



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/7**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCE LAGUNARI**

Documento **MACROATTIVITA': RILIEVO DEL
MACROZOOBENTHOS IN LAGUNA IN
CORRISPONDENZA DELLE BOCCHE DI PORTO
I RAPPORTO DI VALUTAZIONE
PERIODO DI RIFERIMENTO: DA MAGGIO A
SETTEMBRE 2011**

Versione **1.0**

Emissione **15 Febbraio 2012**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Dott. Fabio Pranovi
(DSA-UNIVE)

Verifica

Dott. Davide
Tagliapietra
(ISMAR-CNR)

Verifica

Prof.ssa Patrizia
Torricelli

Approvazione

Ing. Pierpaolo
Campostrini

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Indice

1 PREMESSA	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 Obiettivi.....	3
2 ATTIVITA' ESEGUITE	5
2.1 Generalità ed attività preliminari.....	5
2.2 Attività di campo.....	5
2.2.1 Stagioni e stazioni di campionamento.....	5
2.2.2 Metodologie di campionamento.....	10
2.3 Attività di laboratorio.....	11
2.4 Presentazione dei risultati.....	11
3 RISULTATI PRELIMINARI	13
3.1 Analisi dei principali parametri strutturali ed indici ecologici.....	13
3.2 Analisi multivariata.....	28
4 CONSIDERAZIONI FINALI	42
5 BIBLIOGRAFIA	43
ALLEGATO FOTOGRAFICO	45

Al presente documento hanno contribuito per le attività di elaborazione dati e stesura testi:

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Andrea Pierini (SELC)

Per le attività di raccolta dati di campo:

Dott.ssa Chiara Miotti (SELC)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

Dott. Daniele Curiel (SELC)

Per le determinazioni sistematiche di laboratorio:

Dott. Federico Riccato - smistamento e Policheti (Laguna Project)

Dott. Riccardo Fiorin - smistamento e Policheti (Laguna Project)

Dott. Emiliano Checchin (SELC)

Dott.ssa Chiara Dri (SELC)

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Questo rapporto si riferisce alla conduzione della campagna (fine giugno - inizio luglio 2011) prevista dal programma generale di monitoraggio degli effetti prodotti dai cantieri delle opere da realizzare alle bocche lagunari nei confronti della componente macrozoobentonica di substrato mobile in aree di bocca di porto. La comunità macrobentonica rappresenta uno degli elementi chiave nell'ambito della classificazione degli ambienti costieri proposti dalla Water Framework Directive 2000/60 (recepita dal sistema normativo italiano con il dLgs. 152/2006), in quanto ritenuta un buon indicatore dello stato e della funzionalità del sistema nel suo complesso e costituisce una delle componenti degli ecosistemi di pregio, oggetto dello Studio B.6.72 B/7 "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alla bocche lagunari - 7^a fase".

Rispetto agli anni precedenti, quest'anno sono state apportate alcune variazioni al piano di attività del monitoraggio. In particolare, le campagne stagionali sono state ridotte da due a una (non è prevista quella autunnale).

Per quanto attiene agli aspetti operativi e metodologici, quindi, si è ritenuto utile fare riferimento a quanto già applicato nell'ambito dei rilievi effettuati nel corso dei programmi di monitoraggio MELa2 (Monitoraggio Ecosistema Lagunare Linea C: Monitoraggio delle comunità bentoniche di substrato molle) [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005] e MELa4 [MAG. ACQUE - SELC, 2008b; MAG. ACQUE - CORILA - CNR-ISMAR, 2009a] e negli studi B.6.78/I e B.6.85/II [MAG. ACQUE - SELC, 2004a; MAG. ACQUE-CORILA, 2009b]. Questo consente, da un lato di utilizzare metodologie di campo e di laboratorio standardizzate, dall'altro di ottenere dati confrontabili con quelli precedentemente raccolti in siti prossimi alle bocche di porto. In particolare, le informazioni assunte nel corso dello Studio B.6.78/I costituiscono la base dati, corrispondente ad una "fase zero" o *ante operam*, da confrontare con i risultati del presente monitoraggio (B.6.72 B/6) e dei precedenti B.6.85/II, B.6.72 B/5 e B/6 [MAG. ACQUE-CORILA, 2009b, 2010, 2011a].

1.2 Obiettivi

Le attività di rilievo delle comunità macrozoobentoniche nelle aree prospicienti le bocche di porto sono state condotte in 16 stazioni (localizzate 8 alla Bocca di Lido, 4 a Malamocco e 4 a Chioggia), in accordo con quanto effettuato negli Studi B.6.85/II e B.6.72 B/5; tali siti di campionamento sono in parte riconducibili a quelli dello Studio B.6.78/I.

Di queste stazioni, in ragione di quanto riportato in precedenza circa la continuità della raccolta dati, 9 corrispondono a quelle campionate nell'ambito dello Studio B.6.78/I, mentre 7, a causa di variazioni intervenute nel frattempo, sono di nuova localizzazione [MAG. ACQUE - CORILA, 2008a].

Il confronto, che sarà effettuato nel Rapporto Finale, tra i dati raccolti nel presente monitoraggio e quelli relativi agli Studi B.6.78/I, B.6.85/II e B.6.72 B/5 dovrebbe, dunque, permettere di evidenziare possibili variazioni della struttura della comunità, analizzandole in relazione alle dinamiche naturali dei popolamenti e/o alle modificazioni indotte dalle attività legate alla realizzazione delle opere mobili alle bocche.

Con riferimento alla situazione della laguna, allo stato attuale, il crescente interesse scientifico per questa componente bentonica è supportato dai seguenti elementi:

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- sembrano emergere, da parte di alcuni specialisti del settore, indicazioni su possibili modificazioni, attualmente in corso, nella composizione della comunità zoobentonica [MAG. ACQUE - CORILA - CNR-ISMAR, 2009a].
- le dinamiche registrate a carico delle fanerogame marine ed i possibili impatti nei settori delle bocche più vicini ai cantieri suggeriscono l'utilizzo integrato di indicatori riferibili a comparti diversi, quali le fanerogame, lo zoobenthos, l'avifauna, le caratteristiche della colonna d'acqua, ecc.

Nello specifico, gli obiettivi di questa attività sono:

- evidenziare la presenza di eventuali variazioni quali-quantitative degli insediamenti bentonici, rispetto a quanto descritto sulla base dei dati della perizia MELa2 (2002) [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005], MELa4 (2007) [MAG. ACQUE - SELC, 2008b] e degli Studi B.6.78/I, B.6.85/II e B.6.72 B/5 [MAG. ACQUE - SELC, 2004a; MAG. ACQUE - CORILA, 2009b, 2010].
- disporre di un quadro aggiornato pluriennale circa l'evoluzione complessiva dell'assetto bentonico lagunare in prossimità delle bocche di porto.

In questo rapporto vengono presentati i risultati dei rilievi di campo e dell'attività di laboratorio relativi alla campagna estiva (fine giugno - inizio luglio 2011). I dati raccolti sono qui valutati e raffrontati preliminarmente con quelli delle campagne estive del 2008 (Studio B.6.85/II), del 2009 (Studio B.6.72 B/5) e del 2010 (Studio B.6.72 B/6). Un'analisi più approfondita delle similarità e/o delle dissimilarità riscontrate verrà riportata nel rapporto finale.

2 ATTIVITA' ESEGUITE

2.1 Generalità ed attività preliminari

Il programma di monitoraggio dello Studio B.6.72 B/7, per il rilevamento delle comunità macrozoobentoniche presenti in laguna di Venezia nelle aree prospicienti le bocche di porto, prevede una serie di attività di campo, di laboratorio, elaborazione dati e reports e si è articolata in un periodo di circa 12 mesi (maggio 2011 - aprile 2012).

Nell'ambito della fase di pianificazione generale sono state messe a punto la tempistica e le modalità di esecuzione dell'attività specifica, con particolare attenzione al posizionamento delle stazioni ed alla definizione dei protocolli di campionamento, di laboratorio e di restituzione dei dati, nonché alla rapportistica finale [MAG. ACQUE - CORILA, 2008a].

La tempistica della campagna estiva è stata la seguente: 28 e 29 giugno e 8 e 9 luglio 2011.

2.2 Attività di campo

2.2.1 *Stagioni e stazioni di campionamento*

L'attività di monitoraggio ha previsto una campagna, programmata e svolta in estate per cogliere la fase di massima crescita della comunità. La scelta delle stazioni di campionamento ha tenuto conto sia della necessità di confrontare i dati raccolti con quelli del monitoraggio B.6.78/I [MAG. ACQUE - SELC, 2004a], sia delle principali evidenze emerse in precedenti studi mirati a diversi comparti (fanerogame, avifauna, torbidità e trasporto di materiale sospeso) (Studi B.6.72). Per la descrizione dettagliata del processo di identificazione delle stazioni si rimanda al Rapporto di Pianificazione Operativa [MAG. ACQUE - CORILA, 2008a].

Le 16 stazioni identificate sono rappresentative di aree di velma o bassofondale, poste in prossimità delle tre bocche di porto o soggette comunque alla loro influenza diretta. In mancanza di stazioni con dati pregressi relativi allo zoobenthos, si è preferito utilizzare le stazioni della rete di monitoraggio fanerogame (Studi B.6.72).

L'ubicazione delle stazioni è riportata nelle figure 2.1, 2.2 e 2.3, la legenda della mappatura delle fanerogame marine in figura 2.4, mentre le coordinate sono indicate nella tabella 2.1.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

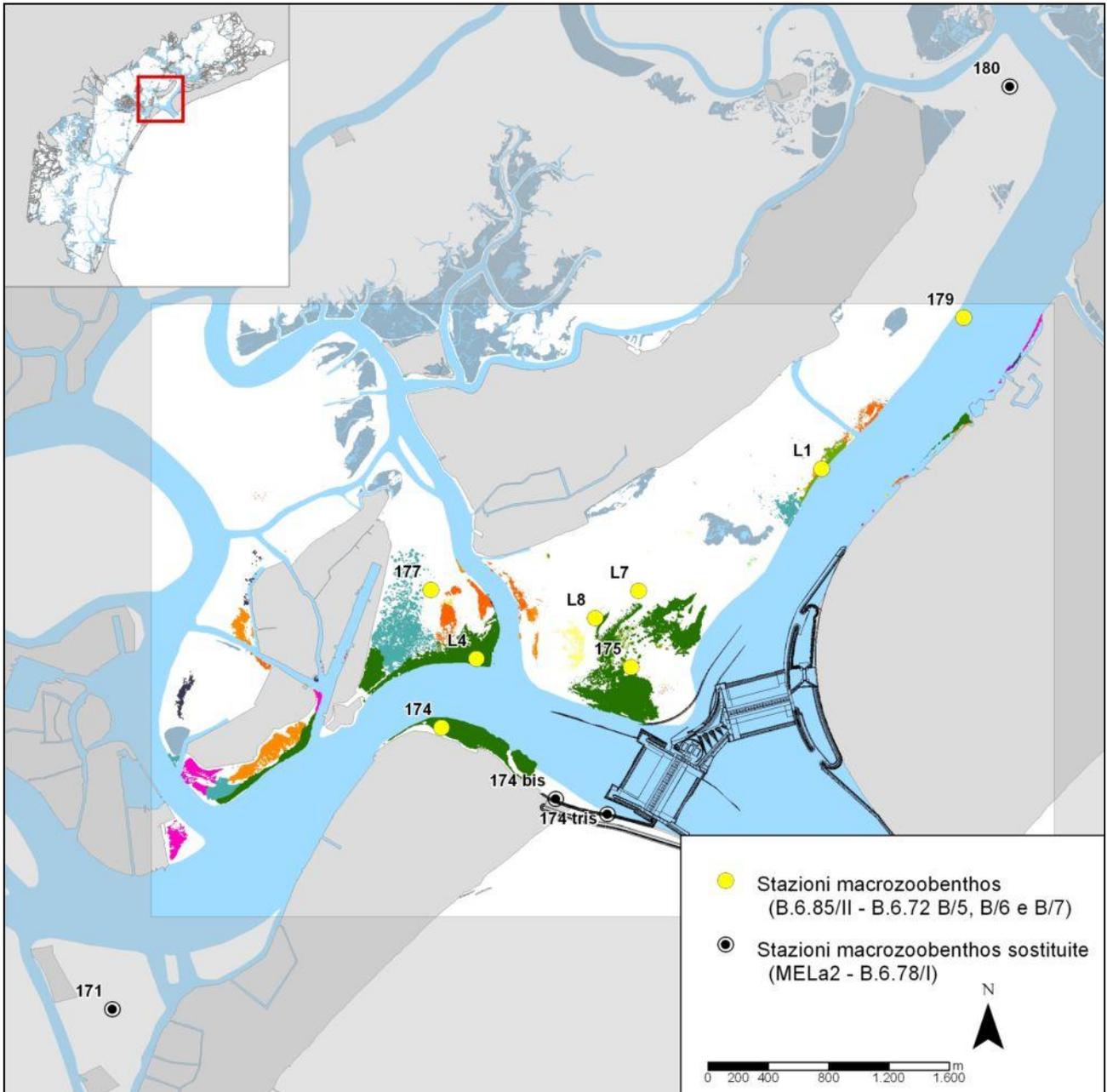


Fig. 2.1. Localizzazione delle stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II, B.6.72 B/5, B/6 e B/7. Nella figura sono riportate anche quattro stazioni dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituite. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2010 (Studio B.6.72 B/6) [MAG. ACQUE-CORILA, 2011b].

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

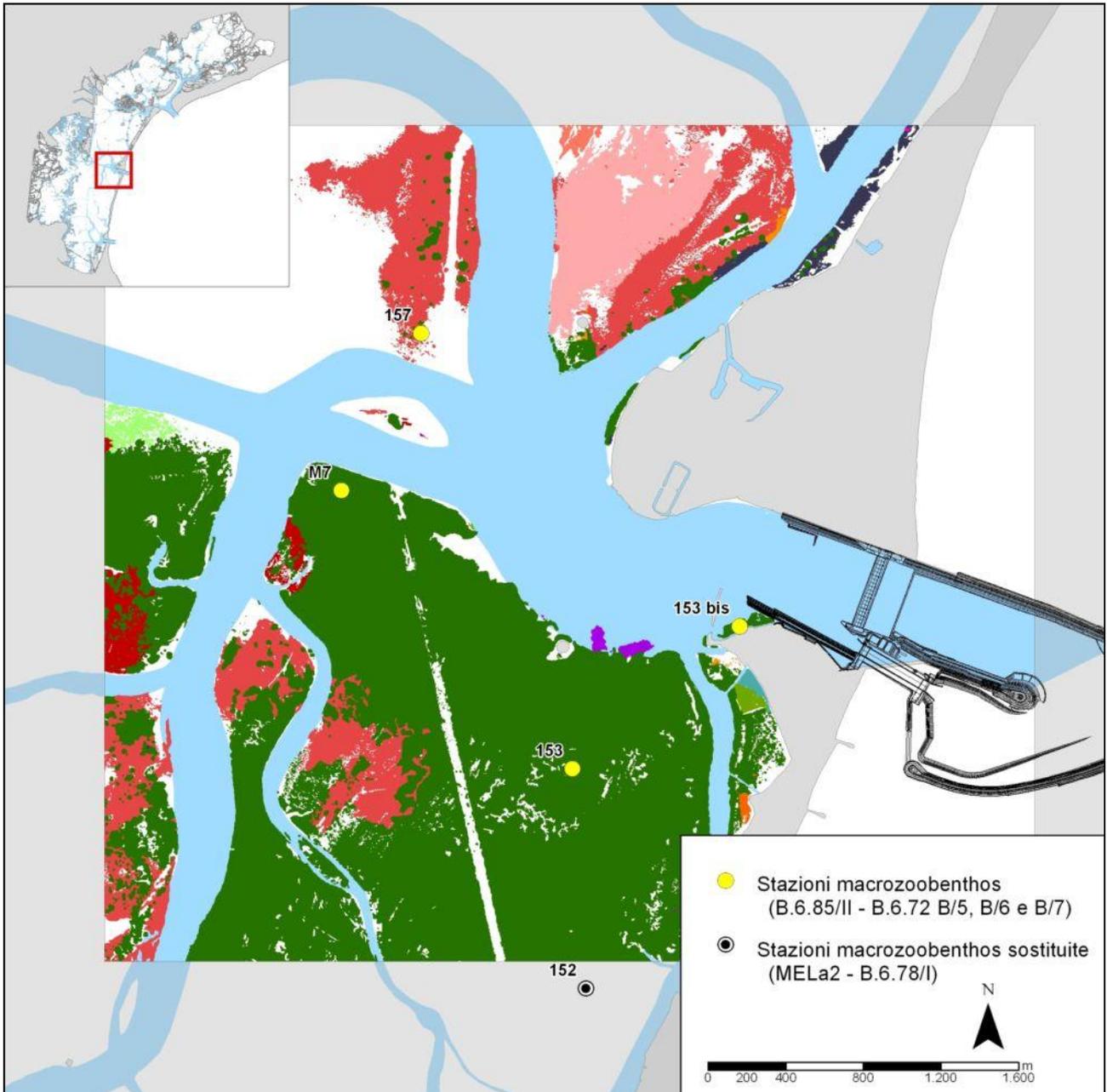


Fig. 2.2. Localizzazione delle stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II, B.6.72 B/5, B/6 e B/7. Nella figura è riportata anche una stazione dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituita. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2010 (Studio B.6.72 B/6) [MAG. ACQUE-CORILA, 2011b].

