



**STUDIO B.6.72 B/I
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto prot.n. 31572 si/gce/fbe

**CONTROLLO DELLE COMUNITÀ BIOLOGICHE
MARINE**

Area: Ecosistemi di pregio

Macroattività: Affioramenti rocciosi, Tegnùe

15 Settembre 2006

**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

Referente attività	Supervisore macroattività	Responsabile d'Area	Approvazione
<u>Dott. Daniele Curiel</u> (SELC)	<u>Dott. Luca Mizzan</u>	<u>Prof.ssa Patrizia Torricelli</u>	<u>Ing. Pierpaolo Campostrini</u>

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	3
1.1 Introduzione storica.....	3
1.2 Lo Studio B.6.78-I/II	4
1.3 Lo Studio B.6.72-B/I.....	6
1.4 Obiettivi dello Studio B.6.72-B/I.....	8
2 AREE DI STUDIO E METODOLOGIA	10
2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi	10
2.2 Metodologia per la conduzione dei campionamenti	16
2.3 Analisi di laboratorio	19
2.3.1 <i>Macrozoobenthos</i>	19
2.3.2 <i>Macrophytobenthos</i>	20
3 RISULTATI E DISCUSSIONE	23
3.1 Macrozoobenthos	23
3.1.1 <i>Consistenza e composizione zoobentonica</i>	23
3.1.2 <i>Tecniche distribuzionali</i>	31
3.1.3 <i>Analisi multivariata</i>	41
3.2 Macrophytobenthos	45
3.2.1 <i>Consistenza e composizione floristica</i>	45
3.2.2 <i>Analisi statistica e indici di diversità</i>	53
4 CONFRONTI E VALUTAZIONI TRA GLI STUDI B.6.78 e B.6.72	59
4.1.1 <i>Premessa</i>	59
4.1.2 <i>Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 e B.6.78</i>	59
4.1.3 <i>Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 e B.6.78</i>	73
5 CONSIDERAZIONI FINALI	82
6 BIBLIOGRAFIA.....	86

1 INTRODUZIONE

1.1 Introduzione storica

I fondali delle coste occidentali alto adriatiche e venete sono costituiti essenzialmente da distese sabbioso-fangose, interrotte localmente dalla presenza di "isole" di substrati solidi che creano, sia pure localmente, zone ricche di microambienti e gradienti ecologici che favoriscono un aumento della diversità specifica nei popolamenti.

Questi substrati solidi, denominati lungo le coste venete "*Tegnùe*", sono affioramenti rocciosi naturali che si distribuiscono in modo discontinuo nell'area occidentale del Golfo di Venezia, in batimetriche comprese fra gli 8 e i 40 m. Le dimensioni possono essere molto diverse, variando dai pochi metri quadri, nelle minori, alle diverse migliaia di metri quadri nelle maggiori, con elevazione dal fondale che passano dai pochi decimetri nelle formazioni basse e tavolati, spesso definite "lastrure", ad alcuni metri in quelle più alte, spesso localizzate a maggiore profondità.

Nonostante sia stata segnalata in via ufficiale per la prima volta da A. Stefanon nel 1966, in realtà l'esistenza di questi affioramenti rocciosi era già nota più di due secoli fa [Olivi, 1792]. La credenza popolare, inoltre, li faceva risalire ai resti di antiche città sprofondate [Dorigo, 1983] e i pescatori li evitavano perché troppo spesso le loro reti vi si impigliavano ed andavano perse (da qui il nome "*tegnùe*", traslazione dialettale di tenere - trattenere).

Le "*tegnùe*" sono riconducibili essenzialmente a tre tipologie:

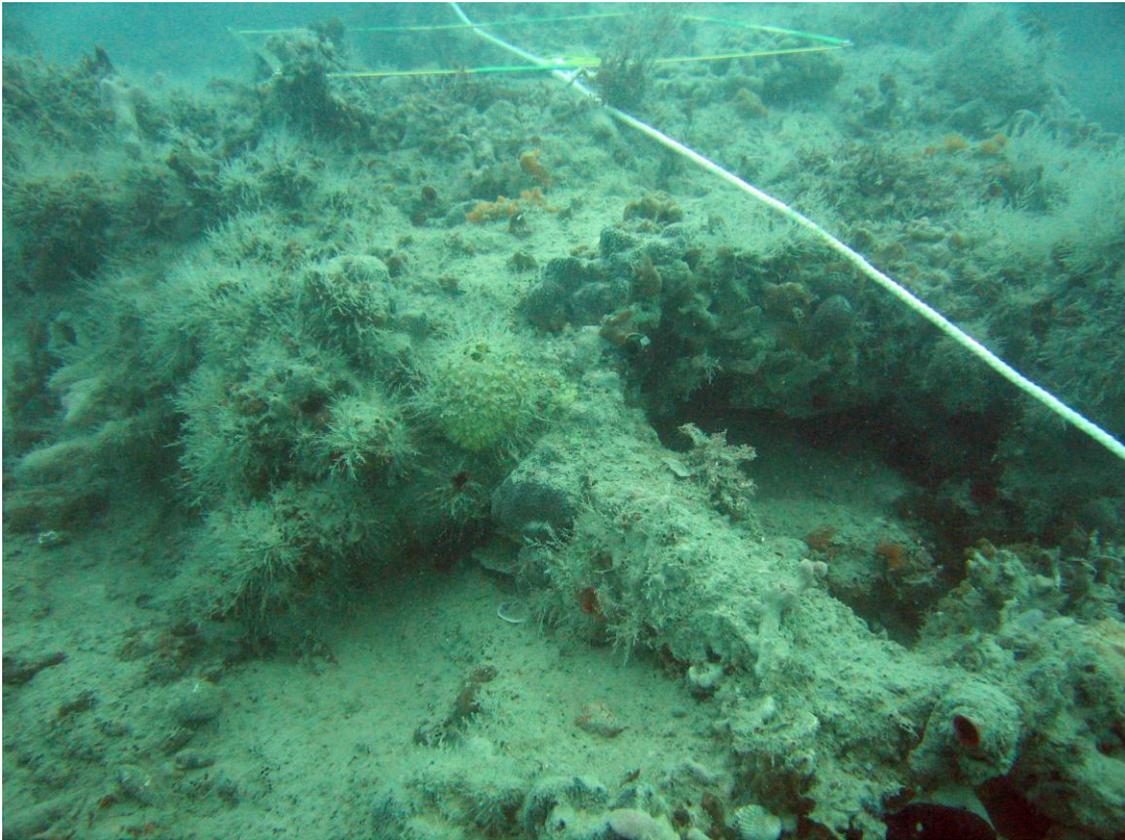
1. **rocce sedimentarie clastiche** formate per cementazione carbonatica di sedimenti (sabbie) o detrito organogeno (essenzialmente tanatocenosi a molluschi);
2. **rocce sedimentarie di deposito chimico**, formatesi probabilmente in seguito all'emersione di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo con l'acqua marina, con l'innescò di un processo che può determinare la precipitazione di carbonati con cementazione dei sedimenti;
3. **rocce organogene**, strutture prodotte dall'azione di organismi costruttori, vegetali e animali, il cui scheletro calcareo stratificandosi può formare strutture di discreto spessore.

Su tali substrati si possono insediare organismi sessili che richiedono per l'adesione una superficie solida, assente nelle zone circostanti. La localizzazione di tali formazioni in acque naturalmente eutrofiche non eccessivamente profonde favorisce l'aumento della biomassa e del numero di specie grazie al supporto e la protezione offerte dal substrato solido, unite alla presenza di un gradiente verticale offerto dall'elevazione delle strutture dal fondale e l'enorme disponibilità alimentare sotto forma di materiale organico in sospensione o già sedimentato. Si realizzano così "oasi" di estrema ricchezza biologica, con un incremento del numero delle specie presenti, ma anche con una notevole biomassa per unità di superficie.

Negli ultimi trent'anni, a partire dalla loro segnalazione nel 1966, sono stati condotti diversi studi sulle "*tegnùe*" sotto il profilo biologico [Boldrin 1979; Mizzan 1992, 1994, 1995, 1999; Cesari e Mizzan, 1994; Gabriele *et al.*, 1999; Ponti, 2001, Soresi *et al.*, 2004] che hanno permesso di evidenziare la grande ricchezza che queste strutture possono ospitare e riconducibili essenzialmente a Poriferi, Celenterati (soprattutto Idrozoi e Anemoni), Anellidi (tra cui spiccano per numerosità i policheti Serpuloidei), Echinodermi, Molluschi e Tunicati. A differenza del macrozoobenthos, per quanto riguarda il macrofitobenthos delle "*tegnùe*" le informazioni sulla struttura della comunità sono scarse e poco dettagliate perché valutate in modo spesso sommario limitandosi a citare solamente le specie più evidenti [Gabriele *et al.*, 1999; Cesellato *et al.*, 2005; Ponti, 2001]. Il solo lavoro che riporta in dettaglio le specie rilevate in questi affioramenti rocciosi si riferisce ai tratti di mare antistanti la laguna di Grado e Marano [Curiel *et al.*, 2001]. Molto scarse

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

sono quindi le informazioni relative alla tipologia e all'abbondanza delle macroalghe di queste strutture solide sommerse, soprattutto per quanto riguarda il litorale veneto.



Affioramento roccioso (MA1 001) durante la fase di preparazione del campo di lavoro

1.2 Lo Studio B.6.78-I/II

Lo Studio B.6.78 (1^a e 2^a fase) [Magistrato alle Acque, 2003, 2004, 2005a; 2006] ha previsto la caratterizzazione, sulla base di misure sperimentali, degli ecosistemi di pregio esistenti, sia in mare che in Laguna, nelle aree interessate direttamente o indirettamente dalla realizzazione delle previste opere alle bocche. Si è trattato di un programma di monitoraggio che ha rappresentato la prima fase di una più ampia indagine che dovrà coprire l'intero periodo di realizzazione delle opere e che ha avuto quindi lo scopo di acquisire i valori dello stato di qualità *ante operam*, punto di riferimento per la valutazione dei relativi impatti e per la loro mitigazione, se necessaria.

L'intera serie di attività ha compreso tra le altre:

- un'indagine di caratterizzazione dei popolamenti di fanerogame marine situati in Laguna in prossimità ed all'interno delle bocche di porto, che ha previsto la conduzione di 4 campagne stagionali per l'analisi dei parametri fenologici in 18 stazioni (6 per ogni bocca di porto) e una mappatura di dettaglio della loro distribuzione;
- un'indagine di caratterizzazione delle comunità macrozoobentoniche nelle aree lagunari prossime alla bocca di porto, che ne ha previsto la determinazione quali-quantitativa in un gruppo di 16 stazioni rappresentative delle condizioni lagunari in prossimità delle bocche di porto;
- un'indagine di caratterizzazione degli affioramenti rocciosi situati lungo la fascia costiera (tegnùe).

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

Per quanto riguarda quest'ultima attività, le aree interessate dalla dispersione dei sedimenti potenzialmente generati dalle attività dei cantieri alle bocche sono state completamente identificate mediante elaborazioni con modello idrodinamico-dispersivo (considerando l'involuppo di tutte le possibili condizioni di vento e diverse granulometrie del materiale rilasciato, in modo da definire scenari cautelativi per le aree di pregio). Le attività di individuazione e caratterizzazione degli affioramenti rocciosi in tale aree di pregio, distribuite su una superficie complessiva di 55 km², pur essendo formalmente suddivise nelle due fasi dello studio in oggetto (B.6.78/I e B.6.78/II) sono state condotte in maniera unitaria al fine di fornire una omogenea valutazione complessiva che potesse essere di riferimento per il monitoraggio degli eventuali impatti dei cantieri alle bocche (Fig.1.1).

Nella seguente tabella sono riportate le aree rilevate nelle due fasi dello studio:

	Aree investigate
Studio B.6.78/I	A1, A2, A3, A4, A5, A6, LA1, LA1bis, MA1, MB4bis, CC1, AC2, DFL, DFM, DFC
Studio B.6.78/II	LC2, MA2, MB4, MC3

Lo studio ha previsto inizialmente una fase di rilievo della morfologia dei fondali lungo la fascia costiera (con rilievi acustici a tappeto mediante *side scan sonar*) con lo scopo di evidenziare la presenza degli affioramenti rocciosi (tegnùe) nelle aree interessate direttamente ed indirettamente dalla realizzazione delle opere, vista la loro importanza dal punto di vista ambientale.

Individuati gli affioramenti di maggior interesse, una seconda fase di rilievo più dettagliata ha permesso di selezionare i siti e la precisa localizzazione di transetti in cui eseguire il campionamento di macrofitozoobenthos per la caratterizzazione delle comunità biologiche.

Complessivamente sono stati individuati 21 affioramenti rocciosi (vedi figura 2.1):

- 6 di controllo e 8 in prossimità delle bocche di porto nello studio B.6.78/I;
- 7 in prossimità delle bocche di porto nello studio B.6.78/II.

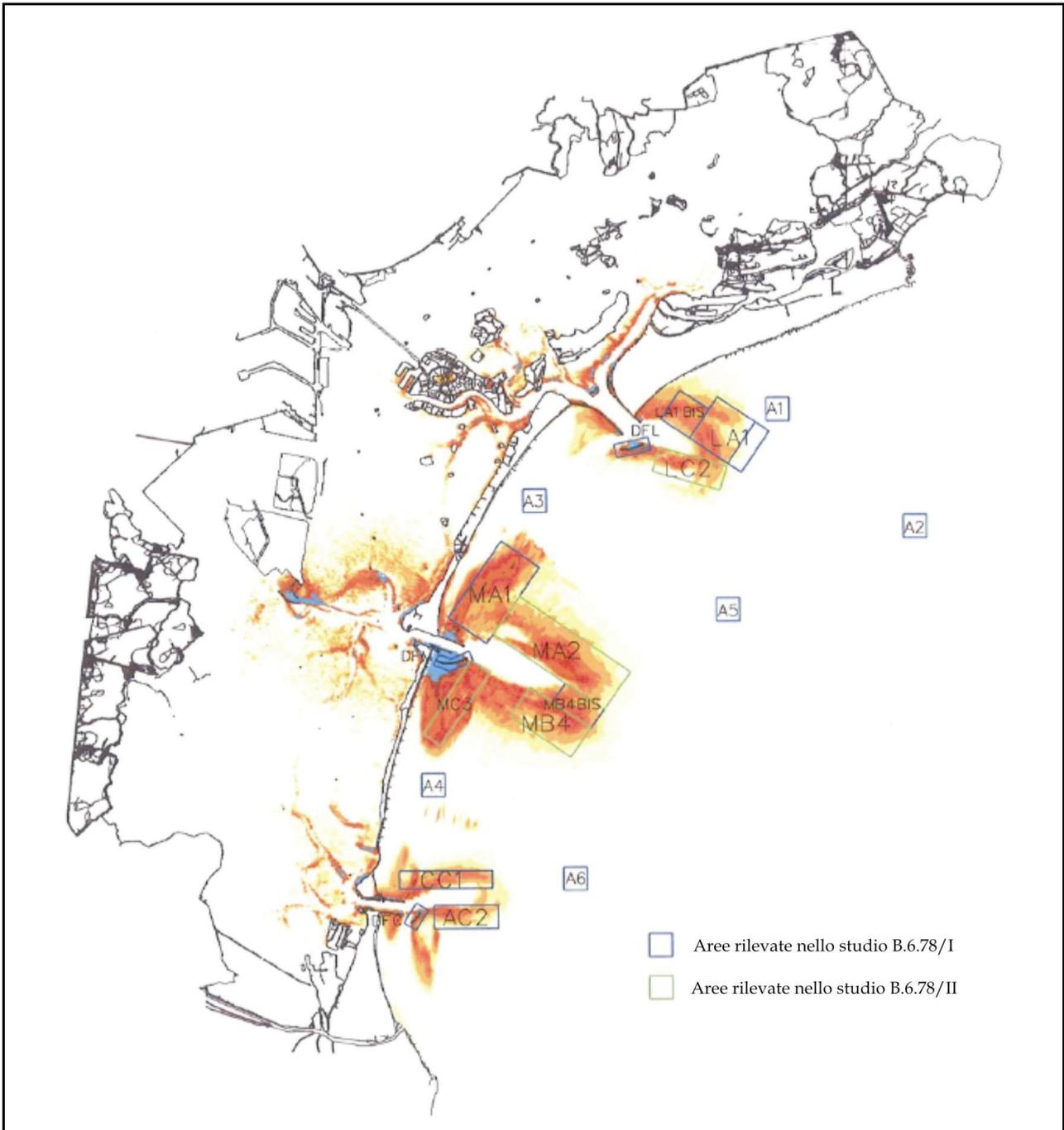


Fig. 1.1 Modello idrodinamico dispersivo con le aree interessate dai rilievi dello Studio B.6.78 I/II

1.3 Lo Studio B.6.72 B/I

Il presente studio ha lo scopo di monitorare i possibili effetti, individuati dallo Studio di Impatto Ambientale (SIA), da parte dei cantieri durante la realizzazione delle opere mobili. Il SIA ha individuato proprio in questa fase operativa, stimata nella durata di 8 anni, il periodo in cui potrebbero avvenire le principali modifiche alle componenti ambientali riconducibili a impatti diretti o indiretti.

Per parametri "diretti" si intendono quei parametri per i quali esiste una relazione chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto. Per parametri "indiretti" si intendono invece quelli, che, seppur di notevole interesse ambientale, si prestano a dirette

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

relazioni causa-effetto perché possono manifestare situazioni di stress in tempi successivi alle attività di cantiere o per cause diverse dai cantieri.

Lo Studio B.6.78/I ha considerato come parametri indiretti da monitorare gli Ecosistemi di pregio su cui valutare i possibili impatti provocati dalle opere in corso. Le eventuali modifiche osservate saranno valutate attentamente per definire se e come le variazioni siano riconducibili alle attività di cantiere. A tal fine, alcuni affioramenti rocciosi presenti nel mare antistante la costa veneziana, localizzati in acque non eccessivamente profonde, per il fatto di essere colonizzati da una fauna e una flora diversificate sono considerati Ecosistemi di pregio e quindi inseriti nel piano di monitoraggio di questo studio. Per il loro pregio ecologico e per la loro peculiarità, le comunità che colonizzano questi affioramenti rocciosi sono state inserite, assieme alla praterie a fanerogame marine, tra i parametri indiretti da monitorare negli anni in cui sarà in corso la realizzazione delle opere alle bocche.

I motivi di questo monitoraggio derivano dal fatto che l'aumento della torbidità dell'acqua e l'eventuale sedimentazione possono incidere sugli organismi bentonici, riducendo la luce nel caso delle macroalghe o, per quanto riguarda lo zoobenthos, ricoprendolo e ostacolandone la filtrazione, la crescita, il reclutamento e il normale svolgimento dei processi metabolici. Gli effetti di questi fenomeni sono stati studiati soprattutto nelle acque costiere superficiali, evidenziando una riduzione della biodiversità e una dominanza di specie opportunistiche [Airoidi e Cinelli, 1987; Irving e Connell, 2002]. Gli studi sulle comunità algali hanno evidenziato come, in presenza di sedimentazione, si verifichi un cambiamento nella struttura delle comunità, con l'aumento di specie a "feltro" (turf) e opportunistiche e una riduzione delle specie a tallo eretto [Ballata *et al.*, 2004]. Minori sono, invece, i lavori che valutano la correlazione tra la sedimentazione e la componente animale.

Se saranno osservate variazioni significative, sia in senso positivo sia negativo, sulle comunità bentoniche, prima di trarre delle considerazioni si dovranno analizzare e considerare sia le pressioni, riconducibili o meno alle attività di cantiere, sia fattori naturali quali, ad esempio, la variabilità naturale intrinseca delle comunità biologiche o la stagionalità [Piazzi *et al.*, 2004].

Una volta esaminata la struttura delle comunità bentoniche presenti nei substrati rocciosi, valutate le loro condizioni e verificati gli eventuali cambiamenti rispetto a stati di riferimento, si cercherà di capire se questi sono connessi alle attività in corso alle bocche di porto.

Il programma di questo primo stralcio annuale del monitoraggio ha preso in esame alcuni affioramenti rocciosi presenti nei fondali limitrofi alle bocche di porto di Lido e di Malamocco. Basandosi sui risultati dello Studio B.6.78 I-II e sulle elaborazioni del modello idrodinamico-dispersivo, sono stati individuati gli affioramenti potenzialmente impattati dalle attività di cantiere e quelli da considerare, invece, di controllo perché considerati esterni al possibile areale di impatto.

I risultati dello Studio B.6.72/I, assieme a quello sullo stato di qualità di questi popolamenti nella fase *ante operam* (Studio B.6.78), concorreranno a definirne la gamma di variazione dei principali indicatori biologici (es. biodiversità, abbondanza, biomasse, ecc.) cui riferirsi per la comparazione che, di volta in volta, sarà condotta tra stato *ante operam* e stato di cantiere. Lo Studio B.6.78, sia perché condotto su un esteso numero di affioramenti rocciosi, sia perché realizzato in un periodo di *ante operam*, sarà il riferimento per comprendere nel tempo quanto e se le comunità bentoniche differiscano rispetto ad una condizione di riferimento riconducibile ad una fase in cui le attività di cantiere non avevano avuto ancor modo generare modifiche.

Questa modalità operativa, intesa a definire tutti gli elementi possibili con le loro problematiche e necessaria ad individuare eventuali nessi causali tra attività di cantiere e variazioni da parte delle comunità di "tegnù", deve poter identificare eventuali situazioni di disturbo nelle comunità e, qualora presenti, ricondurle, quando possibile, alle opere in realizzazione piuttosto che ad altre cause o a forzanti naturali o antropiche.

1.4 Obiettivi dello Studio B.6.72 B/I

Gli obiettivi di questo studio consistono nella valutazione della variabilità dei sistemi delle comunità bentoniche in una serie di affioramenti rocciosi presenti nelle aree antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco. Gli eventuali scostamenti dalle condizioni di riferimento, che come detto in precedenza, saranno individuate dalle valutazioni dello Studio *ante operam* B.6.78, dovranno essere valutati ed interpretati in funzione delle risposte ai possibili impatti provenienti dalle attività di cantiere.

Le comunità fito-zoobentoniche rappresentano validi indicatori di qualità per lo studio degli ambienti marini e, soprattutto se considerate nel loro insieme più che nelle singole specie che le compongono, risultano dei buoni indicatori per valutazioni di carattere qualitativo. Gli organismi bentonici risentono dell'intensità e della durata delle interazioni dei fattori chimico-fisici e trofici in conseguenza dello stretto e continuo rapporto con l'ambiente. Le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque e dei sedimenti in cui questi popolamenti vivono inducono modificazioni quantitative e qualitative che si riflettono sulla struttura stessa della comunità. Un'analisi degli indicatori strutturali e funzionali di queste comunità permetterà di fare delle valutazioni sul loro stato di equilibrio.

Il confronto con i dati del campionamento dello Studio B.6.78/1 o di quelli di altri lavori inerenti gli affioramenti rocciosi dovrebbe permetterci di evidenziare, qualora le attività di cantiere determinassero un impatto, delle **tendenze in atto**. Queste tendenze dovranno però essere valutate in modo equilibrato, poiché le comunità biologiche fanno parte dei cosiddetti "*parametri indiretti*", per i quali non esiste una chiara relazione causa-effetto. Qualora siano evidenti delle variazioni sulla composizione e sulla struttura di queste comunità, si dovrà procedere ad un attento esame dei possibili stress in atto e dei parametri diretti di cui sia sufficientemente nota la relazione causa-effetto.

La difficoltà nell'analizzare questi aspetti e trarre delle conclusioni certe derivano anche dal fatto che, a fronte di un esteso e ampio dibattito sull'importanza di tutela biologica di questi affioramenti, sono scarse le conoscenze sulla variabilità spaziale e interannuale sulle comunità bentoniche di "tegnù". Se da un lato si ritiene che le comunità bentoniche profonde siano più stabili e manifestino una minore variabilità temporale rispetto a quelle più superficiali, per la maggiore stabilità dei fattori ambientali in profondità [Pérès e Picard, 1964], dall'altra, però, recenti lavori hanno anche evidenziato come la struttura e la composizione delle comunità coralligene presentino una significativa variabilità legata alle stagioni e ad altri fattori temporali [Abbiati *et al.*, 1996]. Queste considerazioni assumono una maggiore importanza soprattutto se si considerano le limitate profondità in cui sono collocate le tegnùe oggetto dello studio (massimo 10-12 m) e le caratteristiche delle acque del nord Adriatico in cui, rispetto agli altri mari, sono più marcate le variazioni chimico-fisiche e trofiche della colonna d'acqua tra le stagioni. Si ricorda, infatti, che il nord Adriatico presenta affinità sub-Atlantiche, piuttosto che mediterranee, che favoriscono l'insediamento di specie caratteristiche di acque fresche [Sacchi *et al.*, 1989; Giaccone, 1971].

Le esperienze condotte durante i monitoraggi MELa2, promossi dal Magistrato alle Acque [Magistrato alle Acque, 2005b, 2005c] hanno evidenziato come la morfologia dei siti e gli andamenti meteo-climatici incidano in modo determinante sulla variabilità interannuale delle comunità sia fito sia zoobentoniche.

Rispetto alla programmazione riportata nei documenti Tecnico-Amministrativi, questa macroattività ha subito nel corso ripetuti rinvii nella programmazione delle attività di campo. Le cause di questo ritardo sono da attribuirsi alle difficoltà Tecnico-Amministrative causate dal protrarsi dello Studio B.6.78 (1^a e 2^a fase) [Magistrato alle Acque, 2006] proprio per la parte relativa agli affioramenti rocciosi. Il prolungarsi nel tempo della definizione degli affioramenti da

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

monitorare, e quindi del relativo campionamento e del conseguente esame dei campioni biologici, hanno fatto ritardare l'acquisizione di informazioni importanti per programmare le attività del presente Studio, soprattutto per quanto riguarda la scelta dei siti di indagine.

Rispetto a quanto predisposto dal Disciplinare Tecnico, per i motivi sopra riportati, si procederà quindi alla redazione di un rapporto che rientra nella "Fase B" e che rende conto delle comunità bentoniche osservate in questo Studio. Inizialmente ne saranno valutate la composizione e la struttura, e in seguito confrontate con quelle rilevate nello studio *ante operam* B.6.78.

Il rapporto sullo stato delle conoscenze delle "tegnùe", che cronologicamente doveva rientrare nella "fase A", sarà redatto in una fase successiva. Tale rapporto prenderà in esame le informazioni riportate nello Studio B.6.78 che affronta la tematica nel suo complesso e su un ampio areale investigativo e altri lavori di carattere biologico pubblicati dalla comunità scientifica per questi ambienti di pregio. Inoltre, saranno considerati anche i lavori che prendono in esame le tematiche relative gli impatti sulle comunità di substrato duro di profondità.

2 AREE DI STUDIO E METODOLOGIA

2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi

La scelta delle bocche di porto in cui individuare degli affioramenti rocciosi idonei a svolgere anche nel tempo una funzione di monitoraggio è stata eseguita, come riportato nel **Rapporto di Pianificazione Operativa**, nel corso di una serie di incontri tecnici cui hanno partecipato i referenti di CVN, CORILA, SELC, il supervisore macroattività e il responsabile d'area. In tali sedi, dopo aver preso in considerazione aspetti quali le dimensioni degli affioramenti, i rilievi batimetrici, le immagini acustiche side scan sonar, i rilievi video tramite veicolo subacqueo a guida remota, immagini fotografiche ed elaborazioni modellistiche sul rilascio dei sedimenti, si è deciso che i monitoraggi avrebbero interessato i tratti di mare prospicienti la bocca di Lido e la bocca di Malamocco sulla base di queste considerazioni:

- la **bocca di Lido**, pur non avendo affioramenti rocciosi di particolare rilevanza per estensione ed elevazione dal fondale, si caratterizza per un avanzato stato delle attività di cantiere, estensione ed entità delle movimentazioni dei sedimenti;
- la **bocca di Malamocco** vede sino ad ora una significativa attività di cantiere (lavori al molo sud, realizzazione della lunata, ecc.) e si segnala soprattutto per una estesa rete di affioramenti rocciosi significativi per dimensione e numero.

