durante tutto il periodo, soprattutto nei confronti di alcune specie necto-bentoniche parzialmente attratte dai substrati duri come *Trisopterus minutus capelanus* e *Pagellus erythrinus* e specie pelagiche parzialmente attratte quali *Scomber japonicus*, *Spicara maena* e *Boops boops*. Inoltre, è interessante evidenziare la presenza costante di bentonici attratti come *Scorpaena notata*, *Scorpaena porcus* e *Scorpaena scrofa*; tali specie sfruttano la grande disponibilità di prede e rifugi presenti nella porzione più profonda della piattaforma, come osservato anche in altre strutture estrattive dell'Adriatico settentrionale (Scarcella *et al.*, 2011). Studi condotti su strutture offshore situate nel Golfo del Messico (Hastings *et al.*, 1976; Sonnier *et al.*, 1976) e nel Sud della California (Carlisle *et al.*, 1964; Love e Westphal, 1990; Love *et al.*, 1994; 2005) hanno evidenziato una situazione analoga, essendo stata riscontrata in quelle aree una notevole colonizzazione di esemplari adulti di scorpeniformi del genere *Sebastes*.

La presenza di tutti questi organismi ha determinato valori di Ricchezza specifica e

rendimenti di pesca tendenzialmente più elevati rispetto alle zone di controllo nel corso del primo anno e terzo anno di indagine ma non nel secondo, sebbene anche in quel periodo siano rimaste le differenze di tipo qualitativo. L'elevata concentrazione di tali organismi intorno al jacket potrebbe essere stata il risultato di vari fattori, come ad esempio il possibile effetto tigmotropico generato dai piloni sommersi, la maggiore disponibilità di cibo e la diminuzione del rischio di predazione nelle vicinanze della piattaforma rispetto al mare aperto (Bohnsack *et al.*, 1991). Situazioni analoghe erano già state evidenziate presso le piattaforme Barbara NW, Calipso, Annalisa e Clara Est (Fabi *et al.*, 2003; 2004a, 2006b, 2010b), ubicate più a Sud rispetto Tea e a profondità comprese tra 40 m e 75 m.

Molto interessante è stata la costante presenza nei pressi della piattaforma Tea anche di crostacei e molluschi che manifestano una certa predilezione per i substrati duri, quali ad esempio il crostaceo *Hommarus gammarus*, decapode con tipiche abitudini predatorie ed elevata affinità verso i fondali rocciosi, e i cefalopodi *Octopus vulgaris*, *Eledone moschata* ed *Eledone cirrosa*.

Avvistamenti di cetacei e tartarughe marine – Durante la fase di costruzione della piattaforma Tea (maggio 2007) è avvenuto l'avvistamento di tursiopi *Tursiops truncatus* in navigazione a circa 4 km dalla struttura, pertanto a una certa distanza dall'area interessata dai lavori che, presumibilmente, hanno creato un certo disturbo per questi animali. Nella fase di produzione in tre occasioni nel 2008 (febbraio, aprile e settembre) e in due nel 2009 (maggio e settembre) sono stati avvistati piccoli branchi della stessa specie e una tartaruga della specie *Caretta caretta* anche a distanze molto ravvicinate rispetto a Tea (20 m). E' probabile che l'effetto attrattivo da parte della struttura nei confronti di specie ittiche induca i cetacei e le tartarughe marine ad un avvicinamento in cerca di cibo abbondante e facilmente disponibile.

4. BIBLIOGRAFIA

- Aarab N., Minier C., Lemarie S., Uruh E., Hansen P.D., Larsen B.K., Andersen O.K., Narbonne J.F. 2004. Biochemical and histological responses in mussel (*Mytilus edulis*) exposed to North Sea oil and to a mixture of North Sea oil and alkylphenols. *Mar. Environ. Res.*, 58: 437-441.
- Accomando R., Viarengo A., Orunesu M. 1990. *In vivo* and *in vitro* effects of heavy metals on DNA polymerase activities in the digestive gland of *Mytilus* in sea-grasses, benthic algae, oysters and recent sediments from Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Bull. Environ. Cont. Toxicol.*, 19 (2): 162-170.
- Aebi H. 1974. Catalase. Pagg. 671-684, *in*: Methods on enzymatic analysis. Bergmeyer H.U. (Ed.), Academic Press, London.
- Ahmed M. T., Mostafa G. A., Al Rasbi S. A., Askar Ahmed. A. 1998. Capillary gas chromatography determination of aliphatic hydrocarbons in fish and water from Oman. *Chemosphere*, 36, (6), Pp 1391-1403.
- Amouroux J.M. 1974. Etude des peuplements infralittoraux de la côte du Roussillon. *Vie Milieu*, 24 (1) sèr. B: 209-222.
- Anderson M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral. Ecology*, 26: 32-46.
- 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. 1998a. *Standard Guide for Conducting Static Acute Toxicity Tests with Echinoid Embryos*. ASTM/E 1563-1998. American Society for testing and materials, Philadelphia, PA. 21 pp.
- ASTM. 1998b. *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. 57 pp.
- Augier H. 1992. *Inventaire et classification des biocenoses 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.
- 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.
- Bellan Santini D., Bellan G., Bitar G., Harmelin J-G., Pergent G. 2002. *Handbook for interpretino types of marine habitat for the selection of site sto be included in the national inventories of natural sites of conservation interest*. United Nations Environment Programme, Action Plan for the Mediterranean. 217 pp.
- 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. 98 pp.

- 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. Poll. Bull.*, 40 (12): 1100-1114.
- 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.
- Blaise C., Gagné F., Pellerin J., Hansen P.D. 1999. Determination of vitellogenin-like properties in *Mya arenaria* hemolymph (Saguenay Fjord, Canada): a potential biomarker for endocrine disruption. *Environ. Toxicol.*, 14: 455-465.
- 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.
- Bohnsack J.A., Johnson D.L., Ambrose R.F. 1991. Ecology of artificial reef habitats and fishes. Pages 61-108, in Seaman W.J., Sprague L.M. (Eds.), *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press. San Diego, California.
- 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.
- 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., Landini, E., Roggeri, P., Fabbri, R., Viarengo, A. 1999. Genotoxicity biomarkers in the assessment of heavy metal effects in mussels: experimental studies. *Environ. Mol. Mutagen.*, 33: 287-292.
- 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.
- Botello A.V., Mandelli E.F. 1978. Distribution of n-paraffins in sea-grasses, benthic algae, oysters and recent sediments from Terminos Lagoon, Campeche, Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 19 (2): 162-170.
- 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.
- Brunetti R., Gabriele M., Valerio P., Fumagalli O. 1992. The micronucleus test: temporal pattern of base-line frequency in *Mytilus galloprovincialis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 83: 75-78.
- Buchner T., Oescheger D.A., Theede H. 1996. Aspects of antioxidant status in the polychaete *Arenicola marina*: tissue and sub cellular distribution and reaction to environmental hydrogen peroxide and elevated temperatures. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 143: 141-150.
- Cantone G., Fassari G., Mollica E. 1992. Analisi comparativa del popolamento a Policheti dei fondi mobili costieri del Golfo di Catania. *Animalia*, 19 (1/3): 1981-192.
- Cajaraville M.P., Bebianno M.J., Blaso J., Porte C., Sarasquete C., Viarengo A. 2000. The use of biomarkers to assess the impact pollution in coastal environments of the Iberian Peninsula: a practical approach. *Sci. Tot. Environ.*, 247: 295-311.

- Carlisle J.G.Jr., Turner C.H., Ebert E.E. 1964. *Artificial habitat in the marine environment*. California Department of Fish and Game, Fish Bulletin, 124. 93 pp.
- 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.
- Cicero A.M., Di Girolamo I. 2001. *Metodologie Analitiche di Riferimento del Programma di Riferimento per il controllo dell'ambiente marino costiero (triennio 2001-2003)*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, ICRAM (Ed.).
- Clark R.C.Jr., Blumer M. 1967. Distribution of n-paraffins in marine organisms and sediments. *Limol. Oceanogr.*, 12: 79-87.
- 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.
- Crema R., Castelli A., Prevedelli D. 1991. Long term eutrophication effects on macrofaunal communities in Northern Adriatic Sea. *Mar. Poll. Bull.*, 22 (10): 503-508.
- Dailianis S., Domouhtsidou G.P., Raftopoulou E., Kaloyianni M., Dimitriandis V.K. 2003. Evaluation of neutral red retention assay, micronucleus test, acetylcholinesterase activity and signal transduction molecule (cAMP) in tissues of *Mytilus galloprovincialis* (L.), in pollution monitoring. *Mar. Environ. Res.*, 56: 443-470.
- De Biasi A.M., G. Fabi, L.Pacciardi, F. Gai, S. Ferrari, M. Puletti, S. De Ranieri. 2006. Monitoraggio di una piattaforma di estrazione nel Mar Adriatico settentrionale: metalli pesanti. *Atti Soc. tosc. Sci. nat., Mem., Serie B*, 113: 83-89.
- de Zwaan A., de Kock W.C. 1988. The development of a general biochemical stress index. *Mar. Environ. Res.*, 24: 254-255.
- de Zwann A., Wijsman T.M.C. 1976. Anaerobic metabolism in bivalvia (Mollusca). Characteristics of anaerobic metabolism. *Comp. Biochem. Physiol.*, 54B: 313-323.
- Dillon T.M., Moore W.D., Gibson A.B. 1993. Development of a chronic sublethal bioassay for evaluating contaminated sediment with the marine polychaete worm *Nereis (Neanthes) arenaceodentata*. *Environ. Tox. Chem.*, 12: 589-605.
- Domouhtsidou G.P., Dailianis S., Kaloyianni M., Dimitiadis V. K. 2004. Lysosomal membrane stability and metallothionein content in *Mytilus galloprovincialis* (L.), as biomarker combination with trace metals concentration. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 572-586.
- Dondero F., Piacentini L., Banni M., Rebelo M., Burlando B., Viarengo A., 2005. Quantitative PCR analysis of two molluscan metallothionein genes unveils differential expression and regulation. *Gene* 345, 259-270.
- Dondero F., Dagnino A., Jonsson H., Capri F., Gastaldi L., Viarengo A. 2006. Assessing the occurrence of a stress syndrome in mussels (*Mytilus edulis*) using a combined biomarker/gene expression approach. *Aquatic Toxicology*, 78: S13-S24.
- 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). *Env. Int.*, 33 (7): 919-928.
- EC. 2003. *Towards a guidance on establishment of the intercalibration network and the processes on the intercalibration exercise*. Produced by: CIS Working Group 2.5 (Intercalibration), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission. 54 pp.

- Eertman R.H.M., de Zwann A. 1994. Survival of the fittest: resistance of mussels to aerial exposure. Pagg. 269-284, in: Kramer (Ed.), *Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries*. CRC Press, Boca Raton.
- Eertman R.H.M., Wagenvoort A.J., Hummel H., Smaal A.C. 1993. "Survival in air" of the blue mussel *Mytilus edulis* L. as a sensitive response to pollution-induced environmental stress. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 170: 179–195.
- EPA. 1994. *Methods for Assessing the Toxicity of Sediment-associated contaminants with Estuarine and Marine Amphipods*. EPA/600/R-94/025. June 1994. 156 pp.
- EPA. 1995. *Short-term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to West Coast Marine and Estuarine Organisms*. EPA/600/R-95/136. August, 1995. 15 pp.
- EPA. 1998. *Evaluation of Dredged Material Proposed for Discharge in Waters of the U.S. -Testing Manual EPA 823-B-98-004*. February 1998. 176 pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Grati F., Marini M., Spagnolo A. 2001. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Regina. III anno di indagine. Rapporto finale*. Rapporto Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 228+XLIX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Panfili M. 2002. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Calpurnia. Rapporto conclusivo di due anni di indagine (2000-01)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, 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. 227 + IL pp.
- Fabi G., Grati F., Puletti M., Scarcella G. 2004b. Effects on fish community induced by the installation of two gas platforms (Adriatic sea). *Mar. Ecol. Progr. Series*, 273: 187-197.
- Fabi G., Ausili S., De Ranieri S., Nasci C., Spagnolo A. 2005a. *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., Boldrin A., De Ranieri S., Manoukian S., Nasci C., Scarcella G., Spagnolo A. 2005b. *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., De Ranieri S., Marini M., Spagnolo A. 2006b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea – Pre-survey (2006)*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 64 + XXIV pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Manoukian S., Marini M., Meneghetti F., Paschini E., Scarcella G., Spagnolo A. 2006a. *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., A. Campanelli, De Ranieri S, Nasci C., Polidori P., Punzo. 2010b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Clara Est. Rapporto conclusivo di 3 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., Marini M., Spagnolo A. 2010c. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. I anno di monitoraggio - Rapporto finale*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 157 + XXIX pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Penna P., Domenichetti F., Spagnolo A. 2011. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. III anno di monitoraggio - Rapporto finale*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 157 + XXIX pp.
- Fabi G., Bolognini L., De Ranieri S., F. Domenichetti, Nasci C., Penna P.L., Santelli A., Spagnolo A. 2013a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. II anno dopo la posa in opera della piattaforma, III anno dopo la posa del sea-line - Rapporto finale (estate 2006 - estate 2009)*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 322 + XLV pp.
- Fabi G., Bolognini L., De Ranieri S., Nasci C., Penna P.L., Spagnolo A. 2013b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. V anno di monitoraggio 2010 - III anno dopo la posa in opera della piattaforma, Rapporto semestrale*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 161 + XLVIII pp.
- Fabi G., De Ranieri S., Girasole M., Gomiero G., Penna P., Spagnolo A. 2014. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Naide. Rapporto finale dal pre-survey al IV anno dopo la posa in opera (2004-2009). Misure correntometriche, Indagini sedimentologiche, ecotossicologiche e Analisi di inquinanti in organismi marini*. Rapporto per Eni S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 213 + xlviii pp.
- Fabi G., Bolognini L., De Ranieri S., Domenichetti F., Nasci C., Penna P., Santelli A., Spagnolo A. 2015a. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. II anno dopo la posa in opera della piattaforma, III anno dopo la posa del sea-line - Rapporto finale (estate 2006 - estate 2009)*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 307 + XLV pp.
- Fabi G., Bolognini L., De Biasi A.M., Gomiero A., Kozinkova L., Penna P., Spagnolo A. 2015b. *Servizi di monitoraggio ambientale Campo Tea. V anno di monitoraggio - 2010. III anno dopo la posa in opera della piattaforma - Rapporto semestrale*. Rapporto per ENI S.p.A. – Divisione E&P, Distretto di Ravenna. 139 + XLIII 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 off-shore 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.
- Gagnè F., Blaise C., Lachance B., Sunahara G.I., Sabik H. 2001. Evidence of coprostanol estrogenicity to the freshwater mussel *Elliptio complanata*. *Environ. Poll.*, 115: 97-106.
- Gagnè F., Blaise C., Pellerin J., Gauthier-Clerc S. 2002. Alteration of the biochemical properties of female gonads and vitellins in the clam *Mya arenaria* at contaminated sites in the Saguenay Fjord. *Mar. Environ. Res.*, 53: 295-310.
- Gambi M.C., Giangrande A. 1985. Caratterizzazione e distribuzione delle categorie di policheti nei fondi mobili del Golfo di Salerno. *Oebalia*, 11: 223-240.
- Gamulin-Brida H. 1974. Biocenoses bentiques de la mer Adriatique. *Acta Adriatica*, 15 (9): 1-102.
- Gelpi E., Schneider H., Mann J., Oró J. 1970. Hydrocarbons of geochemical significance in

microscopic algae. *Phytochemistry*, 9(3): 603-612.