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

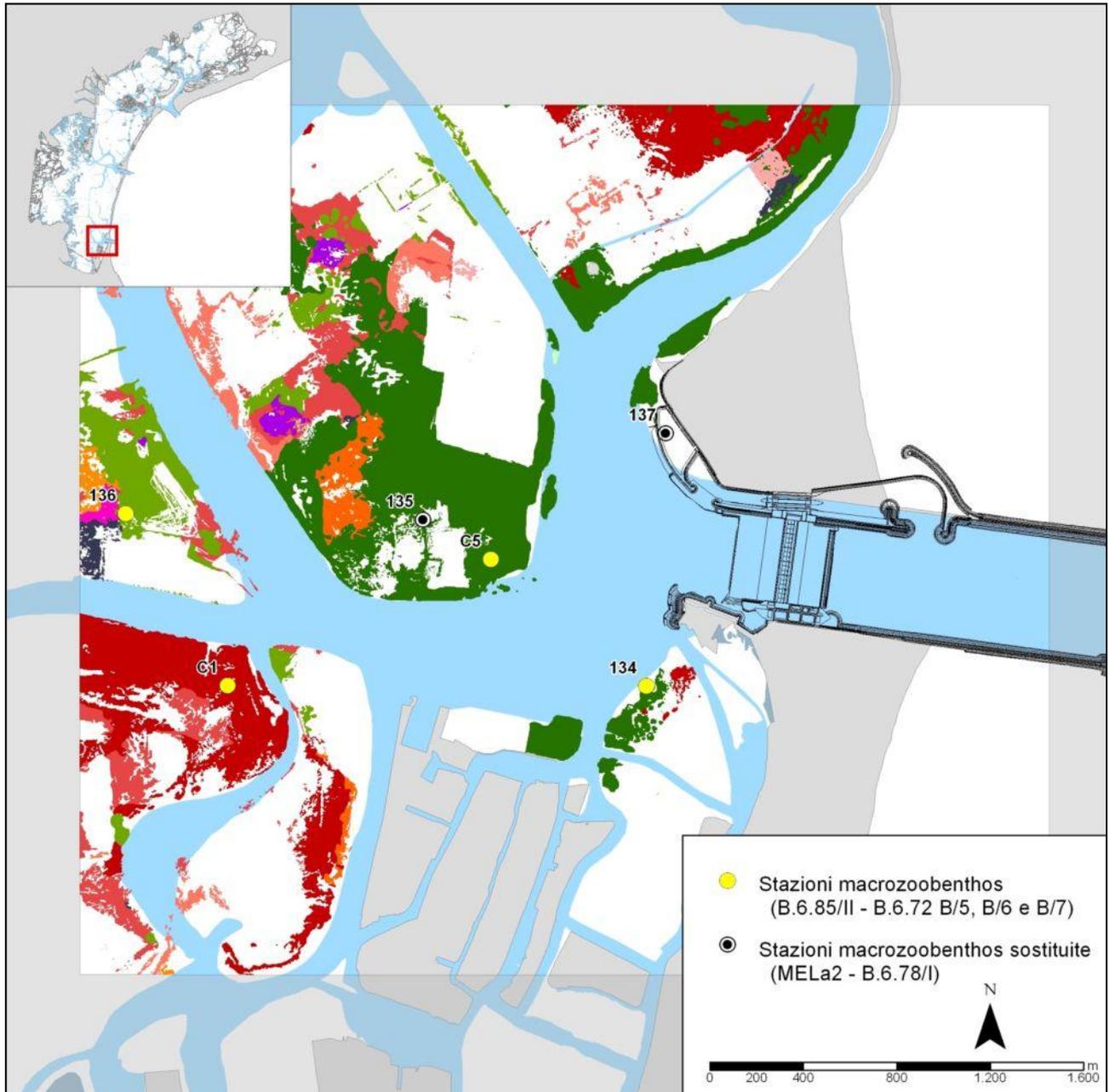


Fig. 2.3. Localizzazione delle stazioni di campionamento del monitoraggio B.6.85/II, B.6.72 B/5, B/6 e B/7. Nella figura sono riportate anche due stazioni dei precedenti monitoraggi MELa2 e B.6.78/I e ora sostituite. Nella mappa è riportata la distribuzione delle fanerogame marine aggiornata al rilievo del 2010 (Studio B.6.72 B/6) [MAG. ACQUE-CORILA, 2011b].

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

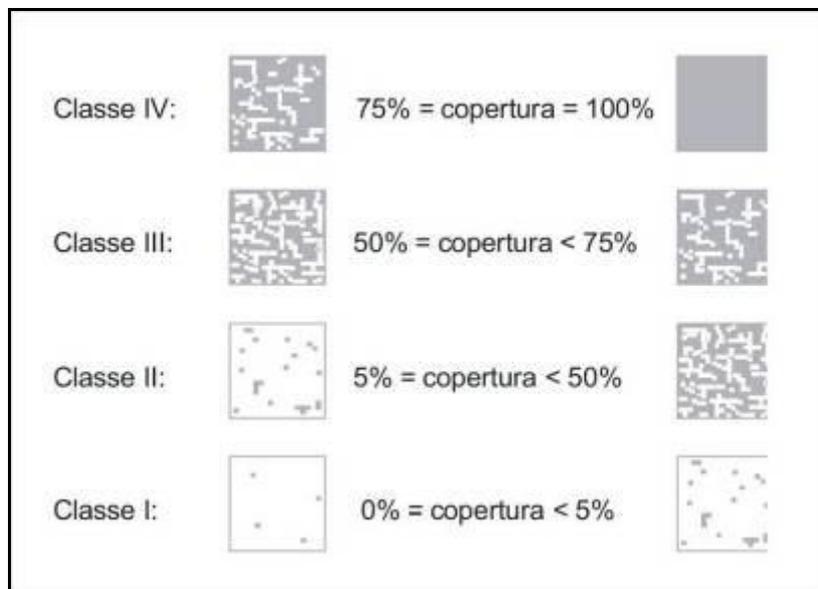


Fig. 2.4. Legenda della mappatura delle fanerogame marine per le tre bocche di porto e prontuario di stima delle percentuali di copertura.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 2.1 - Coordinate delle 16 stazioni di campionamento della comunità macrozoobentonica.

Bocca di Lido		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
174	2315811	5034517
175	2317068	5034922
177	2315742	5035437
179	2319270	5037253
L1	2318330	5036245
L4	2316043	5034977
L7	2317117	5035432
L8	2316865	5035293

Bocca di Malamocco		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
153	2308985	5022844
157	2308206	5025101
153 bis	2309844	5023583
M7	2307795	5024288

Bocca di Chioggia		
N° stazione	Coordinate Gauss-Boaga	
	est	nord
134	2307076	5011804
136	2304851	5012546
C1	2305286	5011807
C5	2306411	5012350

2.2.2 Metodologie di campionamento

Per le procedure di campionamento si è fatto riferimento a quanto messo a punto nel monitoraggio benthos MELa2 [MAG. ACQUE - SELC, 2004b, 2004c, 2005]. I campioni sono stati raccolti con l'ausilio di una sorbona (anziché il box-corer utilizzato nel MELa2) in grado di penetrare il sedimento verticalmente in maniera indisturbata fino a circa 30 cm, per una superficie di campionamento di 500 cm² per replica, per un totale di 2500 cm² a campione.

Le attività sono state svolte in parte da imbarcazione e in parte con un operatore in immersione e per ciascuna stazione sono state prelevate cinque repliche (denominate A, B, C, D, E).

Ciascun campione, dopo il prelievo, è stato valutato visivamente e descritto su schede di campo, prima di essere posto in un sacchetto di plastica e refrigerato a temperature inferiori a +8°C, fino alla successiva fase di congelamento in laboratorio.

2.3 Attività di laboratorio

Ogni campione è stato smistato per separare la frazione viva da quella morta (tanatocenosi) e liberare gli organismi dai resti di gusci di conchiglie, residuo vegetale e frammenti vari. Il materiale biologico, inizialmente suddiviso per gruppi tassonomici (molluschi, crostacei, policheti, echinodermi, animalia cetera), è stato poi sottoposto a classificazione più fine giungendo, ove possibile, al genere o alla specie.

Tecnici laureati, specializzati nei diversi settori della sistematica, hanno utilizzato per il riconoscimento specifico la letteratura scientifica aggiornata (chiavi dicotomiche, ecc.) e il materiale di confronto già raccolto e classificato nel corso di precedenti campagne.

Per ogni campione è stato compilato un referto di laboratorio contenente una tabella riassuntiva con i valori di abbondanza (numero di individui) e biomassa (peso umido sgocciolato, peso secco e peso secco senza ceneri - AFDW) per ciascuna unità tassonomica rilevata.

2.4 Presentazione dei risultati

I dati dell'attività di laboratorio inerenti le fasi di determinazione sistematica, conta degli individui appartenenti ad ogni singolo gruppo tassonomico (*taxon*) e valutazione della biomassa (fresca e AFDW), sono stati raccolti in un database, dal quale sono state quindi estratte le tabelle specie/campione necessarie all'analisi delle comunità. Gli organismi coloniali, rinvenuti in modo occasionale, necessitano di un substrato su cui aderire e non vivono quindi in stretta relazione con il fondale, come le altre specie di macrozoobenthos considerate. Per queste specie, inoltre, è possibile calcolare il valore di copertura, ma non del numero di individui e pertanto non sono stati considerati nell'elaborazione e nella discussione dei risultati (tab. 3.3-a).

Sulla matrice ottenuta sono stati calcolati i principali parametri strutturali che caratterizzano la comunità bentonica, quali la diversità (in termini di n. di *taxa*), l'abbondanza (n. di individui) e la biomassa (peso umido sgocciolato, peso secco e peso secco senza ceneri - AFDW). Per quanto riguarda la biomassa si deve ricordare che i molluschi influenzano molto tale parametro, soprattutto per la presenza delle valve e dei gusci; per poter quindi rendere più omogenei i dati sono stati presi in considerazione i soli valori di biomassa espressa come AFDW (peso secco senza ceneri).

Sempre a partire dalle tabelle di abbondanza, sono stati quindi calcolati per la comunità macrozoobentonica alcuni indici univariati che, combinando numero di specie e loro abbondanza, possono fornire un'indicazione della diversità. A parità di numero totale di individui, infatti, due comunità possono esprimere differenti livelli di diversità, a seconda del numero complessivo di *taxa* e di come tali organismi risultano distribuiti tra di essi.

Gli indici presi in considerazione sono: Indice di ricchezza specifica di Margalef, Indice di diversità di Shannon-Wiener (log naturale), Indice di equitabilità di Pielou (evenness) e Indice di rarefazione (Hurlbert).

Per un'analisi della struttura della comunità nel suo complesso, considerando le diverse specie e le variazioni delle abbondanze relative, sono state applicate tecniche di analisi multivariata, quali la Cluster Analysis ⁽¹⁾, la MultiDimensional Scaling (MDS) e la PERMANOVA (Permutational

⁽¹⁾ I dendrogrammi risultanti dall'applicazione della Cluster Analysis non sono sempre riportati; ad essi si fa comunque riferimento per quanto riguarda i valori della matrice di similarità di Bray-Curtis, in base ai quali sono raggruppate le stazioni.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Multivariate Analysis of Variance), dopo aver opportunamente trasformato i dati con radice quadrata, per ridurre il peso delle specie con abbondanze elevate.

3 RISULTATI PRELIMINARI

3.1 Analisi dei principali parametri strutturali ed indici ecologici

La tipologia delle stazioni campionate è suddivisibile in due categorie: quelle poste all'interno di praterie a fanerogame marine (la maggioranza - 174, L1, L4, 153, 157, M7, 134, 136, C1 e C5) e quelle localizzate su fondali avegetati (la minoranza - 175, 177, 179, L7, L8, 153-Bis) di cui 5 ubicate nella bocca di Lido.

Presso le 16 stazioni di controllo delle tre bocche di porto, nella campagna di monitoraggio, sono stati identificati complessivamente 177 gruppi tassonomici (*taxa*), per 164 dei quali la determinazione è giunta sino a livello di specie (92,7%), per 2 (1,1%) al genere e per 11 (6,2%) ad un grado di classificazione superiore (tab. 3.3). Questo valore del numero di *taxa* è superiore a quelli registrati precedentemente nelle campagne estive del 2008 (171 *taxa*, Studio B.6.85/II), del 2009 (162 *taxa*, Studio B.6.72 B/5) e del 2010 (167 *taxa*, Studio B.6.72 B/6) ⁽²⁾.

Le bocche di porto di Malamocco e Chioggia mostrano negli anni valori molto simili in termini di **ricchezza specifica**, che, nel complesso, passano rispettivamente da 109 e 110 *taxa* nel 2008, a 114 e 124 *taxa* nel 2011. Lido, invece, nonostante presenti un numero di stazioni (8) doppio rispetto alle altre due bocche, fa registrare sempre valori inferiori di questo parametro; l'unica eccezione è rappresentata dall'estate 2011, quando il valore di questo parametro risulta intermedio rispetto a quelli delle altre due bocche (tab. 3.1).

Tabella 3.1 - Numero di *taxa* rilevato nelle quattro campagne estive.

	N. <i>taxa</i> - campagna estiva			
	2008	2009	2010	2011
Lido	109	98	107	119
Malamocco	109	116	120	114
Chioggia	110	117	124	124

A livello di singola stazione (lista faunistica complessiva delle 5 repliche), il maggior numero di *taxa* è stato registrato nella stazione a fanerogame 134 (Chioggia, 88 specie); quello minimo, invece, nella stazione priva di fanerogame di Lido L7 (con 33 *taxa*) (tab 3.4; fig. 3.1). Lo stesso andamento è stato rilevato anche nelle campagne estive precedenti, con valori medi del numero di *taxa* che sono risultati più alti in stazioni di Chioggia (nel 2010) o Malamocco (nel 2008 e 2009) e minimi in siti di campionamento di Lido (2008, 2009 e 2010). Se si considera l'insieme delle stazioni di ciascuna bocca di porto, il valori medio più alto appartiene a Chioggia (36,3 *taxa*/stazione), seguita da Malamocco (26,0 *taxa*/stazione) e da Lido (21,8 *taxa*/stazione); lo stesso trend era stato registrato anche nei campionamenti estivi del 2008, 2009 e 2010 (tab. 3.6).

Per quanto riguarda l'**abbondanza**, considerando l'insieme delle 16 stazioni, sono stati identificati complessivamente 17.344 individui (6.418 a Lido, 4.051 a Malamocco e 6.875 a Chioggia), valore in calo rispetto alle campagne estive precedenti (-30% rispetto al 2008, -22% rispetto al 2009 e -18% rispetto al 2010); il decremento rispetto al 2008 è in parte imputabile alla fase di campionamento durante la quale, a partire dal 2009, si è prestata maggiore attenzione affinché venisse limitata l'eventuale aspirazione da parte della sorbona di individui non facenti parte dei campioni (vedi immagini allegato fotografico). Il confronto con le precedenti stagioni estive fa rilevare come, per la

⁽²⁾ In seguito a revisioni della nomenclatura, che hanno comportato in taluni casi la scomparsa di specie tramite l'accorpamento con altre, è stato ricalcolato il numero di *taxa* per le stagioni estive del 2008 e del 2009. Pertanto questo parametro è diverso da quello riportato nei precedenti rapporti inerenti la campagna estiva del 2009 (da 163 a 162) [MAG. ACQUE-CORILA, 2010].

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

prima volta, in riferimento ai singoli siti di campionamento, il valore medio di abbondanza più elevato sia stato registrato a Chioggia nella stazione a fanerogame C1 (452,0 individui) e non in un sito di Lido (come nel 2008) o di Malamocco (come nel 2009 e 2010); la densità media minima, invece, anche in questa campagna estiva, è stata calcolata nella stazione 179 di Lido avegetata (87,6 individui) (tab. 3.4; fig. 3.2).

L'andamento del **numero medio di individui**, per l'insieme delle stazioni di ciascuna bocca di porto, come rilevato nelle precedenti campagne estive, rispecchia quello del numero medio di *taxa*, presentando il valore più alto a Chioggia (343,8 individui/stazione), il più basso a Lido (160,5 individui/stazione) e quello intermedio a Malamocco (202,6 individui/stazione) (tab. 3.4).

Come è già stato segnalato per le campagne estive dei primi tre anni di monitoraggio, anche in quella del 2011, si rileva una generale corrispondenza tra valori elevati del numero di *taxa* e di abbondanza e localizzazione delle relative stazioni all'interno di praterie a fanerogame (i siti di campionamento 174, L1 e L4 di Lido e tutti quelli di Chioggia e di Malamocco, esclusa la 153-bis); questo appare evidente soprattutto a Lido dove sono presenti più stazioni, sia in prateria (3), sia su fondale avegetato (5) (tab. 3.4 e 3.5).

Il terzo parametro considerato, la **biomassa AFDW** ⁽³⁾, presenta il valore medio più alto a Lido, nella stazione 179 (con 2,9 g AFDW/stazione), come nel 2008 e nel 2009, e il più basso a Malamocco nel sito 153-bis (con 0,6 g AFDW/stazione) (fig. 3.3); è la prima volta che, durante la stagione estiva, la biomassa AFDW minima viene registrata in un sito non di Lido.

A livello complessivo di bocca di porto, infine, il valore di biomassa AFDW medio più alto è stato calcolato a Lido e Chioggia (1,5 g AFDW/stazione), quello più basso a Malamocco (1,2 g AFDW/stazione) (tab. 3.4). Considerando i dati delle precedenti campagne estive, la biomassa AFDW media presenta valori altalenanti negli anni, facendo registrare complessivamente, tra l'estate **2008** e quella **2011**, un calo in tutte le bocche di porto (da 1,8 a 1,5 g AFDW/stazione a Lido, da 2,6 a 1,5 g AFDW/stazione a Chioggia e da 2,3 a 1,2 g AFDW/stazione a Malamocco) (tab. 3.6).

Tabella 3.2 - Numero di *taxa* rilevato nelle 4 campagne estive per i M. Bivalvi, i Policheti e i C. Anfipodi.