La scelta precisa degli affioramenti su cui eseguire i rilievi nelle due bocche di porto prescelte è stata fatta in sede di **Pianificazione Operativa** sulla base di uno specifico rapporto "**Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio**" relativo allo Studio B.6.78 (Fig. 2.1) che ha preso in esame una numerosa gamma di affioramenti rocciosi situati tra le bocche di porto di Lido e di Chioggia [Magistrato alle Acque, 2005d]. Le indagini condotte in questo Studio B.6.78 I/II, che ha esaminato oltre 20 affioramenti in diversi ambiti scientifici [Magistrato alle Acque, 2006], ha permesso di individuare le aree in cui eseguire i campionamenti delle comunità biologiche di substrato solido [Magistrato alle Acque, 2005d, 2005e].

In ognuna delle due bocche di porto sono stati selezionati 2 affioramenti rocciosi potenzialmente esposti agli impatti delle opere di cantiere e 1 di controllo, collocato in aree potenzialmente non influenzate dalle opere di cantiere sulla base del modello di dispersione dei sedimenti appositamente elaborato. Complessivamente nel monitoraggio sono stati selezionati **4 affioramenti rocciosi potenzialmente impattati** e di **2 affioramenti con la funzione di controllo**. Nelle figure 2.2 e 2.3 è riportata la collocazione geografica degli affioramenti rocciosi selezionati per il campionamento per ognuna delle due bocche di porto sulla base del rapporto di identificazione dei siti di campionamento [Magistrato alle Acque, 2005d].

Nelle tabelle 2.1 e 2.2 sono riportate le coordinate Gauss-Boaga dei transetti di campionamento. In base alle dimensioni e alla morfologia degli affioramenti, per alcune aree era disponibile più di un transetto di campionamento. Gli operatori in immersione, dopo una prima valutazione dell'affioramento, hanno effettuato la scelta del transetto. Nella figure 2.4 e 2.5 è riportato il posizionamento dei transetti con specificato, nel caso vi fosse una alternativa, quello effettivamente utilizzato dagli operatori in immersione.

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

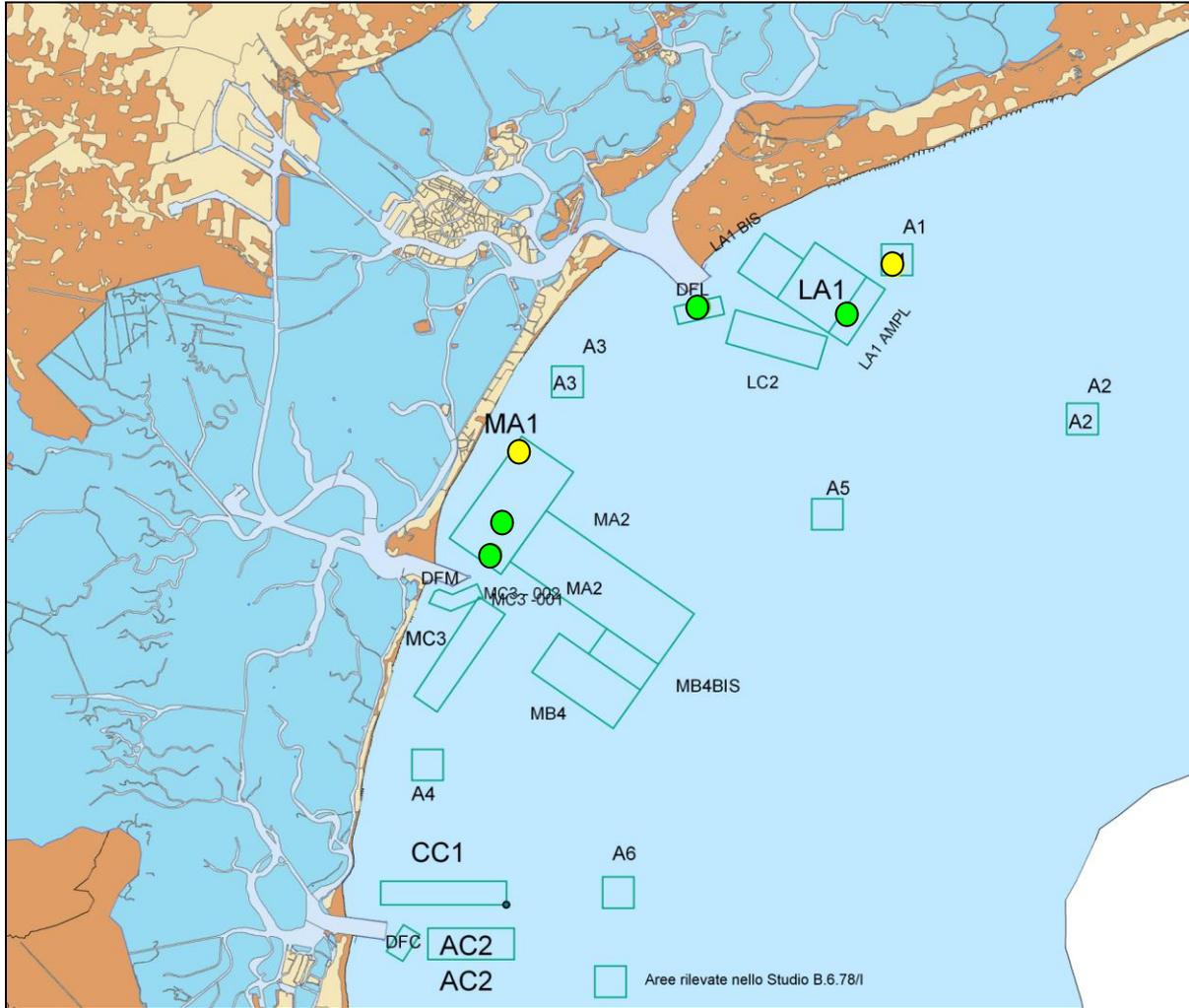


Fig. 2.1 Localizzazione delle aree dove sono collocati i 6 affioramenti rocciosi. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. Nella figura sono riportati tutte le aree indagate nello Studio B.6.78 I/II

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

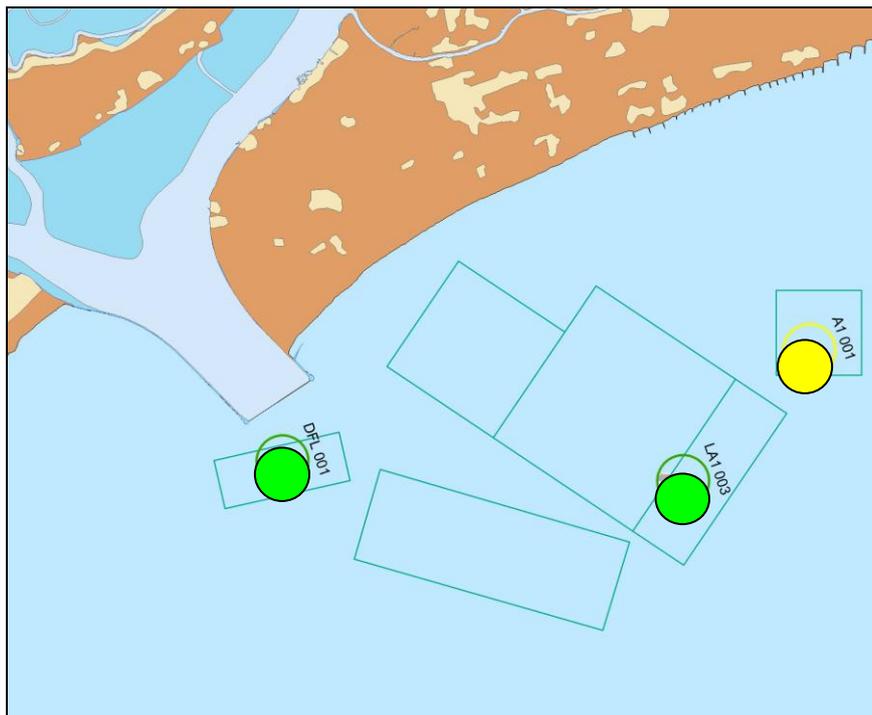


Fig. 2.2 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Lido. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78

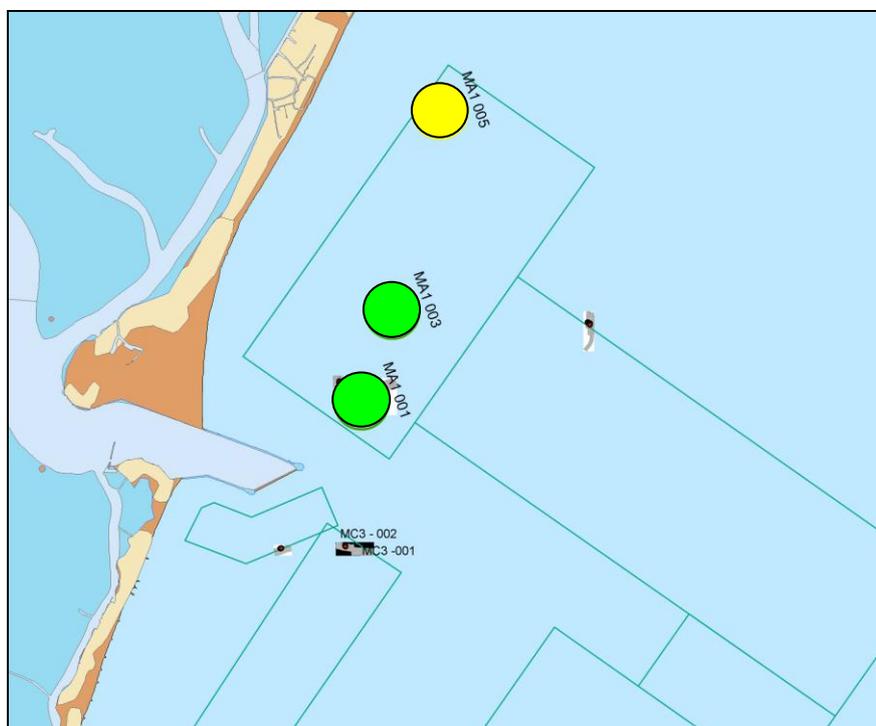


Fig. 2.3 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Malamocco. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78

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

Tab. 2.1 Coordinate dei siti di campionamento relativi alla bocca di Lido

Denominazione: DFL 001 Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 2 (lunghezza 20 m)

X Y 2319126,5291 5032170,0375

X Y 2319144,5621 5032160,9446

Denominazione: LA1 003 Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 2 (lunghezza 15 m)

X Y 2323663,6596 5031932,8767

X Y 2323676,4305 5031940,8959

Denominazione: A1 001 Sito di controllo

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m)

X Y 2325291,1244 5033468,2131

X Y 2325306,1613 5033458,2214

Tab. 2.2 Coordinate dei siti di campionamento relativi alla bocca di Malamocco

Denominazione: MA1 001 Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m)

X Y 2312507,4181 5024230,8656

X Y 2312524,2709 5024240,7352

Denominazione: MA1 003 Sito potenzialmente impattato

Coordinate estremi del transetto 1 (lunghezza 15 m)

X Y 2312839,4226 5025223,9038

X Y 2312853,3396 5025221,6115

Denominazione: MA1 005 Sito di controllo

Coordinate estremi del transetto (lunghezza ca 20 m)

X Y 2313391,8298 5027497,2673

X Y 2313407,3638 5027485,7237

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

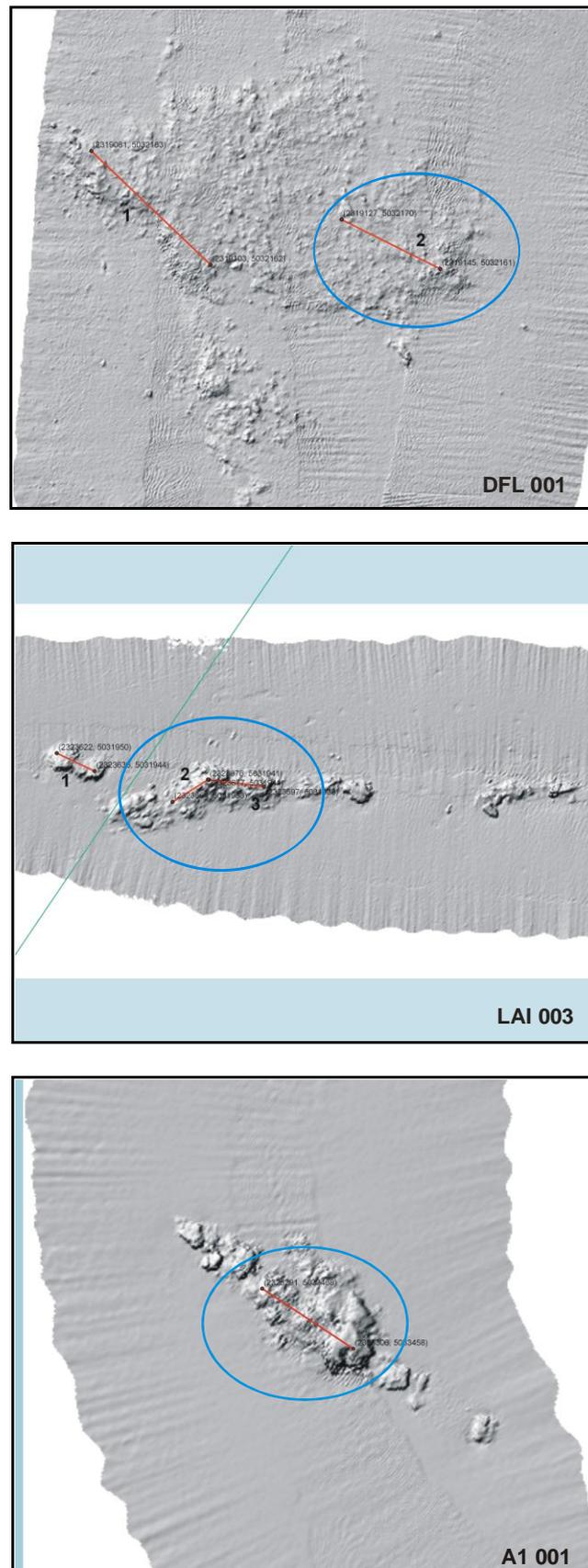


Fig. 2.4 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Lido.
Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un'alternativa

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

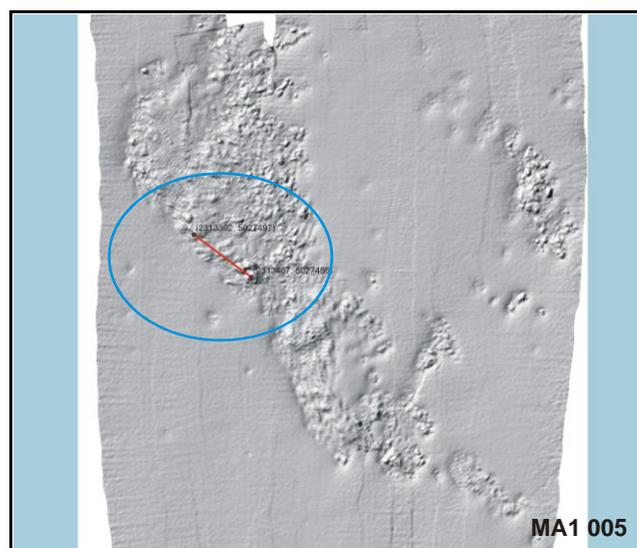
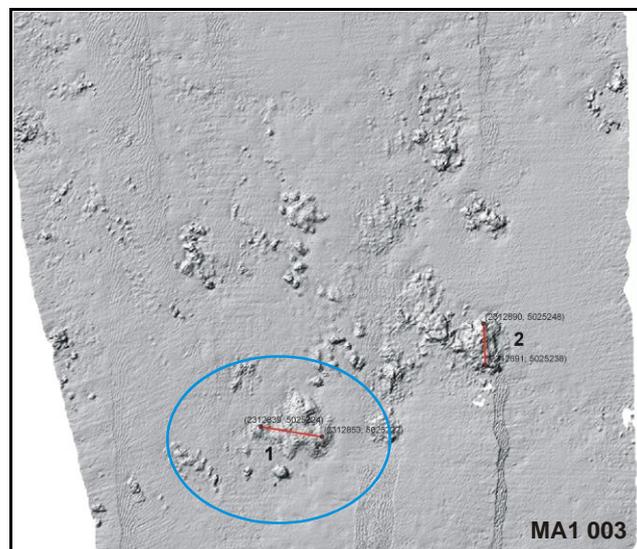
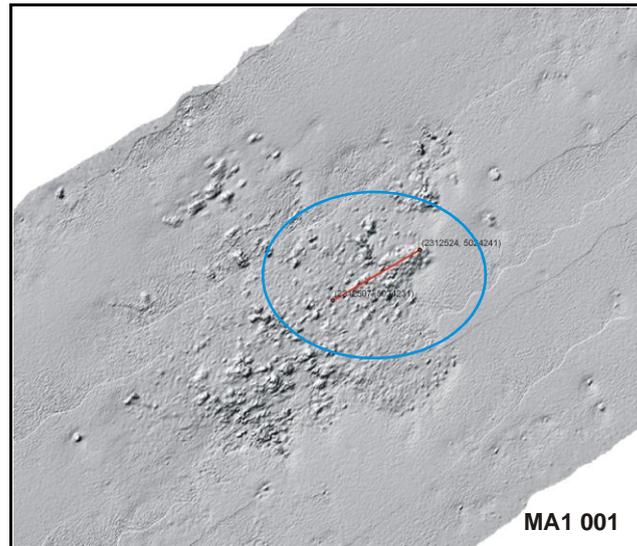


Fig. 2.5 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Malamocco. Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un' alternativa

2.2 Metodologia per la conduzione dei campionamenti

Le attività di campo per i rilievi da condurre nei 6 affioramenti sono state condotte con un'imbarcazione opportunamente attrezzata e con operatori in grado di svolgere le immersioni con attrezzatura ARA. La metodologia adottata in questo studio corrisponde in tutte le sue fasi (campionamento e determinazioni di laboratorio) a quella adottata nello Studio di riferimento B.6.78: le repliche sono casuali e fanno riferimento ad un transetto tracciato nella sezione di affioramento di maggiore elevazione media e quindi con condizioni omogenee per quanto riguarda esposizione alla luce, sedimentazione e idrodinamica.

In ognuno dei 6 affioramenti sono stati eseguiti 3 campionamenti di macrobenthos, ognuno delle dimensioni di 50 x 50 cm, lungo un transetto identificato da una cima opportunamente predisposta da un operatore in immersione.

La cima, infatti, era munita di più punti marcati con etichette numerate, poste ad intervalli non regolari e identificati casualmente. L'operatore in immersione ha verificato che, in corrispondenza del punto marcato, fosse presente un substrato solido con i requisiti idonei per il campionamento. In caso contrario, per presenza di un substrato mobile o per mancanza di requisiti idonei al campionamento, l'operatore è passato al punto successivo segnalato lungo il transetto.

Prima del campionamento, la superficie di ognuno dei campioni è stata identificata da un telaio di riferimento semirigido che è stato fotografato con una tecnica a fotomosaico. L'asportazione dei campioni biologici è avvenuta mediante raschiamento ed aspirazione con sorbona munita di una maglia da 1 mm. Le 18 repliche o campioni, una volta giunte in superficie, sono state mantenute refrigerate e conservate in congelatore sino alle analisi di laboratorio. Per ciascun affioramento sono state eseguite un numero sufficiente di riprese fotografiche, al fine di caratterizzare per quanto possibile la comunità biologica anche con questa tecnica di indagine.

Una volta raggiunta l'area con l'imbarcazione, sono stati individuati e segnalati con boe i due estremi del transetto dell'area indagata, dopodiché i subacquei in immersione hanno svolto, fra i due punti del transetto, una cima di 10, 15 o 20 m, a seconda della lunghezza del transetto stesso.

I sommozzatori hanno poi collocato il telaio per il campionamento di 50 x 50 cm in corrispondenza dei punti marcati sulla cima, in modo che i lati risultassero a 2 a 2 paralleli o tangenti alla fune (Fig. 2.6). In tal modo l'unica discrezionalità riservata al sommozzatore nella collocazione dell'area di campionamento è stata la verifica dell'effettiva esistenza di substrato solido nel punto risultante.

In caso contrario (area risultante a substrato mobile o con parziale copertura rocciosa) il sub è passato al punto successivo lungo il transetto. Il verso di percorrenza del transetto è stato deciso in modo casuale prima dell'immersione.

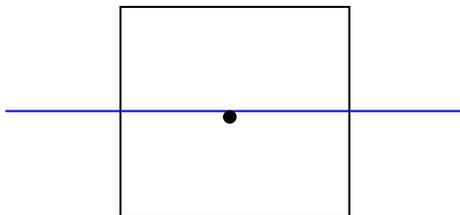


Fig. 2.6 Schema di orientamento del telaio rispetto alla cima lungo il transetto

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

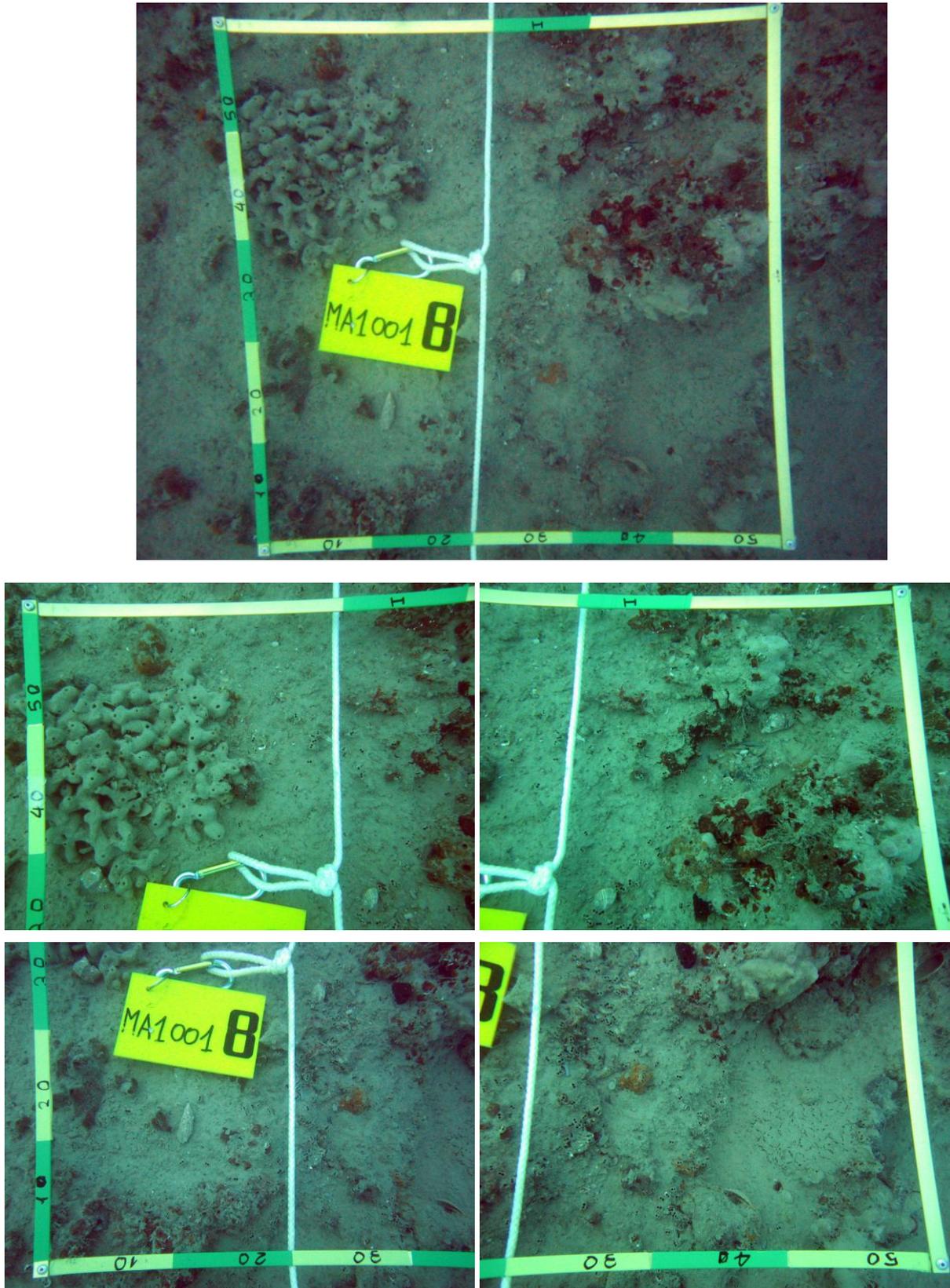


Fig. 2.7 Particolare del telaio su un affioramento roccioso prima del campionamento. L'area di campionamento è stata inoltre fotografata con una tecnica a fotomosaico

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

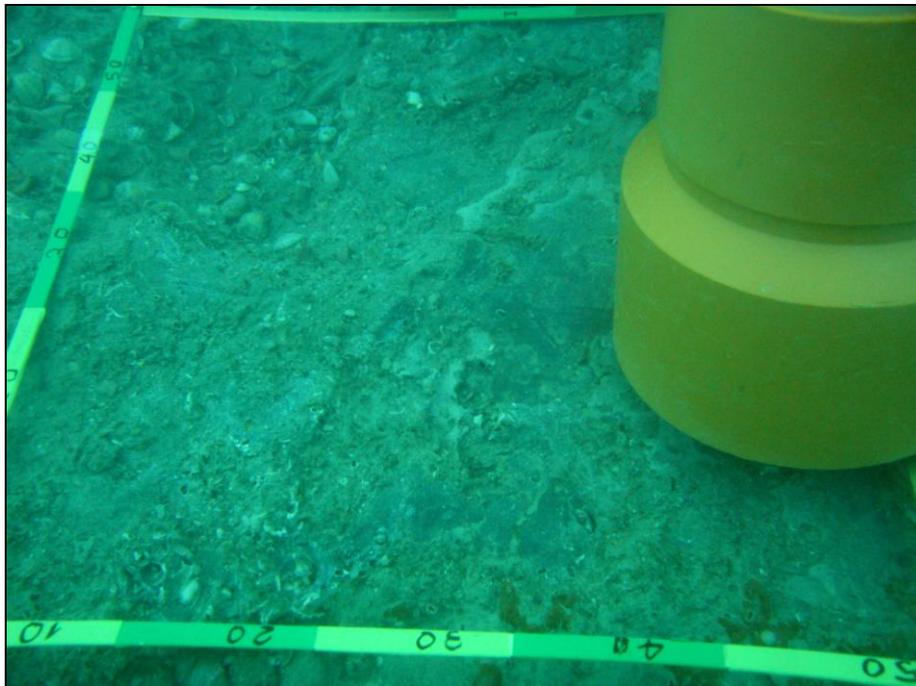


Fig. 2.8 Fase di campionamento mediante sorbona

I campionamenti nei sei affioramenti sono stati eseguiti secondo la scadenza temporale riportata nella tabella. Il periodo di campionamento non corrisponde a quello dello Studio di riferimento

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

B.6.78 [Magistrato alle Acque, 2005e] per le difficoltà Tecnico-Amministrative di quest'ultimo che hanno più volte fatto posticipare le attività di campo.

Tab. 2.2 Date di campionamento per ogni affioramento roccioso

Stazione	Data di Campionamento
A1-001	06/01/2006
MA1-001	21/01/2006
MA1-003	21/01/2006
MA1-005	22/01/2006
DFL-001	22/01/2006
LA1-003	22/01/2006

Una volta portato a bordo, il materiale biologico ottenuto dal raschiamento e trattenuto dal sacco di rete (maglia 1 mm) della sorbona è stato posto in secchi con acqua di mare ed anestetico per 30 minuti. È stato quindi in seguito trasferito in sacchetti di plastica e conservato refrigerato fino al momento della consegna al laboratorio. Una volta in laboratorio il materiale è stato congelato fino al momento delle analisi.