- George S.G., Viarengo A. 1985. A model for heavy metal homeostasis and detoxication in mussels. Pagg. 125-133, in: Vernberg F.J., Thurberg F.P., Calabrese A., Verberg W.B. (Eds.), *Marine pollution and physiology: recent advances*. University of South Carolina Press, Columbia, SC.
- Gomiero A., Da Ros L., Meneghetti F., Nasci C., Spagnolo A., Fabi G. 2011. Integrated use of biomarkers un mussels *Mytilus galloprovincialis* for assessing off-shore gas platforms in the Adriatic Sea: results of a two-year biomonitoring program. *Marine Pollution Bulletin*, 62(11): 2483-2495.
- 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.
- Hansen P.D., Dizer H., Hock B., Marx A., Sherry J., McMaster M., Blaise C. 1998. Vitellogenin – a biomarker for endocrine disruptors. *Trends Anal. Chem.*, 17 (7): 448-451.
- Hastings R.W., Ogren L.H., Mabry M.T. 1976. Observations on the fish fauna associated with offshore platforms in the north-eastern Gulf of Mexico. *Fish. Bull.*, 74 (2): 387-401
- Heddle J.A., Cimino M.C., Hayashi M., Romagna F., Shelby M.D., Tucker J.D., Vanparys Ph., McGregor J.T. 1991. Micronuclei as an index of cytogenetic damage: past, present and future. *Environ. Molec. Mutag.*, 18: 277-291.
- Higuchi R., Fockler C., Dollinger G., Watson R. 1993. Kinetic PCR Analysis: real time monitoring of DNA amplificatuion reactions. *Biotechnology* , 11 (9) pp. 1026-1030.
- Holliger C., Zehnder A.J.B. 1996. Anaerobic biodegradation of hydrocarbons. *Cuurent Opinion in Biotechnology*, 7: 326-330.
- ICRAM-APAT. 2007. *Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini*. 72 pp.
- Jabbar A., Davies J.L. 1987. A simple and convenient biochemical method for sex identification in the marine mussels, *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 107: 39-44.
- Jiménez B. 1997. Environmental effects of endocrine disruptors and current methodologies for assessing wildlife health effects. *Trends in Analytical Chemistry*, 16 (10): 596-606.
- Klobučar G. I.V., Štambuka A., Hylland K., Pavlica M., 2008. Detection of DNA damage in haemocytes of *Mytilus galloprovincialis* in the coastal ecosystems of Kaštela and Trogir bays, Croatia. *Science of the total Environment*, 405: 330-337.
- Kohler K., Riisgard, H.U. 1982. Formation of metallothioneins in relation to accumulation of cadmium in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 66: 53-58.
- Ladygina N., Dedyukhina E.G., Vainshtein M.B. 2006. A review on microbial synthesis of hydrocarbons. *Process Biochemistry*, 41: 1001-1014.
- Lagadic L., Caquet T. 1998. Invertebrates in Testing of Environmental Chemicals: Are They Alternatives? *Environmental Health Perspectives* 106 (2): 593.
- Lima I., Moreira S. M., Rendón-Von Osten J., Soares A.M.V.M. and 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.
- Lindman H.R. 1992. *Analysis of variance in experimental design*. Springer-Verlag Eds., New York. 531 pp.
- Livak J., Schmittingen T., D. 2001. Analysis of relative gene expression data using real time quantitative PCR and the 2-CT method. *Methods*, 25: 402-408.

- Livingstone D.R. 1991. Organic xenobiotics metabolism in marine invertebrates. *Adv. Comp. Envir. Phys.*, 7: 45-185.
- Livingstone D.R., Pipe R.K. 1992. Mussels and environmental contaminants: molecular and cellular aspects. Pagg. 425-464, in: Gosling E. (Ed.), *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*. Elsevier Press, Amsterdam.
- Løkkeborg S., Humborstad O. B., Jorgensen T., Soldal A.V. 2002. Spatio-temporal variations in gillnet catch rates in the vicinity of North Sea oil platform. *ICES Journ. of Mar. Sci.*, 59: 294-299.
- Love M.S., Westphal W. 1990. Comparison of fishes taken by a sportfishing party vessel around oil platforms and adjacent natural reefs near Santa Barbara, California. *Fishery Bulletin*, U.S., 88: 599-605.
- Love, M. S., Caselle J., Snook L. 2000. Fish assemblages around seven oil platforms in the Santa Barbara Channel area. *Fish. Bull.*, 98: 96-117.
- Love M.S., Hyland J., Ebeling A., Herrlinger T., Brooks A., Imamura E. 1994. A pilot study of the distribution and abundances of rock fishes in relation to natural environmental factors at an offshore oil and gas production platform off the coast of southern California. *Bull. Mar. Sci.*, 55 (2-3): 1062-1085.
- Love M.S., Schroeder M.D., Leanz W.H. 2005. Distribution of Boccaccio (*Sebastes paucispinis*) and Cowcod (*Sebastes levis*) around oil platforms and natural outcrops off California with implication for larval production. *Bull. Mar. Sci.*, 77 (3): 397-408.
- Lowe D.M., Fossato V.U., Depledge M.H. 1995. Contaminant-induced lysosomal membrane damage in blood cells of mussels *Mytilus galloprovincialis* from the Venice Lagoon: an in vitro study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 129: 189-196.
- Lucas A., Beninger P.G. 1985. The use of physiological condition indices in marine bivalve aquaculture. *Aquaculture*, 44: 187-200.
- Mahanan M. 2008. Heavy metal concentrations in marine molluscs from the Moroccan coastal region. *Env. Pol.*, 153 (1): 176-183.
- Manoukian S., Spagnolo A., Scarcella G., Punzo E., Angelini R., Fabi G. 2010. Effects of two offshore gas platforms on soft-bottom benthic communities (northwestern Adriatic Sea, Italy). *Marine Environmental Research*, 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. In Cody M.L. and Diamond J.M. (eds). *Ecology and Evolution of Communities*, 4: 81-120.
- McCarthy J.F., Shugart L.R. 1990. Biological markers of environmental contamination. Pagg. 3-14, in: McCarthy J.F., Shugart L.R. (Eds.), *Biomarkers of Environmental Contamination*. Lewis Publishers, Boca Raton Florida.
- Mersch J., Beauvais M.N., Nagel P. 1996. Induction of micronuclei in haemocytes and gill cells of zebra mussels, *Dreissena polymorpha*, exposed to clastogens. *Mut. Res.*, 371: 47-55.
- Michael X.R., Cassand P.M., Ribera D.G., Narbonne J.F. 1992. Metabolism and mutagenic activation of benzo(a)pyrene by sub cellular fractions from mussels (*Mytilus galloprovincialis*) digestive gland and the sea brass (*Dicentrarchus labrax*) liver. *Comp. Biochem. Physiol.*, C103: 43-51.
- Moore M.N. 1990. Lysosomal cytochemistry in marine environmental monitoring. *Histochemistry*, 22: 187-191.

- Muxica I., Borja A., Bonne W. 2005. The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts. *Ecological Indicators*, 5: 19-31.
- 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. Poll. Bull.*, 55: 13-29.
- Nasci C., Campesan G., Fossato V.U., Dolci F., Mesetto A. 1989. Hydrocarbon content and microsomal BPH and reductase activity in mussel, *Mytilus* sp., from the Venice area, North-East Italy. *Mar. Environ. Res.*, 28: 109-112.
- Nasci C., Nesto N., Monteduro R.A., Da Ros L. 2002. Field application of biochemical markers and a physiological index in the mussel, *Mytilus galloprovincialis*: transplantation and biomonitoring studies in the lagoon of Venice (NE Italy). *Mar. Environ. Res.*, 54 (3-5): 811-816.
- National Research Council. 1985. *Oil in the sea*. National Academy Press. Washington D.C. 60 pp.
- 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.
- Okumus, I., Stirling, H.P. 1998. Seasonal variations in the meat weight, Condition Index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 159 (3-4): 249-261.
- Orban E., Di Lena G., Navigato T., Casini I., Marzetti A. and Caproni R. 2002. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. *Food Chemistry* 77 (1), 57-65.
- Orlic M., Kuzmic M., Pasaric Z. 1994. Response of the Adriatic Sea to Bora and Sirocco forcings, *Cont. Shelf. Res.*, 14 (1): 91-116.
- Ottaviani E., Franceschini C. 1997. The invertebrate phagocytic immunocyte: clues to a common evolution of immune and neuroendocrine system. *Immunology Today*, 18: 169-174.
- Pampanin D.M., Camus L., Gomiero A., Marangon I., Volpato E., Nasci C. 2005. Susceptibility to oxidative stress of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in the Venice Lagoon (Italy). *Mar. Poll. Bull.*, 50: 1548-1557.
- Pérès J.M., Picard J. 1964. Nouveau Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Recl. Trav. St. Mar. Endoume*, 31 (47). 137 pp.
- Pianka E.R. 1970. On r-and k-selection. *Amer.Nat.*, 104: 592-597
- 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. Poll. Bull.*, 49 (9-10): 713-720.
- Pielou E.C. 1974. *Population and Community Ecology: Principles and Methods*. Gordon and Breach Sci. Publ., New York. 424 pp.
- Politou C.Y., Maiorano P., D'Onghia G., Mytilineou C. 2005. Deep-water decapod crustaceans fauna of the Eastern Ionian Sea. *Belg. J. Zool.*, 135 (2): 235-241.
- 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.
- Porte C., Solè M., Albaiges J., Livingstone D.R. 1991. Responses of mixed-function oxygenase

- and antioxidase enzymes system of *Mytilus* sp. to organic pollution. *Comp. Biochem. Physiol.*, 100: 138-186.
- Regoli F., Principato G.B., Bertoli E., Nigro M., Orlando E. 1997. Biochemical characterization of the antioxidant system in the scallop *Adamussium colbecki*, a sentinel organism for monitoring the Antarctic environment. *Polar Biol.*, 17: 251-258.
- Rinelli P., Spanò N. 1997. Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit.*, 4: 440-442.
- Salen-Picard C. 1985. Indicateurs biologiques et sedimentation en milieu circalitoral Mediterranéen. *Rapp. p. v. Réu. Comm. Int. pour l'Explor. Sci. Mer Médit.*, 29: 5.
- Scarcella G., Grati, F., Polidori, P., Bolognini, L., Domenichetti, F., Fabi, G. 2011. Comparison of growth rates estimated by otolith reading of *Scorpaena porcus* and *Scorpaena notata* caught at artificial and natural reefs of the northern Adriatic Sea. *Braz. J. Ocean.*, 59: 33-42.
- Schroeder D. M., Ammann J. A., Harding, L. A., MacDonald W., Golden. T. 1999. Relative habitat value of oil and gas production platforms and natural reefs to shallow water fish assemblages in the Santa Maria Basin and Santa Barbara Channel, California. *Proc. Fifth Calif. Islands Symp.*: 493-498.
- Serrano A., Sánchez F., García-Castrillo G. 2006. Epibenthic communities of trawlable grounds of the Cantabrian Sea. *Scientia Marina*, 70S1: 149-159.
- Siegel S., Castellan N.J. 1988. *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2nd ed.). McGraw-Hill. New York.
- Simboura N., Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystem, including a new biotic index. *Mediterr. Mar. Sci.*, 3: 77-111.
- Simboura N., Panayitodus P., Papathanassiou E. 2005. A synthesis of the biological quality elements for the implementation of the European Water Framework Directive in the Mediterranean Ecoregion: the case of Saronikos Gulf. *Ecol. Ind.*, 5: 253-266.
- Simkiss K., Schmidt H.G. 1988. Cell mediated responses to metals - Three novel approaches. *Mar. Environ. Res.*, 17 (2-4): 188-191.
- Sjölin A.M., Livingstone D.R. 1997. Redox cycling of aromatic hydrocarbon quinones catalysed by digestive gland microsomes of the common mussel (*Mytilus edulis* L.). *Aquat. Toxic.*, 38: 83-99.
- Sonnier F., Teerling J., Dickson H. 1976. Observations on the Offshore Reef and Platform Fish Fauna of Louisiana. *Copeia*, 1976 (1): 105-111.
- Spagnolo A., Panfili M., Giampieri A., Spegne R., Trovarelli L. 2002. Cambiamenti indotti sulla comunità bentonica di fondo mobile da una piattaforma estrattiva off-shore (Adriatico settentrionale). *Biol. Mar. Medit.*, 9(1): 191-198.
- Spagnolo A., Ausili S., Fabi G., Manoukian S., Puletti M. 2006. Realizzazione di una piattaforma estrattiva off-shore: effetti sul macrozoobenthos di fondo mobile. *Biol. Mar. Medit.*, 13 (2): 60-61.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1990. A fishery-dependent based study of fish species composition and associated catch rates around oil and gas structures off Louisiana. *Fish. Bull.*, 88: 719-730.
- Stanley D.R., Wilson C.A. 1997. Seasonal and spatial variation in the abundance and size distribution of fishes associated with a petroleum platform in the northern gulf of Mexico. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 1166-1176.
- Stefanini B. 2000. *Bioaccumulo di metalli in tracce nel polichete Nereis diversicolor*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Pisa. 197 pp.