		Moll. Bivalvia	Polychaeta	Cr. Amphipoda
Camp. estiva 2008	Lido	29	33	15
	Malamocco	25	29	14
	Chioggia	27	24	18
Camp. estiva 2009	Lido	26	24	20
	Malamocco	21	32	22
	Chioggia	28	29	19
Camp. estiva 2010	Lido	26	30	21
	Malamocco	25	31	22
	Chioggia	27	36	20
Camp. estiva 2011	Lido	30	31	20
	Malamocco	28	25	19
	Chioggia	29	28	20

Per le tre bocche di porto, in linea con quanto rilevato nelle campagne estive precedenti, i gruppi tassonomici più rappresentati sono quelli dei Polychaeta, dei Mollusca Bivalvia e dei Crustacea Amphipoda (tab. 3.2; fig. 3.4 e 3.6). Considerando il numero di individui, invece, in ciascuna bocca

⁽³⁾ Nell'analisi della biomassa AFDW, non è stato considerato il contributo portato dal bivalve *Pinna nobilis*, rinvenuto nelle stazioni 157 a Malamocco e C5 a Chioggia nella stagione estiva del **2009**; questa specie, infatti, viste le notevoli dimensioni costituirebbe la quasi totalità della biomassa AFDW.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

di porto, tra i gruppi più abbondanti si segnalano i Crustacea Amphipoda, i Mollusca Bivalvia e Gastropoda e i Polychaeta, anche se con percentuali diverse tra le bocche di porto (fig. 3.5 e 3.7).

A livello di singoli generi o specie, i *taxa* più rappresentati in termini di abbondanza (tab. 3.3) sono:

- per Lido i crostacei anfipodi *Ampithoe helleri*, *Erichthonius punctatus* e il polichete *Notomastus (Clistomastus) lineatus*;
- per Malamocco il mollusco bivalve *Loripes lacteus*, il gasteropode *Bittium reticulatum* e il foronideo *Phoronis muelleri*;
- per Chioggia il mollusco gasteropode *Bittium reticulatum* e il bivalve *Loripes lacteus*.

Per quanto la biomassa AFDW, in tutte le bocche i maggiori contributi sono portati, anche se con percentuali differenti, soprattutto dai molluschi bivalvi e gasteropodi (tab. 3.3; fig. 3.6), in particolare:

- per Lido i gasteropodi *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus* e *Nassarius nitidus* e i bivalvi *Chamelea gallina*, *Paphia aurea* e *Loripes lacteus*;
- per Malamocco il bivalve *Loripes lacteus* e i gasteropodi *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus*, *Bittium reticulatum* e *Nassarius nitidus*;
- per Chioggia i gasteropodi *Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus*, *Nassarius nitidus* e *Bittium reticulatum* e il bivalve *Loripes lacteus*.

Nell'analisi della comunità zoobentonica sono stati poi applicati alcuni indici di diversità che tengono in considerazione simultaneamente la ricchezza specifica e l'abbondanza. I risultati sono riportati nelle tabelle 3.4, 3.5 e 3.6.

L'indice di Margalef, essendo fortemente dipendente dal numero di *taxa* identificato, presenta il valore medio più alto (8,92) nella bocca di porto di Chioggia e il più basso (6,02) in quella di Lido; per Malamocco l'indice (7,20) ha un valore intermedio (tab. 3.4); lo stesso andamento è stato registrato nelle precedenti stagioni estive (2008, 2009 e 2010) (tab. 3.6). Tra il 2008 e il 2011, si assiste, nel complesso, ad un decremento dell'indice in ciascuna bocca di porto.

L'indice di diversità di Shannon-Wiener, che considera sia il numero dei *taxa* presenti, sia il modo in cui gli individui sono distribuiti tra essi, presenta valori comparabili e pari a 2,45 a Lido, 2,24 a Malamocco e 2,63 a Chioggia (tab. 3.4). Il confronto con i dati delle precedenti stagioni estive, evidenzia come, per la prima volta, il valore più alto dell'indice sia stato calcolato a Chioggia e non a Lido (2008 e 2009) o Malamocco (2010) (tab. 3.6).

Per l'indice di equitabilità di Pielou, che valuta il grado di uniformità nella distribuzione degli individui tra i vari *taxa*, il valore medio più basso (0,57) si rileva nella bocca di porto di Malamocco, il più alto a Lido (0,66), quello intermedio a Chioggia (0,62) (tab. 3.4). Anche nella campagna estiva del 2011, la maggiore diversità registrata a Lido può essere dovuta ad un limitato numero di individui e al fatto che, invece, alcune specie particolarmente numerose nelle altre bocche di porto possono abbassare i rispettivi valori dell'indice.

L'indice di rarefazione di Hurlbert, che calcola il numero medio di specie attese considerando campioni di pari dimensioni, presenta il valore più elevato per le stazioni della bocca di porto di Chioggia (16,70), il più basso a Malamocco (14,20) e quello intermedio a Lido (15,29) (tab. 3.4). Nel complesso tra la campagna estiva del 2008 e quella del 2011, si assiste ad un aumento dell'indice in tutte le tre bocche di porto (tab. 3.6).

L'analisi dei risultati conferma quanto rilevato nelle campagne estive precedenti, ovvero come, nonostante a Chioggia e Malamocco sia stato rilevato il più alto numero medio di *taxa* e/o

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

individui per stazione, tutte le bocche presentino un livello paragonabile e relativamente alto di diversità e di uniformità nella distribuzione degli individui tra le specie.

Come ricordato precedentemente, a Lido è presente un numero doppio di stazioni (8) rispetto alle bocche di porto di Malamocco e Chioggia, e più della metà (5) sono localizzate su fondali avegetati; per poter uniformare l'analisi per tipologia di habitat, sono stati quindi presi in considerazione solo i siti di campionamento localizzati all'interno di praterie a fanerogame marine. Il ricalcolo dei valori dei parametri e degli indici evidenzia, rispetto al calcolo condotto sull'intero set di stazioni, un aumento del numero medio di *taxa* e di individui per Lido e Malamocco; per la biomassa AFDW, invece, si rileva un decremento a Lido ed un incremento a Malamocco. Per quanto riguarda gli indici di diversità, invece, a Lido presentano un decremento (tranne l'indice di Margalef che resta pressochè invariato), mentre a Malamocco registrano tutti un aumento (tab. 3.4 e 3.5).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 3.3 - Elenco faunistico complessivo dei *taxa non* coloniali, in cui vengono riportati il numero di individui e i valori di biomassa AFDW (mg) riferiti all'insieme delle repliche delle stazioni di ciascuna delle tre bocche di porto (Lido [L], Malamocco [M] e Chioggia [C]). (* Valore AFDW inferiore a 0,1 mg).

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biom. AFDW tot. (mg)		
		L	M	C	L	M	C
Anthozoa	Actiniaria indet.	32	34	56	122,6	78,8	59,7
	<i>Anemonia viridis</i>	210	64	79	56	36	58,9
Cr. Amphipoda	<i>Ampelisca sarsi</i>	429	12		40,2	0,7	
	<i>Ampithoe helleri</i>	1395	127	122	53,5	2,7	3,1
	<i>Ampithoe ramondi</i>	39	24	61	0,2	0,3	0,4
	<i>Apocorophium acutum</i>	31	16	57	0,4	0,2	0,4
	<i>Caprella acanthifera</i>			10			0,1
	<i>Caprella equilibra</i>	100		2	1		(*)
	<i>Caprella liparotensis</i>	2			(*)		
	<i>Caprella scaura</i>	7			0,1		
	<i>Caprellidea indet.</i>		1			(*)	
	<i>Dexamine spinioentris</i>	9	6	14	0,4	0,1	0,5
	<i>Dexamine spinosa</i>	80	77	332	1,4	1,5	8,1
	<i>Elasmopus rapax</i>			1			(*)
	<i>Erichthonius punctatus</i>	472	151	378	2	0,7	1,5
	<i>Gammarella fucicola</i>		84	164		4,6	15,7
	<i>Gammarus insensibilis</i>	20	28	26	1,5	5,2	3
	<i>Iphimedia minuta</i>	1	4	2	(*)	0,1	0,1
	<i>Jassa cfr. marmorata</i>			1			(*)
	<i>Leucothoe indet.</i>	1			(*)		
	<i>Leucothoe oboa</i>	12	2	8	0,5	0,1	0,2
	<i>Leucothoe spinicarpa</i>		1			(*)	
	<i>Leucothoe venetiarum</i>		2			0,1	
	<i>Lysianassa costae</i>	3			(*)		
	<i>Melita hergensis</i>	1			(*)		
	<i>Melita palmata</i>		1	32		(*)	1,8
	<i>Microdeutopus anomalus</i>	4		62	(*)		1
	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>		1			(*)	
	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	4	18	182	(*)	0,2	1,4
	<i>Orchomene humilis</i>	5		4	0,1		0,1
	<i>Phtisica marina</i>		8	6		0,1	1,3
	<i>Stenothoe valida</i>			1			(*)
<i>Urothoe poseidonis</i>	44	18		3,1	1,6		
Cr. Cirripeda	<i>Balanus improvisus</i>			4			0,9
Cr. Cumacea	<i>Iphinoe adriatica</i>	3	2	3	0,1	0,1	0,1
Cr. Decapoda	<i>Carcinus aestuarii</i>	20	4	14	3004,6	104,6	1230,8
	<i>Clibanarius erythropus</i>		1			31,2	
	<i>Crangon crangon</i>	4		1	24,2		4,9
	<i>Diogenes pugilator</i>	85	58	8	1248,2	983,1	220,7
	<i>Hippolyte leptocerus</i>		9	15		2,8	12,5
	<i>Hippolyte longirostris</i>	7	20	26	6,7	6	7,6
	<i>Liocarcinus depurator</i>		1			3,1	
	<i>Palaemon adspersus</i>	13	8	11	210,2	647,6	792,1

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biom. AFDW tot. (mg)		
		L	M	C	L	M	C
	<i>Pestarella tyrrhena</i>	19			143,5		
	<i>Processa edulis</i>	4	4	3	0,3	7,9	51,3
	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	1	2		103,5	245,3	
	<i>Upogebia pusilla</i>	29	7	8	2371	406,7	442,8
	<i>Upogebia tipica</i>	1		4	116,8		412,7
Cr. Isopoda	Arcturidae indet.			3			0,5
	Bopyridae indet.	1			4,8		
	Cirolanidae indet.			1			4,1
	<i>Cleantis</i> cfr. <i>prismatica</i>			1			0,9
	<i>Cyathura carinata</i>	5		97	0,2		9,6
	<i>Cymodoce truncata</i>			5			23,8
	<i>Idotea balthica</i>		3	12		1,1	7,8
	<i>Idotea</i> cfr. <i>metallica</i>		1	1		2	0,8
	<i>Idotea chelipes</i>	17	8	54	14,2	11	37,3
	<i>Jaera</i> indet.	2	2	7	(*)	(*)	0,1
	<i>Lekanesphaera hookeri</i>		1	28		1,6	52,7
	<i>Sphaeroma serratum</i>	2			0,3		
Cr. Leptostraca	<i>Nebalia bipes</i>			1			(*)
Cr. Mysidacea	<i>Diamysis bahirensis</i>	193	2	6	8,6	(*)	0,4
	<i>Mesopodopsis slabberi</i>	11	14	8	0,1	0,4	0,2
	<i>Mysida</i> indet.	1			(*)		
Cr. Tanaidacea	<i>Apseudes talpa</i>	9			0,3		
	<i>Apseudopsis latreillii</i>	238	2		10,1	0,1	
	<i>Leptochelia savignyi</i>	34	6	113	0,4	0,1	1,9
Echinodermata	<i>Acrocrida brachiata</i>		2			5	
	<i>Amphipholis squamata</i>	1	20	20	0,2	2,5	3
	<i>Asterina gibbosa</i>		5	13		100,3	164,4
	<i>Labidoplax digitata</i>	2			318,3		
	<i>Ophiothrix fragilis</i>	1	6	7	54,2	176	186,6
	<i>Paracentrotus lividus</i>		1			275,3	
Moll. Bivalvia	<i>Abra alba</i>	15	7	31	9,4	6,4	82,4
	<i>Abra segmentum</i>	3	9	48	0,5	9,2	75,9
	<i>Anadara transoersa</i>		3	4		5,2	13,4
	<i>Anodontia (Loripinus) fragilis</i>	1	8	1	0,3	19,2	5,2
	<i>Anomia ephippium</i>			6			10,3
	<i>Cerastoderma glaucum</i>	3			68,9		
	<i>Chamelea gallina</i>	24			4606,4		
	<i>Corbula gibba</i>	1			0,1		
	<i>Ctena decussata</i>		8			5,1	
	<i>Dosinia lupinus</i>	1			164,1		
	<i>Flexopecten glaber glaber</i>	1	1	2	0,1	0,4	0,7
	<i>Gari depressa</i>		1			0,3	
	<i>Gastrana fragilis</i>	43	49	23	2221,3	1210,9	495,9
	<i>Gastrochaena dubia</i>	2			18,8		
	<i>Hemilepton nitidum</i>	56	10	8	2	0,6	0,3
	<i>Hiatella arctica</i>	2		2	0,2		1

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biom. AFDW tot. (mg)		
		L	M	C	L	M	C
	<i>Lentidium mediterraneum</i>		1			(*)	
	<i>Limaria tuberculata</i>		1			176,7	
	<i>Loripes lacteus</i>	308	954	872	3799,6	4885,9	4767,9
	<i>Lucinella divaricata</i>	61	96	4	93,4	110	1,7
	<i>Mimachlamys varia</i>			1			(*)
	<i>Modiolarca subpicta</i>	1		2	0,1		0,9
	<i>Modiolus barbatus</i>	5	4	11	0,1	0,4	12,3
	<i>Modiolus cfr. adriaticus</i>	1			(*)		
	<i>Musculista senhousia</i>		1	1		(*)	(*)
	<i>Musculus cfr. costulatus</i>			1			0,2
	<i>Mytilaster lineatus</i>	3	2	1	0,2	0,6	0,1
	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	3	1	6	0,1	0,1	0,2
	<i>Nucula nucleus</i>		27	23		281,5	282,9
	<i>Ostrea edulis</i>		1			(*)	
	<i>Paphia aurea</i>	36	11	16	3655,4	222,1	208,9
	<i>Parvicardium exiguum</i>	7	9	31	3,5	1,7	23,8
	<i>Petricola lithophaga</i>	1			0,1		
	<i>Pharus legumen</i>	23			235,4		
	<i>Pitar rudis</i>		1	4		4,1	120,8
	<i>Pododesmus patelliformis</i>			1			0,1
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	3		2	11,5		0,6
	<i>Solen marginatus</i>	2			188,9		
	<i>Tellinmya ferruginosa</i>	4	52	12	0,6	4,6	0,9
	<i>Tellina distorta</i>	19	15	28	4,7	3,3	8,1
	<i>Tellina fabula</i>	91	12	3	463,1	14,8	1,9
	<i>Tellina planata</i>		1			79,6	
	<i>Tellina tenuis</i>	102	7	1	507,9	11,9	0,1
	<i>Thracia papyracea</i>	5	8		27,7	16,8	
	<i>Venus verrucosa</i>			1			3,1
M. Gastropoda	<i>Bela nebula</i>		5			15,5	
	<i>Bittium latreillii</i>	13	2	260	32,5	1	624,1
	<i>Bittium reticulatum</i>	330	635	1614	556,1	885,7	3548
	<i>Bolinus brandaris</i>	1	1		367,2	26,4	
	<i>Calyptrea chinensis</i>	6			4,1		
	<i>Cerithium vulgatum</i>		12	1		3245,1	412,1
	<i>Cyclope neritea</i>	131	148	8	2570,4	1113,4	135
	<i>Gibbula adriatica</i>		70	236		444,3	1137,6
	<i>Gibbula albida</i>	1	25	33	36,6	326,5	584,2
	<i>Haminoea navicula</i>			2			0,6
	<i>Hexaplex (Trunculariopsis) trunculus</i>	17	16	26	15580	4186,1	7275,4
	<i>Nassarius corniculum</i>		5	6		58,1	81
	<i>Nassarius nitidus</i>	116	24	46	14574	2224	4910
	<i>Pusillina cfr. sarsii</i>			5			0,4
	<i>Pusillina lineolata</i>	2	1	7	1,1	0,6	5,1
	<i>Tricolia pullus</i>		69	387		47,6	131,9

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Gruppo	Lista faunistica	N. individui totale			Biom. AFDW tot. (mg)		
		L	M	C	L	M	C
Mollusca	<i>Lepidochitona (Lepidochitona)</i>			3			0,3
Polyplocophora	<i>cinerea</i>						
Nemertea	Nemertea indet.	5			5,4		
Ostracoda	Ostracoda indet.			1			0,6
Phoronidea	<i>Phoronis muelleri</i>		403			9,4	
Polychaeta	<i>Alitta succinea</i>	2	1	1	0,2	0,1	0,1
	<i>Aponuphis fauveli</i>		1			0,8	
	<i>Arenicola marina</i>	7			854,6		
	<i>Asclerocheilus intermedius</i>	1	2	1	(*)	0,1	(*)
	<i>Capitella capitata</i>	19	1	3	0,6	(*)	0,1
	<i>Cirriformia tentaculata</i>	2	1	40	0,4	0,8	18,2
	<i>Clymenura clypeata</i>		12	3		29,8	4,7
	<i>Euclymene oerstedii</i>	67	35	41	18,1	23	9,6
	<i>Eunice vittata</i>	3	2	3	0,7	13	0,6
	<i>Glycera convoluta</i>	2	4	3	7,2	12,4	7,6
	<i>Heteromastus filiformis</i>	94	35	61	13,9	4,1	6,1
	<i>Lagis koreni</i>	1	7	5	0,2	18,3	12,4
	<i>Lumbrineris gracilis</i>	3	7	7	14,4	23,2	15,7
	<i>Lysidice ninetta</i>	16		1	0,9		(*)
	<i>Magelona rosea</i>	2	1		0,1	0,1	
	Maldanidae indet.	2		13	0,5		25,8
	<i>Marphysa sanguinea</i>	12		1	101,7		115,7
	<i>Mediomastus capensis</i>	37	6		5,7	1	
	<i>Megalomma vesiculosum</i>	10	1	2	226,5	26,6	186,1
	<i>Melinna palmata</i>		1	16		(*)	15,6
	<i>Mysta picta</i>		1	3		(*)	0,2
	<i>Neanthes caudata</i>	114	71	48	5,3	2,6	2,1
	<i>Nephtys hombergii</i>	3		2	22,3		4,2
	<i>Nereis zonata</i>			5			0,2
	<i>Notomastus (Clistomastus) lineatus</i>	826	197	269	263,2	127,7	129
	<i>Orbinia cuvieri</i>	18			8,9		
	<i>Owenia fusiformis</i>	23	7	14	336,6	90,3	229,7
	<i>Perinereis cultrifera</i>	1	12	4	0,1	1,2	0,3
	<i>Pherusa monilifera</i>	2			250,4		
	<i>Phyllodoce lineata</i>	2		1	0,2		0,1
	Pilargidae indet.	1			0,1		
	<i>Platynereis dumerilii</i>	17	33	375	5,4	4,2	33,5
	<i>Pseudoleiocapitella fauveli</i>	47	13	40	10,3	1,8	9,2
<i>Sabellaria alveolata</i>			34			12,4	
<i>Sthenelais boa</i>	1	1		8,6	2,9		
<i>Sygalion mathildae</i>	1			5,3			
<i>Syllis gracilis</i>	28	8	2	1,4	0,3	0,1	
Pycnogonida	Pycnogonidae indet.	1	7	20	(*)	0,2	0,4
Tunicata	<i>Ascidiella aspersa</i>			2			1,3
Totale		6418	4051	6875	59900	23186	29634

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3.3-a - Elenco faunistico dei *taxa coloniali*, in cui sono riportati i valori di ricoprimento (cm²) riferiti all'insieme delle repliche delle stazioni di ciascuna delle tre bocche di porto (Lido [L], Malamocco [M] e Chioggia [C]).