2.3 Analisi di laboratorio

2.3.1 *Macrozoobenthos*

In laboratorio i campioni sono stati sottoposti inizialmente a smistamento (sorting), cioè separazione della frazione morta (tanatocenosi) dalla frazione viva al momento del campionamento. Gli organismi di quest'ultima, una volta suddivisi tra i vari gruppi sistematici (molluschi, crostacei, policheti, ecc), sono stati posti, fino alla successiva fase di classificazione, in una soluzione di alcol etilico al 70% o in acqua di mare e aldeide formica al 4%.

Gli organismi animali e vegetali così smistati sono stati successivamente sottoposti a classificazione e determinazione specifica. La classificazione consiste nell'identificazione degli organismi rilevati e nella loro determinazione tassonomica (classi, ordini, famiglie, generi e specie). Nei casi dubbi ed ove le condizioni degli organismi esaminati non lo consentivano la classificazione è stata limitata a livelli tassonomici superiori.

Per ciascuna specie animale sono stati determinati il numero di individui e la biomassa complessiva; per le specie animali coloniali (Briozoi, Idrozoi, Poriferi, ecc.), così come per le specie algali, non essendo possibile valutare il numero di individui, sono stati valutati il ricoprimento (spazio occupato in proiezione sul substrato [Boudouresque, 1971]) e la biomassa.

Durante le determinazioni di laboratorio sono stati considerati i seguenti gruppi tassonomici:

- Anthozoa
- Bryozoa
- Crustacea
- Echinodermata
- Hydrozoa
- Mollusca
- Polichaeta

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

- Porifera
- Sipunculida
- Tunicata

I dati di abbondanza, ricoprimento e biomassa, ottenuti dall'analisi dei campioni biologici sono stati raccolti nel file "Tegnùe-RapportoFinaleALL1_Zoobenthos.xls". Per ciascun affioramento e replica i risultati sono stati riportati all'unità di superficie indagata in modo da fornire un quadro della presenza faunistica in termini di:

- densità specifica della singola replica (n. individui/0,25 m², n. specie/0,25m²);
- densità specifica dell'intero campione (3 repliche assieme) (n. individui/0,75 m², n. specie/0,75 m²);
- biomassa della singola replica (espressa come peso fresco e peso secco in g/0,25 m²);
- biomassa dell'intero campione (3 repliche assieme) (espressa come peso fresco e peso secco in g/0,75 m²).

Sulla base dei dati così tabulati si è proceduto alle successive analisi statistiche (ANOVA, ANOSIM, Curve di Abbondanza, K-Dominanza, Curve ABC, Cluster Analysis e MultiDimensional Scaling

2.3.2 *Macrophytobenthos*

Il materiale è stato sottoposto a sorting per separare le macroalghe più evidenti nelle tre categorie sistematiche Rhodophyta (alghe rosse), Phaeophyta (alghe brune) e Chlorophyta (alghe verdi). Frammenti litologici di minori dimensioni sono stati esaminati successivamente allo stereoscopio per valutare la presenza delle specie di minore dimensione.

Per la determinazione delle specie sono state impiegate chiavi di identificazione e per l'esame dei caratteri diacritici per il riconoscimento (struttura interna del tallo e struttura di apparati riproduttori) sono stati allestiti sezioni sottili, colorazioni di preparati e trattamenti di decalcificazione per i talli parzialmente o totalmente calcificati.

Una volta identificate le macroalghe, possibilmente sino al livello di specie, si è determinata la loro abbondanza come ricoprimento (spazio occupato in proiezione sul substrato [Boudouresque, 1971] e quando tecnicamente possibile, anche come biomassa (peso fresco e peso secco).

Complessivamente nei referti di ognuno dei 18 campioni si riporteranno (nel file "Tegnùe-RapportoFinaleALL2_Macroalghe.xls"):

- ricoprimento (cm²/0,25 m²);
- peso umido (g/0,25 m²);
- peso secco (g/0,25 m²);

Sulla base dei dati così tabulati si è proceduto alle successive analisi statistiche ANOVA, ANOSIM, Cluster Analysis e MultiDimensional Scaling

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



Fig. 2.9 Campione in contenitori di plastica prima del sorting iniziale



Fig. 2.10 Durante il sorting sono stati raggruppati gli organismi appartenenti ai Porifera (spugne)

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



Fig. 2.11 L'esame dei caratteri morfologici esterni ed interni ha portato alla determinazione delle diverse specie appartenenti al gruppo dei Porifera

3 RISULTATI E DISCUSSIONE

3.1 Macrozoobenthos

3.1.1 *Consistenza e composizione zoobentonica*

I popolamenti macrobentonici presenti sugli affioramenti rocciosi sono costituiti da organismi appartenenti ai regni vegetale (Macroalghe) ed animale (Macrozoobenthos).

Per quanto riguarda lo zoobenthos si tratta di organismi incrostanti e sessili (adesi al substrato e privi di capacità di movimento) che ricoprono i substrati rocciosi ed organismi vagili (dotati di mobilità) che vivono sulla superficie, e talvolta anche all'interno del substrato stesso (endofauna).

In molti casi gli organismi sessili sono coloniali, come ad esempio spugne ed antozoi, e per essi non è possibile definire un numero di individui; la loro abbondanza viene quindi espressa come copertura, cioè come una stima dei cm² che tali organismi ricoprono sul substrato. Ciò premesso, i dati relativi allo zoobenthos sono riportati in tabelle relative alle abbondanze degli organismi vagili, per i quali è possibile contare il numero di individui, e tabelle con valori di copertura per gli organismi sessili coloniali.

Nell'insieme dei 18 campioni raccolti sono stati classificati 192 organismi del macrozoobenthos, dei quali 131 sono stati determinati a livello di specie, 21 a livello di genere e 30 a livelli tassonomici superiori. I taxa rinvenuti sono così distribuiti nei diversi gruppi:

Gruppo	N° taxa
Anthozoa	2
Bryozoa	7
Crustacea	39
Echinodermata	6
Hydrozoa	5
Mollusca	69
Polychaeta	38
Porifera	18
Sipunculida	3
Tunicata	8
Pisces	3

La cattura di alcuni pesci è da considerarsi del tutto accidentale, trattandosi di piccoli gobidi e blennidi che, rispetto ad individui di taglia maggiore, sono incapaci di opporsi alla forza di aspirazione della sorbona.

Tra i 192 taxa rinvenuti, 30 sono costituiti da specie coloniali per le quali i valori quantitativi sono stati espressi come copertura (Tabella 3.1), mentre 162 sono gli organismi non coloniali per i quali si sono espressi valori di abbondanza (Tabella 3.2).

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

Tabella 3.1 Lista faunistica degli organismi coloniali del macrozoobenthos rinvenuti nei campioni delle 6 stazioni indagate.

<i>Aplysina aerophoba</i>	<i>Petrosia ficiformis</i>
<i>Axinella damicornis</i>	<i>Polymastia mamillaris</i>
<i>Caberea boryi</i>	<i>Porifera sp. 1</i>
<i>Campanularidae indet.</i>	<i>Porifera sp. 2</i>
<i>Chartella papyrea</i>	<i>Porifera sp. 3</i>
<i>Chondrilla nucula</i>	<i>Porifera sp. 6</i>
<i>Chondrosia reniformis</i>	<i>Porifera sp.11</i>
<i>Cliona viridis</i>	<i>Sarcotragus spinosulus</i>
<i>Didemnum maculosum</i>	<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
<i>Dysidea fragilis</i>	<i>Schizoporella errata</i>
<i>Epizoanthus arenaceus</i>	<i>Schizoporella unicornis</i>
<i>Eudendrium sp.</i>	<i>Sertularella gaudichaudi</i>
<i>Gonothyrea loveni</i>	<i>Sycon sp.</i>
<i>Hydrozoa indet.</i>	<i>Tethya sp.</i>
<i>Ircinia variabilis</i>	<i>Tricellaria inopinata</i>

Il numero di taxa rinvenuti negli affioramenti di Malamocco è risultato mediamente superiore a quello rilevato negli affioramenti di Lido. Il totale delle specie macrozoobentoniche (sessili, coloniali e vagili) per affioramento a Malamocco è stato di circa 60 taxa, mentre, per quelli di Lido, il totale delle specie è stato di circa 50 taxa (Fig. 3.1). In particolare, le specie vagili risultano mediamente più abbondanti nelle stazioni di Malamocco (Fig. 3.2), mentre le specie sessili coloniali, seppur con andamenti diversi tra le due bocche di porto, hanno valori medi molto simili (Fig. 3.3), compresi tra 4 e 9.

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

Tabella 3.2 Lista faunistica degli organismi macrozoobentonici rinvenuti nei campioni delle 6 stazioni indagate.

<i>Abra alba</i>	<i>Diopatra neapolitana</i>	<i>Maya squinado</i>	<i>Pisidia longimana</i>
<i>Acanthocardia sp.</i>	<i>Dromia personata</i>	<i>Microcosmus vulgaris</i>	<i>Pitar rudis</i>
<i>Alpheus dentipes</i>	<i>Eteone sp.</i>	<i>Microdeutopus sp.</i>	<i>Plagiocardium papillosum</i>
<i>Alvania cimex</i>	<i>Ethusa mascarone</i>	<i>Modiolarca subpicta</i>	<i>Pododesmus patelliformis</i>
<i>Alvania sp.</i>	<i>Eualus occultus</i>	<i>Modiolus barbatus</i>	<i>Polyplacophora indet.</i>
<i>Amathia lendigera</i>	<i>Euclymene lumbricoides</i>	<i>Molgula sp.</i>	<i>Pomatoceros triqueter</i>
<i>Amphipholis squamata</i>	<i>Euclymene oerstedii</i>	<i>Muricidae indet.</i>	<i>Processa edulis</i>
<i>Amphiura chiajei</i>	<i>Eunice vittata</i>	<i>Muricidae sp. 2</i>	<i>Processa sp.</i>
<i>Anadara demirii</i>	<i>Eunicidae indet.</i>	<i>Muricopsis cristata</i>	<i>Psammechinus microtuberculatus</i>
<i>Anodontia fragilis</i>	<i>Galeomma turtoni</i>	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	<i>Pyura dura</i>
<i>Anomia ephippium</i>	<i>Gammaridea indet.</i>	<i>Nassarius incrassatus</i>	<i>Sabellaria spinulosa</i>
<i>Anthozoa indet.</i>	<i>Gastrana fragilis</i>	<i>Nassarius pygmaeus</i>	<i>Serpula concharum</i>
<i>Aphroditidae indet.</i>	<i>Gastrochaena dubia</i>	<i>Nassarius reticulatus</i>	<i>Serpula sp.</i>
<i>Arabella geniculata</i>	<i>Glycera sp.</i>	<i>Natantia indet.</i>	<i>Serpula vermicularis</i>
<i>Arabella sp.</i>	<i>Gnathia sp.</i>	<i>Neanthes fucata</i>	<i>Serpulidae indet.</i>
<i>Arca noae</i>	<i>Gobidae indet.</i>	<i>Nematonereis unicornis</i>	<i>Sigalionidae indet.</i>
<i>Ascidacea indet.</i>	<i>Gregariella petagna</i>	<i>Nephtys sp.</i>	<i>Sipunculidae indet.</i>
<i>Athanas nitescens</i>	<i>Hadriana oretea</i>	<i>Nereidae indet.</i>	<i>Sipunculidae sp. 1</i>
<i>Bittium reticulatum</i>	<i>Hemilepton nitidum</i>	<i>Nereis irrorata</i>	<i>Sipunculidae sp. 2</i>
<i>Bivalvia indet.</i>	<i>Hexaplex trunculus</i>	<i>Nereis rava</i>	<i>Sphaeroma serratum</i>
<i>Blenniidae indet.</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Notomastus sp.</i>	<i>Striarca lactea</i>
<i>Bolinus brandaris</i>	<i>Hiatella rugosa</i>	<i>Nucula nucleus</i>	<i>Styela canopus</i>
<i>Calliostoma virescens</i>	<i>Hydroides dianthus</i>	<i>Nudibranchia indet.</i>	<i>Styela plicata</i>
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	<i>Hydroides pseudouncinatus</i>	<i>Ocenebra erinaceus</i>	<i>Syllidae indet.</i>
<i>Callianassa sp.</i>	<i>Jaera sp.</i>	<i>Ocnus planci</i>	<i>Syngnathus abaster</i>
<i>Callianassa tyrrhena</i>	<i>Leptocheilia savignyi</i>	<i>Ophiothrix fragilis</i>	<i>Tanaidacea indet.</i>
<i>Caprellidae indet.</i>	<i>Lima hians</i>	<i>Ophiuridae indet.</i>	<i>Tanaidae indet.</i>
<i>Cardiacea sp. 1</i>	<i>Lima tuberculata</i>	<i>Ostracoda indet.</i>	<i>Tapes philippinarum</i>
<i>Ceratonereis costae</i>	<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Ostrea edulis</i>	<i>Tellina donacina</i>
<i>Chama gryphoides</i>	<i>Lucinella divaricata</i>	<i>Paguridae indet.</i>	<i>Tellinidae indet.</i>
<i>Chamelea gallina</i>	<i>Lumbrineris adriatica</i>	<i>Paguristes eremita</i>	<i>Tellinidae sp. 1</i>
<i>Chlamys glabra</i>	<i>Lumbrineris fragilis</i>	<i>Pagurus anachoretus</i>	<i>Terebellidae indet.</i>
<i>Chlamys varia</i>	<i>Lumbrineris sp.</i>	<i>Palola siciliensis</i>	<i>Tethya citrina</i>
<i>Cirriformia sp.</i>	<i>Macropodia czerniavskii</i>	<i>Paphia rhomboides</i>	<i>Thoralus cranchii</i>
<i>Corbula gibba</i>	<i>Macropodia linaresi</i>	<i>Petricola lithophaga</i>	<i>Valoifera indet.</i>
<i>Corophium sp.</i>	<i>Macropodia rostrata</i>	<i>Phallusia fumigata</i>	<i>Vermetus triqueter</i>
<i>Cyathura carinata</i>	<i>Mactra stultorum</i>	<i>Phyllodoce mucosa</i>	<i>Vermiliopsis striaticeps</i>
<i>Dentalium sp.</i>	<i>Maldanidae indet.</i>	<i>Pilumnus hirtellus</i>	<i>Verruca stroemia</i>
<i>Diodora gibberula</i>	<i>Mangelia costulata</i>	<i>Pilumnus sp.</i>	<i>Xantho pilipes</i>
<i>Diodora graeca</i>	<i>Marphysa sanguinea</i>	<i>Pilumnus villosissimus</i>	
<i>Diogenes pugilator</i>	<i>Maya crispata</i>	<i>Pinnidae indet.</i>	

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

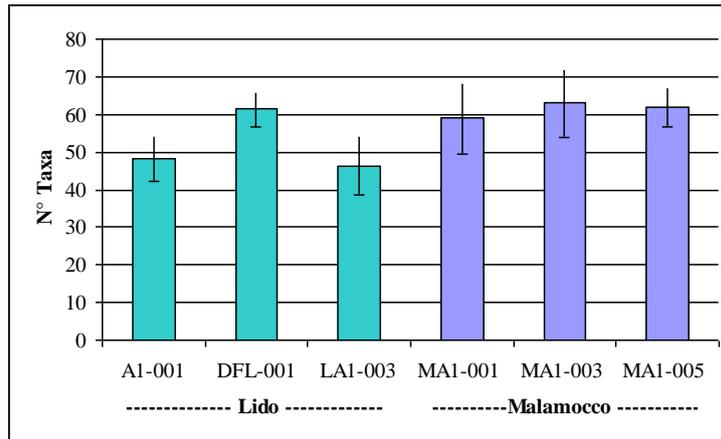


Fig. 3.1 Numero di taxa macrozoobentonici rinvenuti nelle stazioni indagate divise secondo la bocca di porto di influenza. Le barre d'errore indicano i valori di deviazione standard

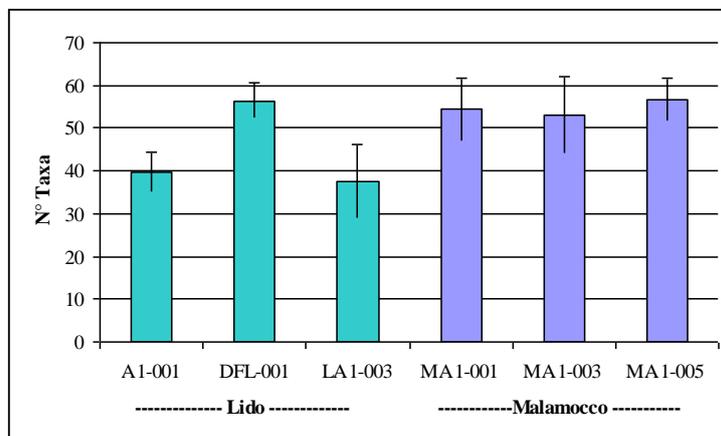


Fig. 3.2 Istogramma del numero di taxa degli organismi vagili e/o singoli delle 6 stazioni indagate. Le barre d'errore indicano i valori di deviazione standard

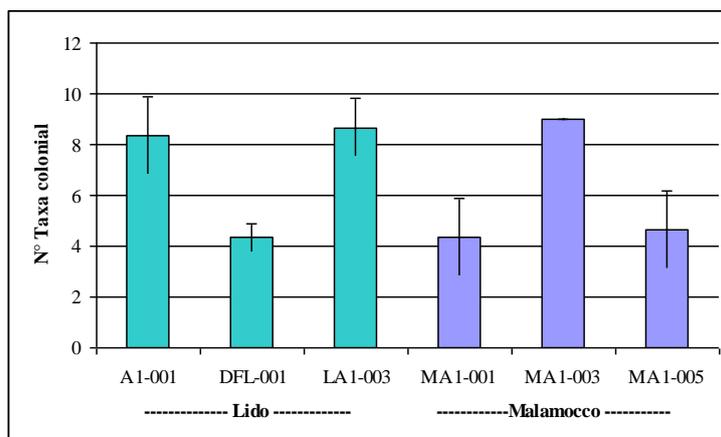


Fig. 3.3 Istogramma del numero di taxa degli organismi coloniali delle 6 stazioni indagate. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

La **biomassa** degli organismi, cioè il loro peso, si è rivelata un buon indicatore della disponibilità alimentare presente nelle zone campionate. La biomassa degli organismi zoobentonici rinvenuti in ciascuno dei sei affioramenti è stata valutata sia come biomassa fresca, cioè peso fresco sgocciolato, sia come peso secco, cioè dopo essiccazione in stufa per 12/15 ore a 70° C. I valori di biomassa, riportati come peso secco e rappresentati nel grafico di figura 3.4, variano molto entro le tre repliche di ciascun affioramento, come evidenziato dalle barre di deviazione standard; tale variabilità si mantiene anche entro l'insieme delle 6 stazioni. Nel grafico si nota che le tagnùe di Lido hanno valori di biomassa maggiori rispetto a quelle di Malamocco, con tendenza opposta a quanto osservato per la ricchezza in taxa. In particolare i maggiori valori di biomassa si ritrovano negli affioramenti A1-001 e MA1-003; nell'affioramento A1-001 il maggior contributo alla biomassa totale è dato dagli organismi singoli, mentre in MA1-003 sono gli organismi coloniali a dare un importante contributo alla biomassa presente.

Negli affioramenti di Malamocco i due gruppi di organismi contribuiscono in modo quasi uguale alla biomassa. Quelli del Lido, DFL-001 e LA1-003, presentano valori medi di biomassa molto simili (Fig. 3.4); in particolare, nella stazione DFL-001 hanno maggior peso gli organismi singoli, mentre nella tagnùa LA1-003 sono gli organismi coloniali a dare un contributo maggiore (Figure 3.5 e 3.6).

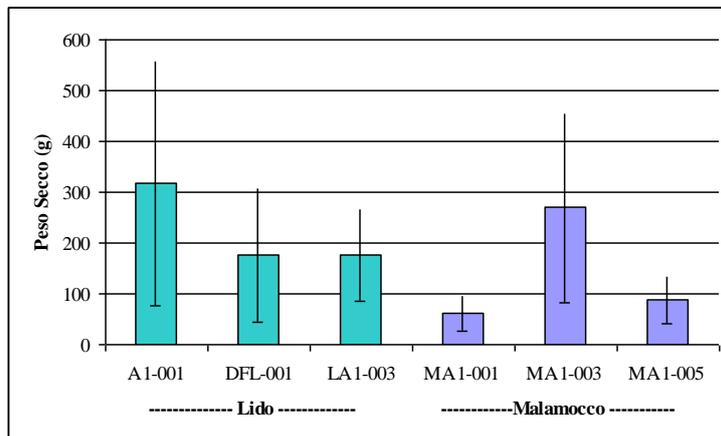


Fig. 3.4 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

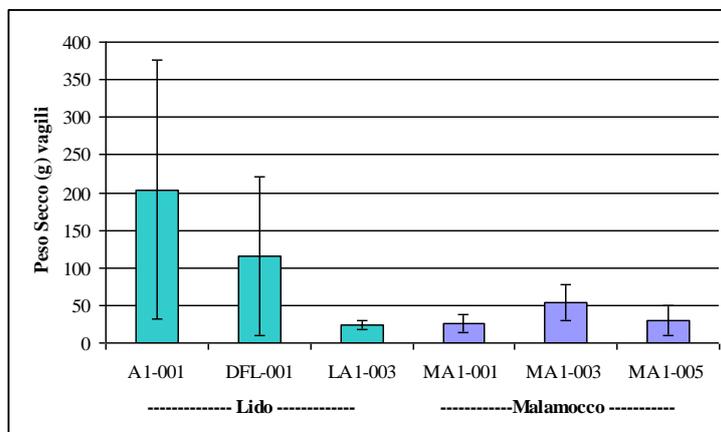


Fig. 3.5 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

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

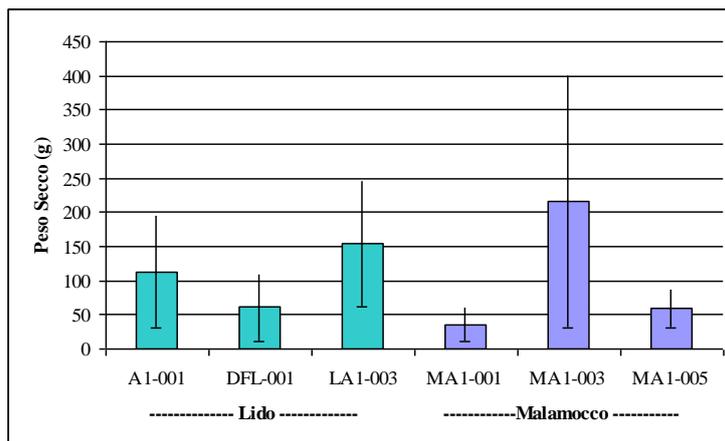


Fig. 3.6 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici coloniali. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

I valori di copertura degli organismi coloniali, quantificati come stima della superficie di substrato occupato (Fig. 3.7), mostrano lo stesso andamento osservato per i parametri biomassa (Fig. 3.6) e numero di taxa (Fig. 3.3), presentando i maggiori valori nell'affioramento LA1-003 per l'area del Lido e MA1-003 per l'area di Malamocco. I valori di copertura sono più uniformi e, in media, maggiori per gli affioramenti di Lido, mentre sono più eterogenei in quelli di Malamocco. Applicando l'analisi di correlazione tra i parametri associati alle misure degli organismi coloniali, si vede come vi sia una correlazione positiva tra valori di copertura, taxa di specie coloniali e loro peso (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 Valori del coefficiente di correlazione risultati dal confronto tra le medie dei parametri delle specie macrobentoniche coloniali.

	<i>Copertura</i>	<i>Peso secco dati Copertura</i>
<i>Peso Secco dati copertura</i>	0,9813	
<i>N° taxa coloniali</i>	0,9445	0,9102

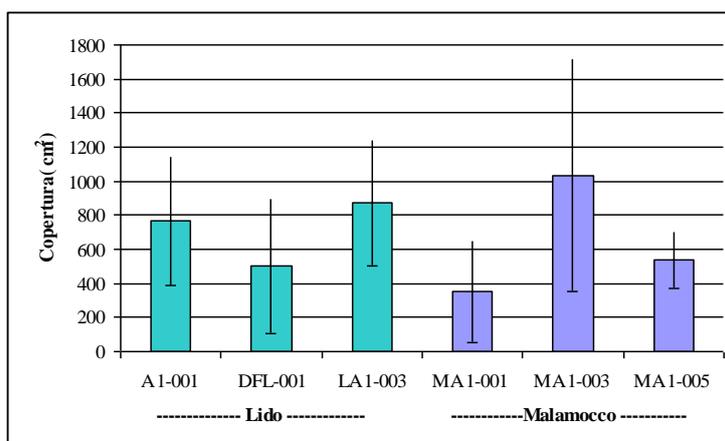


Fig. 3.7 Valori di copertura degli organismi macrozoobentonici coloniali. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

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

I valori di abbondanza degli organismi non coloniali sono riportati in figura 3.8; è interessante notare come l'andamento dei valori medi del numero di individui sia opposto a quello osservato per le coperture, ossia come a valori alti di copertura corrispondano valori bassi di abbondanza, come ad esempio per l'affioramento DFL-001 di Lido, o viceversa, come ad alti valori di copertura corrispondano bassi valori di abbondanza, come per l'affioramento roccioso MA1-003 (Fig. 3.7), rispetto agli altri due dell'area di Malamocco. Questo andamento è stato verificato e confermato dall'analisi della correlazione che ha appunto dato valori del coefficiente di correlazione negativi tra numero di taxa di organismi coloniali e numero di taxa di organismi singoli e le relative abbondanze. Come ci si attendeva, è stata evidenziata anche una correlazione positiva tra valori di abbondanza e numero di taxa di organismi non coloniali (Tabella 3.4).

Tabella 3.4 Valori del coefficiente di correlazione risultati dal confronto tra le medie dei parametri indicati nelle etichette.

	<i>N° taxa coloniali</i>	<i>N° taxa non coloniali</i>
<i>N° taxa non coloniali</i>	-0,73326	
<i>N° individui</i>	-0,80068	0,85820

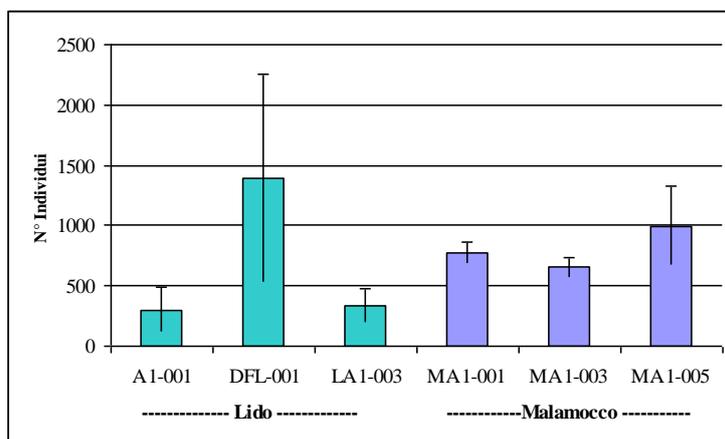


Fig. 3.8 Valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0.25 m²). Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

Sulla base dei valori di abbondanza sono stati calcolati per le stazioni e per le singole repliche i valori dei principali indici ecologici di ricchezza e diversità (Tabelle 3.5 e 3.6).

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

Tabella 3.5 Valori degli indici ecologici calcolati sui dati di abbondanza delle specie non coloniali. S= n° di taxa; N= n° di individui, d = indice di ricchezza specifica di Margalef; J indice di equipartizione di Pielou; ES(50)= indice di ricchezza specifica basato sulle curve di rarefazione di Sanders (è un indice probabilistico che indica il numero di specie che ci si attende di trovare nel campione pescando a caso 50 individui); H'= indice di diversità di Shannon (Calcolato in base naturale $[\log_e]$ e in base 2).