- Stopper H., Müller S.O. 1997. Micronuclei as biological endpoint for genotoxicity: a minireview. *Toxicology in vitro*, 11: 661-667.
- Strickland J.D.H., Parsons T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Canada*, 167. 310 pp.
- Taylor M.R., Harrison P.T.C. 1999. Ecological effects of endocrine disruption: current evidence and research priorities. *Chemosphere*, 39 (8): 1237-1248.
- 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.
- Thomas R.E., Harris P.M., Rice S.D. 1999. Survival in air of *Mytilus trossulus* following long-term exposure to spilled Exxon Valdez crude oil in Prince William Sound. *Comp. Biochem. Physiol. C. Pharmacol. Toxicol. Endocrinol.*, 122 (1): 147-52.
- UNESCO. 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater, by N.P. Fofonoff and R.C. Millard Jr., *Tech. Pap. Mar. Sci.*, 44. 53 pp.
- UNESCO. 1988. The acquisition, calibration, and analysis of CTD data. *Tech. Pap. Mar. Sci.*, 54. 59 pp.
- U.S. EPA. 1993. *Provisional Guidance for Quantitative Risk Assessment of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*. Environmental Criteria and Assessment Office. EPA/600/R-93/089. PB94-116571.
- Venier P., De Pitta C., Pallavicini A., Marsano F., Varotto L., Romualdi C., Dondero F., Viarengo A., Lanfranchi G., 2006. Development of mussel mRNA profiling: Can gene expression trends reveal coastal water pollution? *Mutation Research*, 602: 121-134.
- Viarengo A. 1985. Biochemical effects of trace metals. *Mar. Poll. Bul.*, 16 (4): 153-158.
- Viarengo A. 1989. Heavy metals in marine invertebrates: mechanisms of regulation and toxicity at the cellular level. *CRC Criticals Reviews in Aquatic Science*, 1: 295-317.
- Viarengo A., Canesi L., Pertica M., Livingstone D.R. 1991. Seasonal variations in the antioxidant defense systems and lipid peroxidation of the digestive gland of mussels. *Comp. Biochem. Physiol.*, C100: 187-190
- Viarengo A., Canesi L., Pertica M., Marcinelli G., Accomando R., Smaal A.C., Orunesu M. 1995. Stress on stress response: a simple monitoring tool in the assessment of a general stress syndrome in mussels. *Mar. Environ. Res.*, 39: 245-248.
- Viarengo A., Palmero S., Zanicchi G., Capelli R., Vaissiere R., Orunesu M. 1985. Role of metallothioneins in Cu and Cd accumulation and elimination in the gill and digestive gland cells of *Mytilus galloprovincialis* Lam. *Mar. Environ. Res.*, 16: 23-36.
- Walne P.R. 1976. Experiments on the culture in the sea of the butterflyfish *Venerupis decussata* L. *Aquaculture*, 8(4): 371-381.
- Warwick R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92: 557-562.
- Warwick R.M., Pearson T.H., Rswahyuni. 1987. Detection of pollution effects on marine macrobenthos: further evaluation of the species abundance/biomass method. *Marine Biology*, 95: 193-200.
- 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, Vol. 1-2-3. 1473 pp.
- Winkler L.W. 1888. Die Bestimmung des im Wasser gelosten Sauerstoffes. *Chem. Ber.*, 21: 2843-2855.

- Wright S.W., Jeffrey S.W., Mantoura R.F.C., Llewellyn C.A., Bjornland T., Repeta D., Welschmeyer N. 1991. Improved HPLC method for the analysis of chlorophylls and carotenoids from marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 77: 183-196.
- Zar J.H. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall inc., Englewood Cliff, New Jersey. 620 pp.
- Zenetos A., Chadjianestis I., Lantzoumi M., Simboura M., Sklivagou E., Arvanitakis G. 2004a. The Eurobulker oil spill: mid-term changes of some ecosystem indicators. *Mar. Poll. Bull.*, 48: 12-131.
- Zenetos A., Bellou N., Abousamra F. 2004b. 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

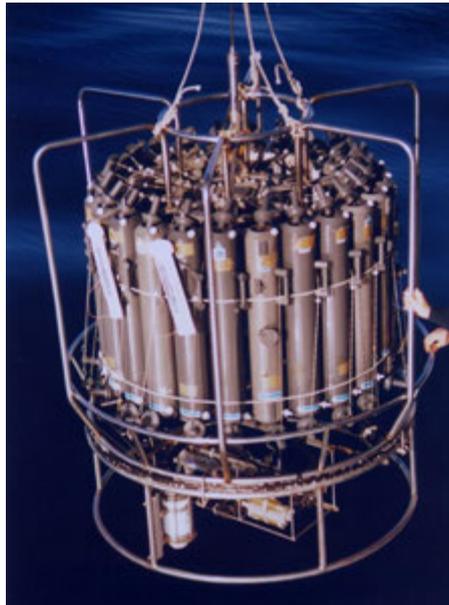
SCHEDE TECNICHE DELLA STRUMENTAZIONE

UTILIZZATA NELLE INDAGINI

A1

INDAGINI IDROLOGICHE

A1-I SONDA MULTIPARAMETRICA CTD e “ROSETTE”



CTD: Sea Bird Electronics SBE911plus (frequenza di campionamento 24 Hz) dotato dei seguenti sensori:

Sensore	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione*
Temperatura	Sea Bird Electronics	SBE 3	$\pm 0,002 \text{ } ^\circ\text{C}$	-5 : +35 $^\circ\text{C}$	21/10/2007
Conducibilità	Sea Bird Electronics	SBE 4	$\pm 0,0003 \text{ S m}^{-1}$	0 : 7 S m^{-1}	21/10/2007
Pompa	Sea Bird Electronics	SBE 5	---	9 : 18 VDC	---
Ossigeno	Sea Bird Electronics	SBE 43	$\pm 0,1 \text{ ml l}^{-1}$	0 : 15 ml l^{-1}	mensile
Fluorimetro	Turner Designs	SCUFA	$\pm 0,01 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$	0,02 : 100 $\mu\text{g l}^{-1}$	15/06/2004
Torbidimetro	Turner Designs	SCUFA	$\pm 0,01 \text{ NTU}$	0,05 : 100 NTU	15/06/2004
Back-scattering	Seapoint Turbidity Meter	Seapoint Turbidity Meter	< 5cm (approx.)	2 : 750 FTU	20/01/2004
Altimetro	Datasonics	PSA-900	$\pm 0,75 \text{ cm}$	0 : 300 m	---

* = le date si riferiscono all'ultima calibrazione antecedente ai monitoraggi svolti nel 2009.

Campionatore: Rosette General Oceanics equipaggiato con 12 bottiglie idrologiche Niskin da 10 lt.

A1-II CORRENTOMETRO RCM7



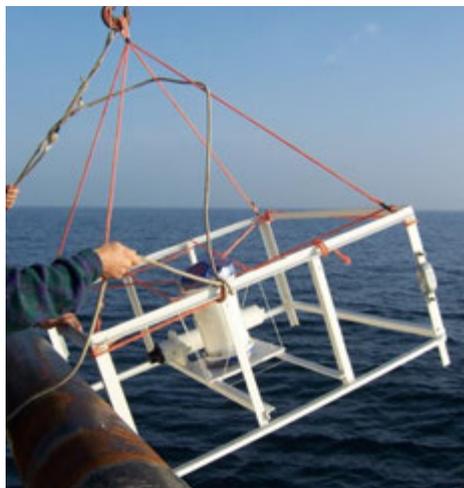
Strumento	Costruttore	Modello	Sensore	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Correntometro	Aanderaa	RCM 7	Velocità	$\pm 1 \text{ cm s}^{-1}$	$2-295 \text{ cm s}^{-1}$	della casa
			Direzione	$\pm 5^\circ$	$5-100 \text{ cm s}^{-1}$	della casa
			Pressione	$\pm 0,5\%$	0-3000 psi	della casa
			Conducibilità	$\pm 0,1 \text{ mmho cm}^{-1}$	$0-74 \text{ mmho cm}^{-1}$	della casa
			Temperatura	$\pm 0,05^\circ\text{C}$	$-0,34-32,17^\circ\text{C}$	della casa

A1-III CORRENTOMETRO RCM9



Strumento	Costruttore	Modello	Sensore	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Correntometro	Aanderaa	RCM9	Velocità	$\pm 0,15 \text{ cm s}^{-1}$	$0-300 \text{ cm s}^{-1}$	della casa
			Direzione	$\pm 5^\circ$	$0-15^\circ \text{ tilt}$	della casa
			Pressione	$\pm 0,25\%$	0-700 kPa	della casa
			Conducibilità	$\pm 0,2\%$	$0-74 \text{ mS cm}^{-1}$	della casa
			Temperatura	$\pm 0,05^\circ\text{C}$	$-0,64-32,87^\circ\text{C}$	della casa
			Torbidità	2%	0-500 NTU	della casa
			Ossigeno	$< 8 \mu\text{M}$	$0-500 \mu\text{M}$	della casa

A1-IV ADCP (ACOUSTIC DOPPLER CURRENT PROFILER)



Strumento	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione
ADCP	Teledyne RD Instruments	Workhorse Sentinel	0,1 cm s ⁻¹	± 0.5 cm s ⁻¹	± 5 m s ⁻¹ (default) ± 20 m s ⁻¹ (maximum)	ad ogni deployment

Sensore montato sull'ADCP	Costruttore	Modello	Risoluzione	Accuratezza	Intervallo di misura	Data calibrazione
Temperatura	Teledyne RD Instruments	Workhorse Sentinel	0,01°	± 0,4 °C	da - 5°C a 45°C	ad ogni deployment

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



Strumento	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
Tritino	METROHM	Titrimo 702 SET/MET	0,03 ml l ⁻¹	2 : 6 ml l ⁻¹	giornaliera

A1-VI QUAATRO per l'analisi dei sali nutritivi



Strumento	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
QUAATRO nitriti	BRAN+LUEBBE	QUAATRO	0,023 $\mu\text{g l}^{-1}$	0:28 $\mu\text{g l}^{-1}$	giornaliera
QUAATRO fosfati	BRAN+LUEBBE	QUAATRO	0,036 $\mu\text{g l}^{-1}$	0:124 $\mu\text{g l}^{-1}$	giornaliera
QUAATRO nitrati	BRAN+LUEBBE	QUAATRO	0,07 $\mu\text{g l}^{-1}$	0:140 $\mu\text{g l}^{-1}$	giornaliera
QUAATRO silicati	BRAN+LUEBBE	QUAATRO	0,08 mg l^{-1}	0:1,2 mg l^{-1}	giornaliera
QUAATRO ammonio	BRAN+LUEBBE	QUAATRO	0,033 μM	0:10 μM	giornaliera

A1-VII HPLC per l'analisi dei pigmenti



Strumento	Costruttore	Modello	Accuratezza	Intervallo di misura	Calibrazione
HPLC	DIONEX	Pompa GP50 Detector PDA100 Colonna C ₁₈ (RF)	0,03 ml l^{-1}	2 : 6 ml l^{-1}	giornaliera

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



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

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.

A2-III STUFA TERMOSTATA “HIGH PERFORMANCE”



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	F.Ili 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 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. L'ultimo controllo ordinario da parte di un Tecnico Perkin Elmer è avvenuto nel giugno 2004.

QUANTIFICAZIONE DEI METALLI PESANTI NEI SEDIMENTI

Prima dell'analisi di ogni metallo viene eseguita una retta di calibrazione (ottenuta per diluizioni successive), idonea alle concentrazioni dei campioni da determinare, mediante l'impiego di soluzioni standard mono o multielemento a concentrazione nota.

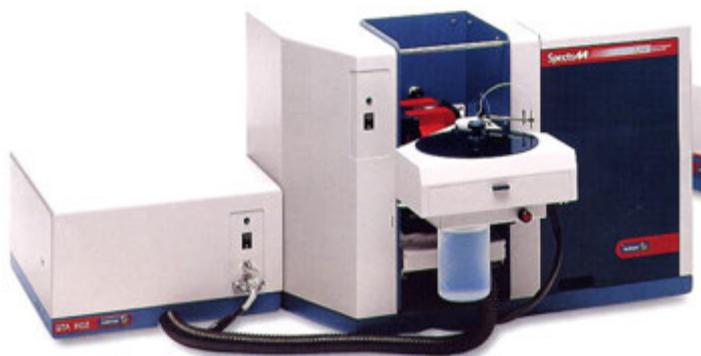
Tutti i parametri strumentali sono inoltre ottimizzati tramite una risposta tipica strumentale conforme a quella fornita dalla casa costruttrice.

A2-VII DMA-80 analizzatore diretto per la misurazione del MERCURIO



Spettrofotometro ad assorbimento atomico. Lunghezza d'onda 253.65 nm. Trattamento del campione tramite cicli di essiccamento e combustione totalmente programmabili via terminale con schermo touch-screen. Lampada impiegata a vapore di mercurio a bassa pressione. Calibrazione eseguita con soluzioni standard o materiali di riferimento solidi.

A2-VIII VARIAN SPECTRA AA-220 Z per la misurazione di CADMIO e PIOMBO



Spettrofotometro ad assorbimento atomico usato mediante l'impiego del fornetto di grafite con piattaforma pirolytica. 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-IX VARIAN LIBERTY AX ICP-AES per la misurazione di ALLUMINIO, BARIO, CROMO, NICHEL 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.