Gruppo	Specie	L	M	C
Bryozoa	<i>Cryptosula pallasiana</i>	3,5		-
	<i>Schizoporella errata</i>	5		-
	<i>Tricellaria inopinata</i>		0,7	-
Hydrozoa	<i>Ventromma halecioides</i>	0,2		-
Porifera	Porifera indet.		3	-
Totale		8,7	3,7	-

Tabella 3.4 - Principali parametri faunistici (S= n° di *Taxa* medio; N= n° individui medio) e indici ecologici delle 16 stazioni della campagna macrozoobenthos. Per il loro calcolo non sono stati presi in considerazione i *taxa coloniali*; "d"=indice di Margalef, "H"=indice di Shannon; "J"=indice di equitabilità di Pielou; "ES(50)"=indice di rarefazione di Hurlbert.

Bocca di Porto di Lido							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
L1	24,0	101,8	1,13	6,90	2,91	0,77	18,94
L4	24,0	244,4	1,27	5,21	2,02	0,56	13,77
L7	17,6	137,0	1,62	4,90	2,35	0,67	12,64
L8	20,4	174,2	1,09	5,61	2,28	0,62	14,04
174	23,2	294,2	0,96	6,03	1,93	0,51	10,93
175	22,8	94,8	1,77	6,17	2,90	0,79	18,26
177	18,6	149,6	1,25	4,99	2,12	0,60	12,45
179	23,6	87,6	2,88	8,39	3,09	0,78	21,33
Valore medio	21,8	160,5	1,5	6,02	2,45	0,66	15,29
Deviazione standard	±2,6	±74,5	±0,6	±1,17	±0,45	±0,11	±3,71

Bocca di Porto di Malamocco							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
M7	21,0	150,8	1,23	6,04	2,39	0,64	14,37
153	24,0	214,2	0,98	7,17	1,97	0,50	13,52
153 BIS	18,6	179,4	0,56	5,59	1,94	0,53	10,60
157	40,2	265,8	1,87	10,01	2,64	0,62	18,30
Valore medio	26,0	202,6	1,2	7,20	2,24	0,57	14,20
Deviazione standard	±9,8	±49,5	±0,5	±1,99	±0,34	±0,17	±3,18

Bocca di Porto di Chioggia							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
C1	39,0	452,0	1,48	8,80	2,56	0,60	16,02
C5	37,8	378,2	2,36	9,41	2,75	0,64	16,78
134	47,8	240,6	1,22	12,27	3,37	0,75	23,54
136	20,6	304,2	0,86	5,19	1,83	0,50	10,47
Valore medio	36,3	343,8	1,5	8,92	2,63	0,62	16,70
Deviazione standard	±11,4	±91,5	±0,6	±2,91	±0,63	±0,10	±5,36

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3.5 - Principali parametri faunistici (S= n° di *Taxa* medio; N= n° individui medio) e indici ecologici delle 10 stazioni della campagna macrozoobenthos localizzate in praterie a fanerogame marine. Per il loro calcolo non sono stati presi in considerazione i taxa coloniali; "d"=indice di Margalef, "H'"=indice di Shannon; "J'"=indice di equitabilità di Pielou; "ES(50)"=indice di rarefazione di Hurlbert.

Bocca di Porto di Lido							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
L1	24,0	101,8	1,13	6,90	2,91	0,77	18,94
L4	24,0	244,4	1,27	5,21	2,02	0,56	13,77
174	23,2	294,2	0,96	6,03	1,93	0,51	10,93
Valore medio	23,7	213,5	1,1	6,05	2,29	0,61	14,54
Deviazione standard	±0,5	±99,9	±0,2	±0,84	±0,54	±0,14	±4,06

Bocca di Porto di Malamocco							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
M7	21,0	150,8	1,23	6,04	2,39	0,64	14,37
153	24,0	214,2	0,98	7,17	1,97	0,50	13,52
157	40,2	265,8	1,87	10,01	2,64	0,62	18,30
Valore medio	28,4	210,3	1,4	7,74	2,34	0,59	15,40
Deviazione standard	±10,3	±57,6	±0,5	±2,05	±0,34	±0,08	±2,55

Bocca di Porto di Chioggia							
Stazione	S (medio)	N (medio)	Biom. media AFDW (g)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
C1	39,0	452,0	1,48	8,80	2,56	0,60	16,02
C5	37,8	378,2	2,36	9,41	2,75	0,64	16,78
134	47,8	240,6	1,22	12,27	3,37	0,75	23,54
136	20,6	304,2	0,86	5,19	1,83	0,50	10,47
Valore medio	36,3	343,8	1,5	8,92	2,63	0,62	16,70
Deviazione standard	±11,4	±91,5	±0,6	±2,91	±0,63	±0,10	±5,36

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3.6 - Principali parametri faunistici e indici ecologici di tutte le stazioni e/o delle sole stazioni localizzate in praterie a fanerogame marine (S= n° di *Taxa* medio; N= n° individui medio; ± deviazione standard) delle stazioni delle campagne estive del 2008, 2009, 2010 e 2011. Per il loro calcolo non sono stati presi in considerazione i taxa coloniali; "d"=indice di Margalef, "H"=indice di Shannon; "J"=indice di equitabilità di Pielou; "ES(50)"=indice di rarefazione di Hurlbert.

Bocca di Porto di Lido (8 stazioni)							
Anno	S(medio)	N(medio)	AFDW (g) (media)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
2008	20,5±6,5	222,3±266,5	1,8±1,4	8,08±1,62	2,48±0,53	0,68±0,15	13,56±3,44
2009	20,1±5,6	116,5±70,6	1,5±1,1	7,87±1,6	2,58±0,45	0,72±0,11	15,28±2,52
2010	19,7±5,4	193,1±173,8	1,0±0,5	7,53±1,24	2,30±0,45	0,64±0,13	13,34±2,90
2011	21,8±2,6	160,5±74,5	1,5±0,6	6,02±1,17	2,45±0,45	0,66±0,11	15,29±3,71
Bocca di Porto di Lido (solo stazioni a fanerogame)							
Anno	S(medio)	N(medio)	AFDW (g) (media)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
2008	25,5±5,5	457,9±330,6	2,3±0,4	7,34±1,05	2,27±0,29	0,60±0,09	11,67±1,44
2009	25,2±3,9	184,9±51,9	1,4±0,4	8,55±1,54	2,64±0,37	0,69±0,08	15,51±2,64
2010	24,7±2,8	389,5±104,8	1,4±0,4	7,05±0,83	1,91±0,23	0,51±0,08	10,96±0,76
2011	23,7±0,5	213,5±99,9	1,1±0,2	6,05±0,84	2,29±0,54	0,61±0,14	14,54±4,06

Bocca di Porto di Malamocco (4 stazioni)							
Anno	S(medio)	N(medio)	AFDW (g) (media)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
2008	29,2±7,8	334,2±148,0	2,3±0,8	9,07±1,55	2,22±0,26	0,56±0,06	13,37±2,07
2009	29,3±11,6	398,4±342,8	1,4±1,0	8,95±1,98	2,11±0,54	0,54±0,13	12,13±3,55
2010	29,8±8,5	327,2±151,4	2,1±1,3	9,84±1,56	2,34±0,23	0,58±0,09	13,52±1,53
2011	26,0±9,8	202,6±49,5	1,2±0,5	7,20±1,99	2,24±0,34	0,57±0,17	14,20±3,18
Bocca di Porto di Malamocco (solo stazioni a fanerogame)							
Anno	S(medio)	N(medio)	AFDW (g) (media)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
2008	32,2±6,1	385,2±131,4	2,4±1,0	9,73±1,03	2,28±0,28	0,56±0,07	14,02±1,97
2009	33,9±8,3	477,5±372,3	1,6±1,1	9,77±1,36	2,35±0,34	0,58±0,12	13,49±2,80
2010	32,8±7,4	370,7±151,8	2,3±1,5	10,28±1,58	2,29±0,25	0,56±0,09	13,77±1,77
2011	28,4±10,3	210,3±57,6	1,4±0,5	7,74±2,05	2,34±0,34	0,59±0,08	15,40±2,55

Bocca di Porto di Chioggia (4 stazioni)							
Anno	S(medio)	N(medio)	AFDW (g) (media)	d	H'(loge)	J'	ES(50)
2008	32,9±3,0	476,0±166,5	2,6±0,5	9,67±0,73	2,33±0,36	0,57±0,08	13,05±3,22
2009	31,8±8,4	481,9±238,3	1,5±0,8	9,45±2,46	2,12±0,85	0,52±0,20	12,44±4,12
2010	33,9±9,9	340,7±159,7	1,7±0,4	10,88±3,42	2,28±0,88	0,54±0,18	15,28±7,21
2011	36,3±11,4	343,8±91,5	1,5±0,6	8,92±2,91	2,63±0,63	0,62±0,10	16,70±5,4

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

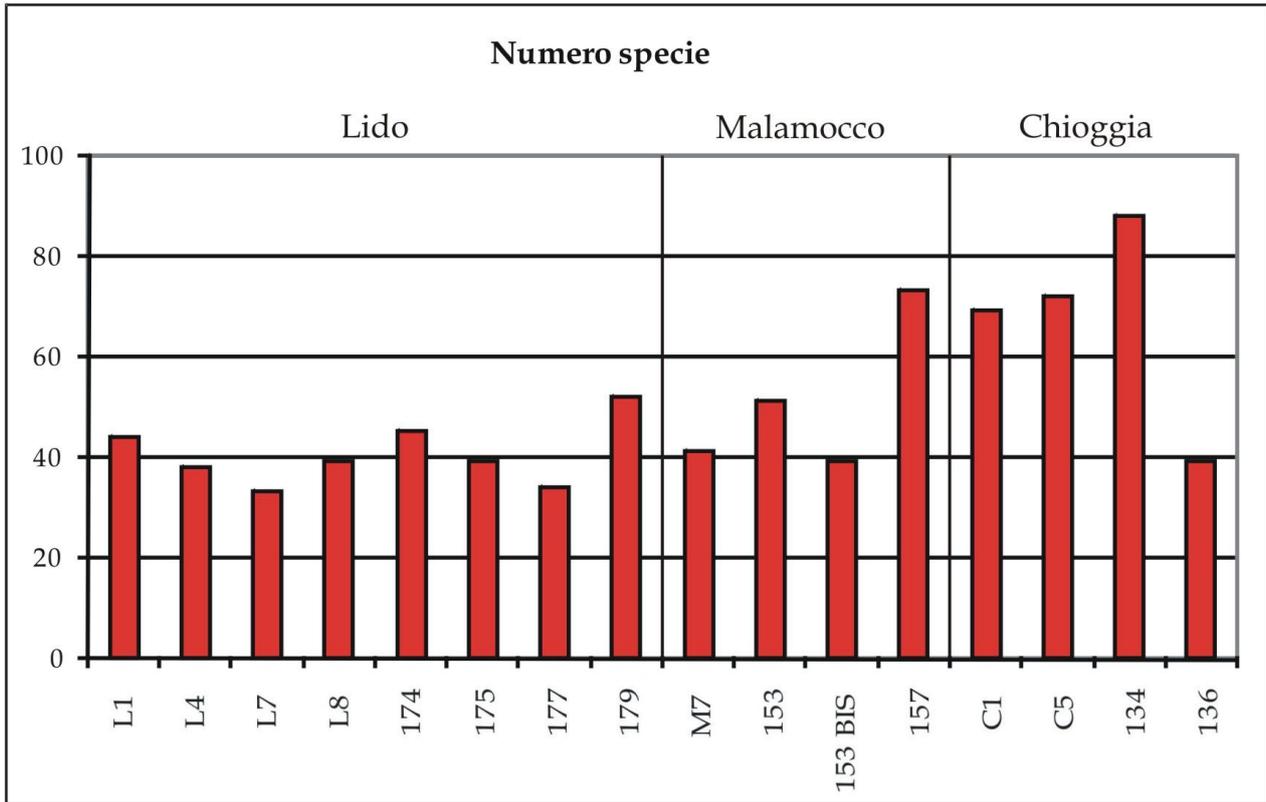


Fig. 3.1. Numero dei *taxa non* coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocche di porto. Il numero di *taxa* è riferito alla lista faunistica complessiva delle 5 repliche di ogni stazione (0,25 m²).

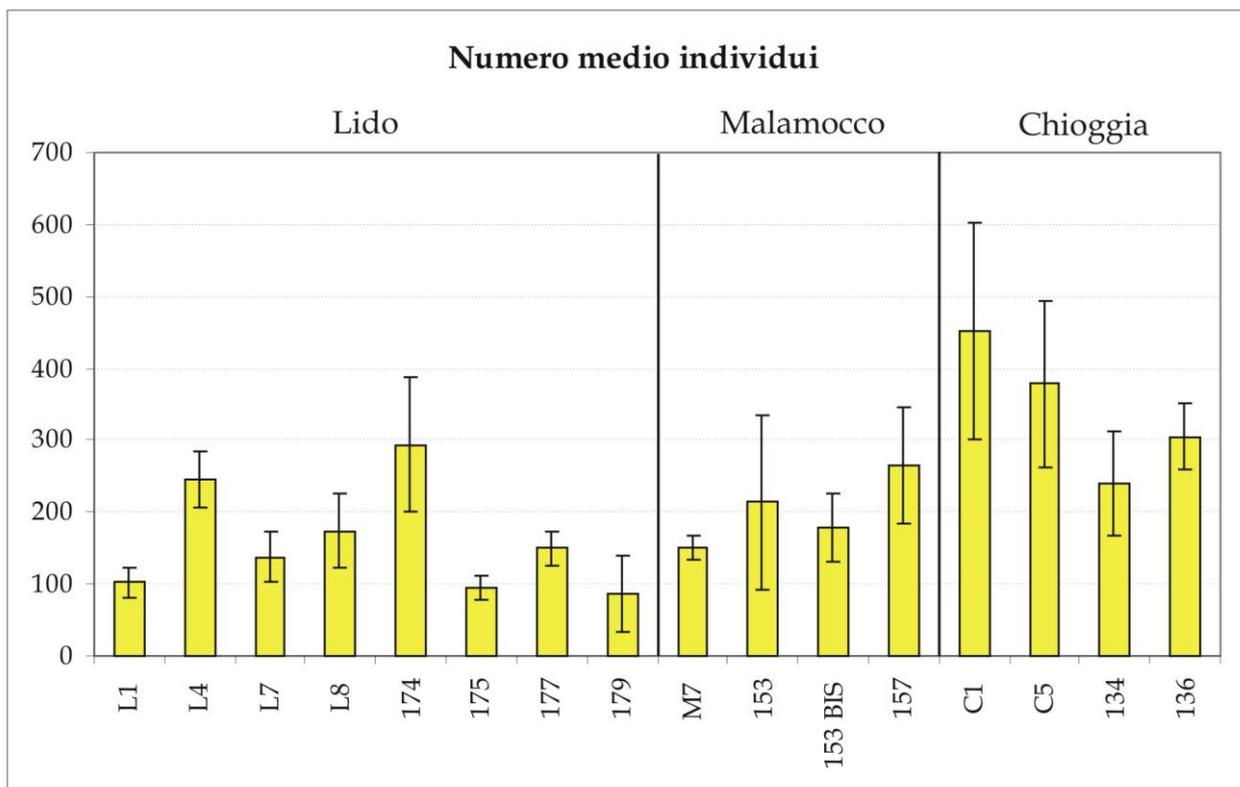


Fig. 3.2. Numero medio degli individui dei *taxa non* coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocca di porto. Il numero di individui è riferito alla media delle 5 repliche di ogni stazione (0,25 m²).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