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)	H'(log₂)
A1-001 A	38	208	6,932	0,849	21,569	3,087	4,454
A1-001 B	45	512	7,053	0,818	20,531	3,115	4,494
A1-001 C	36	182	6,726	0,844	20,527	3,023	4,361
DFL-001 A	55	2379	6,946	0,345	10,378	1,384	1,997
DFL-001 B	61	979	8,713	0,522	15,248	2,146	3,095
DFL-001 C	53	811	7,763	0,669	17,053	2,654	3,829
LA1-003 A	36	268	6,260	0,751	17,086	2,690	3,882
LA1-003 B	30	242	5,283	0,843	17,991	2,868	4,138
LA1-003 C	47	492	7,421	0,806	20,549	3,104	4,478
Malamocco	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)	H'(log₂)
MA1-001 A	63	822	9,238	0,712	19,625	2,949	4,254
MA1-001 B	50	825	7,297	0,533	13,593	2,085	3,008
MA1-001 C	50	669	7,532	0,566	15,146	2,216	3,197
MA1-003 A	44	558	6,799	0,754	17,925	2,855	4,119
MA1-003 B	53	712	7,917	0,634	16,508	2,517	3,632
MA1-003 C	62	694	9,324	0,811	23,269	3,345	4,826
MA1-005 A	56	839	8,170	0,576	16,587	2,318	3,344
MA1-005 B	62	1375	8,441	0,712	18,273	2,939	4,240
MA1-005 C	52	781	7,657	0,621	17,172	2,453	3,538

Tabella 3.6 Valori medi degli indici ecologici calcolati sui valori di abbondanza delle specie non coloniali per le 6 stazioni.

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)	H'(log₂)
A1-001	39,67	300,67	6,90	0,84	20,88	3,08	4,44
DFL-001	56,33	1389,67	7,81	0,51	14,23	2,06	2,97
LA1-003	37,67	334,00	6,32	0,80	18,54	2,89	4,17
Malamocco	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)	H'(log₂)
MA1-001	54,33	772,00	8,02	0,60	16,12	2,42	3,49
MA1-003	53,00	654,67	8,01	0,73	19,23	2,91	4,19
MA1-005	56,67	998,33	8,09	0,64	17,34	2,57	3,71

I valori dei principali indici di diversità specifica, quali l'indice di Margalef, l'indice di Shannon e l'ES(50), presentano, per la maggior parte, valori molto simili (Tabella 3.6 e Fig. 3.9) con differenze che rientrano entro una variazione statistica non significativa. Fanno eccezione i valori dell'indice ES(50) della tagnù DFL-001, che risultano sensibilmente più bassi rispetto a quelli delle tagnù dell'area di Lido. Le sei stazioni studiate, seppur con valori di abbondanza e biomassa diversi tra loro, hanno ricchezza e diversità specifica molto simili.

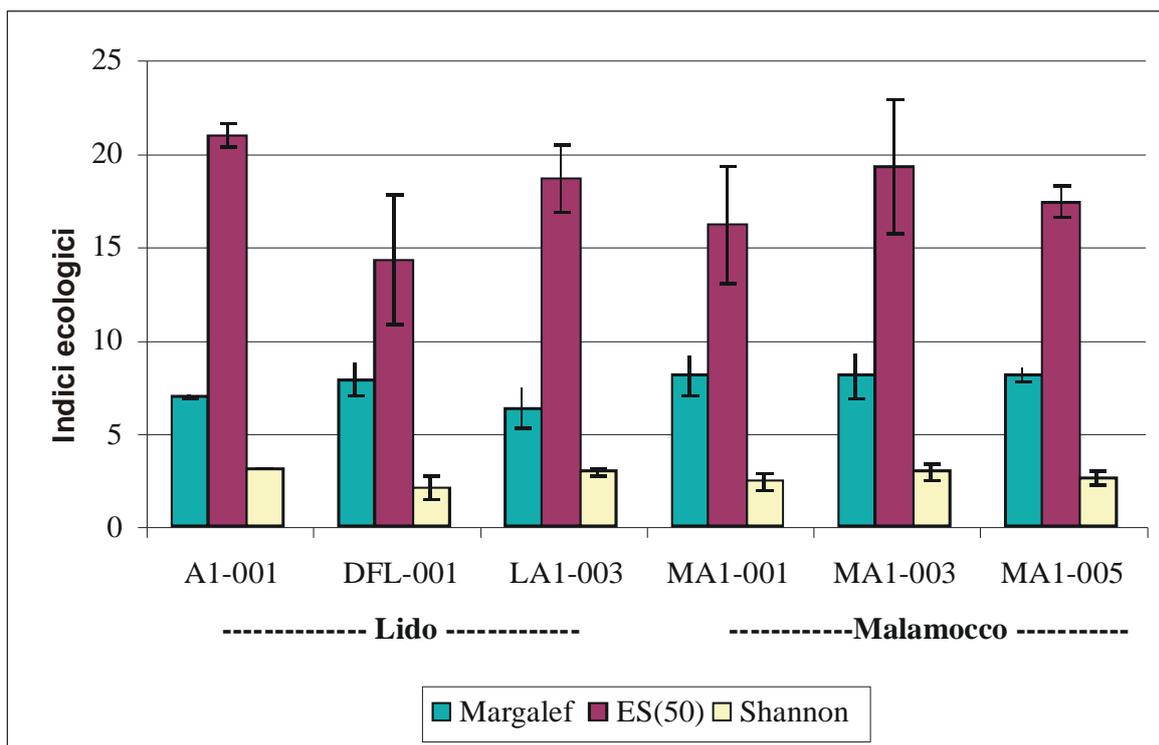


Fig. 3.9 Principali indici di diversità e ricchezza specifica calcolati sui valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0.25 m²). Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard

3.1.2 *Tecniche distribuzionali*

Passo successivo all'analisi dei principali parametri strutturali delle comunità bentoniche è l'utilizzo di tecniche grafiche distribuzionali che, basandosi sui valori di abbondanza e biomassa delle comunità, permettono di comprenderne meglio la struttura. Particolari indicazioni le possiamo ottenere dalle curve di K-dominanza. Queste curve si basano sull'applicazione dell'indice di dominanza che rappresenta l'abbondanza percentuale della specie più abbondante di una comunità, estendendone la valutazione al calcolo della dominanza di tutte le specie. La K dominanza è quindi la dominanza combinata delle k specie considerate. Le curve si ottengono combinando graficamente due misure di diversità, quali il numero delle specie e la percentuale di abbondanza relativa.

Basandosi sul concetto che una comunità gode di buona salute quanto più le specie presenti hanno bassa dominanza (equidistribuzione), una rappresentazione grafica delle curve di dominanza va interpretata considerando che le comunità con maggior ricchezza e diversità specifica risultano essere quelle che presentano un graduale incremento nella curva, partendo con valori bassi di dominanza relativa. Non potendo confrontare in un'unica curva i valori di abbondanza con i valori di copertura, la struttura della comunità zoobentonica è stata valutata separatamente per i due gruppi di organismi.

In figura 3.10 sono riportate le curve di dominanza cumulativa per i valori di abbondanza degli organismi singoli. In base alla struttura della dominanza relativa descritta da queste curve, gli affioramenti con comunità più stabile sono LA1-003, MA1-003 ed A1-001 che presentano un andamento molto simile, partendo con valori inferiori al 20% per la specie dominante. In posizione intermedia si pongono gli affioramenti MA1-005 e MA1-001 con specie maggiormente dominanti come si nota dalle curve che iniziano da valori attorno al 40%. La tagnù con maggior dominanza e

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

quindi con minor equidistribuzione delle abbondanze tra le specie è la stazione DFL-001, che ha la specie più abbondante che domina per oltre il 60%. In queste ultime tre stazioni la specie dominante è sempre *Sabellaria spinulosa*, piccolo polichete sedentario che costruisce la propria tana entro tubi sabbiosi adesi al substrato. In letteratura questo polichete è considerato un buon indicatore della presenza di sedimentazione perché per insediarsi necessita di un substrato sabbioso per costruire la propria tana. Tale sedimentazione può essere dovuta a cause naturali (risospensione dei sedimenti dal fondale) o ad apporti esterni. Per gli affioranti di Lido si nota una buona correlazione tra l'abbondanza e la distanza dalla bocca, mentre per gli affioramenti di Malamocco si nota che anche il controllo, situato in posizione lontana dalla bocca, presenta valori di abbondanza significativi e di poco inferiori a quelli della stazione più vicina MA1 001.

Le curve di dominanza costruite sui valori di copertura (Fig. 3.11) hanno un andamento analogo a quanto osservato per le abbondanze; gli affioramenti LA1-003, MA1-003 ed A1-001 presentano le comunità maggiormente equidistribuite, l'affioramento MA1-001 si pone in posizione intermedia con la specie maggiormente dominante che ha un valore di dominanza attorno al 50%. Le due stazioni DFL-001 e MA1-005 hanno le comunità meno equidistribuite con valori di dominanza delle prime specie, le spugne (Poriferi), superiori all'80%.



Sabellaria spinulosa (Polichete). Vive all'interno di un tubo che si costruisce con detriti vari

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

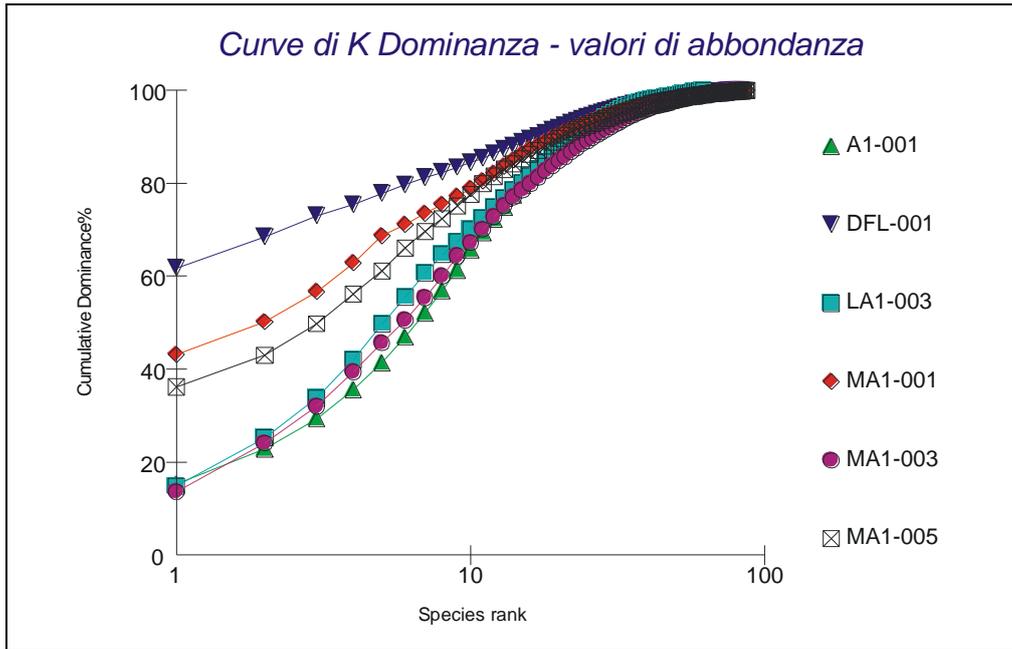


Fig. 3.10 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie non coloniali

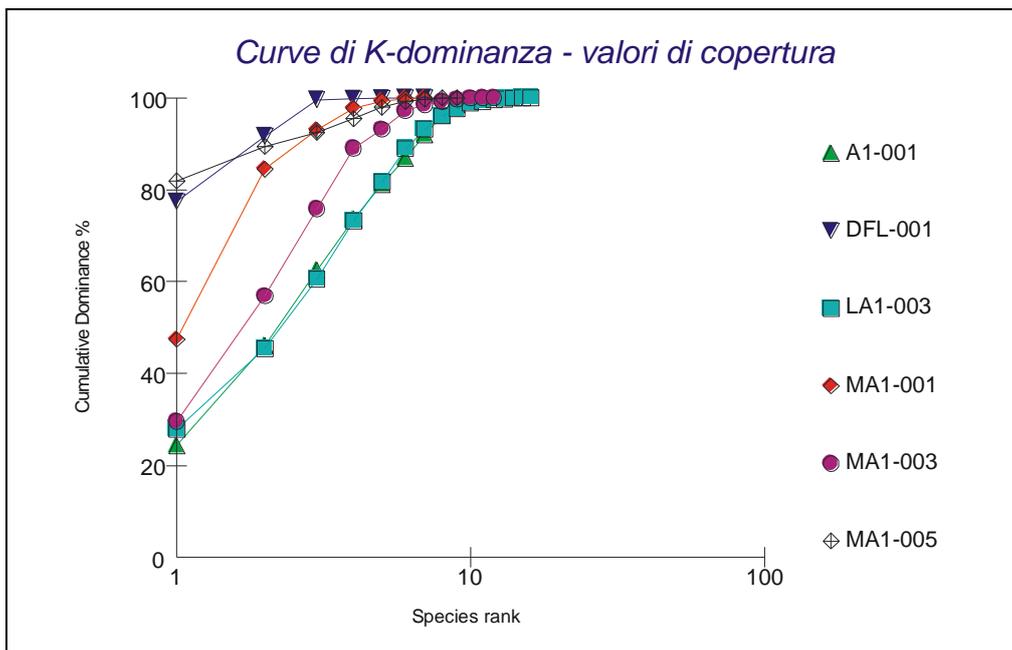


Fig. 3.11 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie coloniali

I dati relativi alle specie non coloniali ci permettono di fare alcune altre valutazioni sulla distribuzione delle comunità applicando l'analisi della diversa distribuzione delle biomasse e delle abbondanze. Il metodo ABC (Abundance Biomass Curves), proposto da Warwick e Clark (1986) per la valutazione del grado di disturbo di una comunità, è stato sviluppato dalle curve di K-dominanza e ampiamente applicato negli studi dei popolamenti bentonici marini. Il modello concettuale su cui si basa tale metodo afferma che, in condizioni di stabilità ed assenza di inquinamento/disturbo, la biomassa sarà sempre dominata da una o poche specie di grandi

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

dimensioni, ciascuna rappresentata da pochi individui. In caso contrario, saranno dominanti numericamente specie di piccola taglia i cui valori di abbondanza avranno un forte elemento stocastico. Il confronto tra indici di diversità basati sui valori di biomassa con indici calcolati sui valori di abbondanza non è possibile, si possono invece fare dei grafici comparativi delle proporzioni relative ai valori di biomassa e numeri attribuibili a ciascuna specie. Questa tecnica grafica è nota come ABC method e, in base alla diversa posizione delle curve di biomassa rispetto alla curva delle abbondanze, si riconoscono tre modelli:

- una condizione di non disturbo in cui la curva dei valori di biomassa si trova sempre al di sopra dell'abbondanza relativa;
- una condizione di disturbo intermedio in cui le due curve si incrociano e più o meno coincidono;
- una condizione di disturbo in cui la curva dei valori di abbondanza si trova al di sopra della curva dei valori di biomassa (DW=Dry Weight).

Su queste basi e utilizzando una routine di calcolo contenuta nel pacchetto statistico PRIMER sono state calcolate le curve ABC per le diverse stazioni e per le repliche di ciascuna stazione (Figure 3.12-3.17). Il coefficiente w (Warwick), riportato nei grafici varia da +1 a -1, tiene conto della distanza tra le due curve di biomassa e abbondanza e del loro andamento relativo. Tale parametro permette di comprendere i rapporti tra abbondanza (numero di individui) e biomassa: un valore prossimo a +1 indica una distribuzione delle abbondanze simile tra le specie ma uno sbilanciamento in termini di biomassa a favore di poche specie di grandi dimensioni; mentre tende a -1, quando prevalgono poche specie con un gran numero di individui ma di biomassa ridotta (=presenza di specie di piccola dimensione).

Per le tagnùe dell'area del Lido si osserva che la stazione A1-001 (Fig. 3.12), posta a maggior distanza dalla bocca di porto, ha curve delle abbondanze che si trovano sempre al di sotto della curva della biomassa, evidenziando quindi, nel confronto di queste distribuzioni, una condizione di non disturbo. I campioni dell'affioramento DFL-001 (Fig. 3.13), posto in posizione prossima alla bocca di porto, presentano, per la replica A, una coincidenza tra le due curve, evidenziando quindi una condizione di disturbo intermedio. Come già in precedenza commentato, questo campione è fortemente dominato da individui del polichete *Sabellaria spinulosa*.

L'altra tagnùa, LA1-003 (Fig. 3.14), che tra le tre è quella posta a distanza intermedia dalla bocca di porto, ha curve di distribuzione simili alla A1-001, in quanto quella della biomassa si trova al di sopra di quella delle abbondanze, indicando condizioni di non disturbo.

Per le tagnùe poste nei pressi della bocca di Malamocco, si nota come in MA1-001 (Fig. 3.15) le curve delle biomasse e delle abbondanze siano abbastanza vicine in tutte le tre repliche; in particolare, la replica B appare quella con la comunità con disturbo intermedio, avendo le due curve che si incrociano. Andamento molto simile hanno anche le repliche degli affioramenti MA1-003 (Fig. 3.16) e MA1-005, con curve molto vicine tra loro. Nella tagnùa MA1-005, le repliche A e C (Fig. 3.17) mostrano curve di abbondanza che inizialmente si trovano al di sopra delle curve dei valori di biomassa.

Va evidenziato come anche dall'analisi di queste curve, le stazioni che evidenziano popolamenti con disturbo intermedio siano quelle in cui la presenza di policheti della specie *Sabellaria spinulosa* è maggiore, ad indicare la presenza di sedimenti sabbiosi sui substrati duri di tagnùa.