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



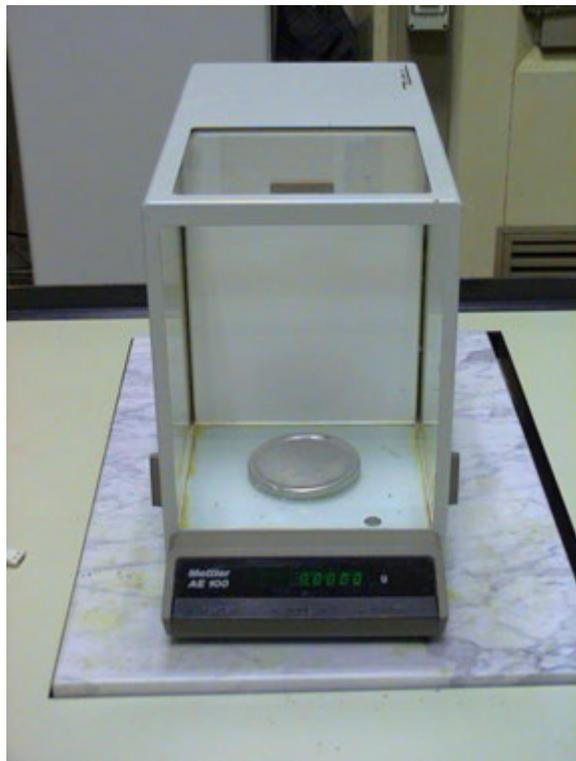
Range dello zoom: 0,65x...5,0x.

A3-IV MICROSCOPIO OTTICO ZEISS AXIOLAB



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

A3-V BILANCIA ANALITICA

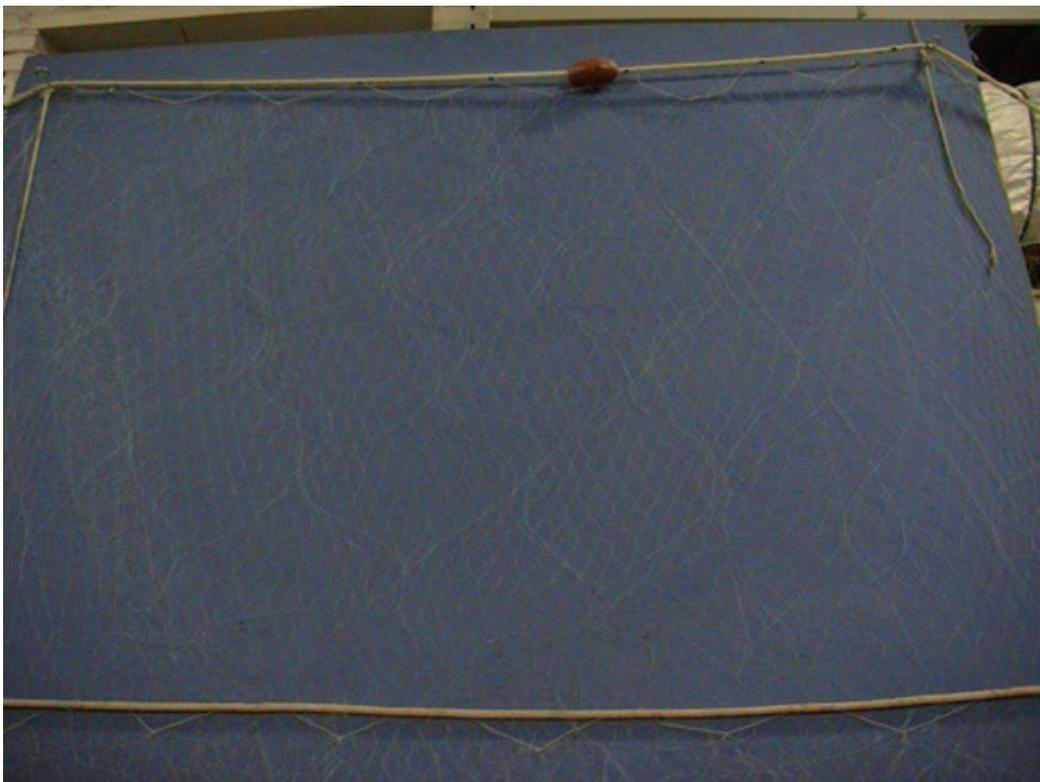


Strumento	Costruttore	Modello	Sensibilità	Capacità
Bilancia elettronica	Mettler	AE 100	$\pm 0,1$ mg	162 g

A4

INDAGINI SULLA COMUNITA' ITTICA

A5-I RETE TREMAGLIO



Lunghezza totale: 500 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

A5

ANALISI DI INQUINANTI IN *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*

A5-I STUFA termostata Binder ED53



Strumento	Costruttore	Modello	Capacità (litri)	Temperatura (°C)	Precisione (°C)
Stufa termostata	Binder	ED53	53	+5 ÷ +300	±2%

Termometro interno taratura bimestrale.

A5-II 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 additional 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: Achroplan, 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 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

Telecamera Axiovert HS

Sensore	Sony ICX 414, progressive 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 1/2"
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 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-III 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-IV 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.

A5-V CRIOSTATO Leica CM1900



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

Ultima taratura eseguita nel 2005.

A5-VI 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-VII SPETTROFOTOMETRIA DI ASSORBIMENTO ATOMICO
Perkin-Elmer AAS 3030 in fiamma aria-acetilene (analisi di
Pb, Ni, Cr tot., Cu e Cd).**



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-VIIa

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

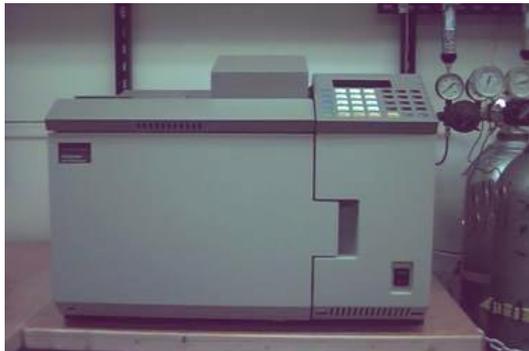


A5-VIIb

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



A5-VIII 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 μ l**
CARRIER: **Elio**
TIPO DI COLONNA: **Capillare**
LUNGHEZZA: **30 metri**
DIAMETRO: **0.2 mm**
FASE: **SOPB-5**
SPESSORE DEL FILM: **0.2 μ m**
INTEGRAZIONE ED ANALISI DEL DATO: **Software TotalCrom Perkin Elmer**

A5-VIIIa SUPELCO SPB-5

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



A5-IX 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, ancorotta magnetica, imbuto, tettarelle, cotone, provetta o protettone da 250 ml.

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



TIPO DI STRUMENTO: **Cromatografo per cromatografia liquida ad alte pressioni (HPLC).**
COSTRUTTORE **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-Xa 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**
diametro granuli: **5 µm**
dimensione pori: **120 Å**

ALLEGATO B

SCHEDE GRANULOMETRICHE dei TRANSETTI A e B **e dei siti di CONTROLLO K1, K2, K3 e K4** **ESTATE 2010**



Stazione A1 (250 m NW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	160,87
Peso umido (g)	Pu	207,54
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

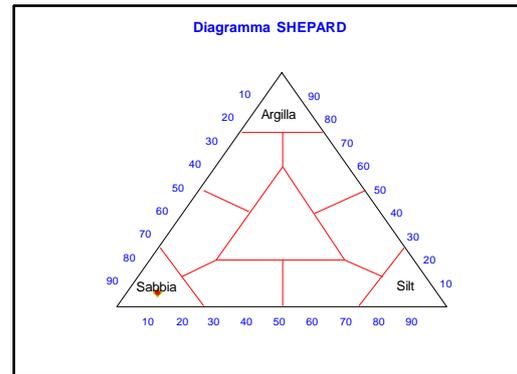
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,94
Classazione	σ_{ϕ}	0,91
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,19
Appuntimento	K_G	2,46
Mediana	Md	2,70

Percentile	ϕ
5°	1,69
16°	2,15
25°	2,30
50°	2,70
75°	3,42
84°	3,96
95°	8,42

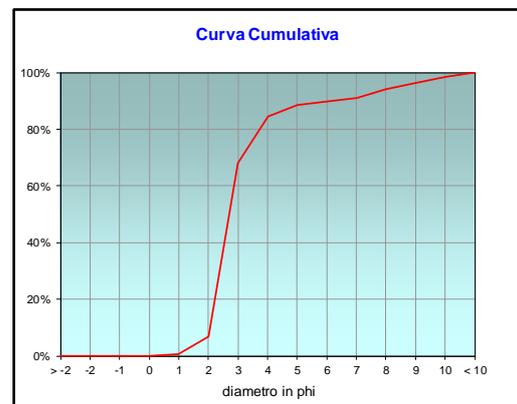
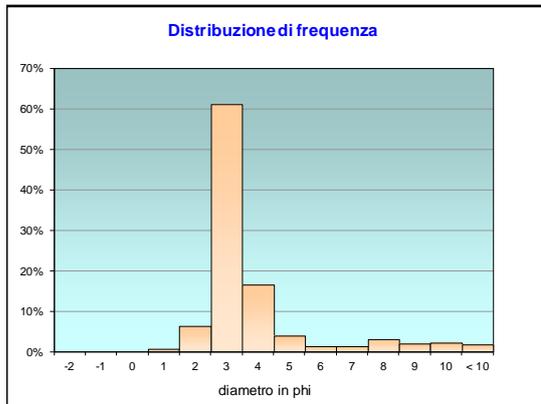
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,10	1	500	0,69%	0,69%
	10,07	2	250	6,26%	6,94%
	98,35	3	125	61,14%	68,08%
	26,59	4	62,5	16,53%	84,61%
Limo	6,13	5	31	3,81%	88,42%
	2,24	6	15,6	1,39%	89,81%
	1,93	7	7,8	1,20%	91,01%
	5,06	8	3,9	3,15%	94,16%
Argilla	3,21	9	2,0	1,99%	96,15%
	3,53	10	0,98	2,20%	98,35%
	2,66	< 10	< 0,98	1,65%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	84,61%	9,55%	5,84%

Note
14,58 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A2 (120 m NW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	158,39
Peso umido (g)	Pu	218,84
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

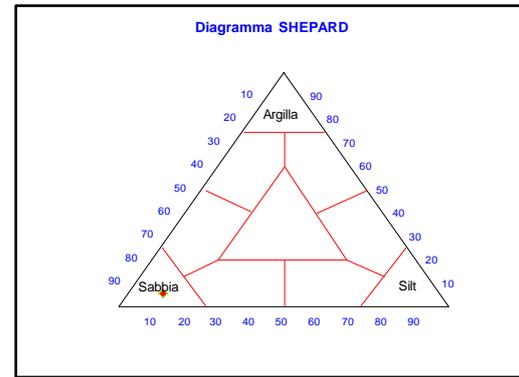
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,94
Classazione	σ_{ϕ}	0,95
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,22
Appuntimento	K_G	2,86
Mediana	Md	2,65

Percentile	ϕ
5°	1,62
16°	2,13
25°	2,27
50°	2,65
75°	3,23
84°	4,03
95°	8,34

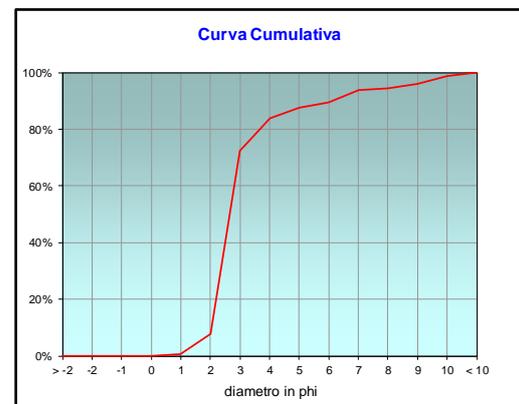
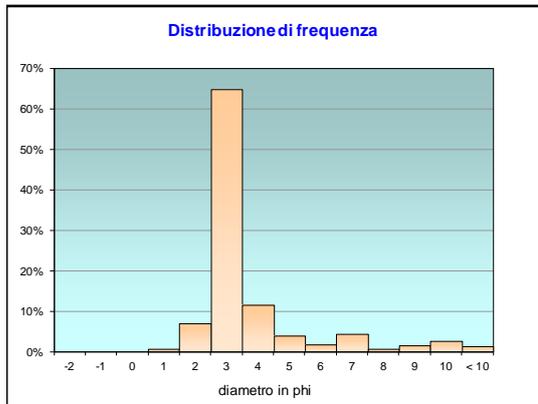
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,05	1	500	0,67%	0,67%
	11,07	2	250	6,99%	7,65%
	102,44	3	125	64,68%	72,33%
Limo	18,28	4	62,5	11,54%	83,87%
	6,10	5	31	3,85%	87,72%
	2,75	6	15,6	1,74%	89,46%
	6,89	7	7,8	4,35%	93,81%
Argilla	1,04	8	3,9	0,66%	94,47%
	2,45	9	2,0	1,55%	96,02%
	4,23	10	0,98	2,67%	98,69%
	2,08	< 10	< 0,98	1,31%	######

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	83,87%	10,60%	5,53%

Note
18,54 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A3 (60 m NW)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	158,94	
Peso umido (g)	Pu	217,19	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

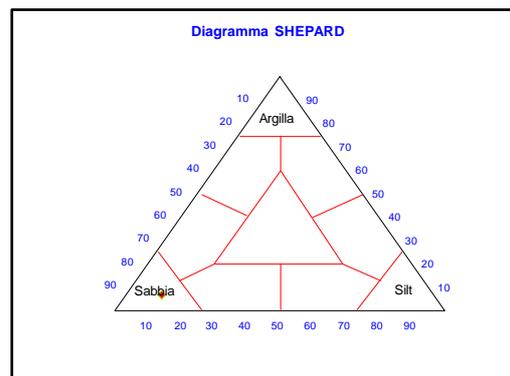
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	3,10
Classazione	σ_{ϕ}	1,17
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,27
Appuntimento	K_G	2,68
Mediana	Md	2,67