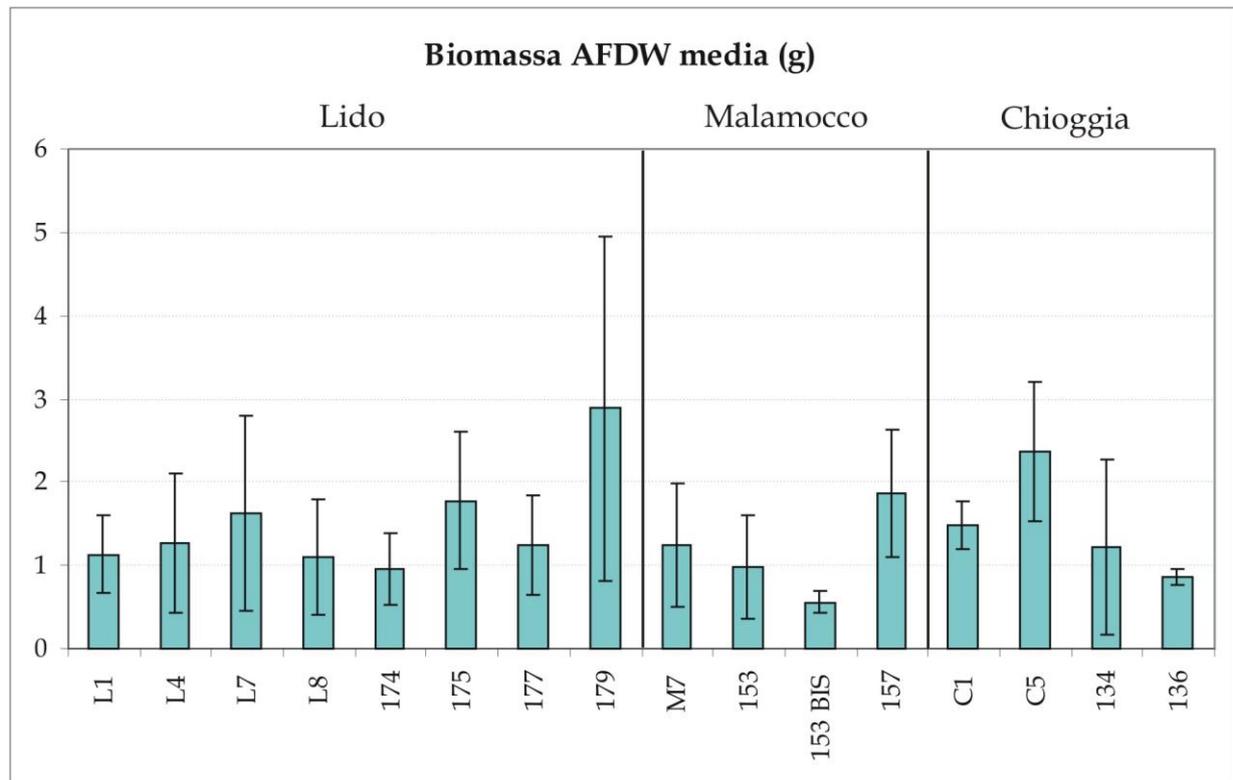


Fig. 3.3. Biomassa media espressa come AFDW (g) dei *taxa non* coloniali rinvenuti nelle 16 stazioni, divise per bocche di porto. Il valore di biomassa è riferito alla media delle 5 repliche di ogni stazione (0,25m²).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

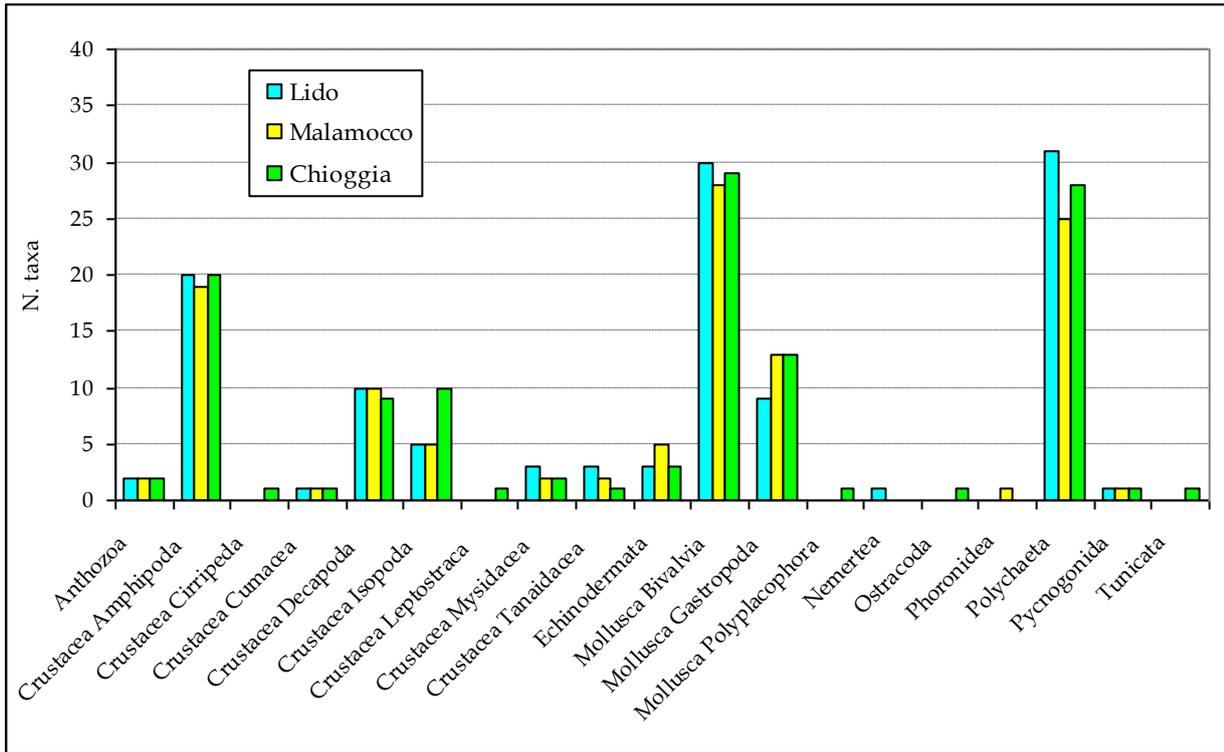


Fig. 3.4. Ripartizione nei diversi gruppi tassonomici del numero di *taxa non* coloniali rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. Il numero di *taxa* di ciascun gruppo è riferito alla lista faunistica complessiva delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

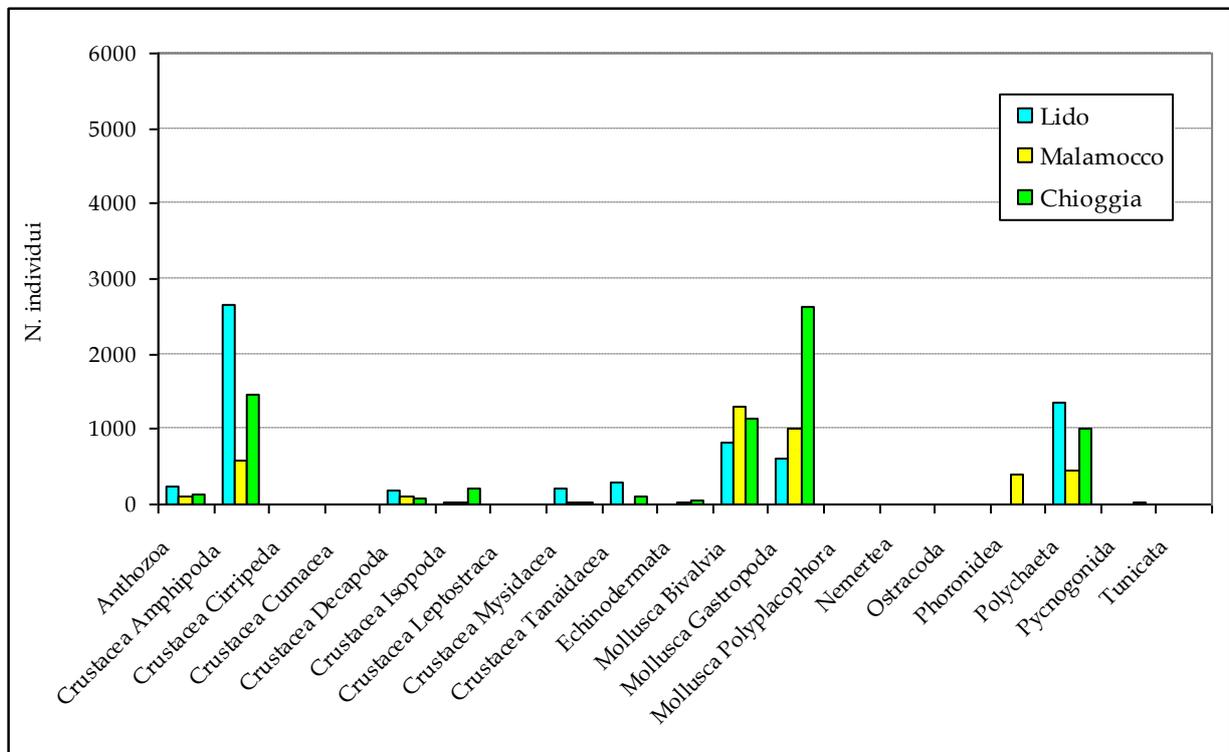


Fig. 3.5. Ripartizione nei diversi gruppi tassonomici del numero di individui dei *taxa non* coloniali rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. Il numero di individui di ciascun gruppo è riferito all'insieme delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

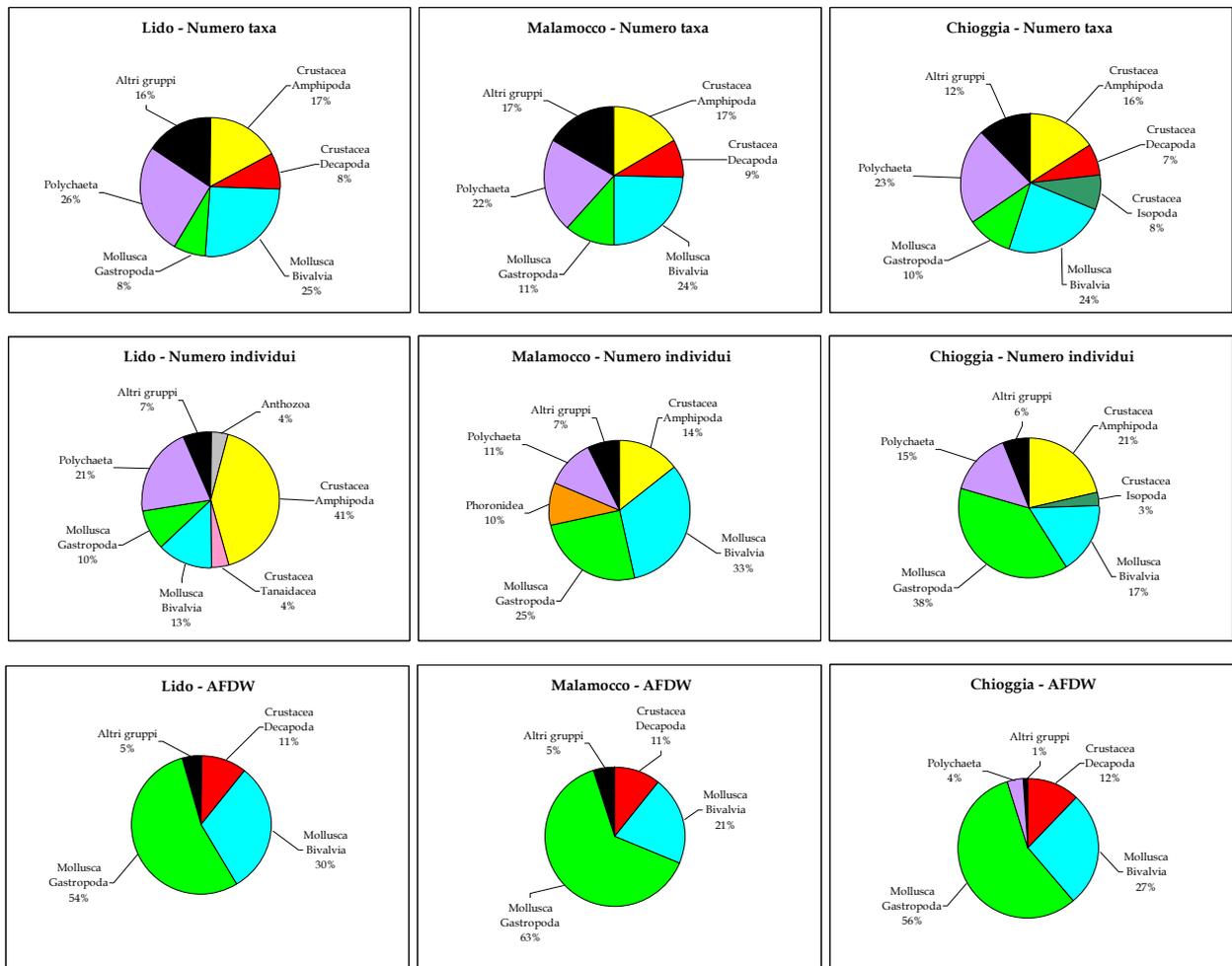


Fig. 3.6. Ripartizione percentuale nei diversi gruppi tassonomici (non coloniali) del numero di *taxa*, del numero di individui, della biomassa AFDW, rilevato complessivamente in ciascuna bocca di porto. La percentuale del numero di *taxa* di ciascun gruppo si riferisce alla lista faunistica complessiva delle stazioni di ciascuna bocca di porto. La percentuale del numero di individui e della biomassa AFDW di ciascun gruppo si riferisce all'insieme complessivo delle stazioni di ciascuna bocca di porto.

3.2 Analisi multivariata

L'applicazione della *cluster analysis* ha permesso di raggruppare le stazioni sulla base della struttura delle comunità zoobentoniche a partire da una matrice di similarità di Bray-Curtis. I dati sono stati trasformati con radice quadrata, per ridurre il peso delle specie con un elevato numero di individui.

Ciò premesso, il cluster in figura 3.9 per le 16 stazioni di monitoraggio evidenzia, ad un livello di similarità di circa il 36%, la presenza di quattro gruppi principali:

- il primo gruppo (**A**), con un livello medio di similarità pari al 45,1%, formato dalle stazioni 175 della bocca di porto di Lido e 153-bis di Malamocco;
- il secondo gruppo (**B**), con un livello medio di similarità pari al 46,7%, di cui fanno parte le stazioni L7, L8, 177 e 179, situate in prossimità della bocca di porto di Lido;
- il terzo gruppo (**C**), con un livello medio di similarità pari al 50,9%, costituito dalle stazioni 153 di Malamocco e C1 e 136 di Chioggia;
- il quarto gruppo (**D**), con un livello medio di similarità pari al 48,5%, al quale appartengono le stazioni 157 di Malamocco, L1, L4 e 174 di Lido e C1 e 136 di Chioggia.

Per comprendere a quali *taxa* sia attribuibile la suddivisione delle stazioni in questi gruppi, si è proceduto con un'analisi della similarità percentuale data dalla composizione in *taxa* tra i gruppi di stazioni individuati dal dendrogramma di figura 3.9, attraverso l'impiego della routine SIMPER (Similarity Percentage break down) del programma PRIMER [Clarke e Warwick, 1994].

Va evidenziato come le stazioni appartenenti ai gruppi **C** e **D**, per la loro localizzazione in praterie a fanerogame, si distinguono chiaramente da quelle dei gruppi **A** e **B**, posizionate, invece, su fondali sabbiosi privi di vegetazione o in vicinanza di una prateria a *Cymodocea nodosa* (stazione 153-bis).

Il primo gruppo (**A**) è composto dalle stazioni 175 di Lido e dalla 153-bis di Malamocco, due siti dove non sono presenti praterie a fanerogame marine, e dove, a caratterizzare le comunità macrozoobentoniche, sono soprattutto le densità elevate del gasteropode *Cyclope neritea*, dei bivalvi *Loripes lacteus* e *Tellina fabula*, dei crostacei anfipodi *Ampelisca sarsi* e *Urothoe poseidonis* e del decapode *Diogenes pugilator*.

Anche il secondo gruppo (**B**) è costituito da stazioni localizzate su fondali privi di fanerogame (i siti L7, L8, 177 e 179 della bocca di porto di Lido); ad accomunare queste stazioni sono soprattutto le elevate abbondanze dei policheti *Notomastus (Clistomastus) lineatus* e *Neanthes caudata*, del misidaceo *Mysida* indet., dei gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Cyclope neritea*, dell'anfipode *Ampelisca sarsi* e del bivalve *Loripes lacteus*.

Da sottolineare come il numero medio sia di *taxa*, sia di individui, dei siti che compongono i gruppi **A** e **B**, sia inferiore a quello registrato per i gruppi **B** e **C**; come ricordato precedentemente, infatti, si rileva una generale corrispondenza tra valori elevati del numero di *taxa* e di abbondanza e localizzazione delle relative stazioni all'interno di praterie a fanerogame.

Il terzo gruppo comprende le stazioni poste su fondali vegetati e in vicinanza della bocca di porto di Malamocco (153) e di Chioggia (C1 e 136); i maggiori contributi alla percentuale di similarità esistente tra questi siti di campionamento sono portati dai gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Gibbula adriatica*, dal bivalve *Loripes lacteus* e dal polichete *Notomastus (Clistomastus) lineatus*.

L'ultimo gruppo (**D**) è costituito da stazioni vegetate localizzate in corrispondenza di Malamocco (157), Lido (L1, L4 e 174) e Chioggia (C1 e 136), accomunate in particolare dalla presenza di numerosi individui del bivalve *Loripes lacteus*, degli anfipodi *Ampithoe helleri*, *Erichthonius punctatus*

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

e *Dexamine spinosa*, del gasteropode *Nassarius nitidus* e dei policheti *Notomastus (Clistomastus) lineatus* e *Neanthes caudata*.

La similarità esistente tra le 16 stazioni è stata rappresentata graficamente anche attraverso l'applicazione della tecnica di analisi multivariata MDS (fig. 3.10); quest'ultima conferma sostanzialmente la suddivisione proposta dalla cluster di figura 3.9, dal momento che sono ancora riconoscibili i quattro gruppi (A, B, C e D) identificati nel dendrogramma.

Se alla stessa suddivisione spaziale delle stazioni in figura 3.10 vengono associati rispettivamente la bocca di porto di appartenenza (fig. 3.11) e la presenza o meno di praterie a fanerogame marine (fig. 3.12), emerge come siano soprattutto la struttura e la composizione delle comunità in ciascuna stazione e le caratteristiche del sito stesso (vegetato o meno) ad influenzare il grado di similarità dei diversi gruppi di stazioni, più che l'appartenenza alla bocca di porto.

Vista l'importanza in ogni bocca di porto, per numero medio di *taxa* e di individui, dei gruppi dei crostacei anfipodi, dei molluschi bivalvi e dei policheti (vedi par. 3.1; tab. 3.2 e 3.3), è stata applicata la *cluster analysis* ai dati relativi a ciascun gruppo.