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

A1-001

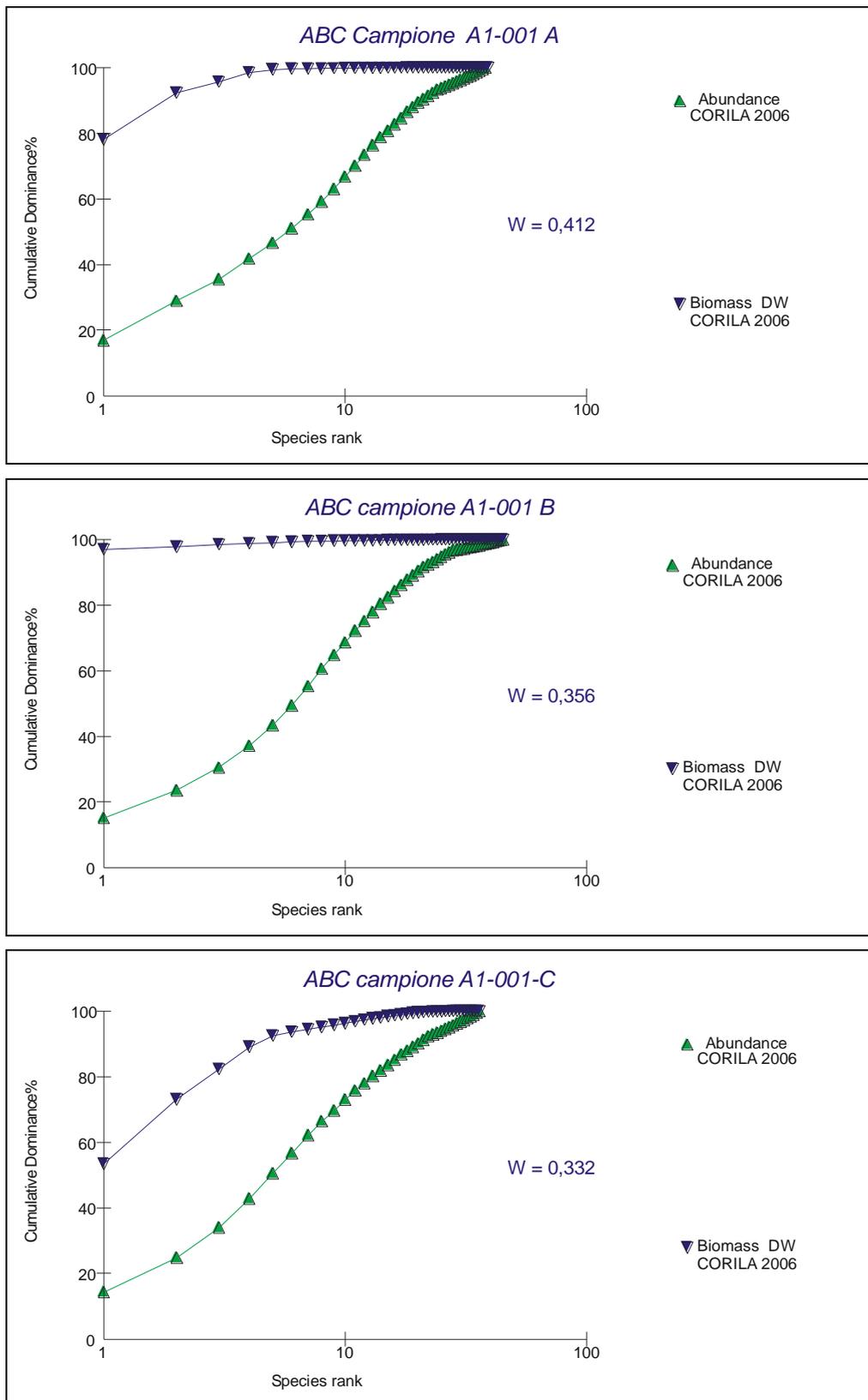


Fig. 3.12 Curve ABC per i tre campioni della tegnù A1-001

DFL-001

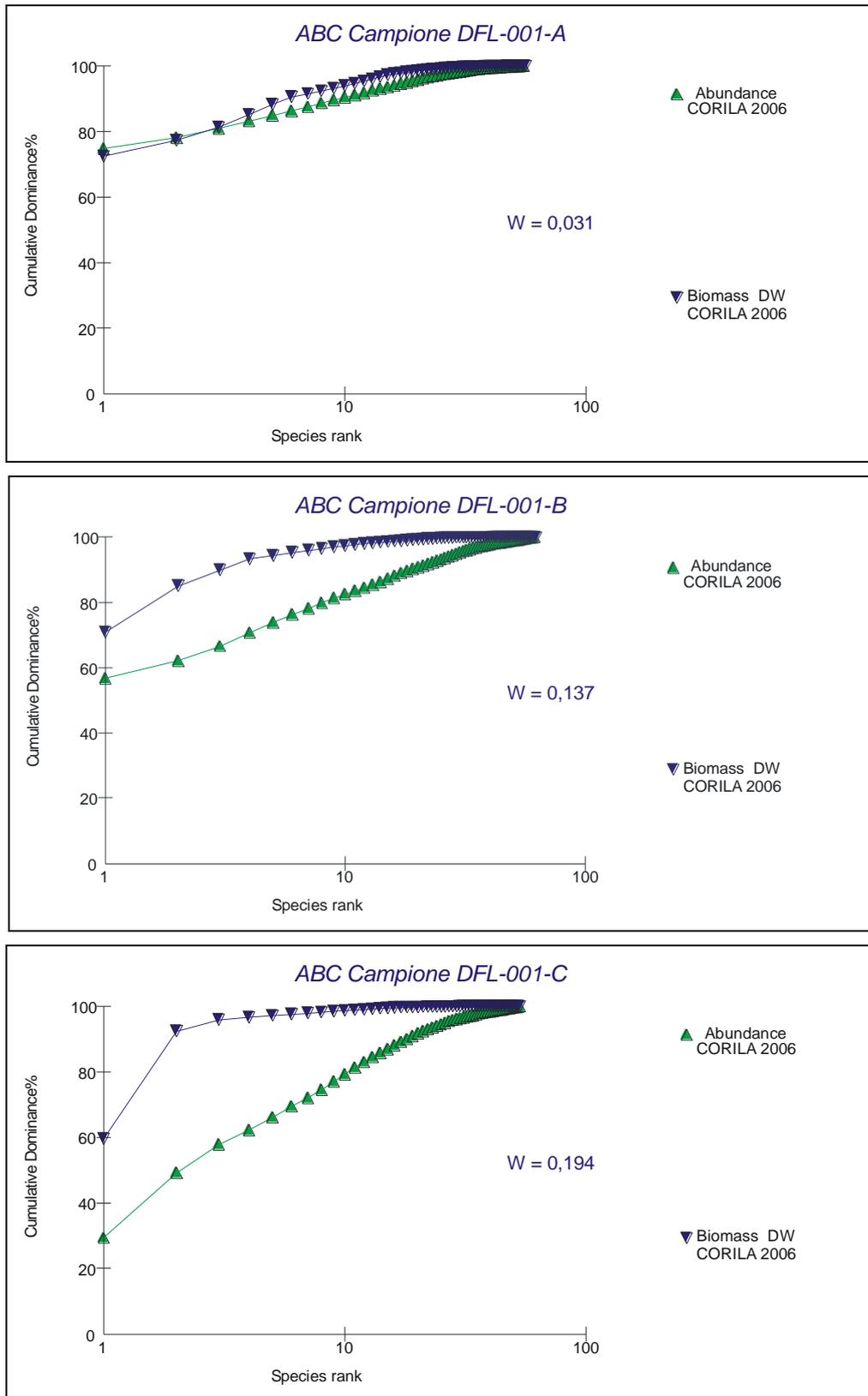


Fig. 3.13 Curve ABC per i tre campioni della tegnù DFL-001

LA1-003

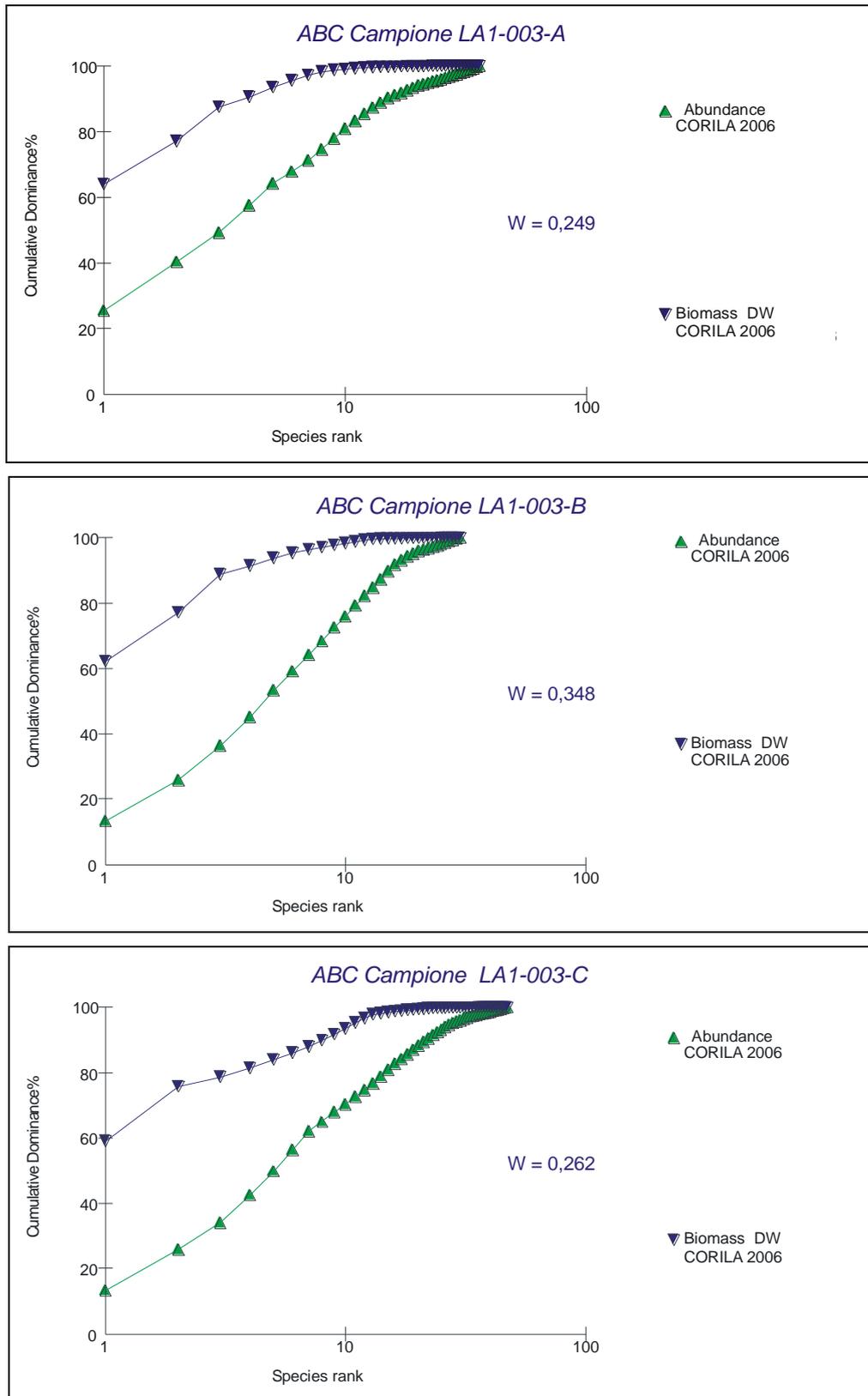


Fig. 3.14 Curve ABC per i tre campioni della tagnù LA1-003

MA1-001

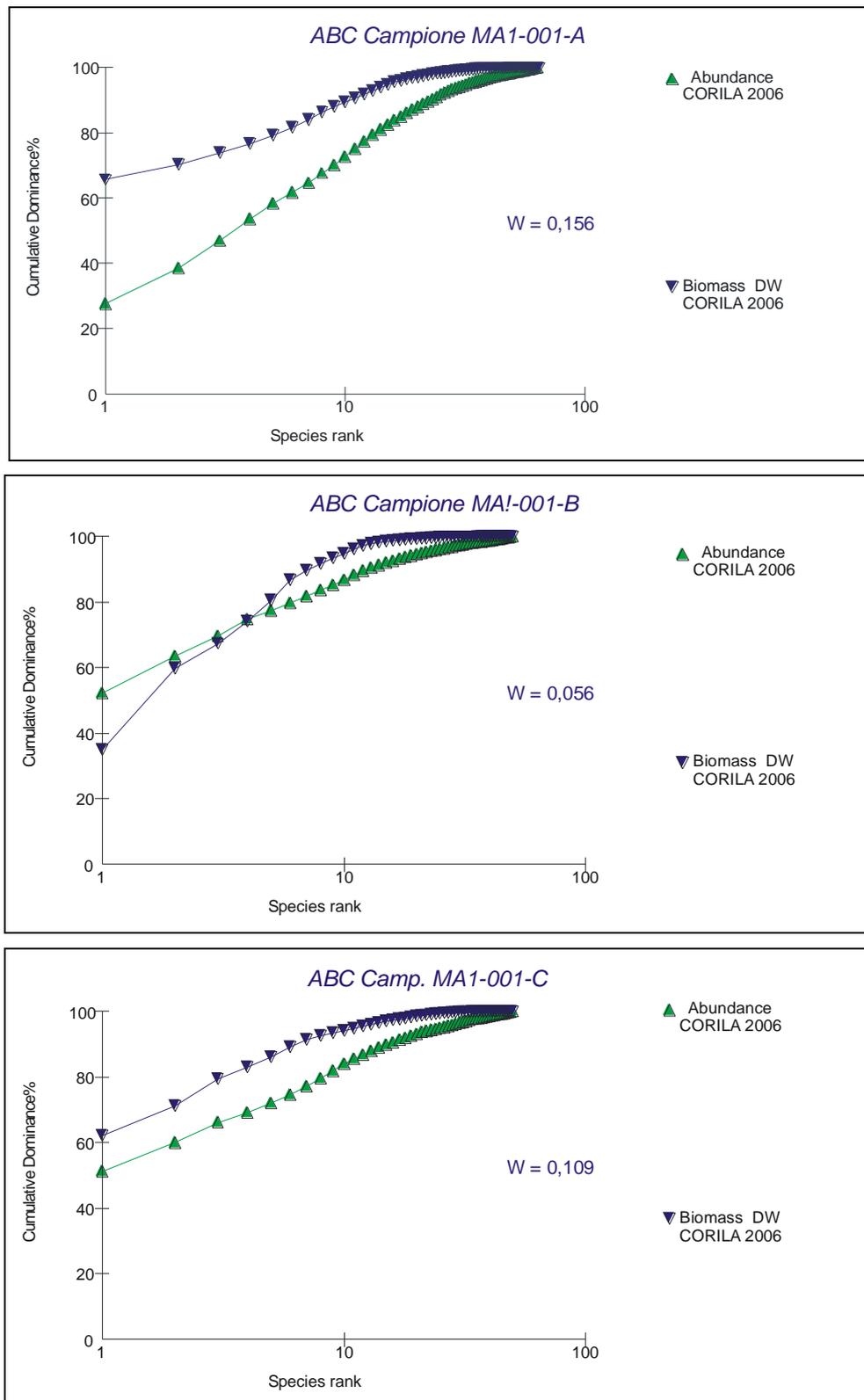


Fig. 3.15 Curve ABC per i tre campioni della teggna MA1-001

MA1-003

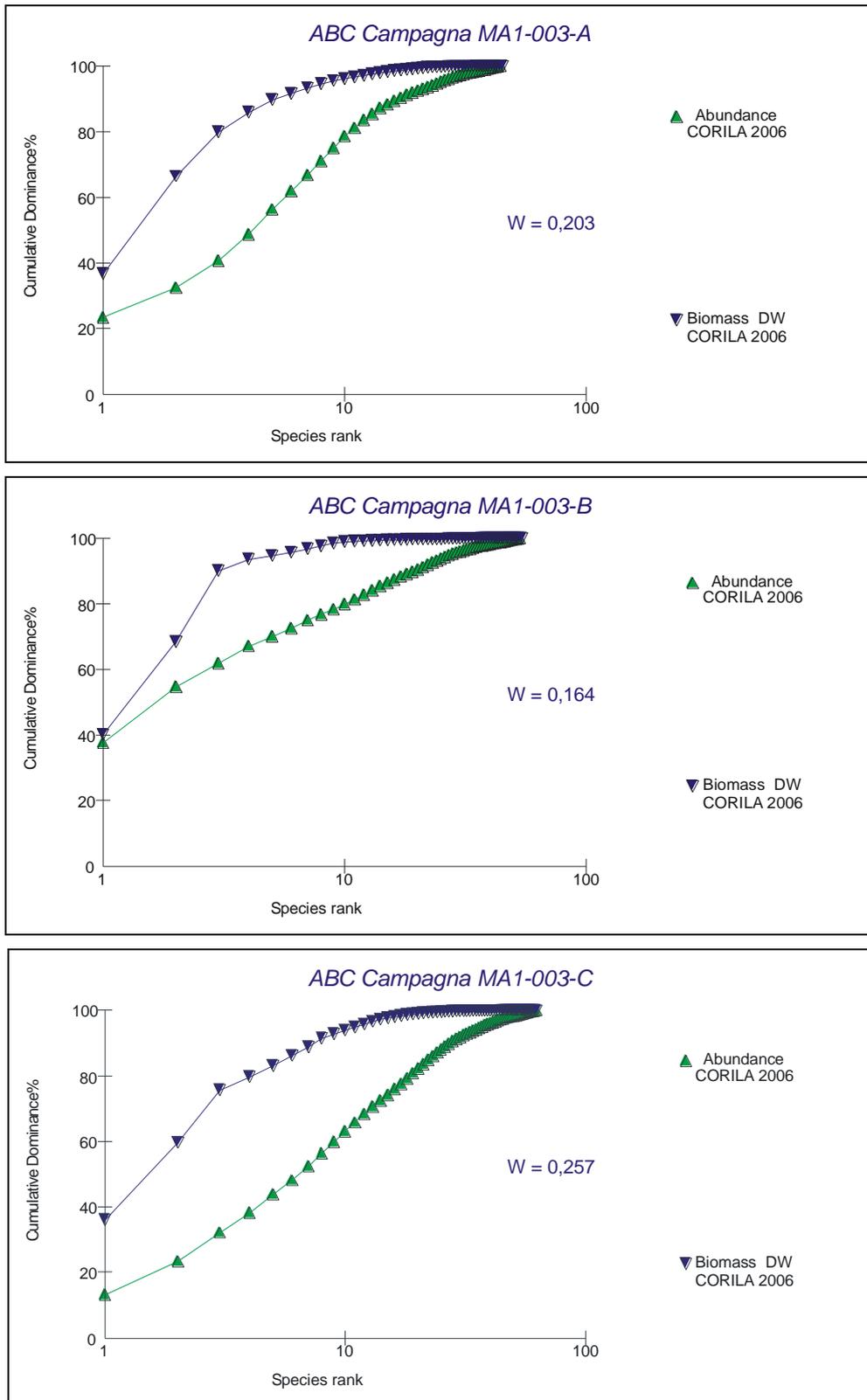


Fig. 3.16 Curve ABC per i tre campioni della tegrù MA1-003

MA1-005

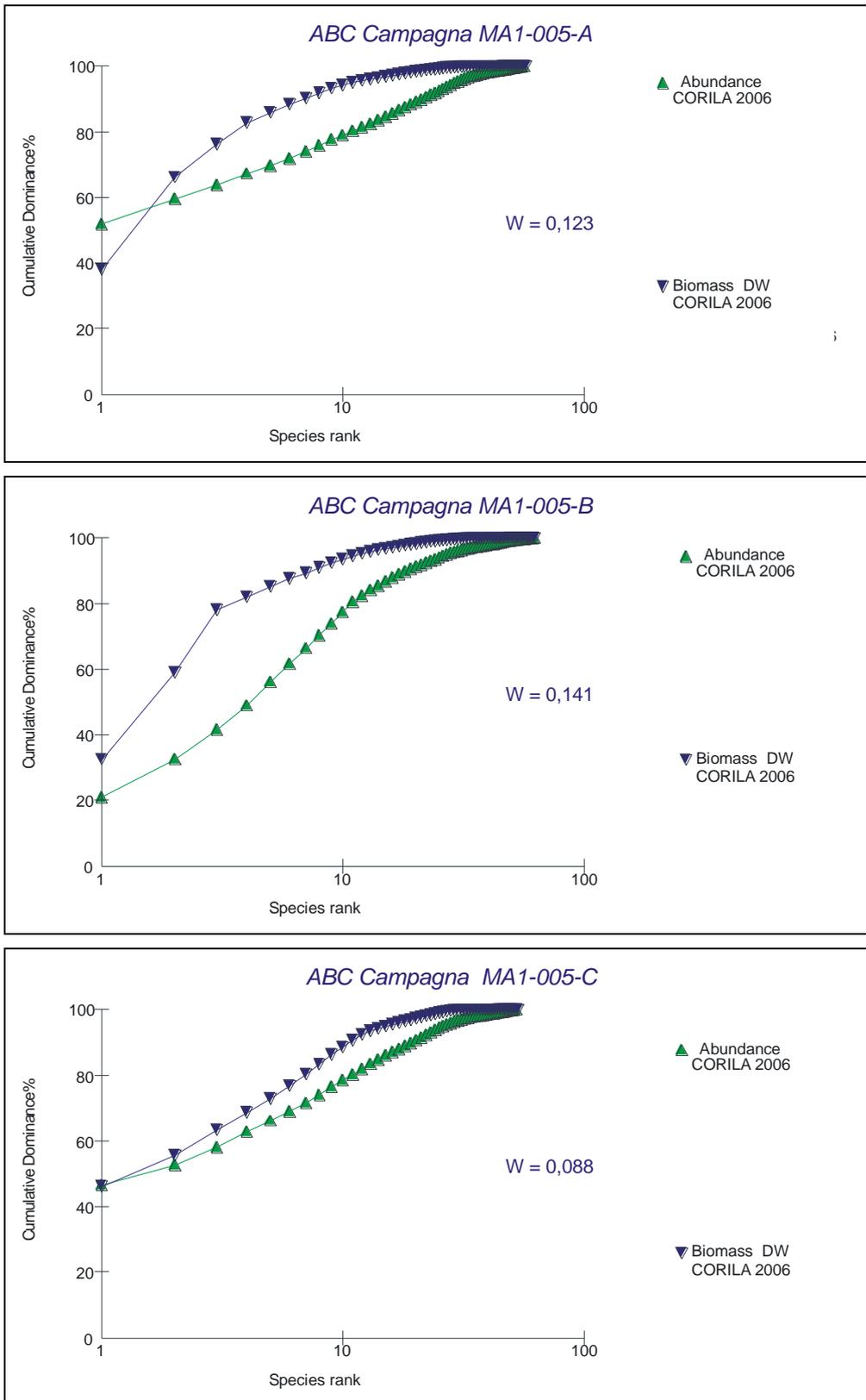


Fig. 3.17 Curve ABC per i tre campioni della teggna MA1-005

3.1.3 *Analisi multivariata*

Per meglio indagare i rapporti di similitudine tra le comunità bentoniche delle 6 tagnùe studiate, si è proceduto con gli strumenti dell'analisi multivariata. L'analisi multivariata ci permette di analizzare il grado di similarità a livello sia di repliche (campioni), sia di affioramento complessivo. In analogia con quanto già osservato per le analisi fin qui eseguite, sono stati indagati i rapporti di similarità per quanto riguarda sia gli organismi sessili (con valori di copertura) (Fig. 3.18) sia gli organismi non coloniali (Fig. 3.19).

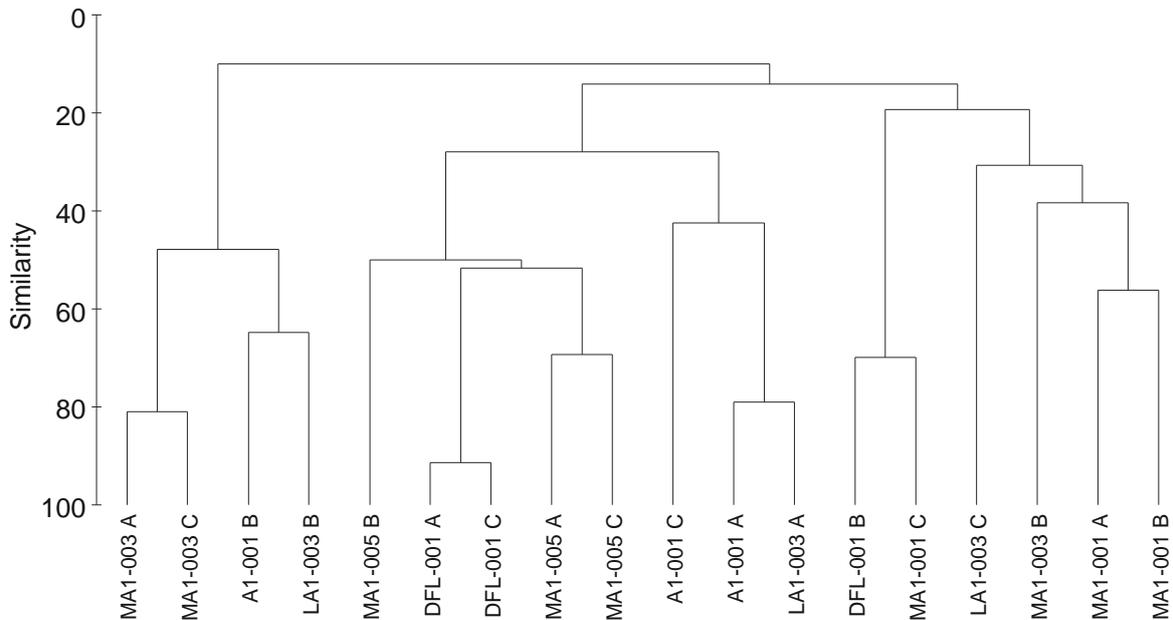


Fig. 3.18 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di copertura delle specie coloniali tra i 18 campioni delle 6 tagnùe studiate

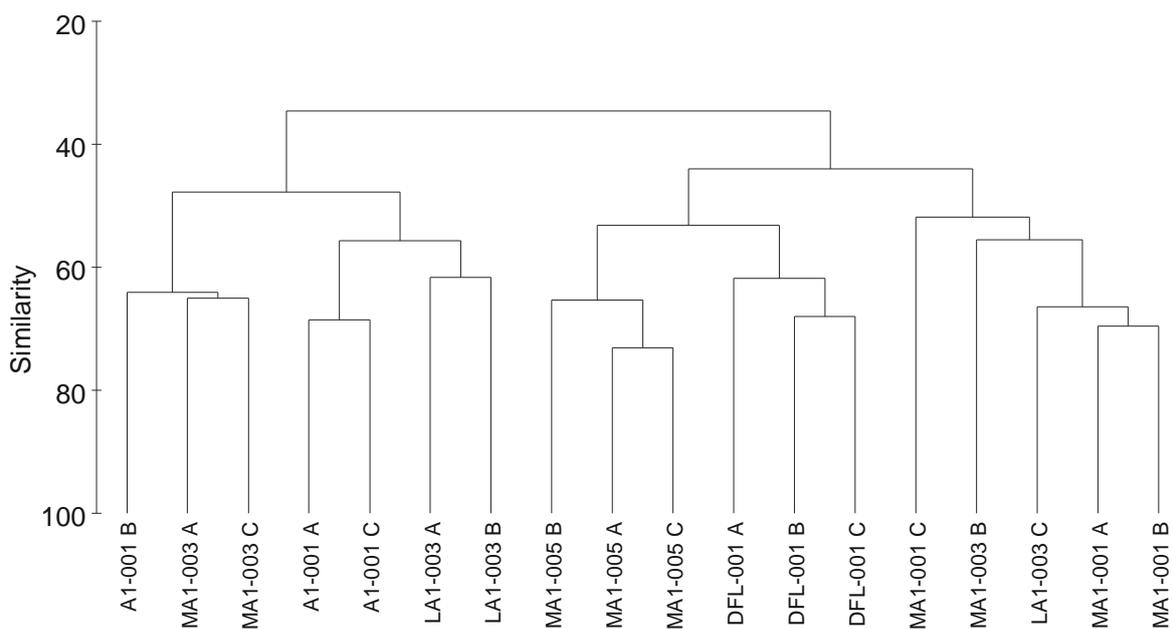


Fig. 3.19 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di abbondanza delle specie singole tra i 18 campioni delle 6 tagnùe studiate

I cluster denotano un buon grado di similarità tra le repliche del medesimo affioramento, anche se non ottimale per tutti i sei affioramenti rocciosi. Per testare statisticamente il grado di diversità tra le repliche e quindi poter riunirle correttamente in un dato complessivo che rappresenti la tegnù, è stata applicata l'analisi statistica ANOSIM. Questa analisi consiste nel testare una "ipotesi nulla" nella quale si ritiene che le tre repliche di ogni tegnù non differiscano in modo significativo da quelle delle altre tegnù. Se il coefficiente di separazione tra i siti "R" ricade internamente alla distribuzione simulata di "R", si ritiene l'ipotesi nulla confermata, mentre, se ricade all'esterno la si ritiene rigettata. Nel caso dei nostri dati, si nota che il valore di R è esterno al campo della distribuzione simulata per un grado di errore del 0,1%, sia per quanto riguarda i dati di copertura ($R = 0,584$, Fig. 3.20), sia per quanto riguarda l'abbondanza ($R = 0,726$, Fig. 3.21). Si può quindi affermare con un errore inferiore al 1% che vi sia un maggior grado di similarità tra le repliche di ogni stazione rispetto alle repliche di altre stazioni. Per una valutazione del livello di similarità tra i diversi affioramenti indagati si può quindi utilizzare correttamente il dato complessivo delle tre repliche, anche al fine di limitare la variabilità e avere dati più omogenei per il confronto.

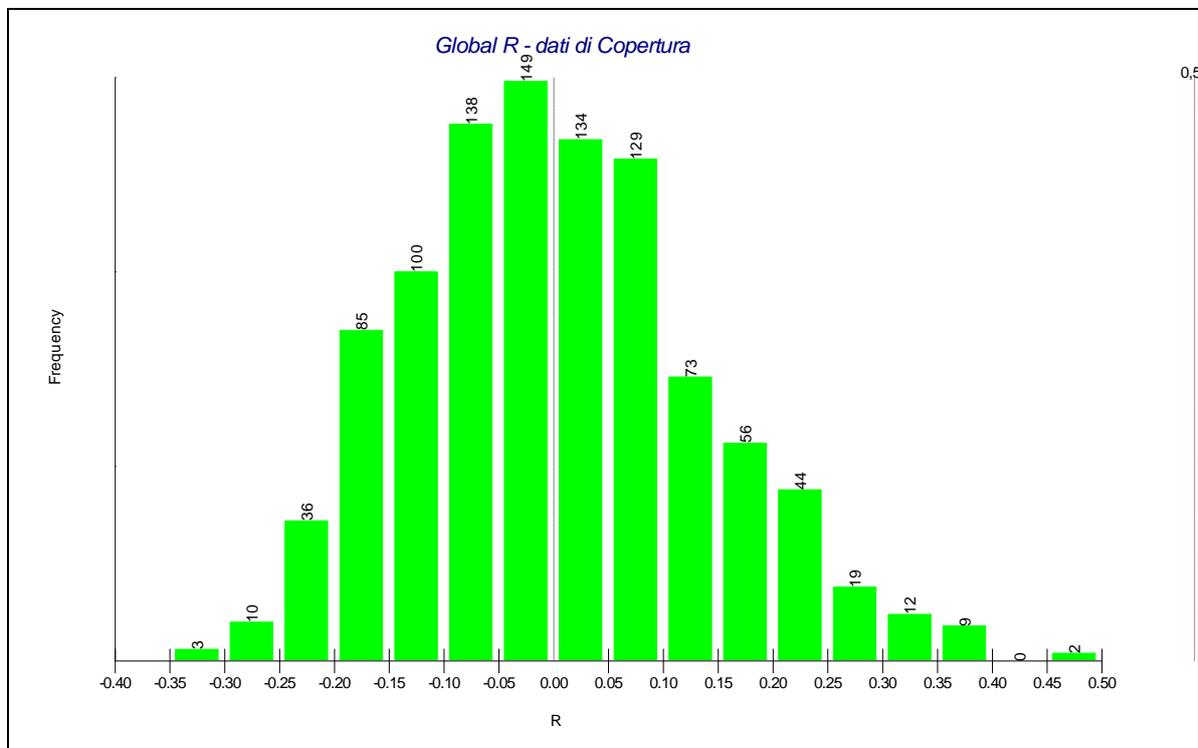


Fig. 3.20 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice priva dei valori copertura. Valore di $R = 0,584$ che cade molto al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni

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

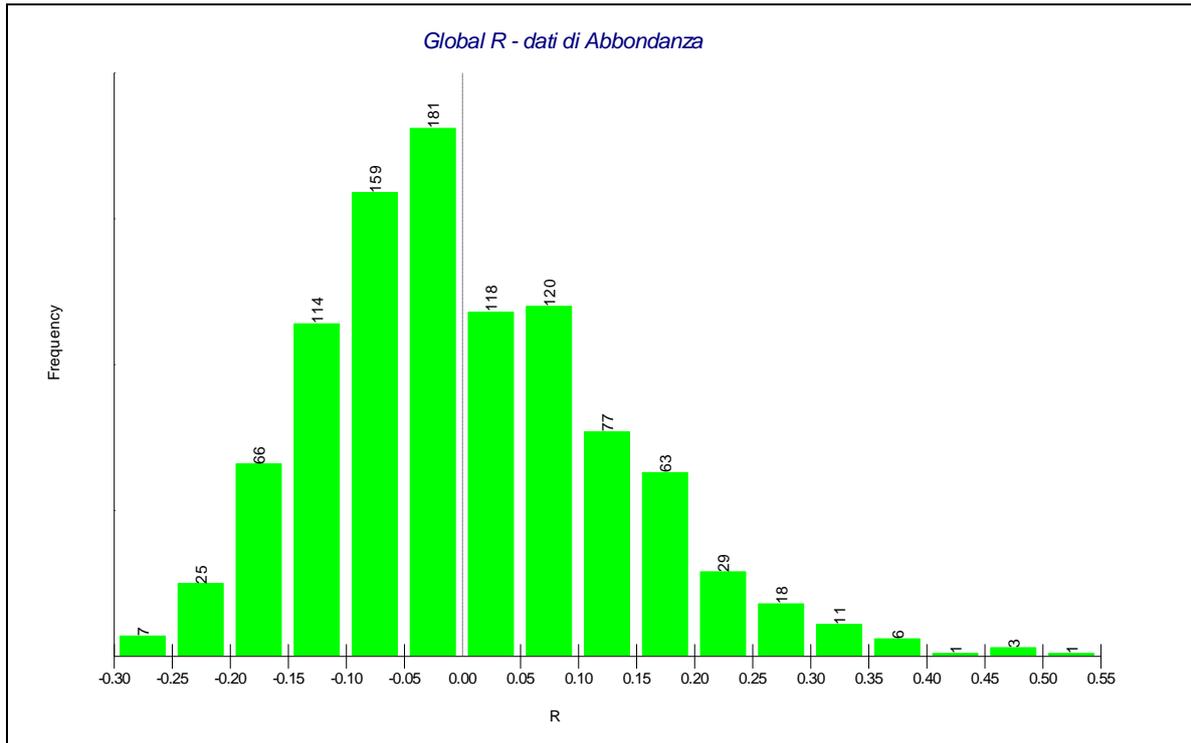


Fig. 3.21 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice priva dei valori Abbondanza. Valore di $R = 0,726$ che cade molto al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni

Passando quindi a valutare come si ordinano per similarità le 6 tagnùe, si nota come, sia per i valori di copertura (Fig. 3.22), sia per quelli di abbondanza (Fig. 3.23), vi siano due gruppi distinti: da un lato gli affioramenti rocciosi MA1-003, A1-001 ed LA1-003, dall'altro gli affioramenti MA1-001, MA1-005 e DFL-001. La similarità tra le comunità dei due gruppi risulta particolarmente elevata per quanto riguarda l'abbondanza (similarità media del 60%), mentre molto minore lo è per il parametro copertura, con valori attorno al 40%. Come si osserva dai cluster, l'ordinamento delle stazioni non rispetta in pieno la ripartizione tra le bocche, ma sulla base delle comunità bentoniche accomuna tra loro gli affioramenti MA1-001 e MA1-005 della bocca di Malamocco con gli affioramenti DFL-003 della bocca di Lido. Le tagnùe A1-001 e LA1-003 hanno comunità molto simili e più vicine a quella della stazione MA1-003.

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

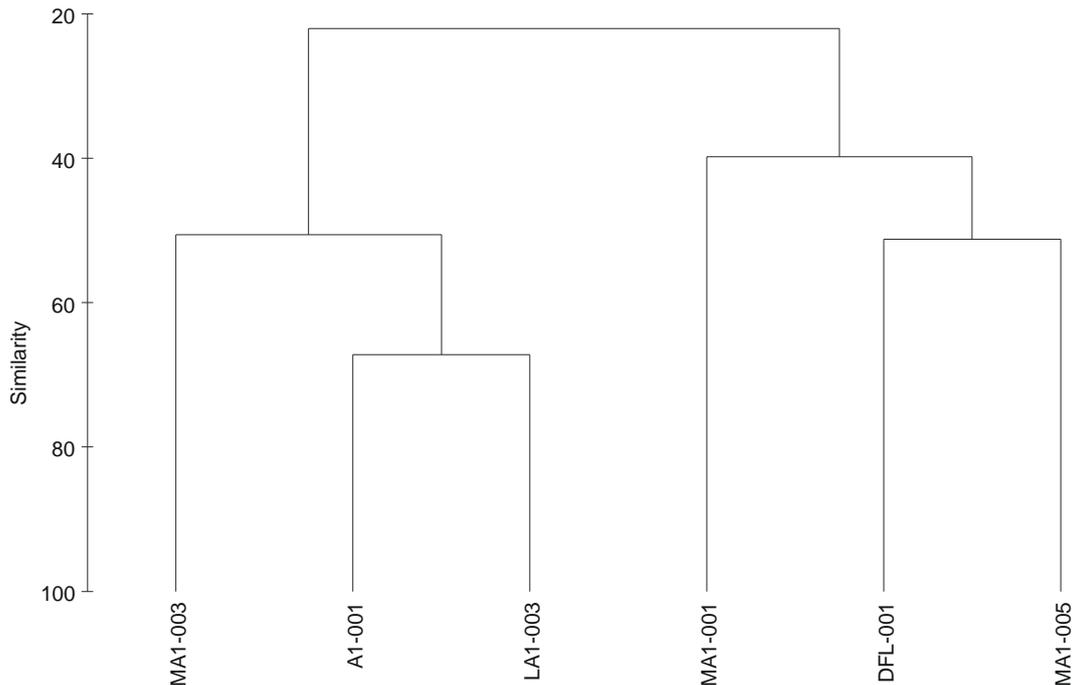


Fig. 3.22 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 tegnùe in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di copertura (specie coloniali sessili)

Il raggruppamento delle tegnùe MA1-001, MA1-005 e DFL-001 è caratterizzato da comunità che hanno i valori minori di diversità (H' e $ES(50)$) ed equitabilità (Tabella 3.6), ma d'altro canto presentano popolamenti con alto numero di individui (Fig. 3.8), in particolare per la presenza di policheti, piccoli crostacei e stelle serpentine (*Ophiotrix fragilis*). Infatti, l'indice di ricchezza di Margalef, che pondera maggiormente l'abbondanza di individui, registra i valori maggiori in questo gruppo di tegnùe (Tabella 3.6). Per quanto concerne i valori di copertura, osserviamo come, in questo gruppo di affioramenti rocciosi, essi siano bassi. Associando queste osservazioni a quanto già visto per la presenza di *Sabellaria spinulosa*, possiamo ipotizzare che in queste tegnùe vi siano i maggiori valori di sedimentazione che, da un lato facilitano la presenza di alcune specie, ma dall'altro riducono la presenza di quelle coloniali filtratrici, come alcuni Porifera e Briozoa, condizionate da alti valori di sedimentazione (<http://www.aiam.info>) [Mariani *et al.*, 2005].