Percentile	ϕ
5°	1,70
16°	2,14
25°	2,28
50°	2,67
75°	3,36
84°	4,48
95°	8,72

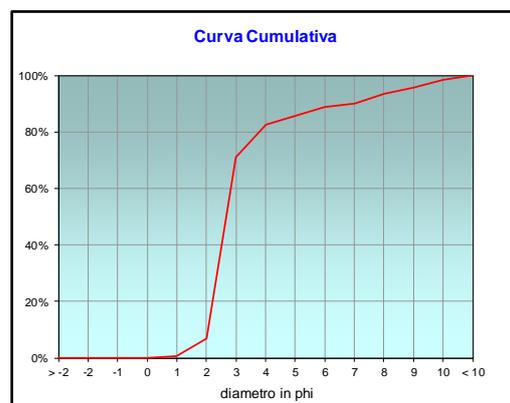
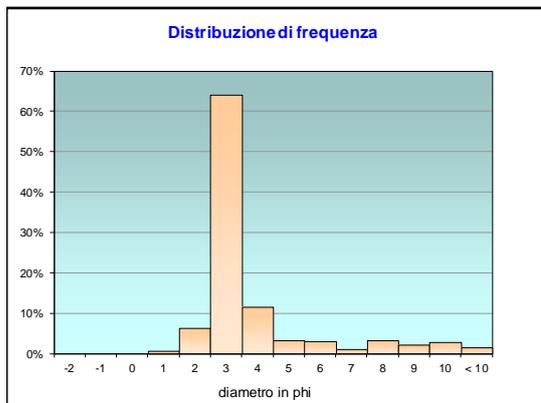
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,98	1	500	0,61%	0,61%
	9,96	2	250	6,27%	6,88%
	101,77	3	125	64,03%	70,91%
Limo	18,28	4	62,5	11,50%	82,41%
	5,30	5	31	3,33%	85,75%
	4,97	6	15,6	3,13%	88,87%
	1,86	7	7,8	1,17%	90,04%
Argilla	5,29	8	3,9	3,33%	93,37%
	3,60	9	2,0	2,26%	95,63%
	4,65	10	0,98	2,93%	98,56%
	2,29	< 10	< 0,98	1,44%	####%

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	82,41%	10,95%	6,63%

Note
17,75 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A4 (30 m NW)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	166,28	
Peso umido (g)	Pu	225,17	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

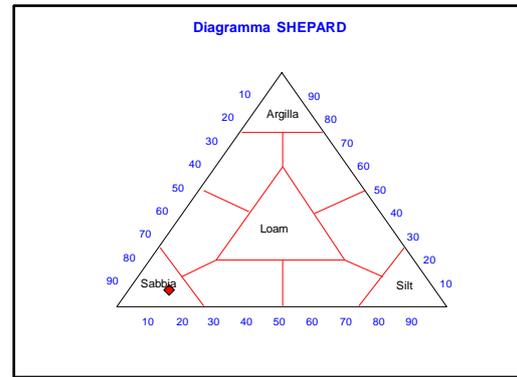
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	3,14
Classazione	σ_{ϕ}	1,23
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,28
Appuntimento	K_G	2,49
Mediana	Md	2,68

Percentile	ϕ
5°	1,69
16°	2,14
25°	2,29
50°	2,68
75°	3,47
84°	4,60
95°	8,86

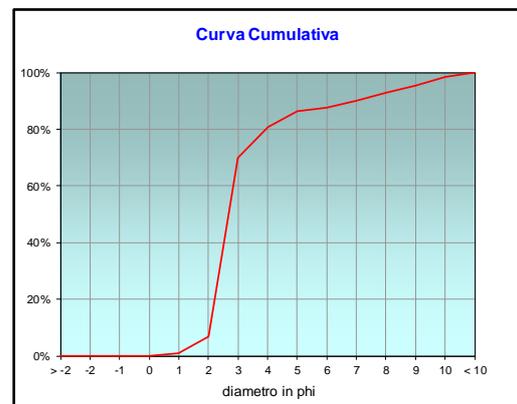
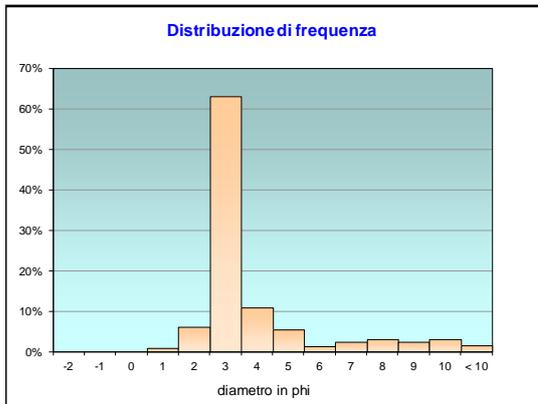
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,40	1	500	0,84%	0,84%
	10,03	2	250	6,03%	6,87%
	104,88	3	125	63,07%	69,95%
	17,90	4	62,5	10,77%	80,71%
Limo	9,15	5	31	5,50%	86,22%
	2,18	6	15,6	1,31%	87,53%
	4,05	7	7,8	2,43%	89,96%
	4,91	8	3,9	2,95%	92,92%
Argilla	4,02	9	2,0	2,42%	95,34%
	5,20	10	0,98	3,13%	98,46%
	2,56	< 10	< 0,98	1,54%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	80,71%	12,21%	7,08%

Note
16,48 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A5 (PIATTAFORMA)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	166,22	
Peso umido (g)	Pu	219,11	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

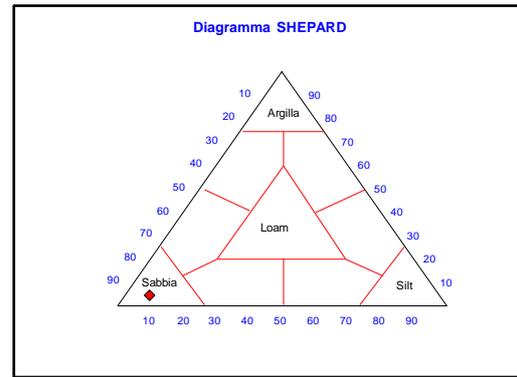
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,83
Classazione	σ_{ϕ}	0,78
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,18
Appuntimento	K_G	3,08
Mediana	Md	2,64

Percentile	ϕ
5°	1,75
16°	2,14
25°	2,27
50°	2,64
75°	3,06
84°	3,70
95°	7,64

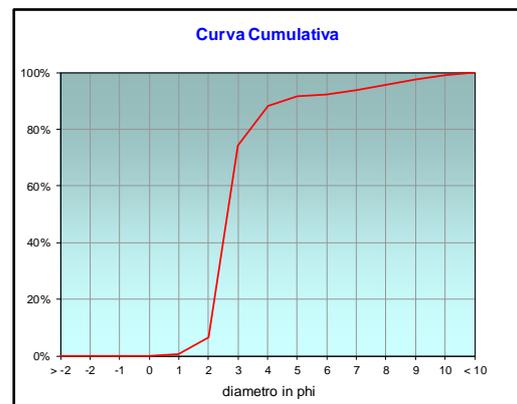
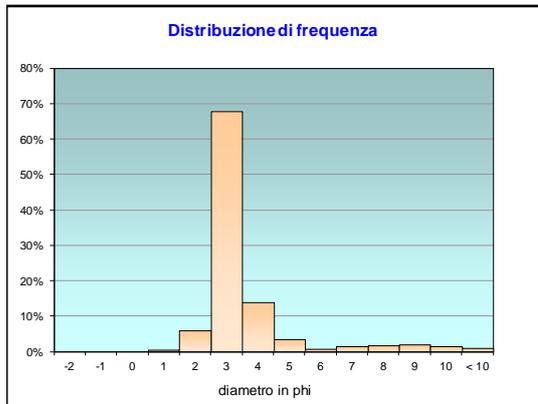
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,81	1	500	0,49%	0,49%
	9,95	2	250	5,99%	6,47%
	112,58	3	125	67,73%	74,20%
	23,12	4	62,5	13,91%	88,11%
Limo	5,64	5	31	3,39%	91,51%
	1,35	6	15,6	0,81%	92,32%
	2,62	7	7,8	1,58%	93,89%
	2,90	8	3,9	1,75%	95,64%
Argilla	3,16	9	2,0	1,90%	97,54%
	2,51	10	0,98	1,51%	99,05%
	1,57	< 10	< 0,98	0,95%	######

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	88,11%	7,52%	4,36%

Note
12,51 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A6 (30 m SE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	166,31	
Peso umido (g)	Pu	222,11	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

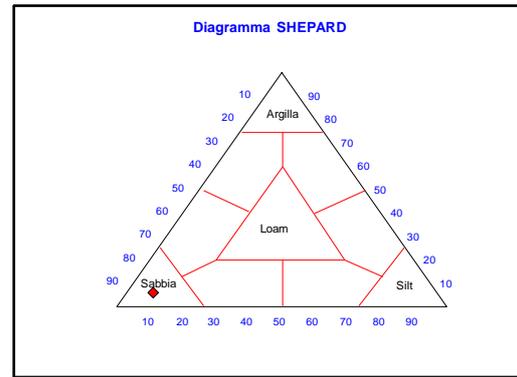
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,88
Classazione	σ_{ϕ}	0,85
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,20
Appuntimento	K_G	3,17
Mediana	Md	2,65

Percentile	ϕ
5°	1,77
16°	2,14
25°	2,28
50°	2,65
75°	3,13
84°	3,84
95°	8,40

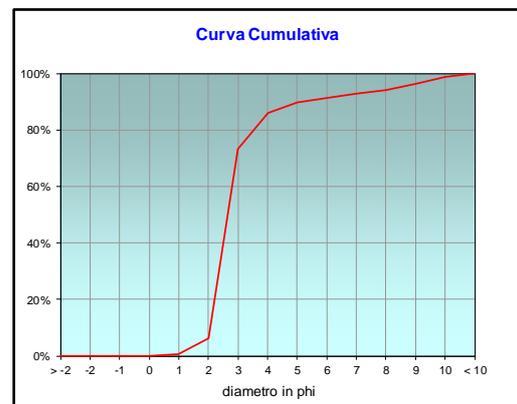
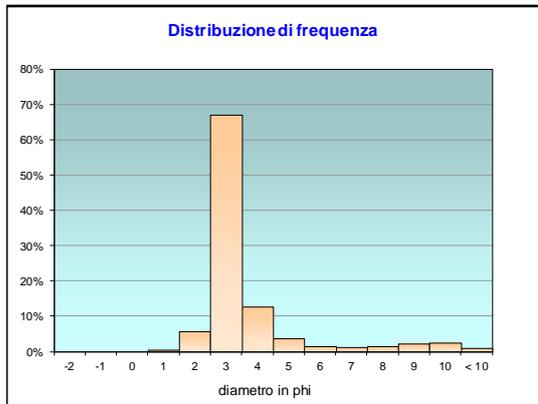
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,81	1	500	0,48%	0,48%
	9,72	2	250	5,84%	6,33%
	111,34	3	125	66,95%	73,27%
	21,30	4	62,5	12,81%	86,08%
Limo	6,27	5	31	3,77%	89,85%
	2,50	6	15,6	1,50%	91,36%
	2,23	7	7,8	1,34%	92,70%
	2,41	8	3,9	1,45%	94,14%
Argilla	3,60	9	2,0	2,17%	96,31%
	4,28	10	0,98	2,57%	98,88%
	1,86	< 10	< 0,98	1,12%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	86,08%	8,06%	5,86%

Note
12,27 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A7 (60 m SE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	154,31	
Peso umido (g)	Pu	211,07	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

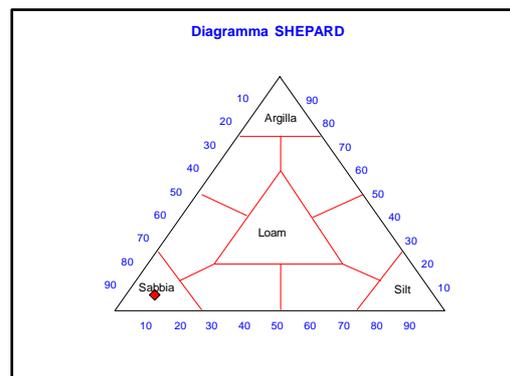
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,93
Classazione	σ_{ϕ}	0,91
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,21
Appuntimento	K_G	2,80
Mediana	Md	2,68

Percentile	ϕ
5°	1,83
16°	2,16
25°	2,29
50°	2,68
75°	3,29
84°	3,97
95°	8,66

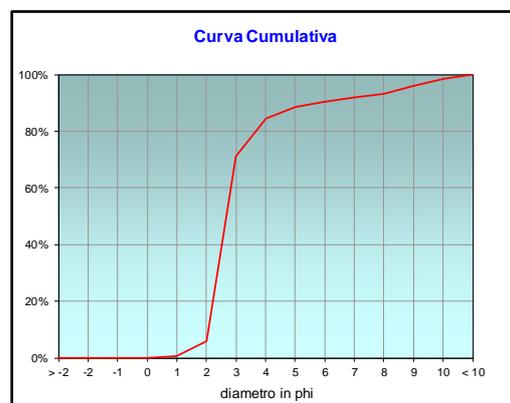
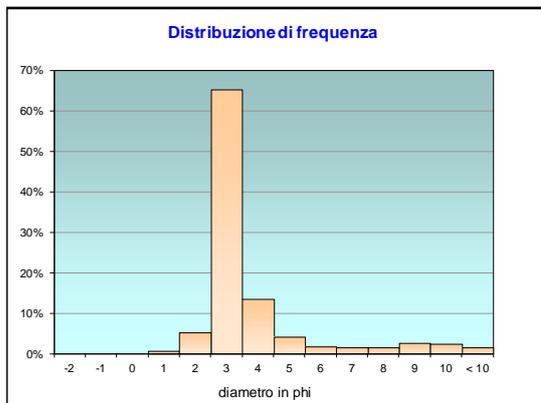
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,02	1	500	0,66%	0,66%
	8,07	2	250	5,23%	5,89%
	100,55	3	125	65,16%	71,05%
	20,69	4	62,5	13,41%	84,46%
Limo	6,47	5	31	4,19%	88,65%
	2,59	6	15,6	1,68%	90,34%
	2,31	7	7,8	1,50%	91,83%
	2,23	8	3,9	1,45%	93,28%
Argilla	4,00	9	2,0	2,59%	95,87%
	3,85	10	0,98	2,50%	98,37%
	2,51	< 10	< 0,98	1,63%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	84,46%	8,82%	6,72%

Note
15,06 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione A8 (120 m SE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	170,50
Peso umido (g)	Pu	231,52
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

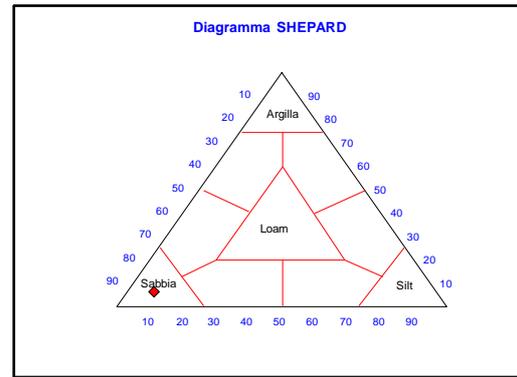
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,88
Classazione	σ_{ϕ}	0,86
Asimmetria	$S_{K_{\phi}}$	0,21
Appuntimento	K_G	3,45
Mediana	Md	2,64