Dal dendrogramma di figura 3.13, costruito considerando solo i dati relativi ai crostacei anfipodi, emerge come, anche in questo caso, le 16 stazioni si separino in due gruppi principali, distinti, anche in questo caso, soprattutto in base alla presenza o meno di praterie a fanerogame; l'unica eccezione è data dalla stazione 179 di Lido che, nonostante sia localizzata su fondale avevegetato, ricade nel gruppo dei siti a fanerogame, dal momento che, come questi ultimi, presenta un maggior numero medio di *taxa* e di individui.

L'analisi dei dati relativi ai soli molluschi bivalvi porta alla costruzione del dendrogramma di figura 3.14, in cui è evidente la presenza di 4 gruppi principali costituiti rispettivamente da:

- stazioni avevegetate di Lido (177 e 179);
- stazioni avevegetate di Lido (175, L7 e L8) e di Malamocco (153-bis);
- stazioni a fanerogame di Lido (174, L1 e L4);
- stazioni a fanerogame di Malamocco (153, 157 e M7) e di Chioggia (134, 136, C1 e C5).

Per i bivalvi, la suddivisione delle stazioni nei diversi gruppi sembra essere influenzata, oltre che dalla presenza o meno di fanerogame, anche dall'appartenenza alla bocca di porto.

Il dendrogramma di figura 3.15, costruito sui dati relativi ai policheti, presenta numerosi gruppi di stazioni che si separano, come nel caso dei bivalvi, in base sia alla localizzazione o meno su praterie fanerogame, sia all'appartenenza alle diverse bocche di porto.

Se si analizzano insieme i dati degli anfipodi, dei bivalvi e dei policheti, nel dendrogramma si rilevano due grandi gruppi, ancora una volta divisi dalla localizzazione o meno delle stazioni su praterie a fanerogame figura 3.16; l'unica eccezione, come nel caso del cluster relativo ai soli anfipodi, è data dalla stazione 179, avevegetata, che ricade nel gruppo dei siti su fanerogame.

È stato infine condotto un confronto fra i dati rilevati nelle campagne estive del 2008, 2009, 2010 e quelli dell'estate 2011, applicando la tecnica MDS per analizzare la similarità esistente tra le 16 diverse stazioni dei quattro campionamenti.

Come si vede dalla figura 3.17, è evidente che, nella maggior parte dei casi, le medesime stazioni presentino ancora un elevato grado di similarità nel confronto tra le quattro campagne estive; i siti di campionamento tendono inoltre a raggrupparsi preferenzialmente ancora in base alla localizzazione su praterie a fanerogame o meno, piuttosto che all'appartenenza ad una determinata bocca di porto o per annata (fig. 3.18).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Per valutare la significatività delle differenze osservate è stato applicato il test statistico PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) che non fa assunzioni sulla distribuzione dei dati [Anderson, 2001].⁽⁴⁾

Considerando i dati di abbondanza delle singole stazioni, come media delle cinque repliche, il test PERMANOVA, come si rileva dall'analisi dei valori riportati in tabella 3.8, evidenzia differenze statisticamente significative tra le comunità presenti nelle stagioni estive del 2008 e del 2011 considerando l'insieme delle 16 stazioni, ma non tra i siti di campionamento ripartiti in base alla bocca di appartenenza (Lido, Malamocco e Chioggia).

Tenuto conto del limitato numero di campioni, in particolare per il set di dati delle bocche di porto di Malamocco e Chioggia (solo 4 stazioni), è stato applicato anche il Monte Carlo test (consigliato in questi casi) e i cui valori confermano quanto assunto dall'analisi di P(permanova).

In tabella 3.7 per le coppie di stazioni sono riportati i valori del grado di similarità media (ricavata dalla matrice di Bray-Curtis) tra la campagna estiva del 2008 e quella del 2011.

Tabella 3.7 - Similarità % (ricavata dalla matrice di Bray-Curtis) tra le coppie di stazioni campionate nell'estate 2008 e in quella 2011.

Bocca di porto	Coppie di stazioni	Similarità %
Lido	L1(08)-L1(11)	29,8
	L4(08)-L4(11)	41,6
	L7(08)-L7(11)	48,0
	L8(08)-L8(11)	46,3
	174(08)-174(11)	35,4
	175(08)-175(11)	54,3
	177(08)-177(11)	65,6
	179(08)-179(11)	34,8
	Valore medio	44,5
Malamocco	M7(08)-M7(11)	49,9
	153(08)-153(11)	51,9
	153-Bis(08)-153-Bis (11)	68,9
	157(08)-157(11)	57,9
	Valore medio	57,1
Chioggia	C1(08)-C1(11)	60,4
	C5(08)-C5(11)	39,5
	134(08)-134(11)	50,6
	136(08)-136(11)	41,9
	Valore medio	48,1

Con l'applicazione della tecnica SIMPER sono stati identificate le specie che maggiormente contribuiscono alla similarità/dissimilarità tra i campioni del 2008 e quelli del 2011.

Per quanto riguarda il confronto generale tra i dati relativi al complesso delle 16 stazioni delle tre bocche di porto delle campagne estive del 2008 e del 2011, il contributo maggiore alla dissimilarità

⁽⁴⁾ Per l'analisi delle differenze statisticamente significative rilevate tra le comunità delle 16 stazioni delle stagioni estive del 2008, del 2009 e del 2010 si rimanda ai Rapporti Finali degli Studi B.6.72 B/5 e B/6 [MAG. ACQUE-CORILA, 2010, 2011a]. L'applicazione del test PERMANOVA in tali rapporti ha evidenziato differenze statisticamente significative tra le 16 stazioni del 2008 e quelle del 2009 e tra quelle del 2008 e del 2010, ma non a livello di ogni singola bocca di porto. Non sono state evidenziate differenze statisticamente significative tra le 16 stazioni del 2009 e quelle del 2010.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

esistente tra i due gruppi (72,6%) è dovuto alla presenza di specie differenti o caratterizzate da marcate differenze di abbondanza (intesa come numero di individui) tra le due campagne. A differenziare i due gruppi, infatti, sono soprattutto i crostacei anfipodi *Erichtonius punctatus* e *Ampithoe helleri* (specie presenti solo nella campagna del 2011), il polichete *Notomastus (Clistomastus) lineatus* (rilevato soprattutto nel 2011), gli anfipodi *Dexamine spinosa* e *Gammarus insensibilis*, l'isopode *Lekanesphaera hookeri*, i gasteropodi *Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*, il bivalve *Loripes lacteus* e il polichete *Neanthes caudata* (specie più abbondanti nella campagna del 2008) e l'anfipode *Microdeutopus* indet. (rilevato solo nel 2008).

A livello di singola bocca di porto, prendendo in esame per prima quella di Lido, l'analisi SIMPER evidenzia come, anche in questo caso, i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità tra le stazioni del 2008 e quelle del 2011 (pari a 68,7%) siano portati da specie appartenenti soprattutto ai crostacei anfipodi *Microdeutopus* indet. (presente solo nel 2008), *Ampelisca sarsi*, *Dexamine spinosa* e *Gammarus insensibilis* (più abbondanti nel 2008), *Erichtonius punctatus* e *Ampithoe helleri* (rinvenuti solo nella campagna estiva del 2011), al polichete *Notomastus (Clistomastus) lineatus* e al gasteropode *Bittium reticulatum* (rilevati soprattutto nel 2011).

L'applicazione dell'analisi MDS ai dati di Lido (fig. 3.19) evidenzia, ancora una volta, come le stazioni delle due campagne estive si separino non tanto temporalmente (2008 o 2011) quanto in base alla localizzazione o meno su praterie a fanerogame marine; la rappresentazione MDS, unitamente ai risultati della SIMPER e ai valori ricavati dalla matrice di similarità di Bray-Curtis applicata ai dati delle singole stazioni (tab. 3.7), permette poi di rilevare quali siano i siti di campionamento che presentano le maggiori variazioni tra la campagna estiva del 2008 e quella del 2011.

In particolare, sono le coppie di stazioni L1-2008 e L1-2011 (similarità pari a 29,8%), 174-2008 e 174-2011 (similarità pari a 35,4%) e 179-2008 e 179-2011 (similarità pari a 34,8%) a far registrare i maggiori cambiamenti tra le due campagne. Tali variazioni sono imputabili essenzialmente a fluttuazioni nei valori di abbondanza di determinate specie che:

- nel caso delle stazioni L1 e 174 (su praterie a *Cymodocea*) sono i crostacei anfipodi *Caprella mitis* (solo per la L1), *Gammarus insensibilis* (solo per la 174), *Dexamine spinosa* e *Ampelisca sarsi* (quattro specie più abbondanti nel 2008); *Caprella scaura* e *Caprella equilibra* (entrambe solo per la L1), *Microdeutopus* indet. (tre specie rilevate solo nel 2008); *Erichtonius punctatus* e *Ampithoe helleri* (rinvenute nella stazione 174 e solo campagna estiva del 2011);
- nel caso della stazione 179 (priva di fanerogame) sono i policheti *Notomastus (Clistomastus) lineatus* e *Euclymene oerstedii* (specie più abbondanti nel 2011); gli anfipodi *Caprella equilibra* e *Erichtonius punctatus*, il polichete *Heteromastus filiformis*, il bivalve *Pharus legumen* (tutte specie trovate solo nell'estate 2011).

Per la bocca di porto di Malamocco, l'analisi SIMPER evidenzia come i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità (pari a 65,8%) tra i dati delle stazioni del 2008 e quelle del 2011 siano portati da specie rinvenute solo nel 2008 (come l'anfipode *Microdeutopus* indet.) e da specie rinvenute in ambedue le campagne, ma con valori di abbondanza maggiori nel 2008 (come il mollusco bivalve *Loripes lacteus*, il gasteropode *Bittium reticulatum* e l'isopode *Lekanesphaera hookeri*).

Per le coppie di stazioni localizzate su fanerogame, M7-08 e M7-11, 153-08 e 153-11, 157-08 e 157-11 e quella avegetata, 153-bis-08 e 153-bis-11, i valori della matrice di similarità sono pari rispettivamente a 49,9%, a 51,9%, a 57,9% e a 58,9%. In generale anche per questi siti di campionamento le maggiori variazioni tra la campagna estiva del 2008 e quella del 2011 sono legate a fluttuazioni nei valori di abbondanza o alla comparsa/scomparsa di determinate specie che:

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- per la stazione M7 sono riconducibili soprattutto al crostaceo isopode *Lekanesphaera hookeri* e all'anfipode *Microdeutopus* indet. (presenti solo nel 2008); all'anfipode *Ampithoe helleri*, all'antozoo *Anemonia viridis* e al polichete *Platynereis dumerilii* (rinvenuti solo nel 2011);
- per la 153 sono l'anfipode *Gammarus insensibilis*, il gasteropode *Bittium reticulatum* e l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (più numerosi nel 2008); e l'anfipode *Microdeutopus* indet. (segnalato solo nel 2008);
- per il sito 157 appartengono in particolare agli anfipodi *Microdeutopus* indet. (presente solo nel 2008) e *Erichtonius punctatus* (rinvenuto solo nel 2010); e il bivalve *Loripes lacteus* (più abbondante nel 2008);
- nella stazione 153-bis sono riconducibili all'anfipode Corophiidae indet. e al gasteropode *Cylope neritea* (il primo presente solo nell'estate 2008 e il secondo più abbondante in quella 2011).

Per la bocca di porto di Chioggia, l'analisi SIMPER indica come, a portare i maggiori contributi alla percentuale di dissimilarità (pari a 60,7%) tra le stazioni del 2008 e quelle del 2011, siano l'isopode *Lekanesphaera hookeri*, il gasteropode *Tricolia pullus*, l'anfipode *Gammarus insensibilis* e il bivalve *Loripes lacteus* (tutte specie rinvenute con densità maggiori nel 2008), il gasteropode *Bittium reticulatum* (abbondante soprattutto nel 2011), il polichete *Platynereis dumerilii* (segnalato solo nel 2011) e gli anfipodi *Microdeutopus* indet. e *Erichtonius punctatus* (rinvenuti il primo solo nel 2008 e il secondo solo nel 2011).

I risultati della SIMPER e i valori ricavati dalla matrice di similarità applicata ai dati delle singole stazioni (60,4% per C1-08/11; 39,5% per C5-08/11; 50,6% per 134-08/11; 41,9% per 136-08/11) individuano come le variazioni intercorse tra i due campionamenti siano imputabili principalmente a cali/incrementi nei valori di abbondanza di un numero limitato di specie che:

- nel caso della stazione 134 appartengono agli isopodi *Lekanesphaera hookeri*, all'anfipode *Gammarus insensibilis* e al bivalve *Loripes lacteus* (specie rinvenute soprattutto solo nel 2008); all'anfipode *Dexamine spinosa* e al tanaidaceo *Leptocheilia savignyi* (specie segnalata con densità più elevate nel 2011); all'anfipode *Erichtonius punctatus* e al polichete *Platynereis dumerilii* (specie trovate solo nel 2011);
- per il sito di campionamento 136 sono l'isopode *Lekanesphaera hookeri* (rinvenuto solo nel 2008); l'anfipode *Gammarus insensibilis* e il mollusco bivalve *Paphia aurea* (che presentano densità maggiori nel 2011); i molluschi gasteropodi *Bittium latreillii* e *Bittium reticulatum* (il primo rinvenuto solo nel 2011 e il secondo soprattutto nel 2011); e il polichete *Cirriiformia tentaculata* (che è stato segnalato solo nel 2011);
- nel caso della stazione C1 appartengono all'anfipode *Gammarus insensibilis*, all'isopode *Lekanesphaera hookeri*, al bivalve *Loripes lacteus* e al gasteropode *Tricolia pullus* (tutte specie rinvenute soprattutto solo nel 2008); e il polichete *Notomastus (Clistomastus) lineatus* (che presenta densità più elevate nel 2011);
- per il sito C5 sono l'isopode *Lekanesphaera hookeri* e l'anfipode *Microdeutopus* indet. (rinvenuti rispettivamente soprattutto nel 2008 e solo nel 2008); gli anfipodi *Microdeutopus versiculatus*, *Erichtonius punctatus* e *Ampithoe helleri* e il polichete *Platynereis dumerilii* (specie trovate principalmente nel 2011).

Nel confronto tra le stagioni estive del 2008, 2009, 2010 e quella dell'estate 2011 sono stati considerati, fino ad ora, i dati di abbondanza, intesi come numero di individui; per approfondire le dinamiche si è proceduto quindi anche ad una analisi incentrata sui dati di biomassa (espressa come grammi di peso secco senza ceneri, AFDW).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il test PERMANOVA non evidenzia differenze statisticamente significative tra le comunità presenti nelle stagioni estive del 2008, 2009, 2010 e quella del 2011, sia considerando l'insieme delle 16 stazioni, sia suddividendo i siti di campionamento in base alla bocca di appartenenza (Lido, Malamocco e Chioggia), come si rileva dalla tabella 3.9.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3.8 -Risultati del test PERMANOVA applicato ai dati di abbondanza **media** delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2008-2011	1,6988	0,0055	-
8 stazioni Lido 2008-2011	1,3502	0,0587	0,0952
4 stazioni Malamocco 2008-2011	0,90815	0,5396	0,5065
4 stazioni Chioggia 2008-2011	1,3245	0,0886	0,1608

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2009-2011	1,2307	0,1214	-
8 stazioni Lido 2009-2011	1,071	0,2956	0,3204
4 stazioni Malamocco 2009-2011	0,7469	0,7728	0,6887
4 stazioni Chioggia 2009-2011	0,9069	0,4789	0,4989

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2010-2011	0,6466	0,9652	-
8 stazioni Lido 2010-2011	0,7404	0,8144	0,7405
4 stazioni Malamocco 2010-2011	0,66217	0,7976	0,7617
4 stazioni Chioggia 2010-2011	0,70967	0,8008	0,7037

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tabella 3.9 - Risultati del test PERMANOVA applicato ai dati di biomassa AFDW **media** delle 5 repliche di ogni stazione:

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2008-2011	1,2552	0,107	-
8 stazioni Lido 2008-2011	1,0853	0,2753	0,3037
4 stazioni Malamocco 2008-2011	0,8217	0,7521	0,6285
4 stazioni Chioggia 2008-2011	1,1579	0,1758	0,2734

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2009-2011	0,9306	0,5519	-
8 stazioni Lido 2009-2011	0,8085	0,7552	0,6719
4 stazioni Malamocco 2009-2011	0,6294	0,827	0,8039
4 stazioni Chioggia 2009-2011	0,7016	0,8326	0,7395

Stazioni	t	P(permanova)	P(MC)
16 stazioni L-M-C 2010-2011	0,4481	0,997	-
8 stazioni Lido 2010-2011	0,6995	0,8441	0,7822
4 stazioni Malamocco 2010-2011	0,7849	0,718	0,6336
4 stazioni Chioggia 2010-2011	0,659	0,8313	0,7477

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

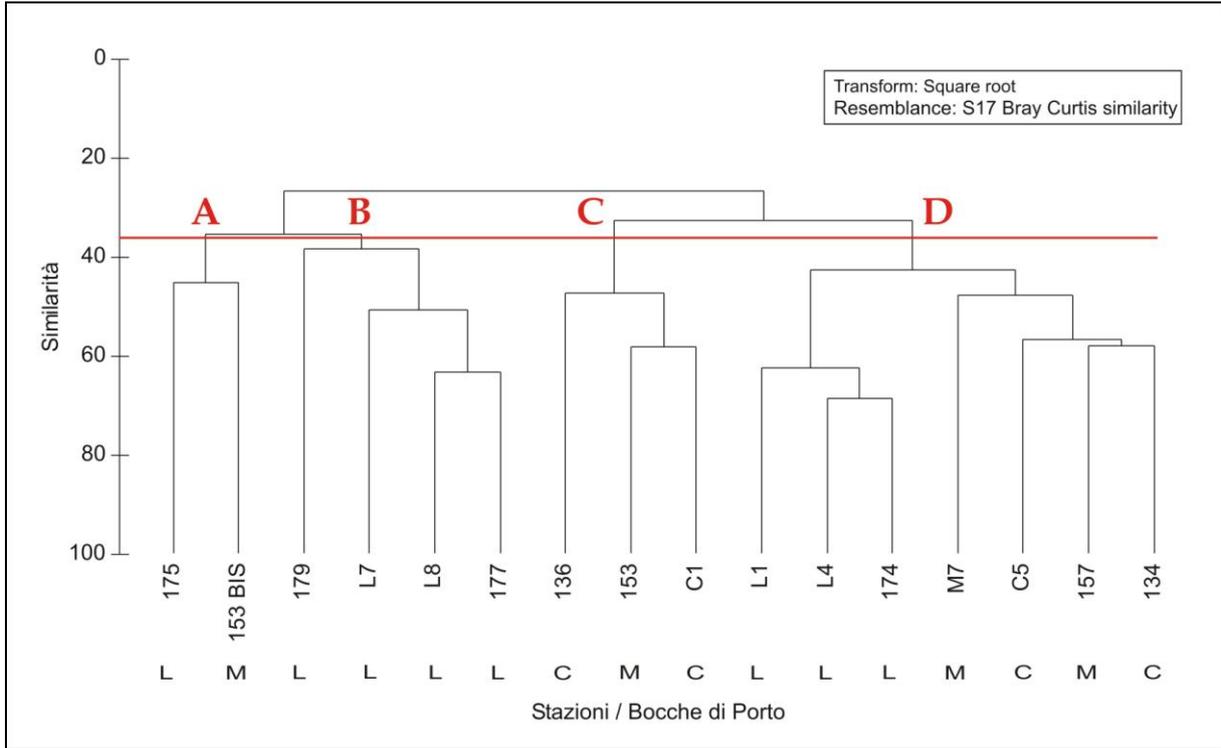


Fig. 3.9. Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità, calcolati con l'indice di Bray-Curtis applicato ai valori di abbondanza delle specie non coloniali rinvenute nelle 16 stazioni. L = bocca di porto di Lido; M = bocca di porto di Malamocco; C = bocca di porto di Chioggia.