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

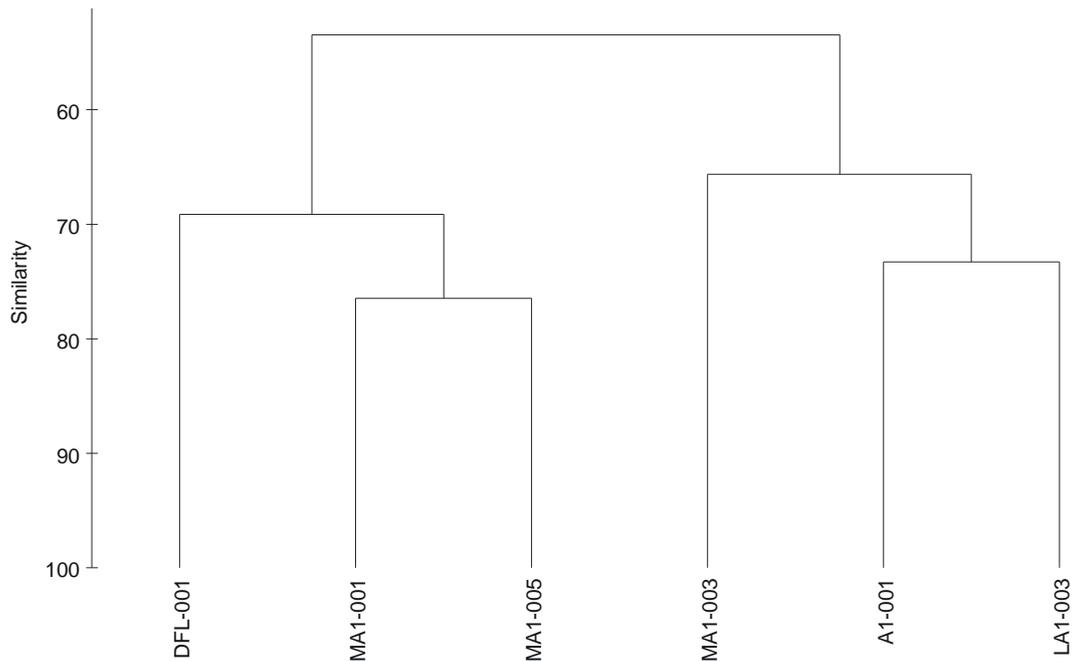


Fig. 3.23 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 teggùe in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di abbondanza (specie singole vagili)

3.2 Macrophytobenthos

3.2.1 *Consistenza e composizione floristica*

Nei rilievi condotti sugli affioramenti rocciosi antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco sono stati rilevati complessivamente 30 taxa macroalgali ripartiti in 20 Rhodophyta (alghe rosse, 67%), 1 Phaeophyta (alghe brune, 3%) e 9 Chlorophyta (alghe verdi, 30%). Delle 30 macroalghe rinvenute, 24 sono state classificate a livello di specie e 6 a livello di genere (Tab. 3.7).

Sempre per quanto riguarda il numero di specie, quello rilevato per le macroalghe è variato da 6 a 17 per affioramento roccioso (somma di tre repliche) e da 1 a 12 considerando le singole repliche. Si tratta di valori che complessivamente appaiono molto bassi, se confrontati con quelli medi per il Mediterraneo, compresi tra 40 e 80 specie, per una superficie di campionamento standard di 900 cm² (Fig. 3.24) [Cormaci e Furnari, 1991].

L'analisi della composizione floristica, se si valuta il bilanciamento delle tre categorie sistematiche (alghe rosse, alghe brune e alghe verdi), sia complessivo per tutti gli affioramenti, sia per singolo affioramento roccioso, indica una prevalenza delle alghe rosse (Rhodophyta) sulle alghe verdi (Chlorophyta) e una limitata o quasi nulla presenza delle alghe brune (Phaeophyta) (Fig. 3.25). La quasi totale assenza di questa classe macroalghe è indice della presenza di impatti sulla comunità bentonica che ne impediscono un rapporto bilanciato fra i gruppi sistematici.

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

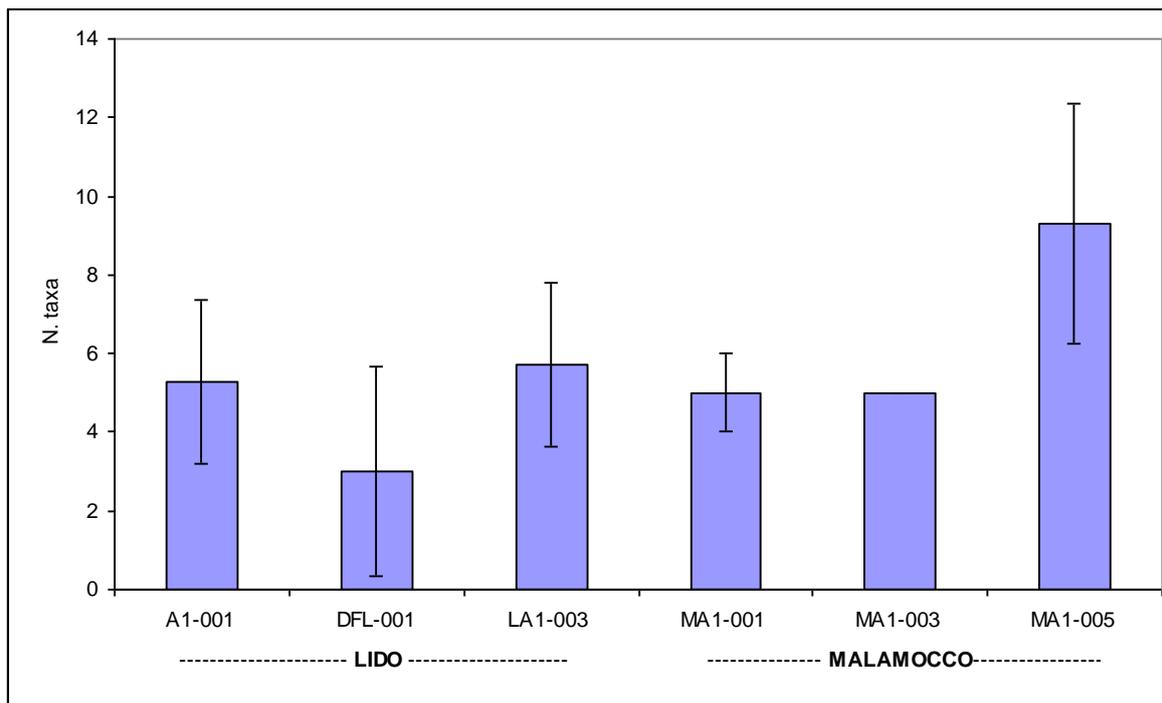


Fig. 3.24 Numero di taxa medio per affioramento (media di tre repliche di 50 x 50 cm). La barra si riferisce alla deviazione standard

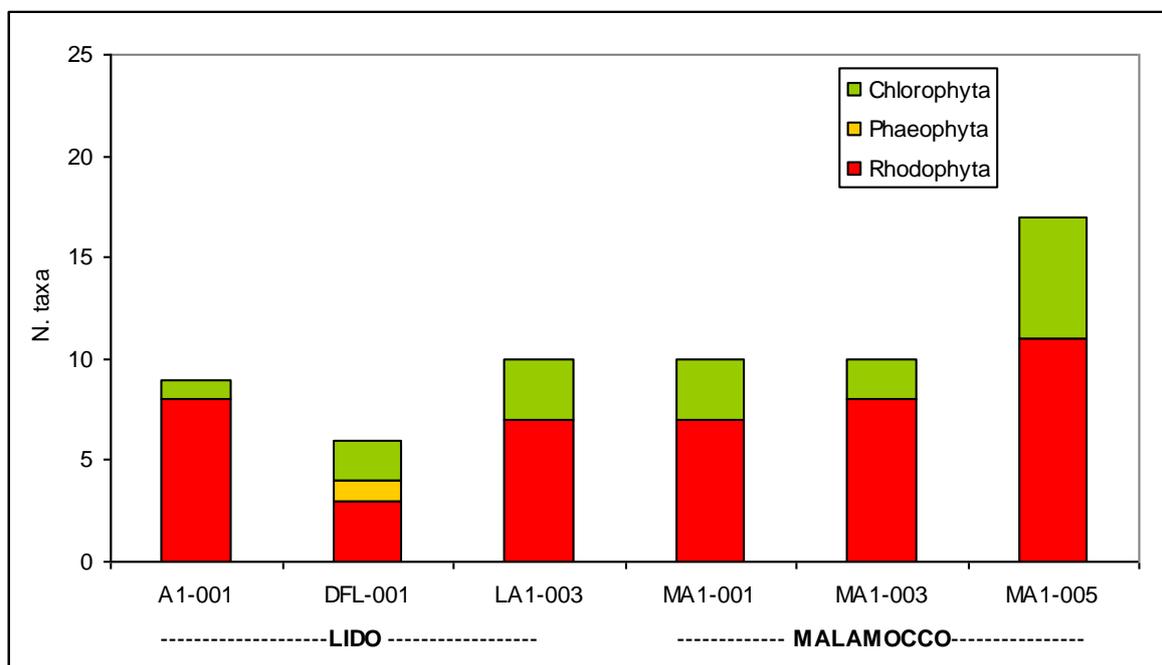


Fig. 3.25 Ripartizione delle specie nelle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche

Il confronto con lavori simili eseguiti in una più ampia gamma di tegrùe localizzate in siti anche più lontani dai litorali [Curiel *et al.*, 2000-2001, 83 macroalghe in 7 affioramenti rocciosi ripartite in 58 Rhodophyta, 13 Phaeophyta e 12 Chlorophyta; Magistrato alle Acque, 2006 - 98 macroalghe in 21 affioramenti rocciosi ripartite in 63 Rhodophyta, 17 Phaeophyta e 18 Chlorophyta] mette in risalto la

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

scarsa consistenza floristica complessiva e il non adeguato bilanciamento tra le tre categorie sistematiche rilevate nei sei affioramenti rocciosi antistanti le bocche di Lido e di Malamocco. Come vedremo in seguito in modo più approfondito, le cause di questa limitata consistenza floristica macroalgale sono da ricondursi non solo alle caratteristiche della colonna d'acqua, che presenta trasparenze medie annue del Disco Secchi dell'ordine di 3-4 m, ma anche alla tipologia dei substrati indagati, alla loro collocazione geografica rispetto alla linea di costa e alle dimensioni ed elevazione degli affioramenti.

In relazione all'abbondanza, che per quanto riguarda le macroalghe ricordiamo si riferisce al valore del ricoprimento (spazio occupato dall'alga in proiezione sul substrato) [Boudouresque, 1971], si rileva ancora una scarsa presenza complessiva delle macroalghe, poiché essa varia da 0,1 a 5% per replica (campione) e da 0,1 a 2,0% per affioramento. Contrariamente a quanto visto in precedenza per il numero di specie, in base al quale non si ha una marcata differenza tra gli affioramenti della bocca di Lido e di Malamocco, per l'abbondanza, invece, si rilevano evidenti differenze. Infatti, sia nella media per stazione (Fig. 3.26), sia nella composizione floristica totale (Fig. 3.27), nella bocca di Lido si rilevano valori più bassi dell'abbondanza e una diversa e meno equilibrata ripartizione tra le tre categorie biologiche (Rhodophyta, Phaeophyta e Chlorophyta). Seppur nel complesso i valori dell'abbondanza siano bassi in ambedue le aree oggetto dello studio, nella bocca di Lido essi risultano circa 7-8 volte inferiori a quelli rilevati negli affioramenti della bocca di Malamocco. Per gli affioramenti relativi alla bocca di Lido, inoltre, è significativa l'abbondanza dell'alga verde *Ulva laetevirens* nella tagnùna più vicina alla bocca (DFL-001), specie che si caratterizza per una specifica connotazione eutrofica.

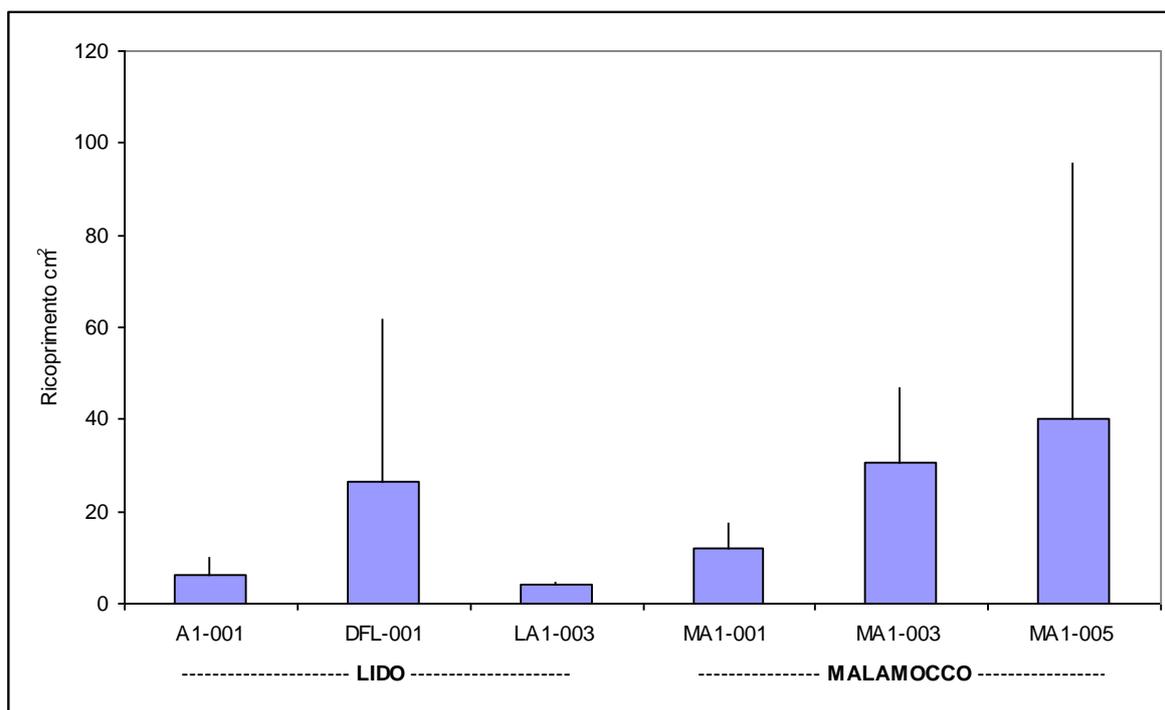


Fig. 3.26 Abbondanza media per affioramento roccioso (media di tre repliche di 50 x 50 cm)

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

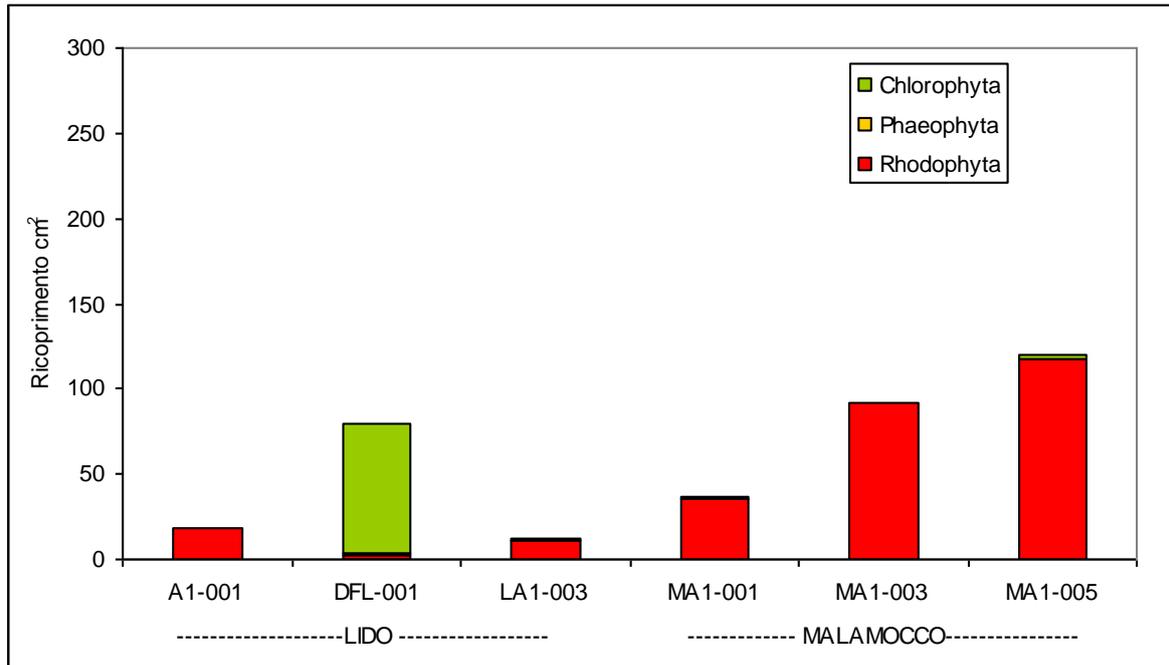


Fig. 3.27 Ripartizione dell'abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche

Nel complesso, quindi, il ricoprimento macroalgale dei sei affioramenti rocciosi è dato quasi esclusivamente da tre Rhodophyceae (*Cryptonemia lomation*, *Rhodymenia ardissoni* e *Lithophyllum pustulatum*), specie con una chiara connotazione sciafila. Tra le alghe coralline, oltre a *L. pustulatum*, è significativa la presenza anche del genere *Peyssonnelia* la cui specie prevalente è *P. rosa-marina*.

La suddivisione delle specie rilevate in relazione alla loro appartenenza al gruppo ecologico (sciafile o fotofile) denota quindi un forte sbilanciamento della comunità macroalgale di questi ambienti verso le specie sciafile (Fig. 3.28). Fa eccezione l'affioramento DFL-001 in cui prevale per abbondanza la specie fotofila *Ulva*, che, però, dal punto di vista ecologico identifica condizioni eutrofiche.

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

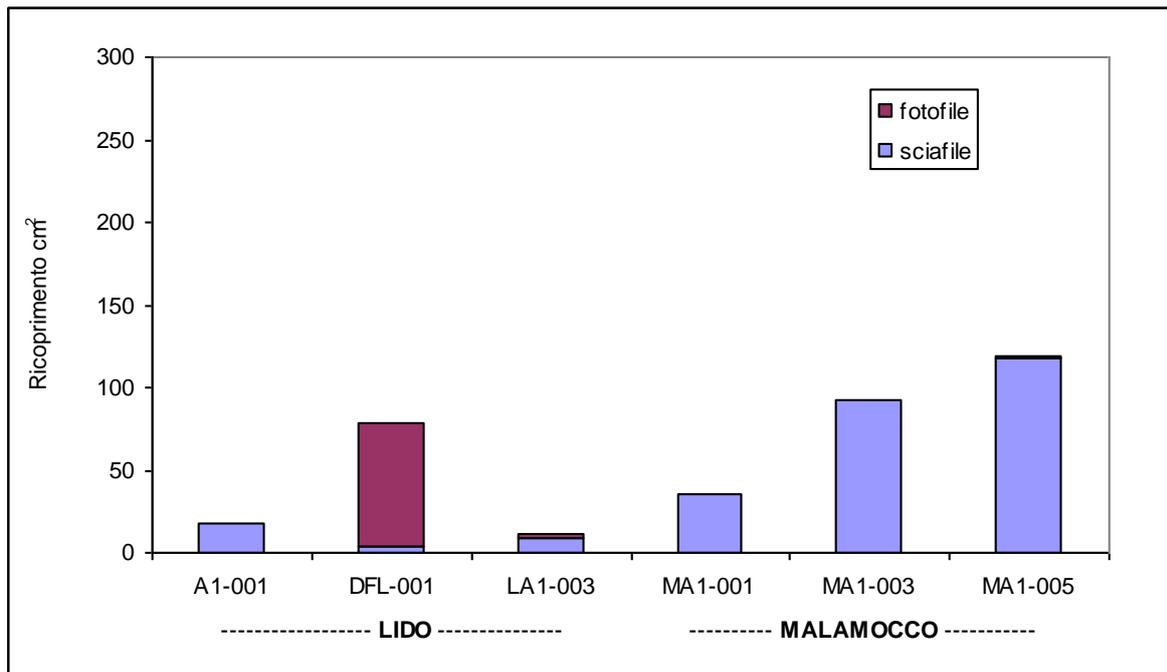


Fig. 3.28 Ripartizione dell'abbondanza delle macroalghe in relazione alla loro appartenenza al gruppo ecologico delle specie sciafile e fotofile

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



Rhodymenia ardissoni (Rhodophyta)

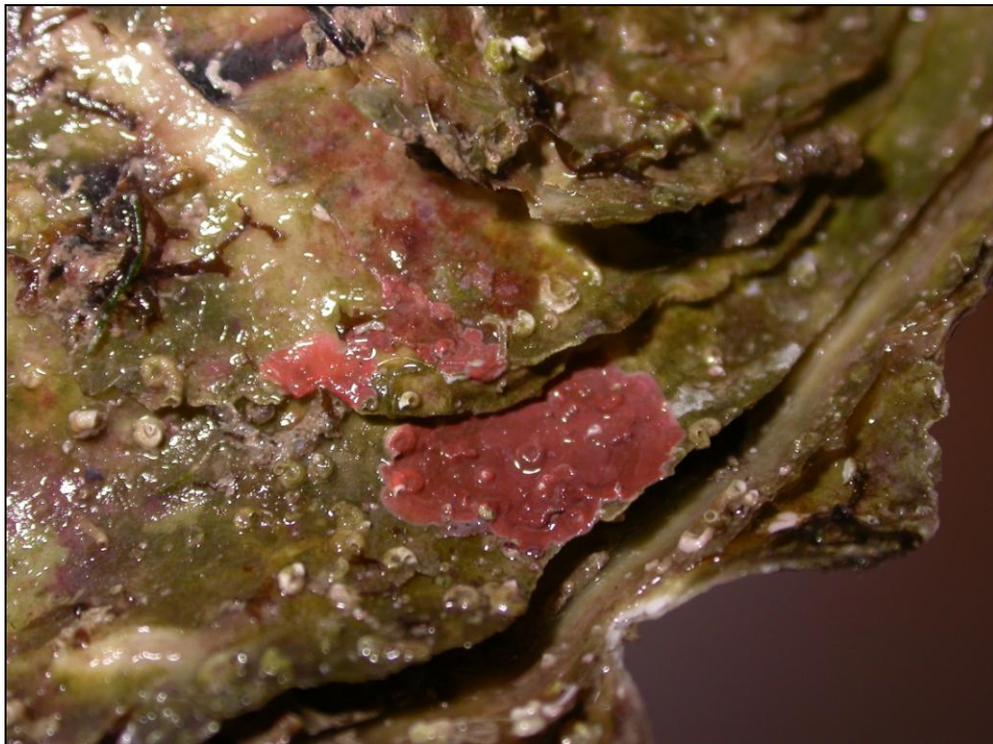


Cryptonemia lomation (Rhodophyta)

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



Peyssonnelia rosa-marina: alga rossa calcarea (Corallinales) tipica delle comunità sciafile di profondità



Lithophyllum pustulatum: alga rossa calcarea epifita su ostrica

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

Tabella 3.7 Elenco delle specie e valori di abbondanza (ricoprimento cm²) per i 6 affioramenti rocciosi

Rhodophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Aglaothamnion</i> sp.	0,15	0,2	---	0,15	0,15	1,1
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer	---	---	---	0,15	0,2	0,8
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	0,25	---	---	---	---	---
<i>Antithamnion pectinatum</i> (Montagne) Brauner ex Athanasiadis et Tittley	---	---	0,15	---	---	---
<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh	---	---	---	---	---	0,005
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightfoot) Roth	0,05	---	---	---	---	---
<i>Ceramium</i> sp.	0,15	---	---	---	---	---
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	14,5	---	3,3	5,5	58	103,5
<i>Gracilaria</i> sp.	---	---	---	---	---	1,5
<i>Gracilariopsis longissima</i> (S.G. Gmelin) Steentoft et al.	---	1,5	2	---	---	---
<i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M. Chamberlain	0,1	---	---	0,05	0,1	0,05
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J.V. Lamouroux) Foslie	---	---	3,2	---	0,2	1
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) J.V. Lamouroux	---	---	---	---	---	0,005
<i>Neosiphonia harveyi</i> (J. Bailey) M.-S. Kim, H.-J. Choi, Guiry & G.W. Sanders	---	1	---	---	---	---
<i>Peyssonnelia rosa-marina</i> Boudouresque et Denizot	1	---	0,5	---	---	---
<i>Peyssonnelia</i> sp.	---	---	---	---	0,3	---
<i>Radicilingua thysanorhizans</i> (Holmes) Papenfuss	---	---	0,2	---	---	0,2
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	---	---	---	0,2	0,1	1,2
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	2,3	---	2	29	33	8,5
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	---	---	---	0,8	---	---

Phaeophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamouroux var. <i>intricata</i> (C. Agardh) Grevill	---	1,5	---	---	---	---

Chlorophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	---	3,5	---	---	---	---
<i>Cladophora</i> sp.	---	---	0,03	0,1	---	0,02
<i>Entocladia viridis</i> V. Reinke	0,05	---	---	---	---	---
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	---	---	---	---	---	1,6
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i> (Zanardini) Børgesen var. <i>furcellata</i>	---	---	---	0,1	0,1	0,7
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	---	---	---	---	---	0,01
<i>Ulva laetevirens</i> Areschoug	---	72	0,5	---	---	0,1
<i>Ulva</i> sp.	---	---	0,05	---	---	---
<i>Ulvella lens</i> P.et H. Crouan	---	---	---	0,3	0,2	0,21

3.2.2 Analisi statistica e indici di diversità

L'impiego di metodiche multivariate permette di eseguire contemporaneamente dei confronti tra le comunità rilevate in più affioramenti, elaborando matrici di similarità e basandosi non solo sull'elenco delle specie, ma anche sui valori delle abbondanze [Clarke et Warwick, 1994].

Nello specifico di questo rapporto, per l'analisi dei dati degli affioramenti, l'impiego di tecniche di analisi multivariata permette di valutare il grado di similarità sia a livello di repliche, sia di stazioni.