Percentile	ϕ
5°	1,74
16°	2,14
25°	2,27
50°	2,64
75°	3,07
84°	3,86
95°	8,47

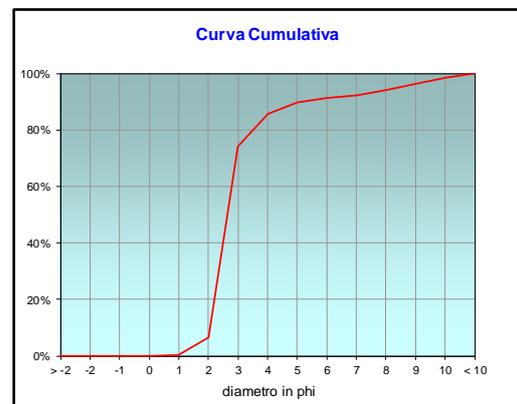
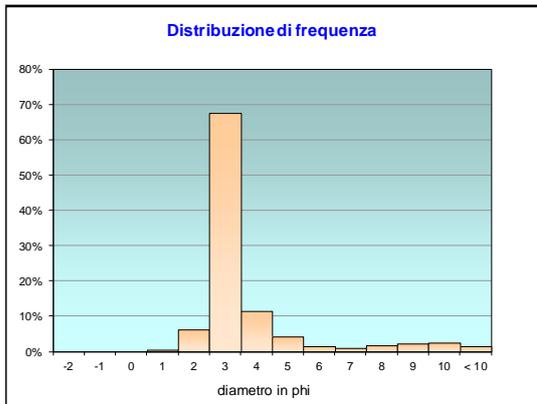
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,76	1	500	0,44%	0,44%
	10,49	2	250	6,15%	6,60%
	115,20	3	125	67,57%	74,16%
	19,55	4	62,5	11,47%	85,63%
Limo	7,16	5	31	4,20%	89,83%
	2,57	6	15,6	1,51%	91,34%
	1,55	7	7,8	0,91%	92,25%
	2,95	8	3,9	1,73%	93,98%
Argilla	3,71	9	2,0	2,18%	96,15%
	4,07	10	0,98	2,39%	98,54%
	2,49	< 10	< 0,98	1,46%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	85,63%	8,35%	6,02%

Note
13,02 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione A9 (250 m SE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	157,14
Peso umido (g)	Pu	219,28
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

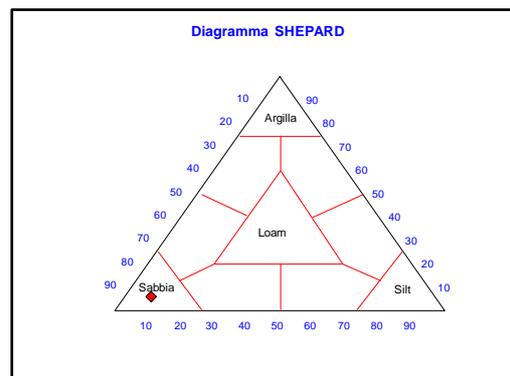
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,87
Classazione	σ_{ϕ}	0,85
Asimmetria	$S_{K_{\phi}}$	0,20
Appuntimento	K_G	3,28
Mediana	Md	2,65

Percentile	ϕ
5°	1,72
16°	2,14
25°	2,27
50°	2,65
75°	3,11
84°	3,84
95°	8,44

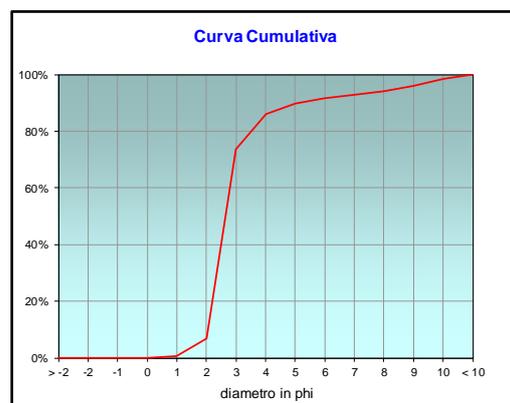
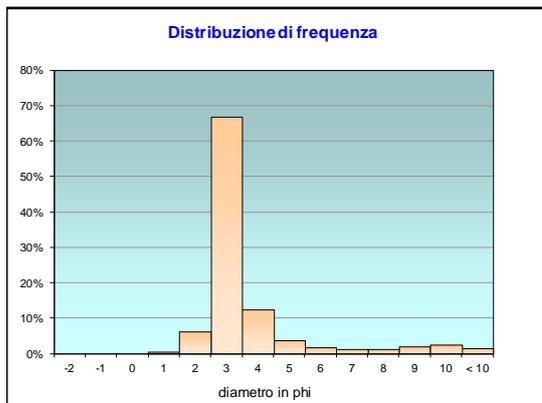
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,85	1	500	0,54%	0,54%
	9,71	2	250	6,18%	6,72%
	105,10	3	125	66,89%	73,60%
Limo	19,55	4	62,5	12,44%	86,04%
	5,92	5	31	3,77%	89,81%
	2,79	6	15,6	1,77%	91,59%
	2,05	7	7,8	1,30%	92,89%
Argilla	1,98	8	3,9	1,26%	94,15%
	3,02	9	2,0	1,92%	96,07%
	3,94	10	0,98	2,51%	98,58%
	2,23	< 10	< 0,98	1,42%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	86,04%	8,11%	5,85%

Note
13,21 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B1 (250 m NE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	160,65
Peso umido (g)	Pu	219,09
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

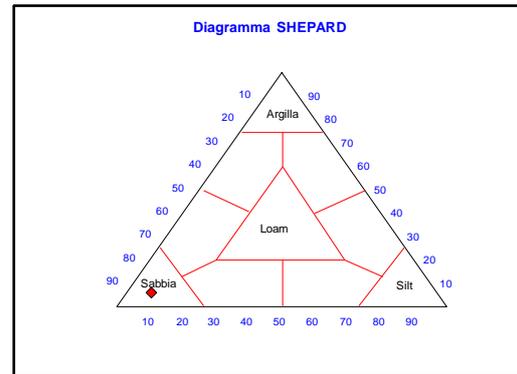
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,87
Classazione	σ_{ϕ}	0,83
Asimmetria	$S_{K_{\phi}}$	0,19
Appuntimento	K_G	3,21
Mediana	Md	2,65

Percentile	ϕ
5°	1,81
16°	2,15
25°	2,28
50°	2,65
75°	3,12
84°	3,80
95°	8,37

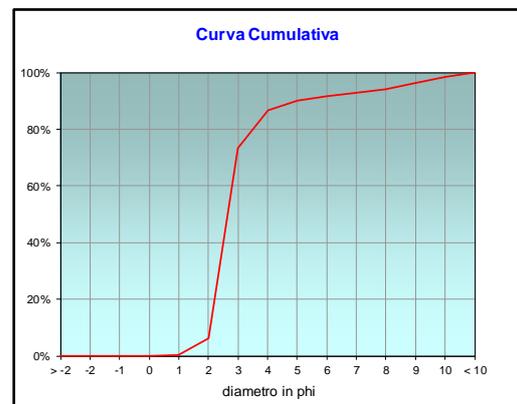
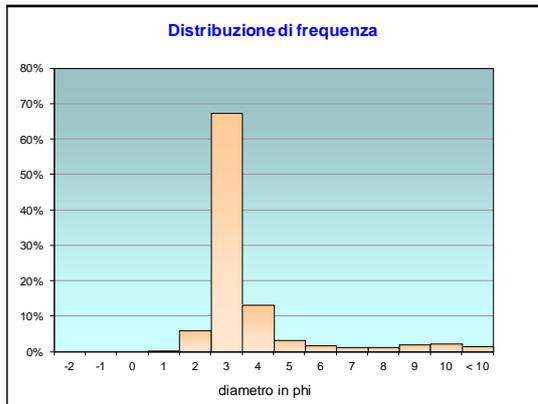
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,38	1	500	0,24%	0,24%
	9,49	2	250	5,90%	6,14%
	108,10	3	125	67,29%	73,43%
	21,30	4	62,5	13,26%	86,69%
Limo	5,24	5	31	3,26%	89,95%
	2,81	6	15,6	1,75%	91,70%
	2,07	7	7,8	1,29%	92,99%
	1,99	8	3,9	1,24%	94,23%
Argilla	3,35	9	2,0	2,08%	96,31%
	3,68	10	0,98	2,29%	98,60%
	2,25	< 10	< 0,98	1,40%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	86,69%	7,54%	5,77%

Note
13,35 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B2 (120 m NE)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	159,63
Peso umido (g)	Pu	213,36
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

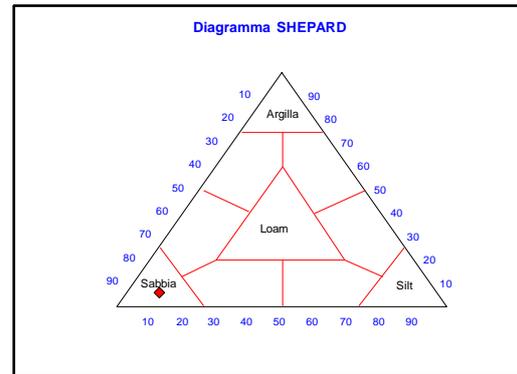
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,94
Classazione	σ_{ϕ}	0,92
Asimmetria	$S_{K_{\phi}}$	0,21
Appuntimento	K_G	2,68
Mediana	Md	2,68

Percentile	ϕ
5°	1,82
16°	2,15
25°	2,29
50°	2,68
75°	3,31
84°	3,99
95°	8,47

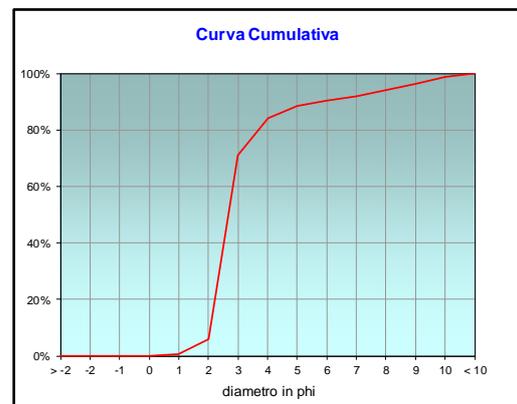
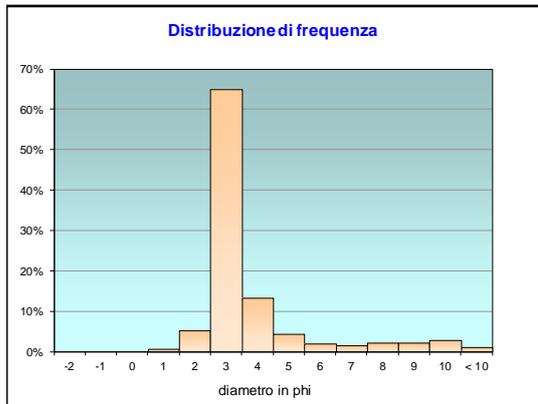
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,98	1	500	0,61%	0,61%
	8,52	2	250	5,34%	5,95%
	103,68	3	125	64,95%	70,90%
Limo	21,20	4	62,5	13,28%	84,18%
	6,82	5	31	4,27%	88,45%
	3,21	6	15,6	2,01%	90,46%
	2,36	7	7,8	1,48%	91,94%
Argilla	3,34	8	3,9	2,09%	94,04%
	3,31	9	2,0	2,07%	96,11%
	4,46	10	0,98	2,79%	98,90%
	1,75	< 10	< 0,98	1,10%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	84,18%	9,85%	5,96%

Note
14,43 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B3 (60 m NE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	140,35	
Peso umido (g)	Pu	194,63	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,86
Classazione	σ_{ϕ}	0,81
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,19
Appuntimento	K_G	3,01
Mediana	Md	2,66

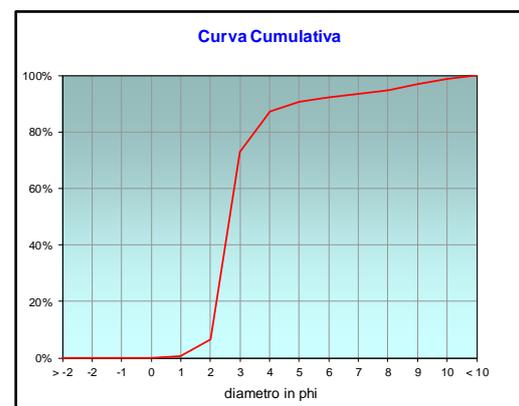
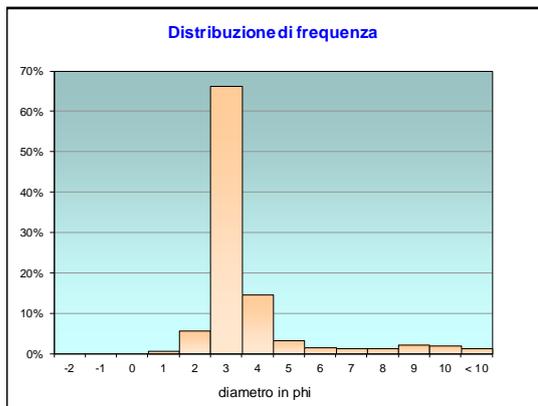
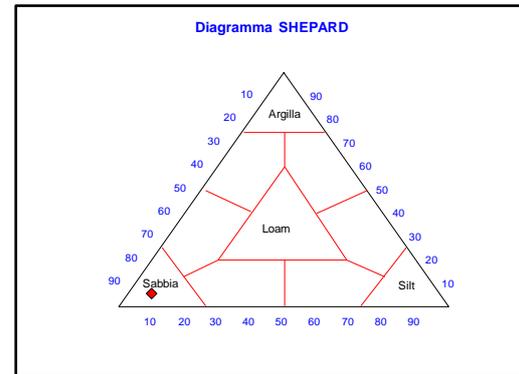
Percentile	ϕ
5°	1,75
16°	2,14
25°	2,28
50°	2,66
75°	3,15
84°	3,77
95°	8,17