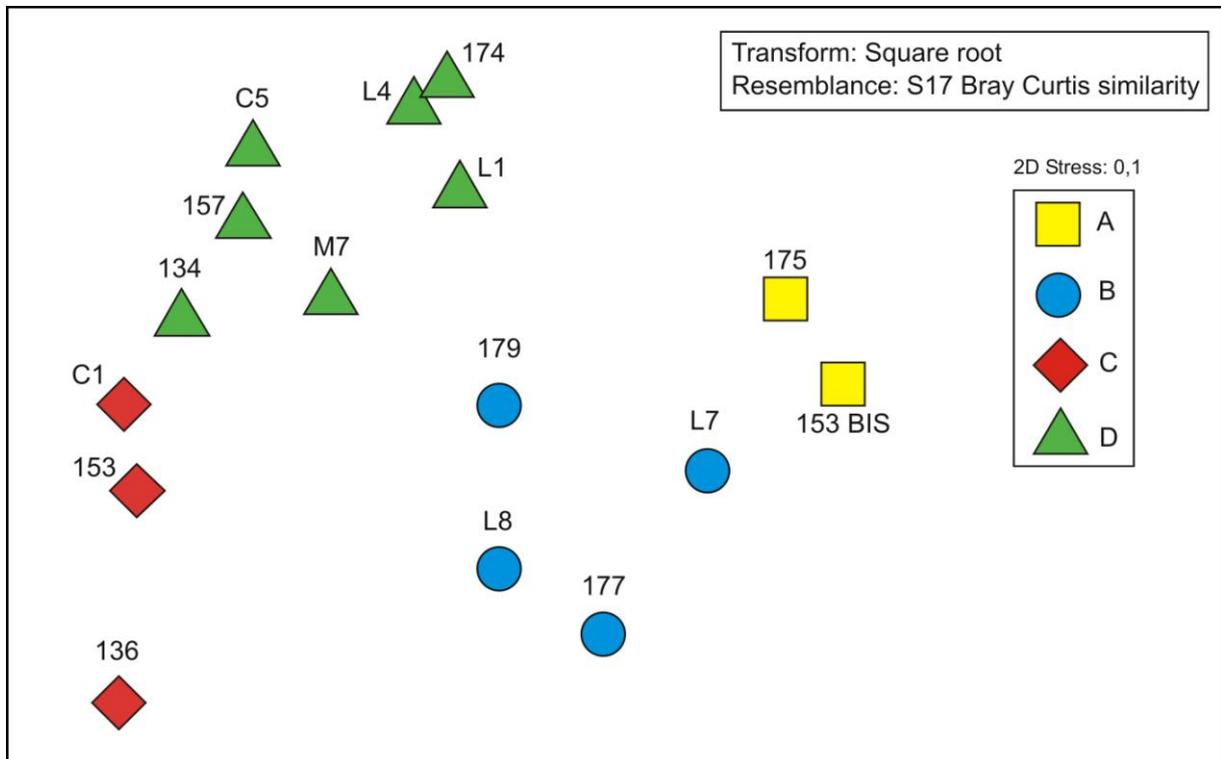


Fig. 3.10. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 36%.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

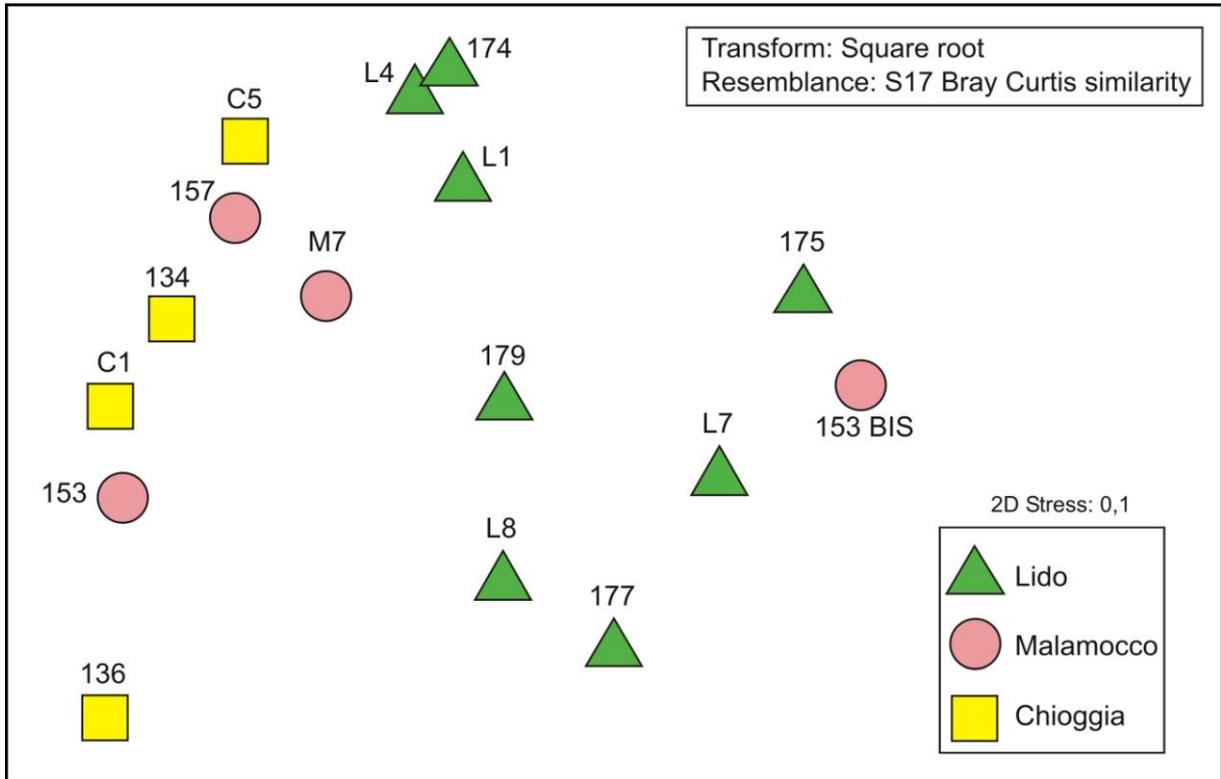


Fig. 3.11. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 36% e divisi in base alla bocca di porto.

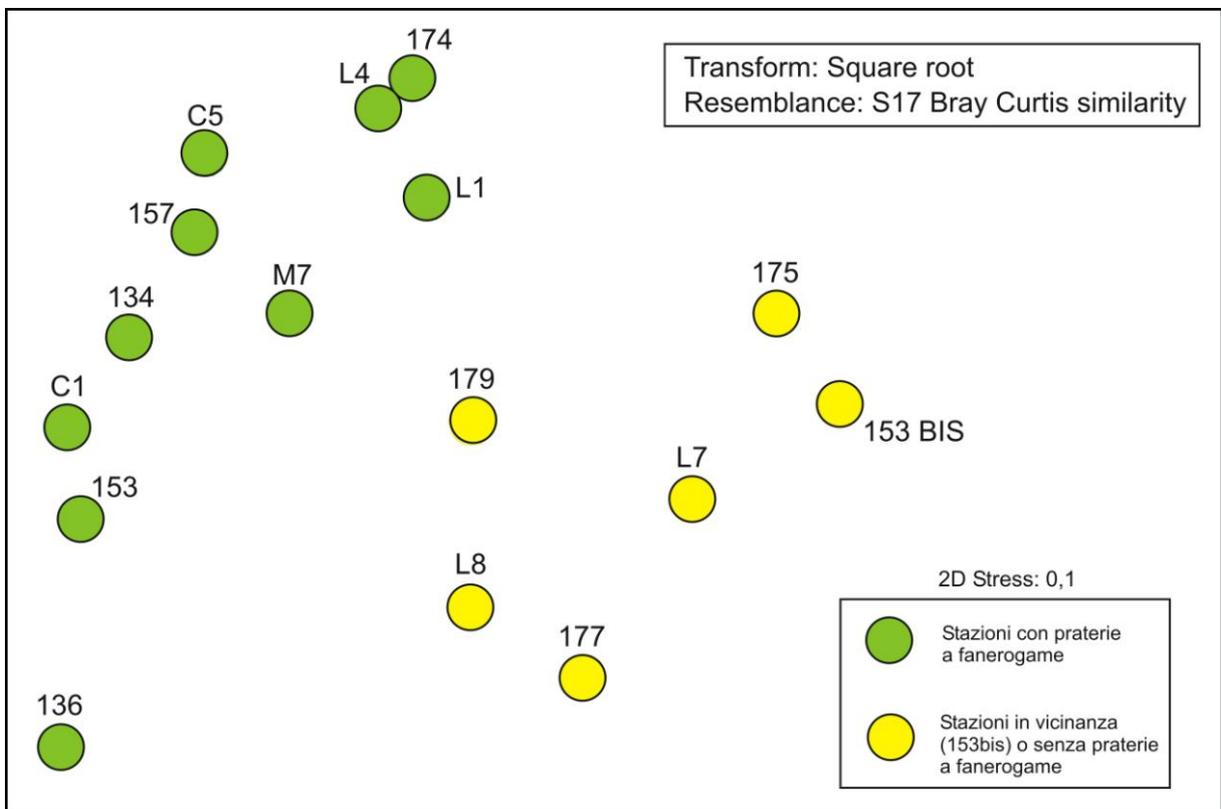


Fig. 3.12. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni con i raggruppamenti individuati dalla cluster analysis alla similarità del 36% e divisi in base alla presenza o meno di praterie a fanerogame marine.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

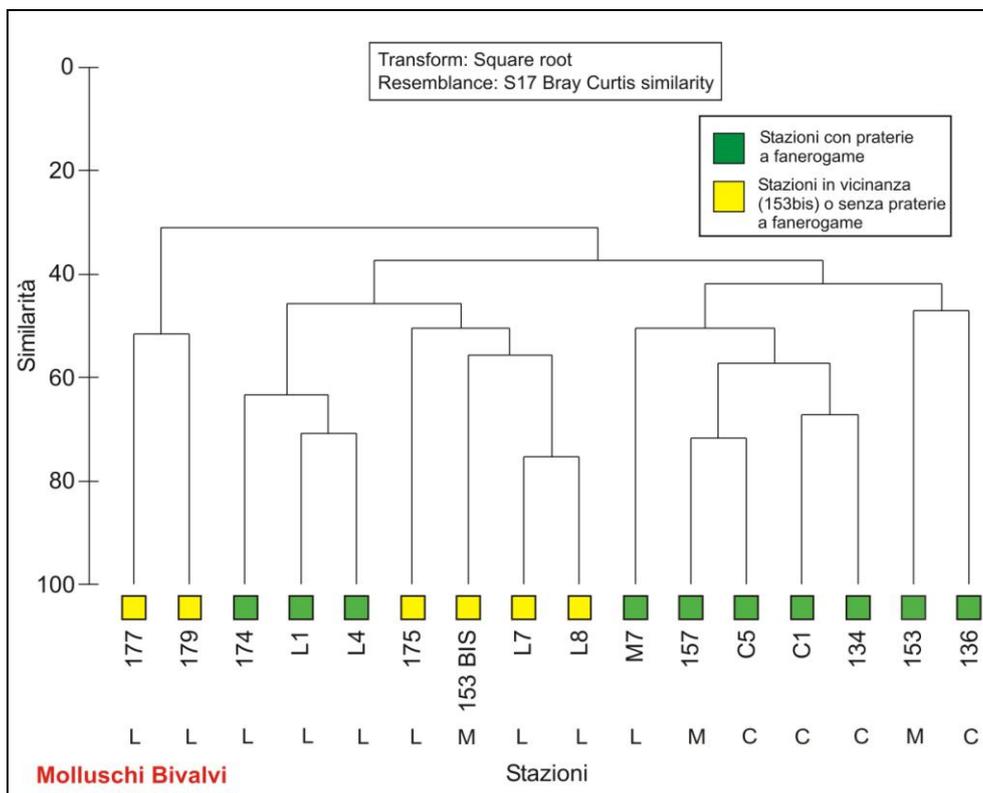
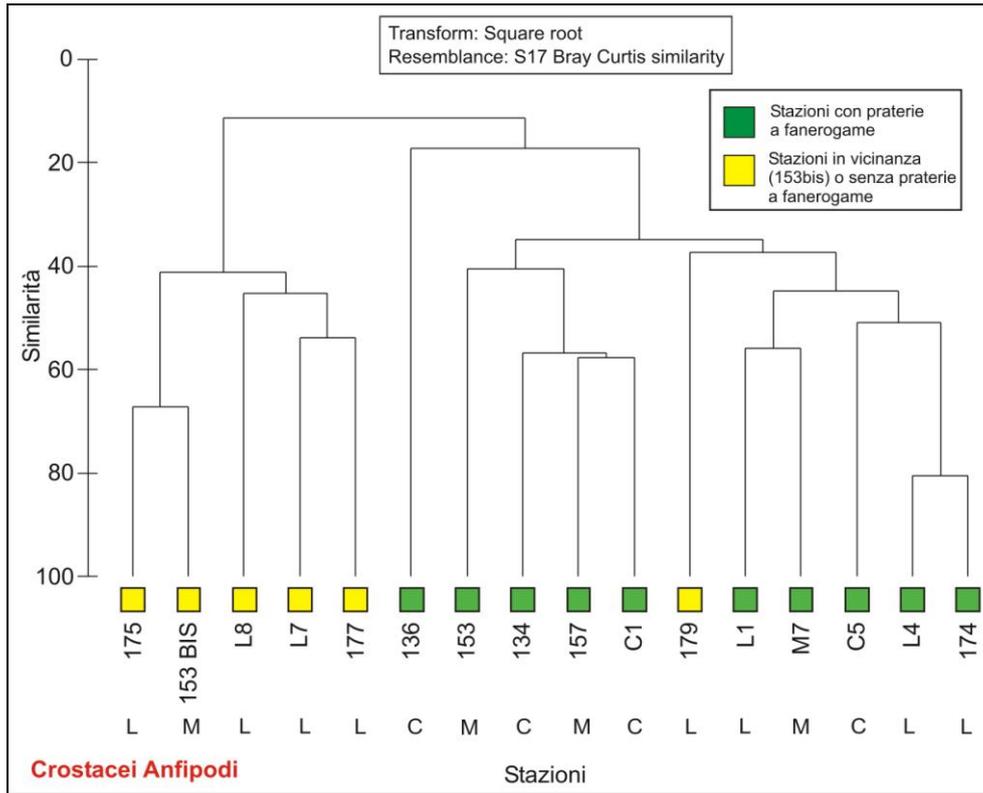


Fig. 3.13 (in alto) e 3.14 (in basso). Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità, calcolati con l'indice di Bray-Curtis applicato ai valori di abbondanza delle specie di **Crostacei Anfipodi** (in alto) e **Molluschi Bivalvi** (in basso) rinvenute nelle 16 stazioni. L = bocca di porto di Lido; M = bocca di porto di Malamocco; C = bocca di porto di Chioggia.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