La cluster analysis applicata alle 18 repliche denota un buon grado di similarità tra le repliche del medesimo affioramento ad eccezione di quelle dell'affioramento MA1-005 che, risultando presenti in diversi raggruppamenti, denotano una scarsa similarità tra le repliche (fig. 3.29). L'analisi MDS evidenzia, inoltre, una marcata differenza tra le repliche dell'affioramento roccioso DFL-001 e in parte anche dell'affioramento LA1-003 rispetto alle altre repliche che manifestano, invece, un buon grado di similarità (Fig. 3.30).

Per testare statisticamente il livello di diversità tra le repliche e poter quindi valutare se accorparle correttamente, è stata applicata l'analisi statistica ANOSIM. Questa analisi consiste nel testare una "ipotesi nulla" nella quale si ritiene che le tre repliche di ogni singolo affioramento roccioso non differiscano in modo significativo da quelle degli altri affioramenti. Se il coefficiente di separazione tra i siti "R" ricade internamente alla distribuzione simulata si ritiene l'ipotesi nulla confermata, mentre se ricade all'esterno, si ritiene rigettata. Nel caso dei nostri dati (Fig. 3.31), si nota che il valore di R è esterno al campo della distribuzione simulata per un grado di errore del 0,1%. Si può quindi affermare con un errore inferiore al 1‰ che vi è un maggior grado di similarità tra le repliche della medesima stazione rispetto alle repliche delle altre stazioni. Possiamo quindi correttamente accorpare tra loro le repliche del medesimo affioramento.

Per una valutazione del livello di similarità tra i diversi affioramenti rocciosi indagati, abbiamo quindi utilizzato il valore complessivo delle tre repliche anche al fine di limitare la variabilità e avere dati più omogenei per il confronto. In questa valutazione la cluster analysis evidenzia una ripartizione degli affioramenti secondo un gradiente, partendo dall'affioramento DFL-001, che presenta nel complesso la minore biodiversità, sino agli affioramenti MA1-001 e MA1-003 che, al contrario, si caratterizzano per una maggiore biodiversità complessiva (Fig. 3.32). Questo schema di raggruppamento di tipo "scalare" (gradiente) denota come tra gli affioramenti non si abbia una netta differenziazione, bensì variazioni graduali e sfumate. L'analisi statistica MDS permette un'ulteriore osservazione sulla struttura delle comunità di questi affioramenti, evidenziando una marcata differenziazione tra quelli antistanti la bocca di Porto di Lido rispetto a quelli della bocca di Porto di Malamocco, che presentano maggiore similarità (Fig. 3.33).

Gli indici di diversità di Shannon (Fig. 3.34) ed RS(50) (Fig. 3.35) relativi alle repliche identificano negli affioramenti rocciosi LA1-003 e MA1-005 la maggiore biodiversità, mentre l'affioramento DFL-001, come visto anche per gli altri indicatori esaminati, si conferma quello con la minore diversità specifica. Tra i due, l'indice RS(50) appare quello che meglio inquadra e sintetizza la situazione generale, evidenziando, come si è visto ad esempio nell'analisi MDS (Fig. 3.30), la maggiore variabilità delle repliche dell'affioramento DFL-001 (vedi elevata dev. st.) e la generale uniformità degli altri affioramenti che, ad eccezione del MA1-005, presentano valori tutti più o meno simili. Inoltre, come si rileva anche dai precedenti indicatori, l'affioramento MA1-005 appare nel complesso quello che si discosta maggiormente dagli altri, soprattutto per il maggior numero di specie che sono state rinvenute.

CORILA

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

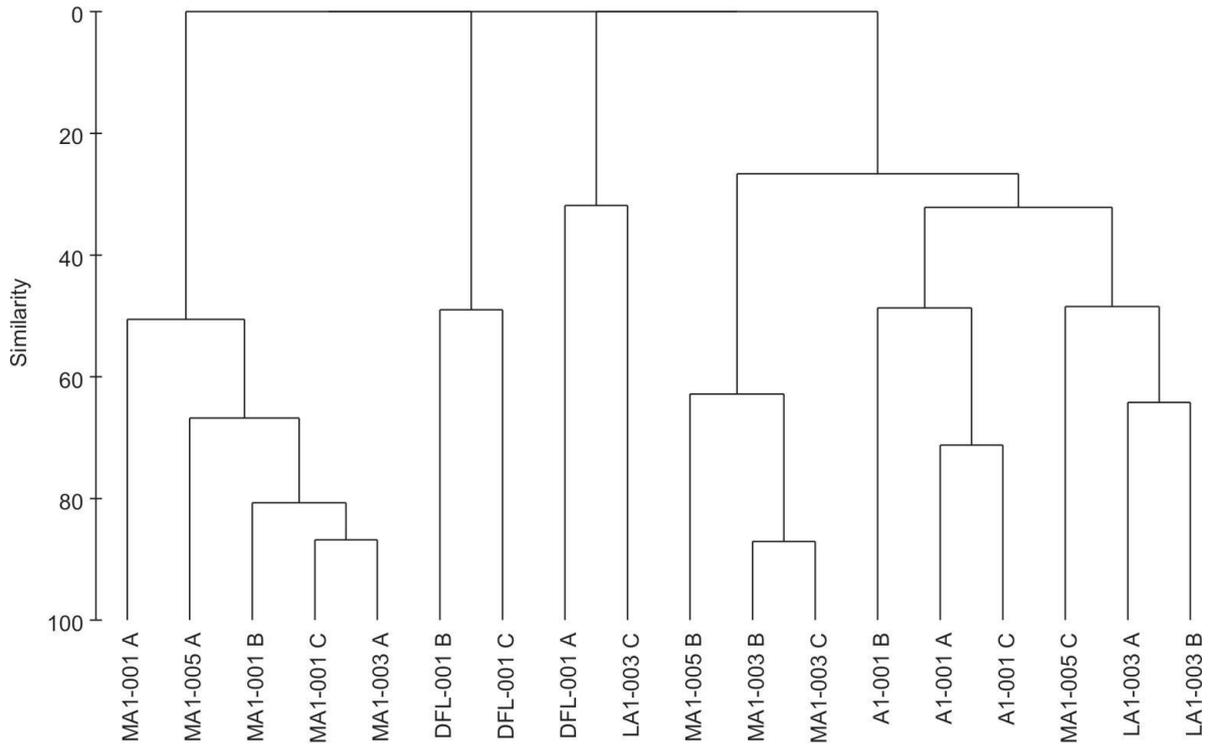


Fig. 3.29 Cluster analysis della similarità rilevata tra le 18 repliche

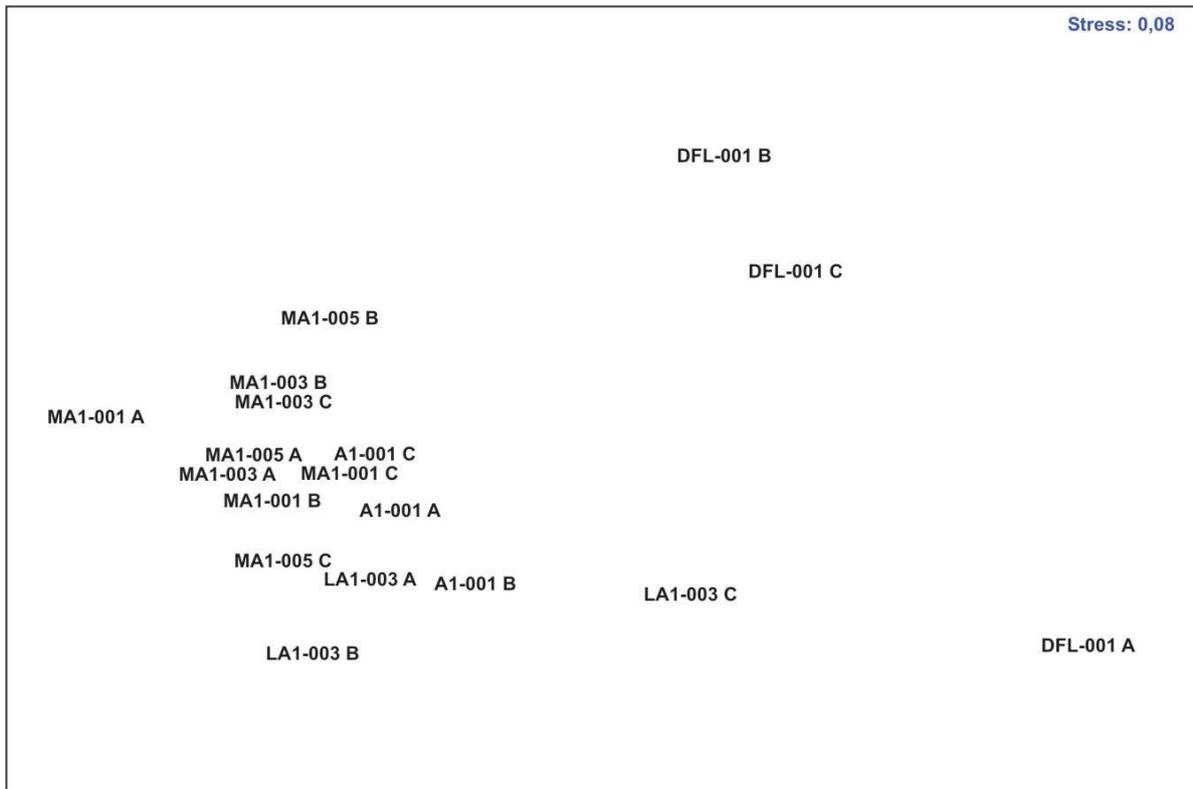


Fig. 3.30 Analisi MDS della similarità rilevata tra le 18 repliche

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

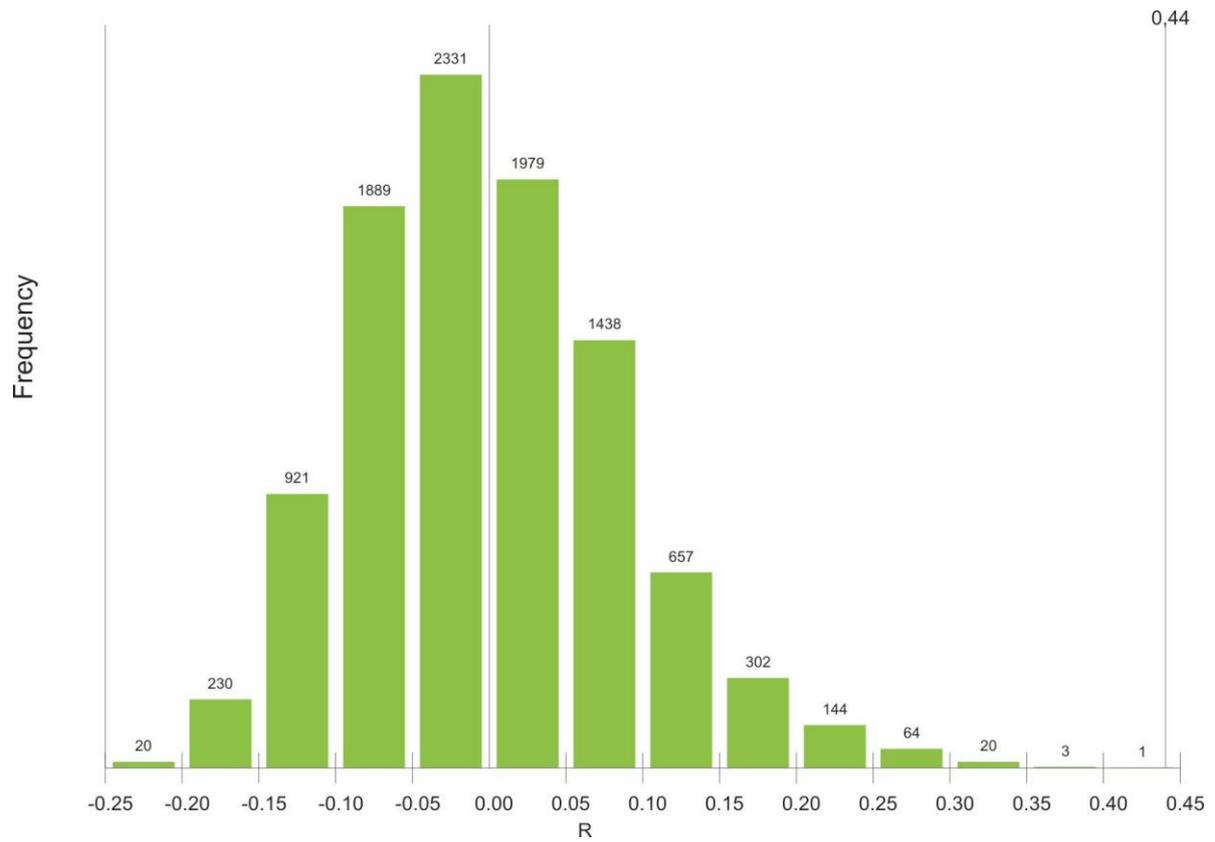


Fig. 3.31 Distribuzione simulata di R per le repliche di ogni stazione

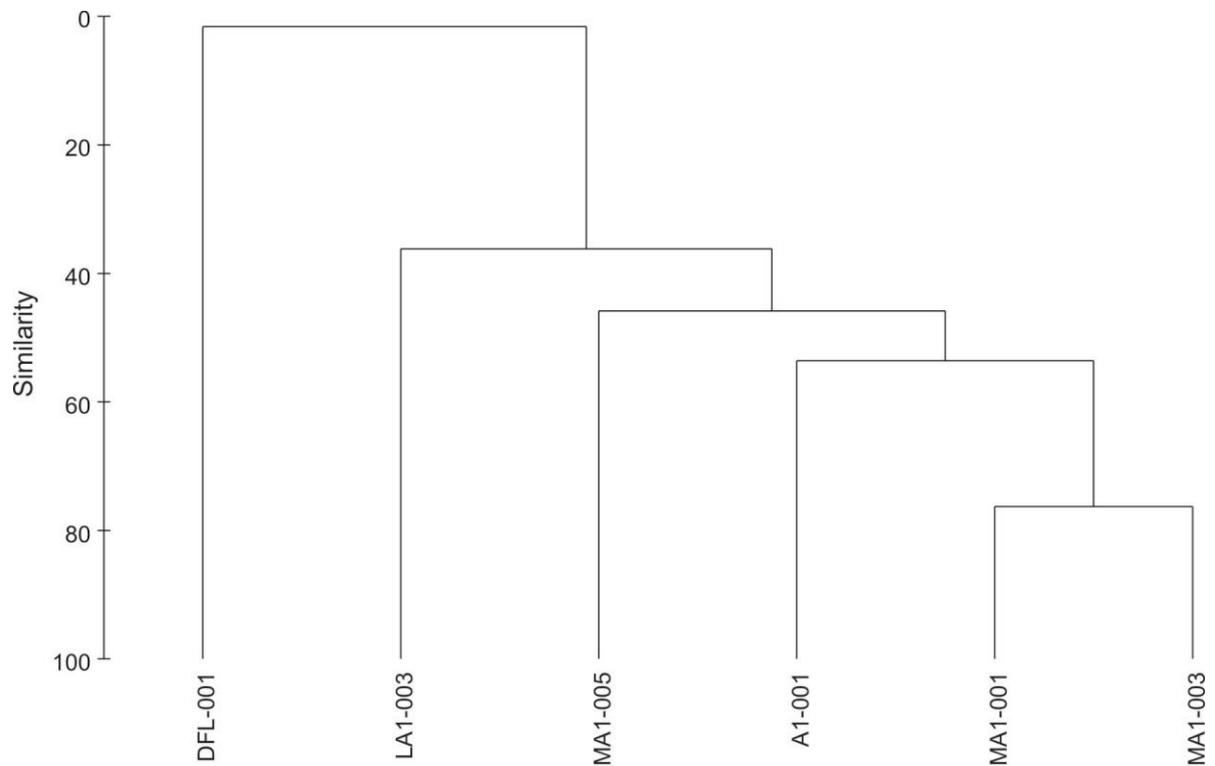


Fig. 3.32 Cluster analysis della similarità rilevata tra i sei affioramenti

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

L'impiego di altri due indici macroalgali, il **rapporto R/P** (Rhodophyta/Phaeophyta) e il **rapporto R/C** (Rhodophyta/Chlorophyta), conferma alcune valutazioni fatte sino ad ora. L'indice **R/P**, che viene impiegato per la valutazione degli ambienti marini e che in Mediterraneo ha un range di variazione compreso tra 2,5 e 5,5 [Cormaci e Furnari, 1991], non è determinabile in cinque dei sei affioramenti campionati per la mancanza delle alghe brune, denotando così la presenza di fattori di disturbo che impediscono un bilanciato sviluppo tra le componenti macroalgali. Anche il valore dell'indice **R/C** (Fig. 3.36), essendo inferiore a 2 in due affioramenti ed eccessivamente elevato (valore 8) nell'affioramento A1-001, indica la presenza di pressioni sulla comunità macroalgale che danno luogo ad un disequilibrio nella struttura della comunità [Sfriso *et al.*, 2002; Marzocchi *et al.*, 2003; Curiel *et al.*, 2004].

Le considerazioni che si traggono dall'analisi dei due indici di diversità (RS(50) e Shannon) e dai due indici macroalgali erano in gran parte attese poiché, come già segnalato in precedenza, la comunità macroalgale risente più delle altre, per le sue necessità vitali, della scarsa trasparenza delle acque.

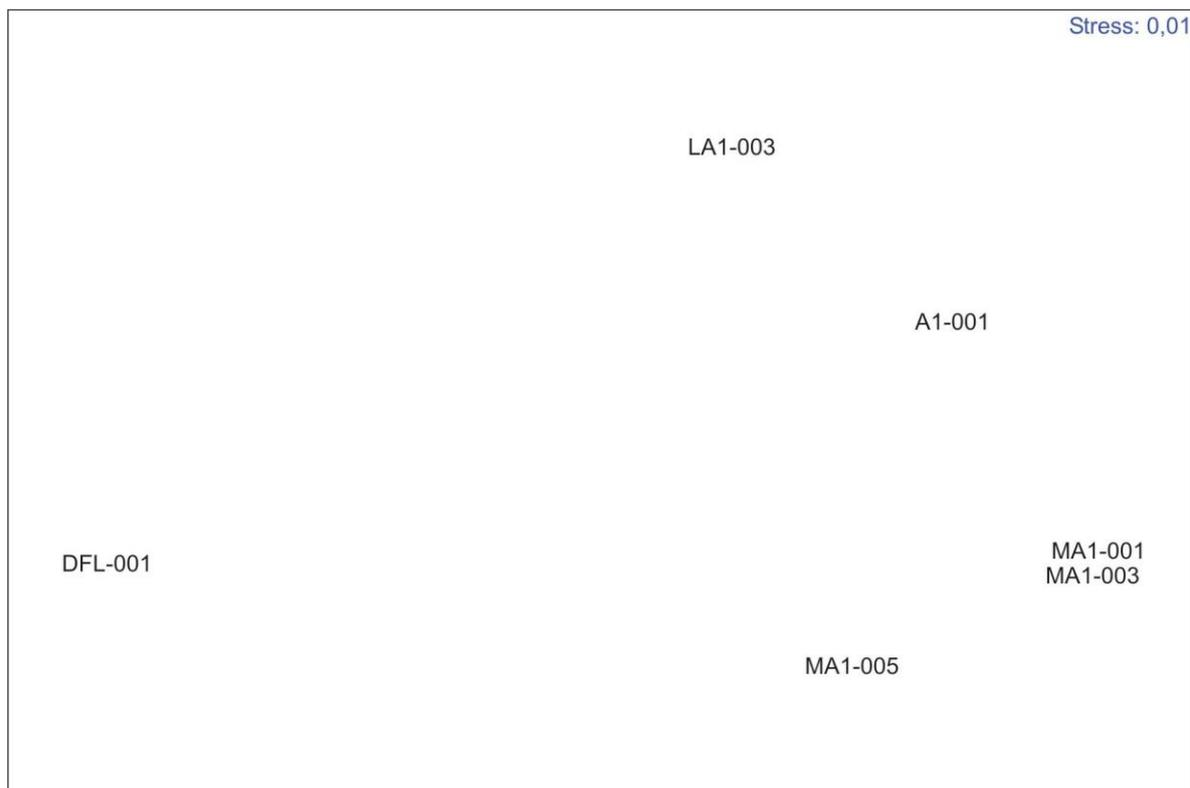


Fig. 3.33 Analisi MDS della similarità rilevata tra i sei affioramenti

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

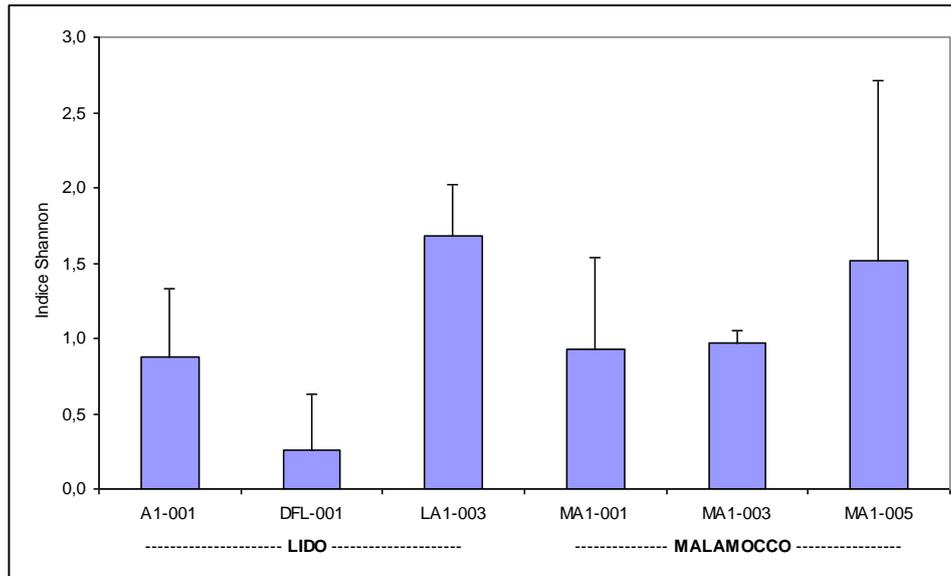


Fig. 3.34 Valori medi dell'Indice di diversità di Shannon per i sei affioramenti (la barra rappresenta la deviazione standard).

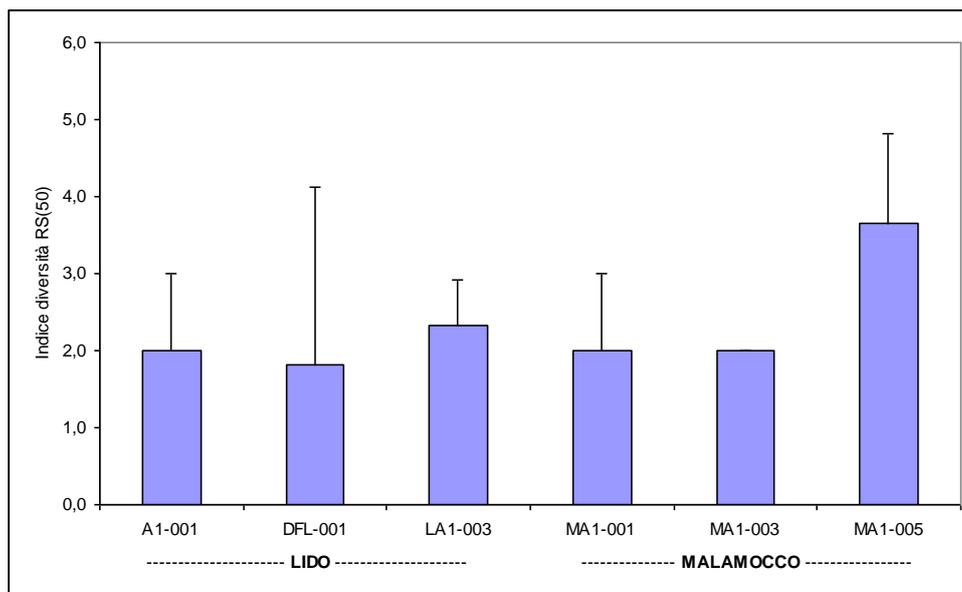


Fig. 3.35 Valori medi dell'Indice RS(50) per i sei affioramenti (la barra rappresenta la deviazione standard).

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

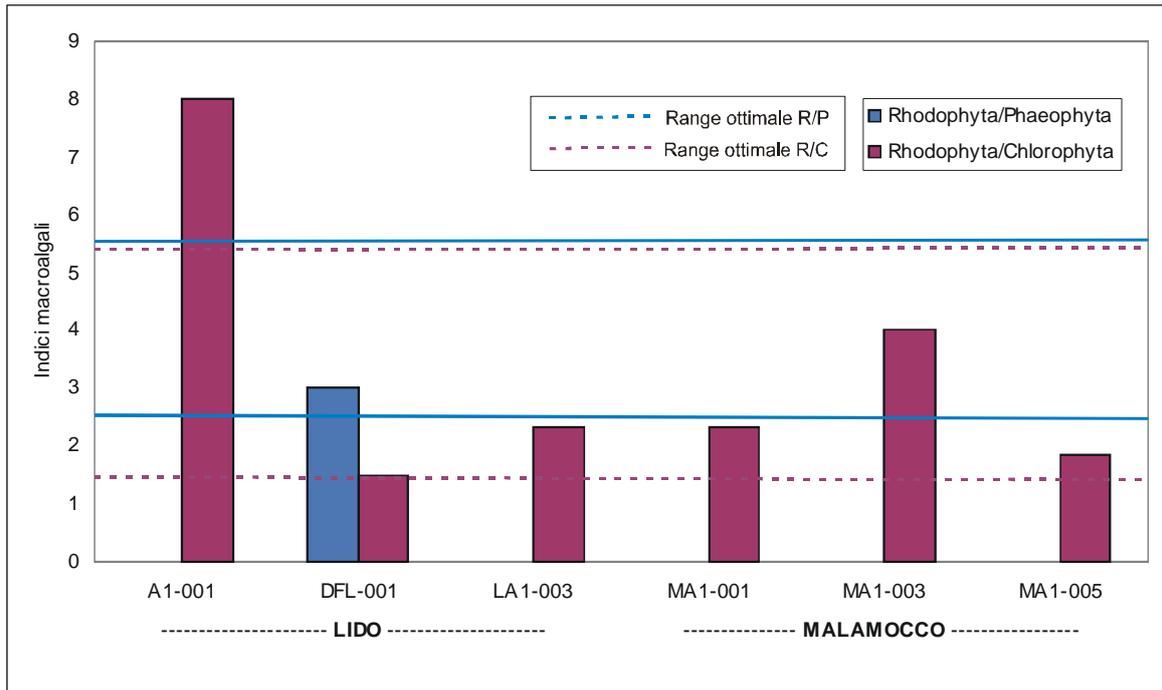


Fig. 3.36 Valori di due indici macroalgali per i sei affioramenti rocciosi

4 CONFRONTI E VALUTAZIONI TRA GLI STUDI B.6.78 e B.6.72

4.1.1 Premessa

Il presente studio, che rappresenta il primo stralcio annuale del monitoraggio delle tegnùe antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco, ha preso in esame solamente una parte degli affioramenti presenti nei fondali limitrofi alle due bocche di porto, scelti in base alle conoscenze scientifiche e morfologiche disponibili e alle elaborazioni modellistiche che hanno permesso di individuare quelle potenzialmente impattate dalle attività di cantiere.

Lo Studio di riferimento B.6.78, eseguito nella primavera del 2005, ha preso invece in esame un numero superiore di affioramenti rocciosi in un periodo definito *ante operam* [Studio B.6.78 - Magistrato alle Acque, 2006], cioè antecedente o in parte concomitante all'avvio dei cantieri, quando i possibili o presunti impatti non erano ancora effettivi. Questo studio ha permesso di definire la gamma di variazione dei principali indicatori biologici (es. biodiversità, abbondanza, biomasse, ecc.), sia della comunità zoobentonica, sia fitobentonica, a cui riferirsi per la comparazione che, di volta in volta, sarà condotta tra stato *ante operam* e stato di cantiere.