	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,02	1	500	0,73%	0,73%
	8,02	2	250	5,71%	6,44%
	93,10	3	125	66,33%	72,78%
	20,40	4	62,5	14,54%	87,31%
Limo	4,60	5	31	3,28%	90,59%
	2,11	6	15,6	1,50%	92,09%
	1,72	7	7,8	1,23%	93,32%
	1,86	8	3,9	1,32%	94,64%
Argilla	2,99	9	2,0	2,13%	96,77%
	2,66	10	0,98	1,89%	98,67%
	1,87	< 10	< 0,98	1,33%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	87,31%	7,33%	5,36%

Note
24,82 g di materiale organogeno (conchiglie)

Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B4 (30 m NE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	136,51	
Peso umido (g)	Pu	191,83	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

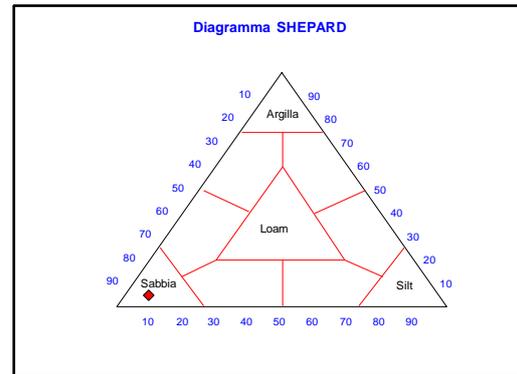
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,81
Classazione	σ_{ϕ}	0,79
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,18
Appuntimento	K_G	3,35
Mediana	Md	2,63

Percentile	ϕ
5°	1,53
16°	2,11
25°	2,25
50°	2,63
75°	3,03
84°	3,70
95°	7,88

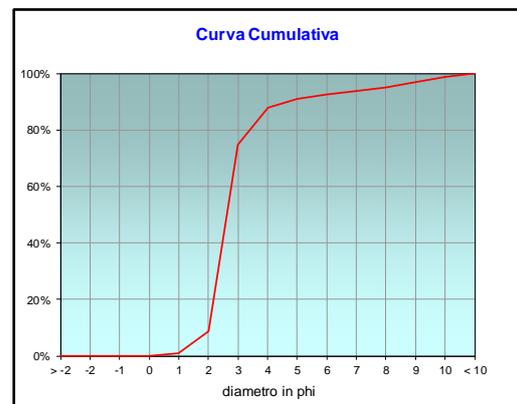
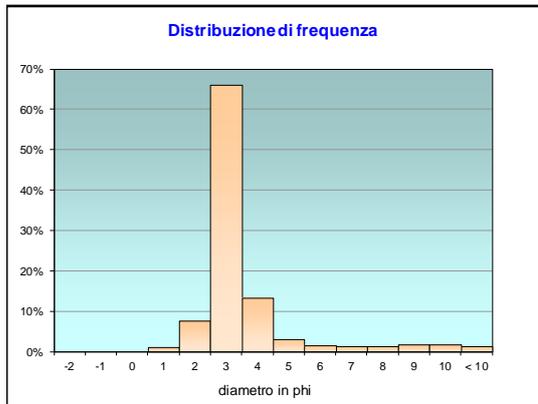
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,34	1	500	0,98%	0,98%
	10,36	2	250	7,59%	8,57%
	90,20	3	125	66,08%	74,65%
	18,20	4	62,5	13,33%	87,98%
Limo	4,24	5	31	3,11%	91,08%
	1,95	6	15,6	1,43%	92,51%
	1,69	7	7,8	1,24%	93,75%
	1,93	8	3,9	1,41%	95,16%
Argilla	2,43	9	2,0	1,78%	96,94%
	2,45	10	0,98	1,79%	98,74%
	1,72	< 10	< 0,98	1,26%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	87,98%	7,18%	4,84%

Note
26,52 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B5 (30 m SW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	169,09
Peso umido (g)	Pu	226,29
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

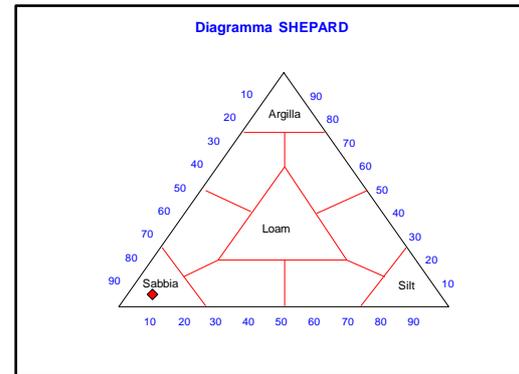
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,75
Classazione	σ_{ϕ}	0,72
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,17
Appuntimento	K_G	3,82
Mediana	Md	2,59

Percentile	ϕ
5°	1,62
16°	2,11
25°	2,24
50°	2,59
75°	2,93
84°	3,56
95°	8,10

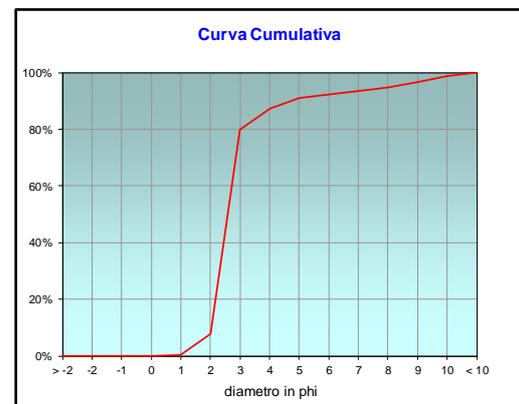
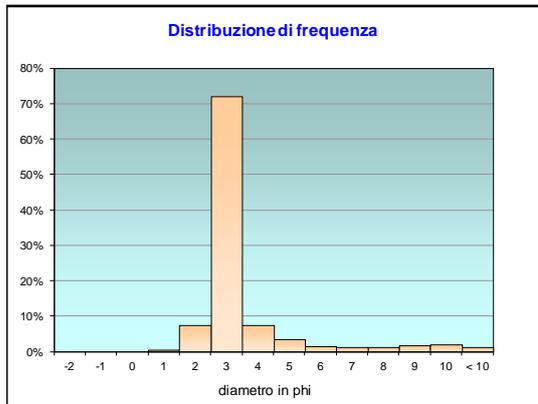
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,72	1	500	0,43%	0,43%
	12,48	2	250	7,38%	7,81%
	121,67	3	125	71,96%	79,76%
Limo	12,78	4	62,5	7,56%	87,32%
	6,06	5	31	3,58%	90,90%
	2,46	6	15,6	1,45%	92,36%
	2,00	7	7,8	1,19%	93,54%
Argilla	2,17	8	3,9	1,28%	94,82%
	3,01	9	2,0	1,78%	96,60%
	3,56	10	0,98	2,11%	98,71%
	2,18	< 10	< 0,98	1,29%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	87,32%	7,50%	5,18%

Note
16,11 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione B6 (60 m SW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	157,06
Peso umido (g)	Pu	219,26
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

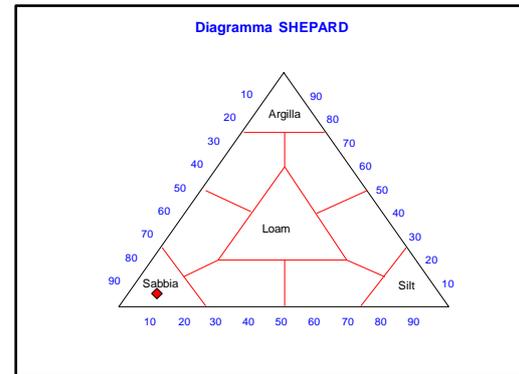
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,92
Classazione	σ_{ϕ}	0,87
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,19
Appuntimento	K_G	2,51
Mediana	Md	2,70

Percentile	ϕ
5°	1,85
16°	2,16
25°	2,30
50°	2,70
75°	3,36
84°	3,90
95°	8,29

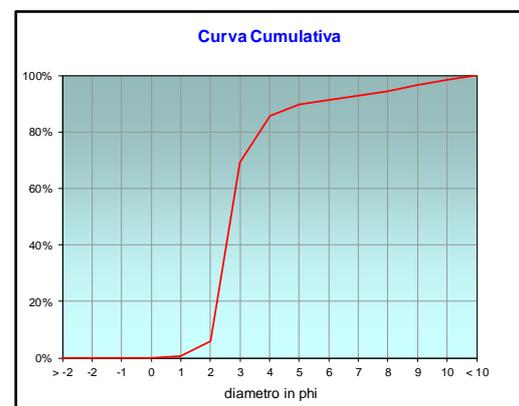
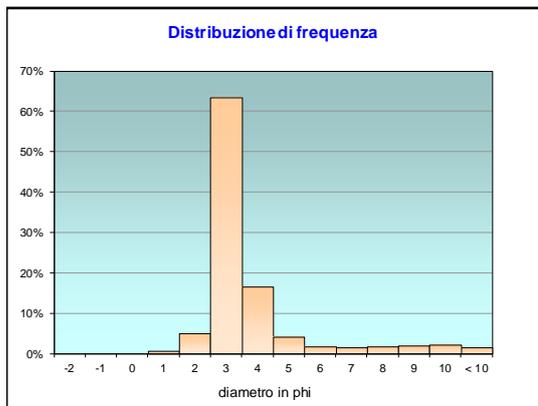
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,20	1	500	0,76%	0,76%
	7,86	2	250	5,01%	5,77%
	99,50	3	125	63,35%	69,12%
Limo	25,90	4	62,5	16,49%	85,61%
	6,38	5	31	4,06%	89,67%
	2,59	6	15,6	1,65%	91,33%
	2,25	7	7,8	1,43%	92,76%
Argilla	2,57	8	3,9	1,64%	94,40%
	3,24	9	2,0	2,06%	96,46%
	3,26	10	0,98	2,08%	98,54%
	2,30	< 10	< 0,98	1,46%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	85,61%	8,79%	5,60%

Note
22,95 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B7 (120 m SW)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	164,72	
Peso umido (g)	Pu	224,22	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

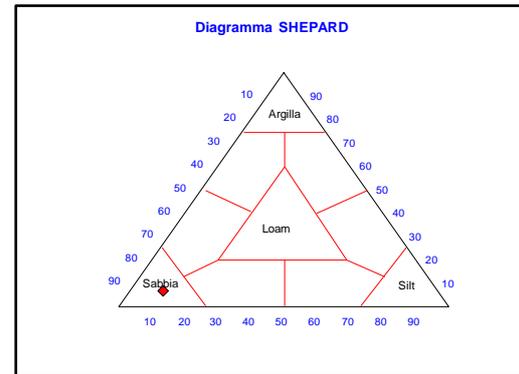
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	3,03
Classazione	σ_{ϕ}	1,02
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,23
Appuntimento	K_G	2,45
Mediana	Md	2,71

Percentile	ϕ
5°	1,98
16°	2,17
25°	2,32
50°	2,71
75°	3,46
84°	4,21
95°	8,83

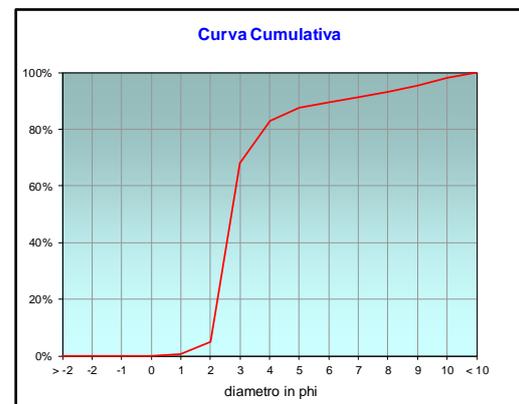
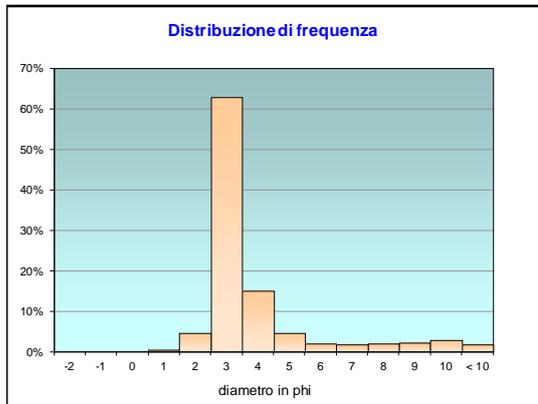
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,86	1	500	0,52%	0,52%
	7,56	2	250	4,59%	5,11%
	103,60	3	125	62,89%	68,01%
	24,80	4	62,5	15,06%	83,06%
Limo	7,40	5	31	4,49%	87,55%
	3,28	6	15,6	1,99%	89,54%
	2,85	7	7,8	1,73%	91,27%
	3,25	8	3,9	1,98%	93,25%
Argilla	3,47	9	2,0	2,11%	95,35%
	4,75	10	0,98	2,88%	98,24%
	2,90	< 10	< 0,98	1,76%	####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	83,06%	10,19%	6,75%

Note
11,34 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione B8 (250 m SW)

Parametri Fisici		
Peso secco (g)	Ps	167,38
Peso umido (g)	Pu	224,58
Peso specifico	G	n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.
Umidità (%)	W	n.d.