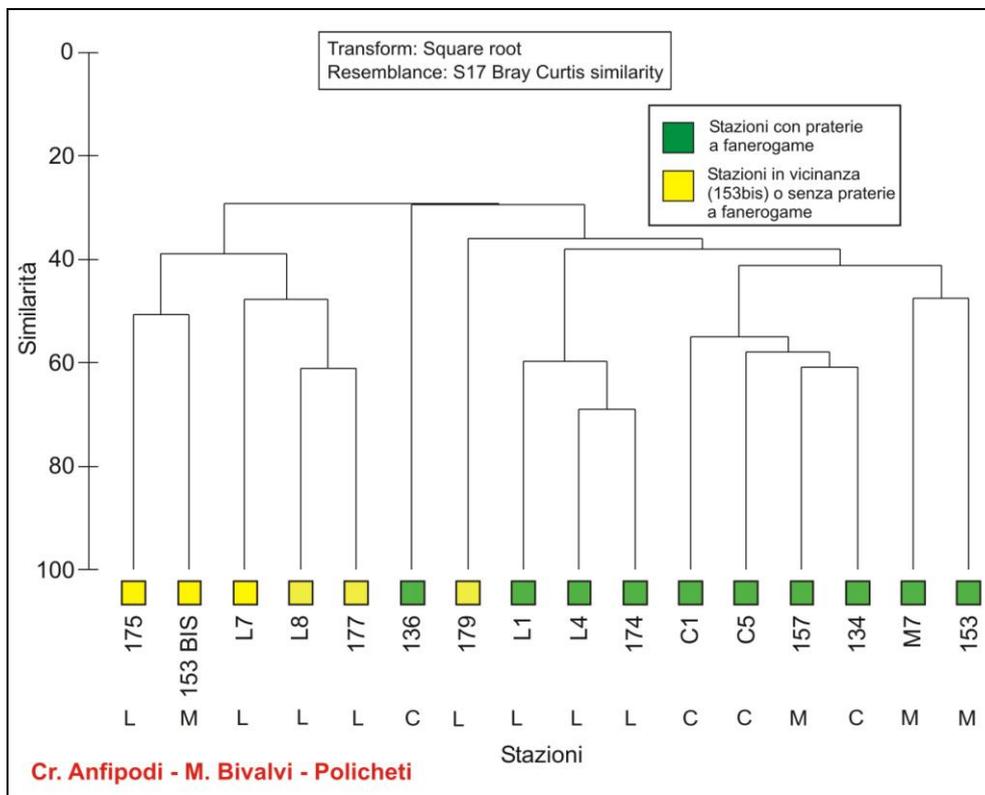
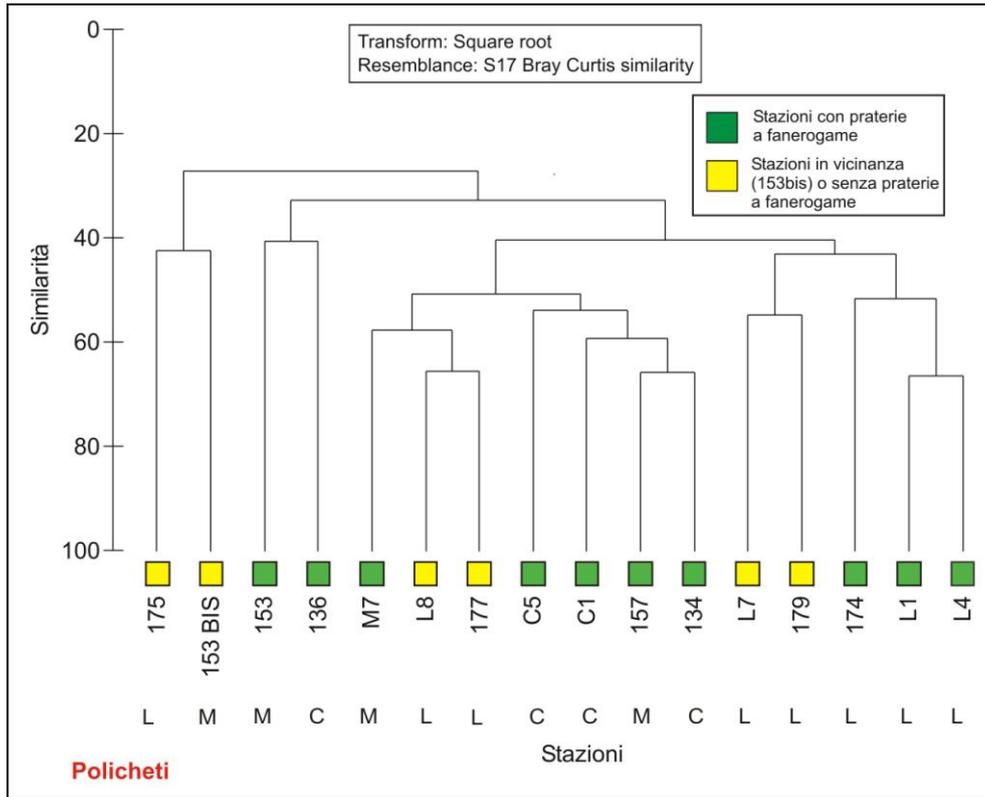


Fig. 3.15 (in alto) e 3.16 (in basso). Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità, calcolati con l'indice di Bray-Curtis applicato ai valori di abbondanza delle specie di **Policheti** (in alto) e **Crostacei Anfipodi, Molluschi Bivalvi e Policheti** (in basso) rinvenute nelle 16 stazioni. L = bocca di porto di Lido; M = bocca di porto di Malamocco; C = bocca di porto di Chioggia

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

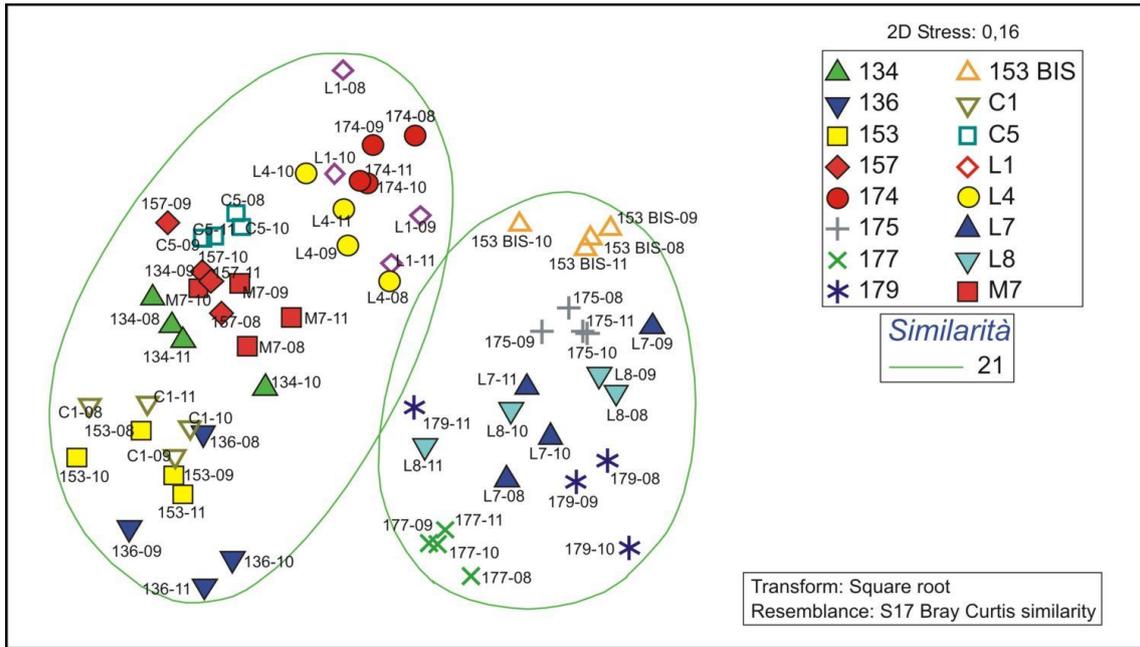


Fig. 3.17. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni delle campagne estive 2008, 2009, 2010 e 2011. Raggruppate, alla similarità del 21%, nel cerchio a sinistra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a destra, le stazioni prive di vegetazione.

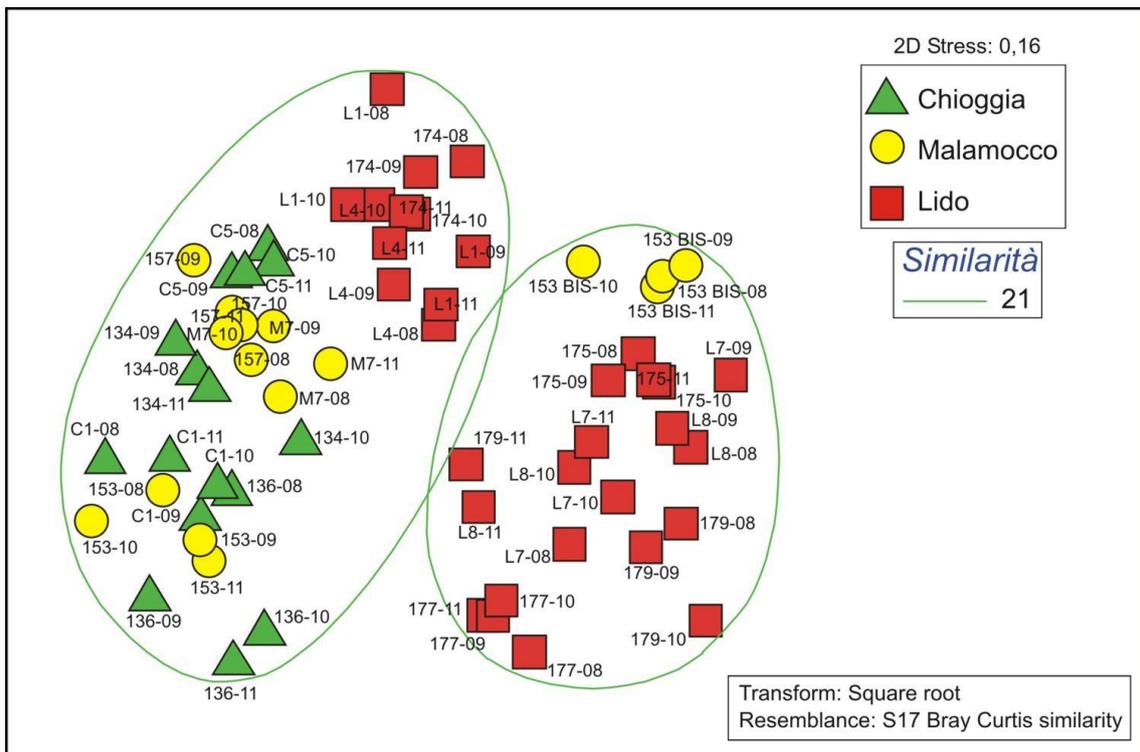


Fig. 3.18. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 16 stazioni delle campagne estive 2008, 2009, 2010 e 2011 e distinguibili anche in base alla bocca di porto. Raggruppate, alla similarità del 21%, nel cerchio a sinistra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a destra, le stazioni prive di vegetazione.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

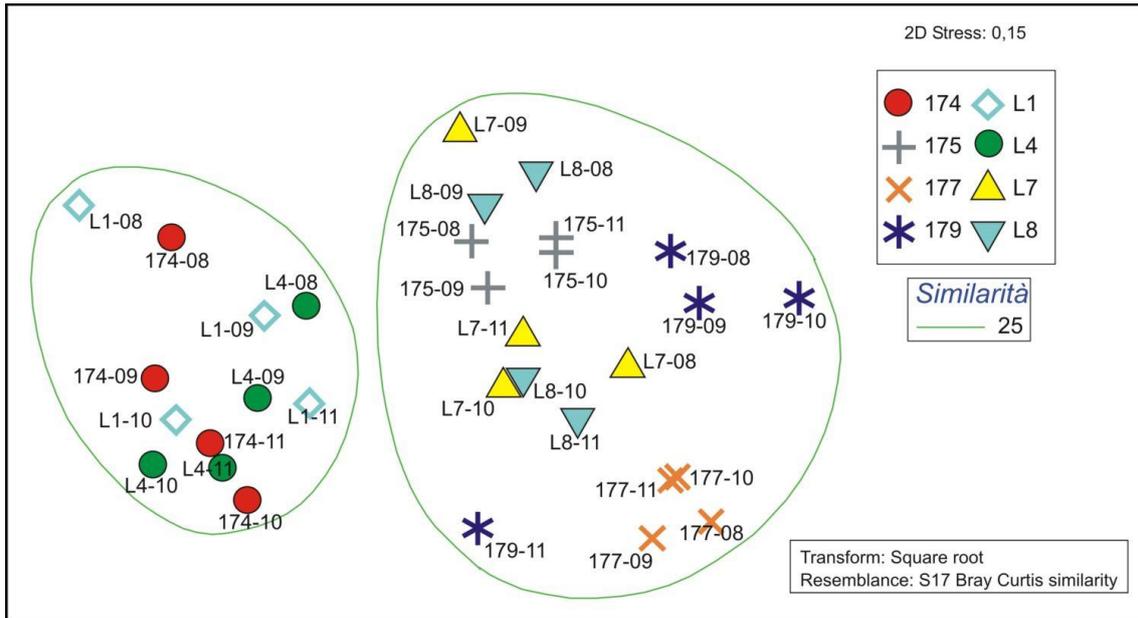


Fig. 3.19. Analisi MDS della similarità rilevata tra le 8 stazioni di Lido delle campagne estive 2008, 2009, 2010 e 2011. Raggruppate, alla similarità del 30%, nel cerchio a sinistra, le stazioni localizzate su praterie a fanerogame e, nel cerchio a destra, le stazioni prive di vegetazione.

4 CONSIDERAZIONI FINALI

Per la campagna di monitoraggio estiva (giugno-luglio 2011) sulla rete di 16 stazioni delle bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia, l'analisi dei risultati e dei valori dei principali parametri strutturali e indici di diversità evidenzia la presenza di comunità ben differenziate al loro interno, senza particolari dominanze da parte di poche specie.

L'applicazione di tecniche di analisi multivariata ha permesso di identificare similarità e differenze nella struttura delle comunità macrozoobentoniche delle tre bocche di porto; sono stati, infatti, individuati gruppi di siti di campionamento per i quali il maggior o minor grado di similarità tra i relativi popolamenti è influenzato principalmente dalla presenza di praterie a fanerogame marine, di substrati vegetati o di abbondanze diverse di talune specie, piuttosto che dall'appartenenza alla singola bocca di porto.

Lo stesso trend, inoltre, è stato evidenziato nel confronto con le campagne estive del 2008, del 2009 e del 2010, dal momento che la struttura della comunità bentonica è risultata, anche in questo caso, fortemente influenzata dalla presenza/assenza del substrato vegetato; le 16 stazioni di ciascuna delle quattro stagioni estive di campionamento si sono infatti distribuite (Cluster e MDS) preferenzialmente in base a questo fattore, anziché all'anno di campionamento o all'appartenenza alla bocca di porto.

Con il test PERMANOVA ai dati di abbondanza e di biomassa AFDW, si è verificata l'eventuale presenza di differenze statisticamente significative tra le comunità presenti nelle stagioni estive del 2008, 2009, 2010 e 2011, sia considerando l'insieme delle 16 stazioni, sia ripartendo i siti di campionamento in base alla bocca di appartenenza (Lido, Malamocco e Chioggia). Sono state riscontrate differenze tra le 16 stazioni del 2008 e quelle del 2011 ma non a livello di ogni singola bocca di porto; questo risultato è in linea con quanto registrato nei precedenti monitoraggi, dal momento che anche per le 16 stazioni del 2009 e quelle del 2010 sono state evidenziate differenze statisticamente significative con quelle del 2008. ⁽⁵⁾

L'utilizzo dell'analisi SIMPER nel confronto tra le campagne estive del 2008 e del 2011 rileva come le dissimilarità, sia a livello generale, sia a livello di singola bocca di porto, siano riconducibili, nella maggioranza dei casi, alla comparsa/scomparsa o a fluttuazioni nei valori di abbondanza di talune specie, appartenenti soprattutto ai crostacei anfipodi (*Erichthonius punctatus*, *Ampithoe helleri*, *Microdeutopus* indet., *Dexamine spinosa* e *Gammarus insensibilis*), agli isopodi (*Lekanesphaera hookeri*), ai policheti (*Notomastus (Clistomastus) lineatus* e *Neanthes caudata*), ai gasteropodi (*Bittium reticulatum* e *Tricolia pullus*) e ai bivalvi (*Loripes lacteus*).

⁽⁵⁾ Per l'analisi delle differenze statisticamente significative rilevate tra le comunità delle 16 stazioni delle stagioni estive del 2008 e 2009 e quelle del 2008 e 2010 si rimanda ai Rapporti Finali degli Studi B.6.72 B/5 e B/6 [MAG. ACQUE-CORILA, 2010, 2011a].

5 BIBLIOGRAFIA

- Anderson M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26: 32-46.
- Clarke K. R., Warwick R. M. 1994. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, UK, 144 pp.
- Direttiva 2000/60/CE del parlamento europeo e del consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque. a.u.c.E. 22/12/2000 L 327.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2004a. Studio B.6.78/I - Attivita' di monitoraggio alle bocche di porto controllo delle comunita' biologiche lagunari e marine. Rilievo del macrozoobenthos in Laguna in corrispondenza delle aree di bocca. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2004b - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rapporto sugli esiti delle campagne di acquisizione dati macrozoobenthos e meizoobenthos. Rapporto 1° anno. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2004c - Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rapporto sugli esiti delle campagne di acquisizione dati macrozoobenthos. Rapporto 2° anno. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2005 - Monitoraggio dell'Ecosistema Lagunare (MELa2) - 2° stralcio triennale (2002-2005). Linea C. Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche di substrato molle (macro e meizoobenthos e macrofitobenthos) in Laguna di Venezia - Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2008a. Studio B.6.85/II - Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innesco di processi insediativi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto di Pianificazione Operativa. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - SELC. 2008b. MELa4 (2007-2009) - OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Rapporto Macrozoobenthos di fine attività di campo e laboratorio (campagna di rilievo 2007). Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA - CNR-ISMAR. 2009a. MELa4 - OP/416. Monitoraggio di mantenimento delle conoscenze sullo stato delle acque e del macrobenthos. Relazione Finale - Attività C.8. Rapporto finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009b. Studio B.6.85/II - Proseguimento degli interventi di valorizzazione ambientale dei litorali veneziani ed innesco di processi insediativi alle bocche di Malamocco e Chioggia. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.
- Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011a. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Macrozoobenthos. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011b. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Praterie a fanerogame. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

ALLEGATO FOTOGRAFICO



Fasi di campionamento: il posizionamento di una retina intorno alla corona limita l'aspirazione da parte della sorbona di individui localizzati in prossimità della replica e non facenti parte di quest'ultima.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fasi di campionamento: prelievo del campione mediante sorbona dove sono presenti praterie a fanerogame marine (in alto) e su suolo avegetato (in basso).