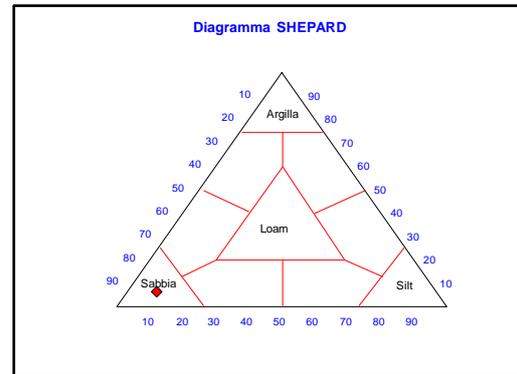
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,94
Classazione	σ_{ϕ}	0,89
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,20
Appuntimento	K_G	2,54
Mediana	Md	2,70

Percentile	ϕ
5°	1,94
16°	2,17
25°	2,31
50°	2,70
75°	3,39
84°	3,95
95°	8,62

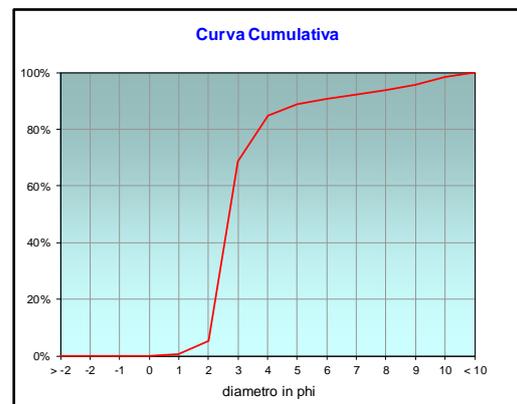
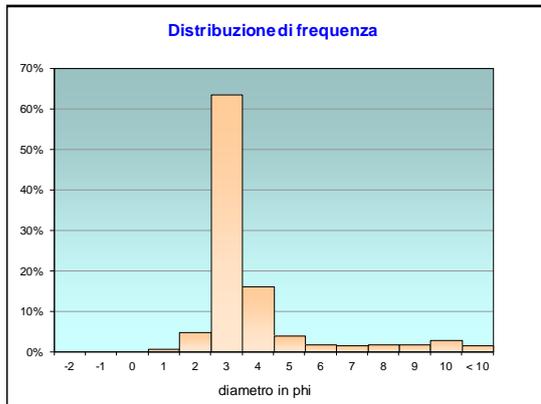
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,98	1	500	0,58%	0,58%
	7,84	2	250	4,68%	5,27%
	106,30	3	125	63,51%	68,78%
	26,80	4	62,5	16,01%	84,79%
Limo	6,72	5	31	4,01%	88,80%
	3,00	6	15,6	1,79%	90,59%
	2,60	7	7,8	1,56%	92,15%
	2,97	8	3,9	1,78%	93,93%
Argilla	2,91	9	2,0	1,74%	95,66%
	4,60	10	0,98	2,75%	98,41%
	2,65	< 10	< 0,98	1,59%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	84,79%	9,14%	6,07%

Note
11,15 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione K1 (CONTROLLO NW)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	155,97	
Peso umido (g)	Pu	211,87	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

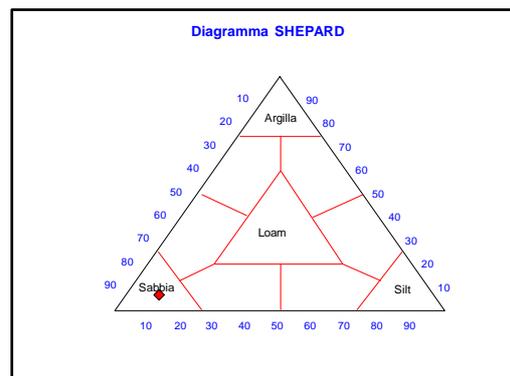
Parametri Statistici		
Media	M_p	3,04
Classazione	σ_e	1,01
Asimmetria	S_{kp}	0,22
Appuntimento	K_G	2,35
Mediana	Md	2,74

Percentile	ϕ
5°	1,95
16°	2,18
25°	2,33
50°	2,74
75°	3,54
84°	4,19
95°	8,89

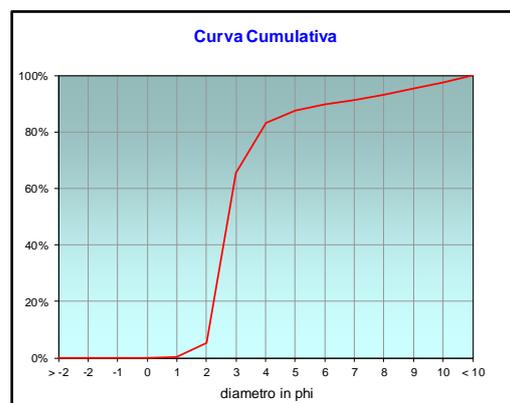
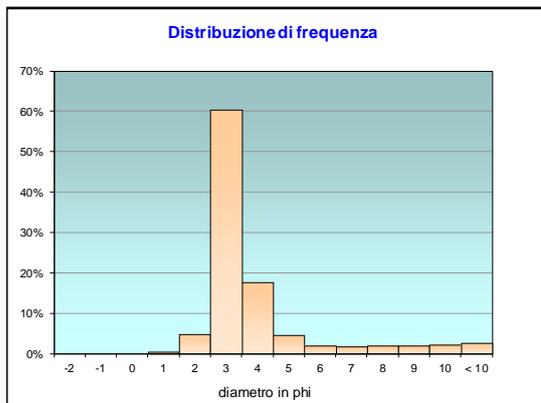
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,70	1	500	0,45%	0,45%
	7,47	2	250	4,79%	5,24%
	94,10	3	125	60,33%	65,57%
Limo	27,40	4	62,5	17,57%	83,14%
	7,01	5	31	4,49%	87,63%
	3,08	6	15,6	1,98%	89,61%
	2,68	7	7,8	1,72%	91,33%
Argilla	3,06	8	3,9	1,96%	93,29%
	2,99	9	2,0	1,92%	95,21%
	3,49	10	0,98	2,24%	97,45%
	3,98	< 10	< 0,98	2,55%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	83,14%	10,15%	6,71%

Note
20,68 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	mal classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	molto leptocurtica



Stazione K2 (CONTROLLO NE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps	154,94	
Peso umido (g)	Pu	203,51	
Peso specifico	G	n.d.	
Peso di volume (g/cm ³)	γ	n.d.	
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d	n.d.	
Umidità (%)	W	n.d.	

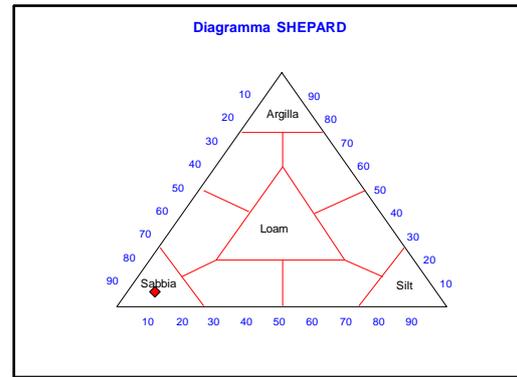
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,89
Classazione	σ_{ϕ}	0,88
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,21
Appuntimento	K_G	3,22
Mediana	Md	2,65

Percentile	ϕ
5°	1,69
16°	2,13
25°	2,27
50°	2,65
75°	3,14
84°	3,89
95°	8,52

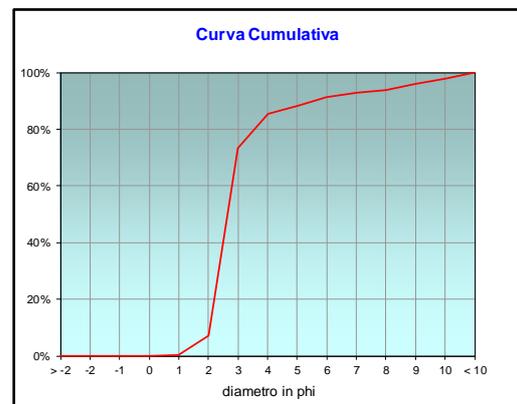
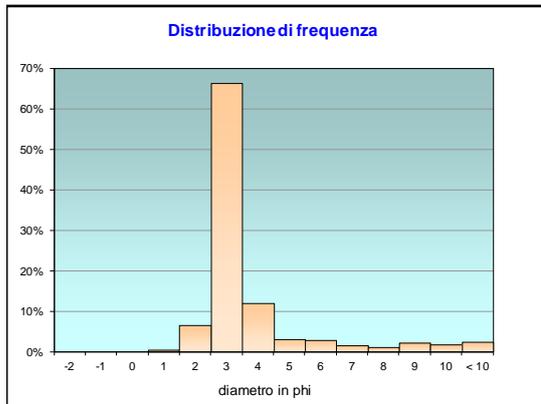
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,71	1	500	0,46%	0,46%
	10,22	2	250	6,60%	7,06%
	102,66	3	125	66,26%	73,31%
Limo	18,58	4	62,5	11,99%	85,30%
	4,60	5	31	2,97%	88,27%
	4,48	6	15,6	2,89%	91,17%
	2,45	7	7,8	1,58%	92,75%
Argilla	1,81	8	3,9	1,17%	93,92%
	3,25	9	2,0	2,10%	96,02%
	2,61	10	0,98	1,69%	97,70%
	3,56	< 10	< 0,98	2,30%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	85,30%	8,61%	6,08%

Note
13,82 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione K3 (CONTROLLO SW)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		169,64
Peso umido (g)	Pu		219,14
Peso specifico	G		n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ		n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d		n.d.
Umidità (%)	W		n.d.

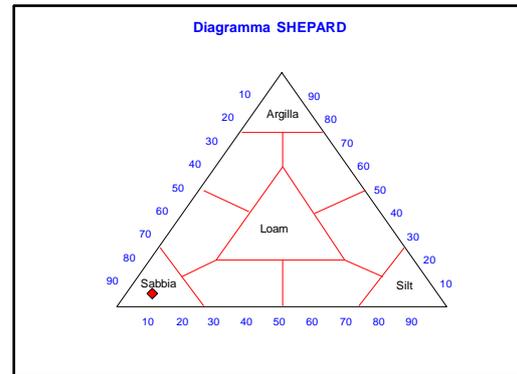
Parametri Statistici		
Media	M_p	2,83
Classazione	σ_p	0,81
Asimmetria	S_{kp}	0,20
Appuntimento	K_G	3,79
Mediana	Md	2,62

Percentile	ϕ
5°	1,75
16°	2,14
25°	2,26
50°	2,62
75°	2,98
84°	3,75
95°	8,35

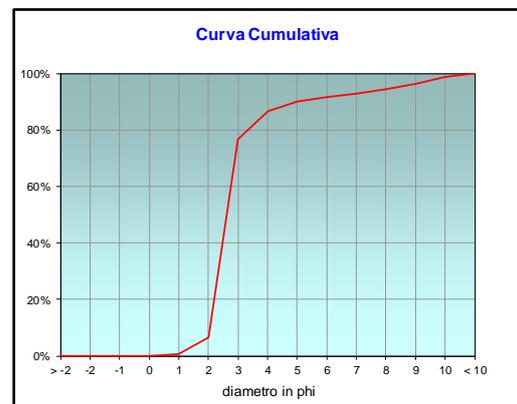
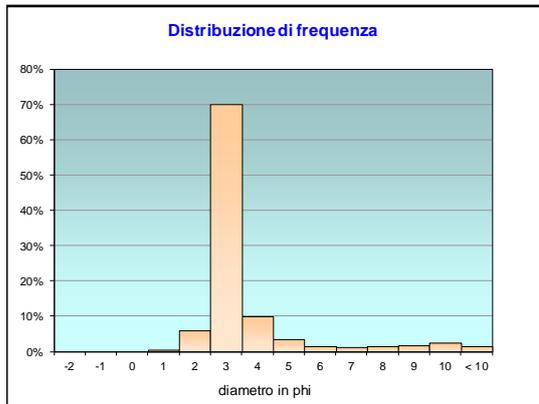
	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	0,87	1	500	0,51%	0,51%
	10,22	2	250	6,02%	6,54%
	118,80	3	125	70,03%	76,57%
Limo	16,90	4	62,5	9,96%	86,53%
	6,06	5	31	3,57%	90,10%
	2,68	6	15,6	1,58%	91,68%
	2,19	7	7,8	1,29%	92,97%
Argilla	2,36	8	3,9	1,39%	94,37%
	3,05	9	2,0	1,80%	96,17%
	4,12	10	0,98	2,43%	98,60%
	2,38	< 10	< 0,98	1,40%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	86,53%	7,84%	5,63%

Note
13,18 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica



Stazione K4 (CONTROLLO SE)

Parametri Fisici			
Peso secco (g)	Ps		154,66
Peso umido (g)	Pu		208,56
Peso specifico	G		n.d.
Peso di volume (g/cm ³)	γ		n.d.
Peso di vol. secco (g/cm ³)	γ_d		n.d.
Umidità (%)	W		n.d.

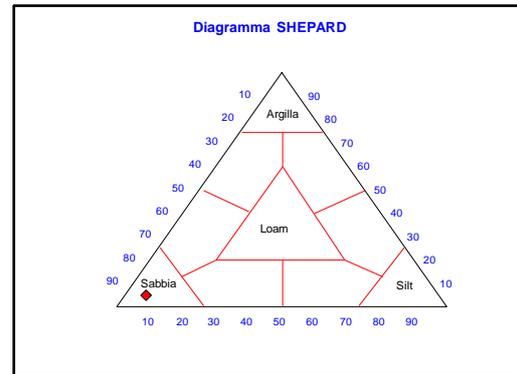
Parametri Statistici		
Media	M_{ϕ}	2,75
Classazione	σ_{ϕ}	0,73
Asimmetria	$S_{K\phi}$	0,16
Appuntimento	K_G	3,45
Mediana	Md	2,59

Percentile	ϕ
5°	1,50
16°	2,10
25°	2,23
50°	2,59
75°	2,96
84°	3,56
95°	7,64

	g	phi	micron	%	Freq. Cumul.
Ghiaia	0,00	> -2	> 4000	0,00%	0,00%
	0,00	-2	4000	0,00%	0,00%
	0,00	-1	2000	0,00%	0,00%
Sabbia	0,00	0	1000	0,00%	0,00%
	1,26	1	500	0,81%	0,81%
	13,02	2	250	8,42%	9,23%
	106,10	3	125	68,60%	77,84%
	16,90	4	62,5	10,93%	88,76%
Limo	4,91	5	31	3,17%	91,94%
	1,99	6	15,6	1,29%	93,23%
	1,62	7	7,8	1,05%	94,28%
	1,76	8	3,9	1,13%	95,41%
Argilla	2,10	9	2,0	1,36%	96,77%
	2,76	10	0,98	1,79%	98,55%
	2,24	< 10	< 0,98	1,45%	#####

Classe granulometrica			
Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla
0,00%	88,76%	6,65%	4,59%

Note
21,02 g di materiale organogeno (conchiglie)



Classificazione	
Shepard	SABBIA
Wentworth	SA-FI
Classazione	moderatamente classato
Asimmetria	asimmetrica positiva
Appuntimento	estremamente leptocurtica