Il monitoraggio biologico è volto a definire tutti gli elementi della comunità bentonica degli affioramenti rocciosi, in modo da poter individuare eventuali variazioni e situazioni di disturbo nelle comunità e, qualora presenti, verificare se tali variazioni siano riconducibili alle attività di cantiere piuttosto che ad altre cause o a forzanti naturali o antropiche.

In questo specifico paragrafo sarà eseguita un'analisi comparativa tra i dati degli affioramenti rocciosi campionati nello studio B.6.72 e quelli corrispettivi indagati nello Studio B.6.78. Per una completa valutazione ed interpretazione dei dati è opportuno ricordare che i campionamenti dei due Studi sono stati eseguiti in differenti periodi dell'anno: lo studio B.6.72 nell'inverno del 2006 (gennaio) mentre lo studio B.6.78 nella primavera del 2005 (aprile-giugno). Questo fattore è importante perché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie zoobentoniche. Le più basse temperature e la minore radiazione luminosa che si determinano nei mesi invernali, inoltre, causano una riduzione e semplificazione della struttura delle comunità macroalgali.

4.1.2 Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 e B.6.78

Per una corretta interpretazione dei dati e per le successive valutazioni e confronti si deve considerare che i campionamenti dei due studi sono stati eseguiti in differenti periodi dell'anno, lo Studio B.6.72 nei mesi invernali (gennaio 2006) mentre lo Studio B.6.78 nella primavera del 2005. Questa differenza temporale sarà più volte richiamata nel corso di questo capitolo, poiché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie zoobentoniche nei substrati degli affioramenti rocciosi.

È importante premettere che i popolamenti bentonici sono naturalmente soggetti ad ampie variazioni interannuali, per effetto delle interazioni intraspecifiche ed interspecifiche, dei fattori climatici e delle pressioni antropiche (pesca) che caratterizzano l'Alto Adriatico [Colombo *et al.* 1991; Kollmann e Stachowitsch, 2001]. Le ampie variazioni che si possono osservare nei parametri dei sei affioramenti studiati ben descrivono queste variazioni che, seppur molto ampie (ad esempio per i valori di biomassa), rientrano nella variabilità temporale e spaziale dei popolamenti. La variazione dei principali descrittori sintetici della struttura di comunità, come i valori medi di abbondanza, il numero di taxa, la copertura e la biomassa tra le due campagne considerate, sono riportati negli istogrammi di figura 4.1.

I valori di biomassa e copertura per alcuni affioramenti hanno in alcuni casi variazioni molto importanti (ad esempio i valori di biomassa degli organismi coloniali per la stazione LA1-003), che

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

non risultano, però, statisticamente significativi, ricadendo spesso entro la variabilità naturale che l'eterogeneità dei fondali presenta. Campionare tre siti diversi entro lo stesso affioramento ha lo scopo di evidenziare questa variabilità in modo da descrivere la comunità bentonica nel modo più ampio possibile. Per meglio ponderare il valore delle variazioni, nei grafici di figura 4.1 sono riportati oltre ai valori medi anche le deviazioni standard. Osservando gli andamenti dei parametri descrittivi della comunità si possono individuare dei trend tra il 2005 ed il 2006; tra questi ultimi si nota l'incremento della biomassa per tutte le tagnùe che, in ogni caso, arriva a livelli di significatività statistica solo per LA1-003. A livello generale della comunità, nei campioni dello Studio B.6.72, nonostante il periodo di campionamento invernale, si ha anche un aumento sensibile nel numero dei taxa censiti in 4 affioramenti (DFL-001, MA1-001, MA1-003 e MA1-005); per le tagnùe A1-001 e LA1-003, invece, i valori differiscono di pochissimo tra i due studi.

Le specie coloniali che vivono adese al substrato, tra il 2005 ed il 2006, hanno avuto in generale un leggero calo del numero di taxa riconducibile principalmente a fattori stagionali; gli idrozoi eretti, ad esempio, hanno cicli vitali annui che portano all'assenza di individui nei periodi più freddi dell'anno. La tagnùa LA1-003 ha un andamento in controtendenza, presentando un raddoppio nel numero di taxa censiti, costituiti, per la maggior parte, da spugne assenti nei campioni del 2005.

Per quanto riguarda i valori di copertura, questi presentano un generico aumento, tranne nella stazione MA1-001, dove, comunque, la diminuzione rientra entro la variabilità osservata. Nella stazione LA1-003, associato all'aumento in numero di taxa già descritto, vi è un significativo aumento nei valori di copertura. Come osservato in precedenza, l'andamento dei valori di biomassa è in linea con quello delle coperture, facendo registrare quindi un aumento dei valori in tutte le tagnùe, ad eccezione della MA1-001; anche in questo caso l'affioramento LA1-003 ha un incremento che va oltre a quello riconducibile alla sola variabilità naturale.

Il numero medio di taxa delle specie non coloniali dei sei affioramenti mostra un aumento in tutte le stazioni, ad eccezione di LA1-003 in cui vi è un calo. In questa tagnùa, dove abbiamo osservato un aumento dei taxa coloniali, il corrispettivo calo dei taxa di specie individuali conferma la correlazione inversa tra numero di taxa coloniali e taxa di specie singole. Nel 2006 il numero di individui di organismi bentonici ha un lieve incremento in 4 delle 6 tagnùe considerate, mentre cala leggermente nelle tagnùe A1-001 e LA1-003. Tutte queste variazioni rientrano nella variabilità naturale osservata (si notino le barre dei valori di deviazione standard, figura 3.24) ed i valori medi sono, in ogni caso, molto vicini. Per quanto riguarda l'aumento della biomassa, invece, è sensibile la variazione che si ha nei due affioramenti di Lido A1-001 e DFL-001, mentre per gli altri affioramenti appare rientrare nella variabilità naturale.

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

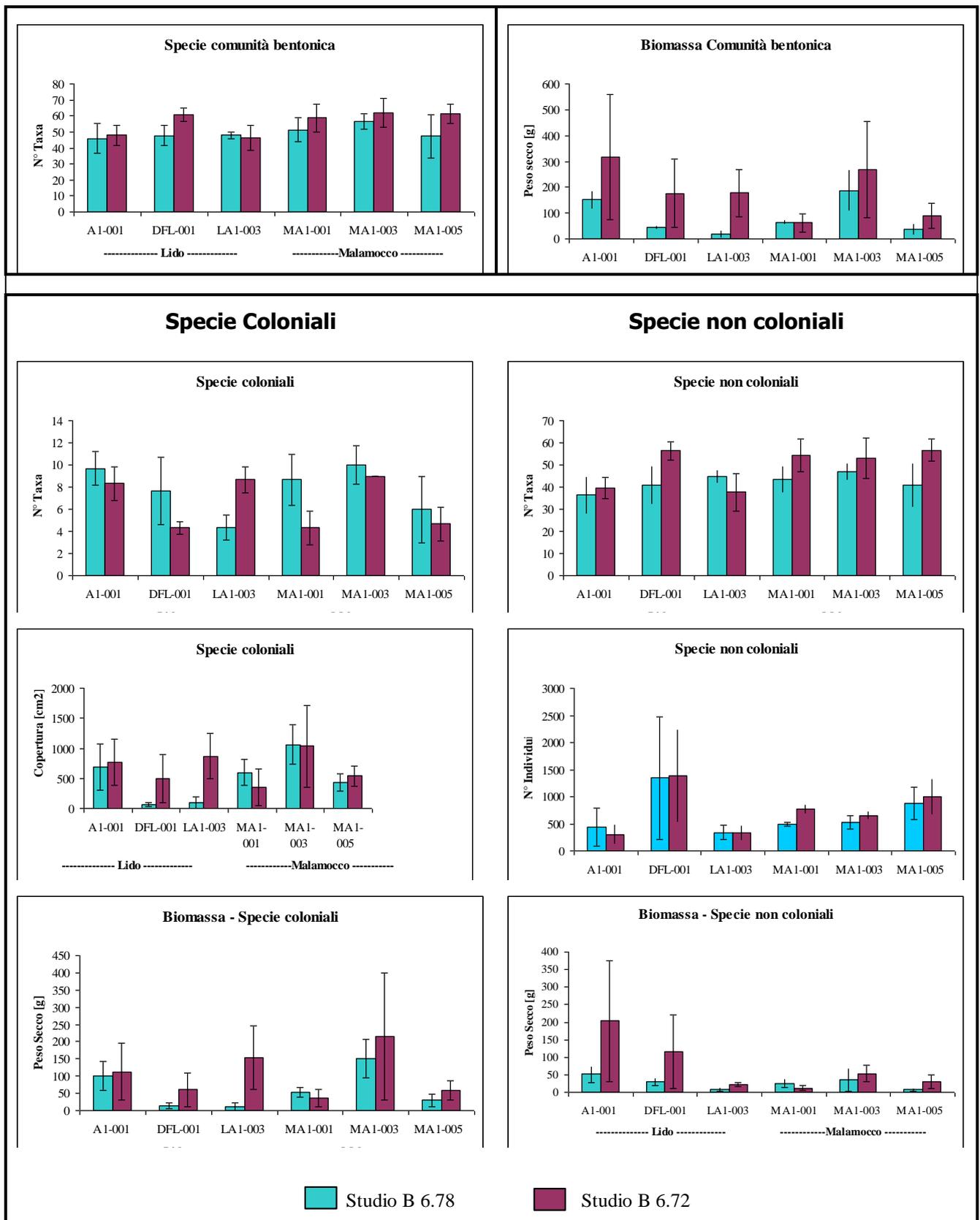


Fig. 4.1 Istogrammi di confronto tra i valori medi (con barre di deviazione standard) dei principali parametri delle comunità bentoniche nelle campagne 2005 (color azzurro) e 2006 (color vinaccia)

Dopo questa analisi di alcuni dei parametri descrittivi delle comunità, diviene importante valutare, in ambito temporale, i rapporti di similarità tra i popolamenti degli affioramenti, attraverso tecniche di analisi multivariata e distribuzionale.

Sulla base della discussione già eseguita per i dati del campionamento dello Studio B.6.78 e dei risultati del rapporto dello Studio B.6.72, si è proceduto quindi all'analisi comparata della similarità tra i popolamenti zoobentonici, sia in termini di specie singole, sia di specie coloniali.

L'ordinamento MDS dei valori di abbondanza (Fig. 4.2), riportato sui dati delle specie non coloniali, evidenzia una netta divisione tra le comunità zoobentoniche del 2005 (Studio B.6.78) e quelle del 2006 (Studio B.6.72) indicando, quindi, la presenza di comunità che si diversificano maggiormente tra i due anni (linea continua), piuttosto che nello stesso anno (linea tratteggiata). L'applicazione della routine di calcolo SIMPER (pacchetto statistico PRIMER) ha permesso di individuare le principali specie che differenziano le comunità degli affioramenti nei due periodi di studio. Sono state indagate le differenze nella composizione specifica sia considerando i popolamenti dei due anni come due gruppi, sia confrontando una ad una le comunità di ogni stazione nelle due campagne.

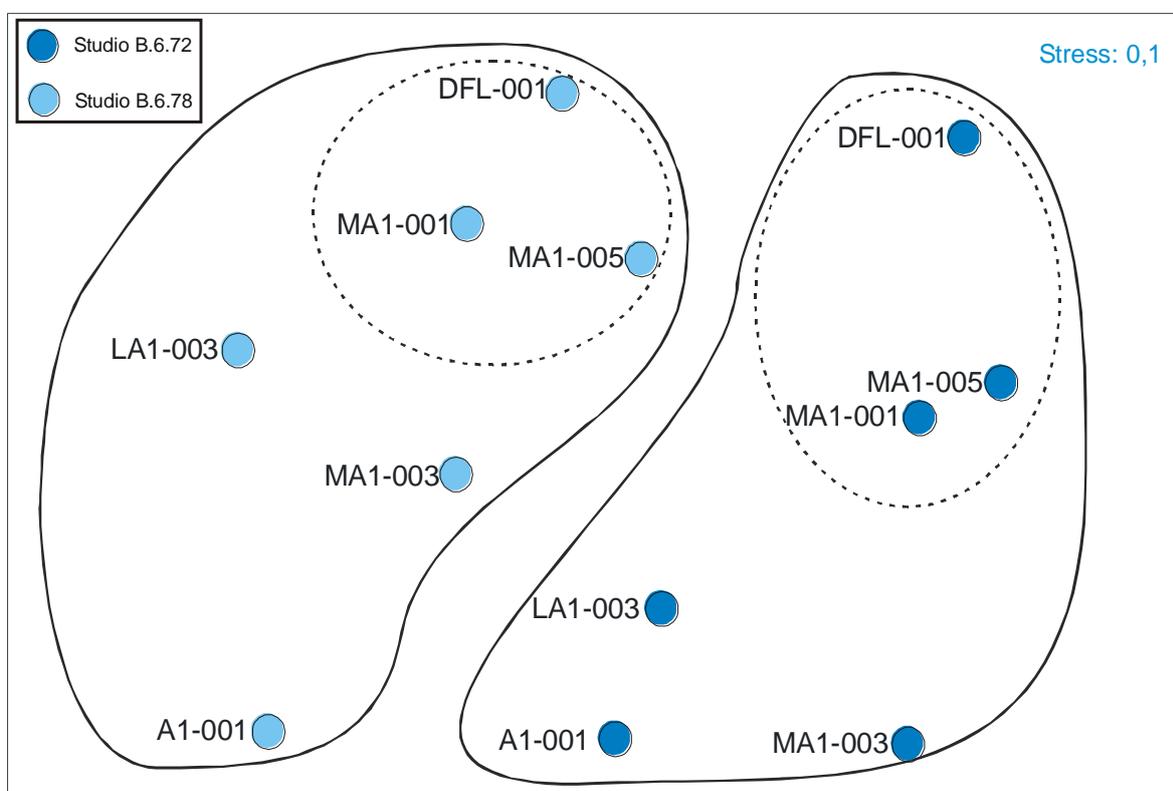


Fig. 4.2 MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità bentonica delle specie non coloniali (valori di abbondanza). Sono evidenziati i raggruppamenti delle stazioni.

In base ai risultati dell'analisi SIMPER (Fig. 4.3) si osserva che i campioni del 2006 sono caratterizzati da una presenza mediamente superiore di *Sabellaria spinulosa* e da una diminuzione di alcune specie di piccoli bivalvi endolitici o epilitici, come *Gastrochaena dubia*, *Hiatella rugosa*, *Hiatella arctica* e *Modiolarca subpicta*.

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



Hiatella arctica (Mollusco bivalvia)



Modiolarca subpicta (Mollusco bivalvia)

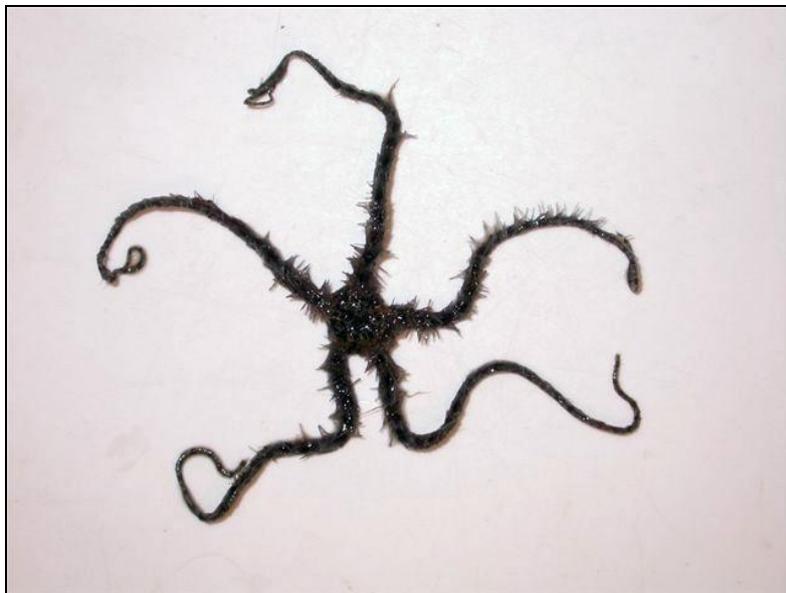
Per quanto attiene alle variazioni delle comunità zoobentoniche presenti nei singoli affioramenti, possiamo analizzarle considerando le due aree di bocca di porto a cui fanno riferimento. Possiamo notare che negli affioramenti del Lido i valori di copertura e di abbondanza rilevano

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

comunità simili tra loro per le stazioni A1-001 ed LA1-003, come osservato anche nel campionamento del 2005. La tagnù DFL-001 presenta popolamenti più simili a quelli delle stazioni di Malamocco MA1-001 ed MA1-005 (Fig. 4.2), soprattutto per la presenza di tre specie che caratterizzano la similarità di questi tre siti: *Sabellaria spinulosa*, *Pisidia longimana* (crostaceo decapode) e *Ophiotrix fragilis* (stella serpentina, Echinoderma).



Pisidia longimana (Crustacea)



Ophiotrix fragilis (Echinodermata)

Nella valutazione della variazione interannuale, vediamo che gli affioramenti A1-001 ed LA1-003 hanno comunità molto simili nei due studi e, nei campioni del 2006 (Studio B.6.72), ciò che contraddistingue principalmente i popolamenti dei due affioramenti, rispetto al primo anno (Studio B.6.78), è il netto calo di molluschi bivalvi endolitici come *Hiatella arctica* e *Hiatella rugosa* (Fig. 4.3). Rispetto al 2006 è evidente anche la diminuzione di crostacei anfipodi del genere *Corophium*. Se per i molluschi l'evidente diminuzione pone degli interrogativi, per quanto

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

riguarda gli anfipodi, la loro forte diminuzione nel periodo invernale rientra nelle normali dinamiche di popolazione per questi organismi. La diminuzione di queste specie pluriennali di molluschi non è legata solamente alle tagnùe di controllo ma è generica per tutti gli affioramenti considerati. Si può ipotizzare che le cause siano riconducibili a fattori naturali di variabilità temporale nelle dinamiche di popolazione o forse, più semplicemente, all'interazione con altre specie, come i poriferi, con cui competono per lo spazio e che abbiamo avuto modo di osservare essere in aumento.

La nostra valutazione sui popolamenti delle stazioni di quest'area si completa confrontando l'andamento delle curve ABC riportate in figura 4.4; per una lettura secondo il gradiente da investigare le stazioni sono ordinate dall'alto verso il basso allontanandoci dalla bocca di porto.

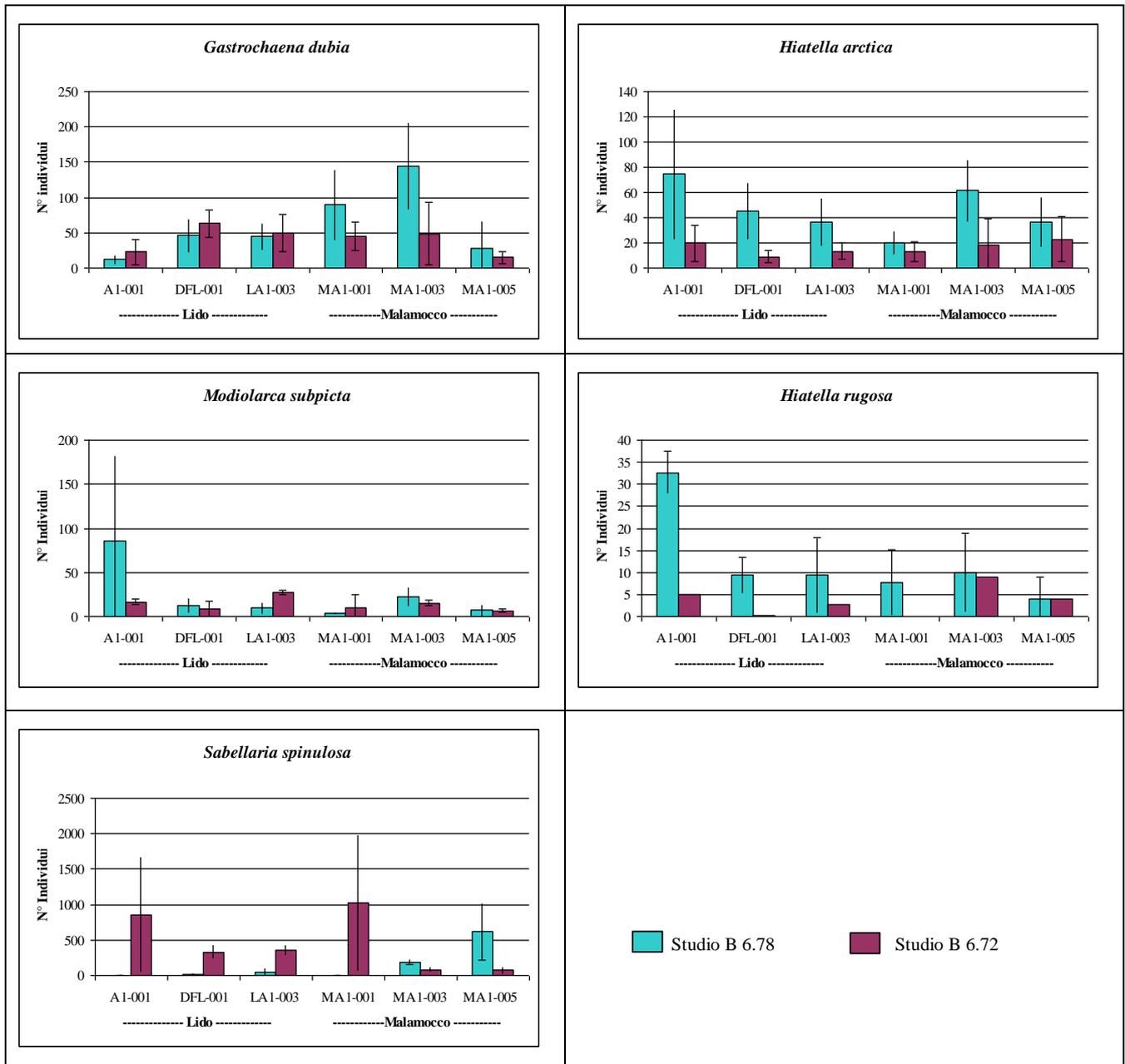


Fig. 4.3 Istogrammi con i valori di abbondanza media di alcune delle principali specie dei popolamenti zoobentonici negli Studi B.6.78 (2005) e B.6.72 (2006)

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

La struttura della comunità descritta dalle curve ABC per i tre affioramenti del Lido evidenzia come nel loro complesso i popolamenti rilevati nello Studio B.6.72 appaiano maggiormente strutturati, meno disturbati; la comunità bentonica appare inoltre maggiormente equilibrata (maggior spazio tra le due curve, con curva delle biomasse delineata sopra a quella dei valori di abbondanza) e la strutturazione delle stesse comunità aumenta allontanandosi dalla bocca di porto.

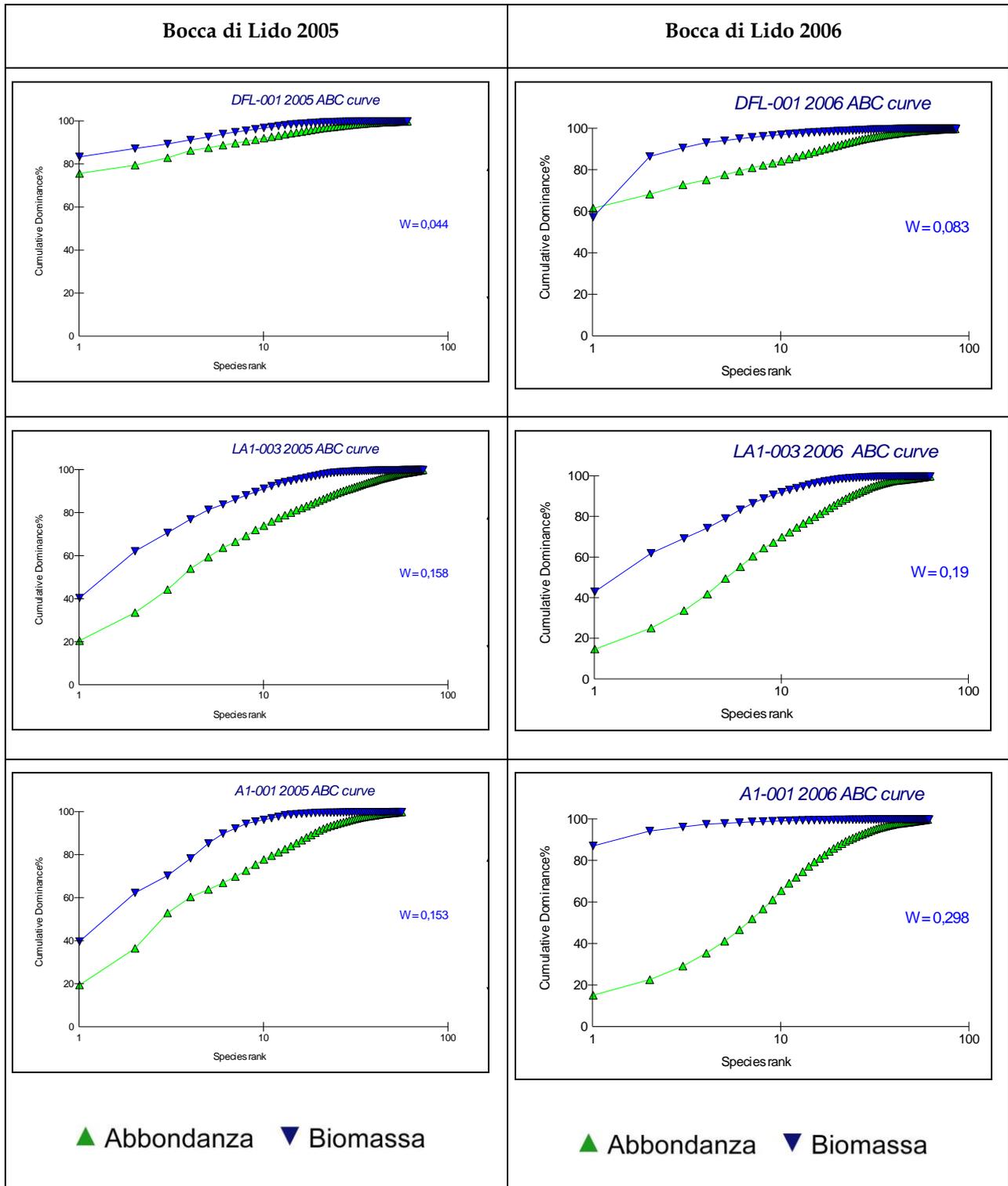


Fig. 4.4 Curve ABC per le teggùe del Lido, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Lido)

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

Le comunità presenti negli affioramenti MA1-001 ed MA1-005 di Malamocco sono risultate per entrambi gli anni simili tra loro e strettamente correlate con quelle dell'affioramento DFL-001 (Fig. 4.2). Rispetto al popolamento della tagnù MA1-003, questo gruppo di tagnù è quello che ha mostrato le comunità meno strutturate e ricche, condizione questa legata anche ad una serie di fattori ambientali, quali la batimetria e la conformazione degli affioramenti, costituiti per lo più da lastrure che poco si alzano dal fondo e poste a profondità tra gli 8 ed i 10 metri, inferiori di circa 4 metri alle altre stazioni.

La stazione MA1-001 mantiene una certa costanza nei popolamenti tra i due anni (similarità di circa il 60%) e, nel 2006, sono la forte presenza di *Sabellaria spinulosa* (Fig. 4.2) e la diminuzione di *Gastochaena dubia* e *Hiatella spp.* che differenziano maggiormente le comunità bentoniche dei due Studi. Le curve ABC (Fig. 4.5) indicano comunque, in entrambi gli studi, la presenza di una comunità soggetta a condizioni di disturbo intermedio. Condizione del tutto analoga si osserva nella tagnù MA1-005 caratterizzata dallo stesso andamento delle curve ABC, ma che si contraddistingue, assieme alla tagnù MA1-003, per un calo nelle abbondanze di *Sabellaria spinulosa*. Sulla base di queste considerazioni si può quindi ipotizzare che in questi due affioramenti vi sia una minor sedimentazione. La stazione MA1-003 nel 2006 ha comunque una diminuzione nell'abbondanza dei bivalvi considerati.

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

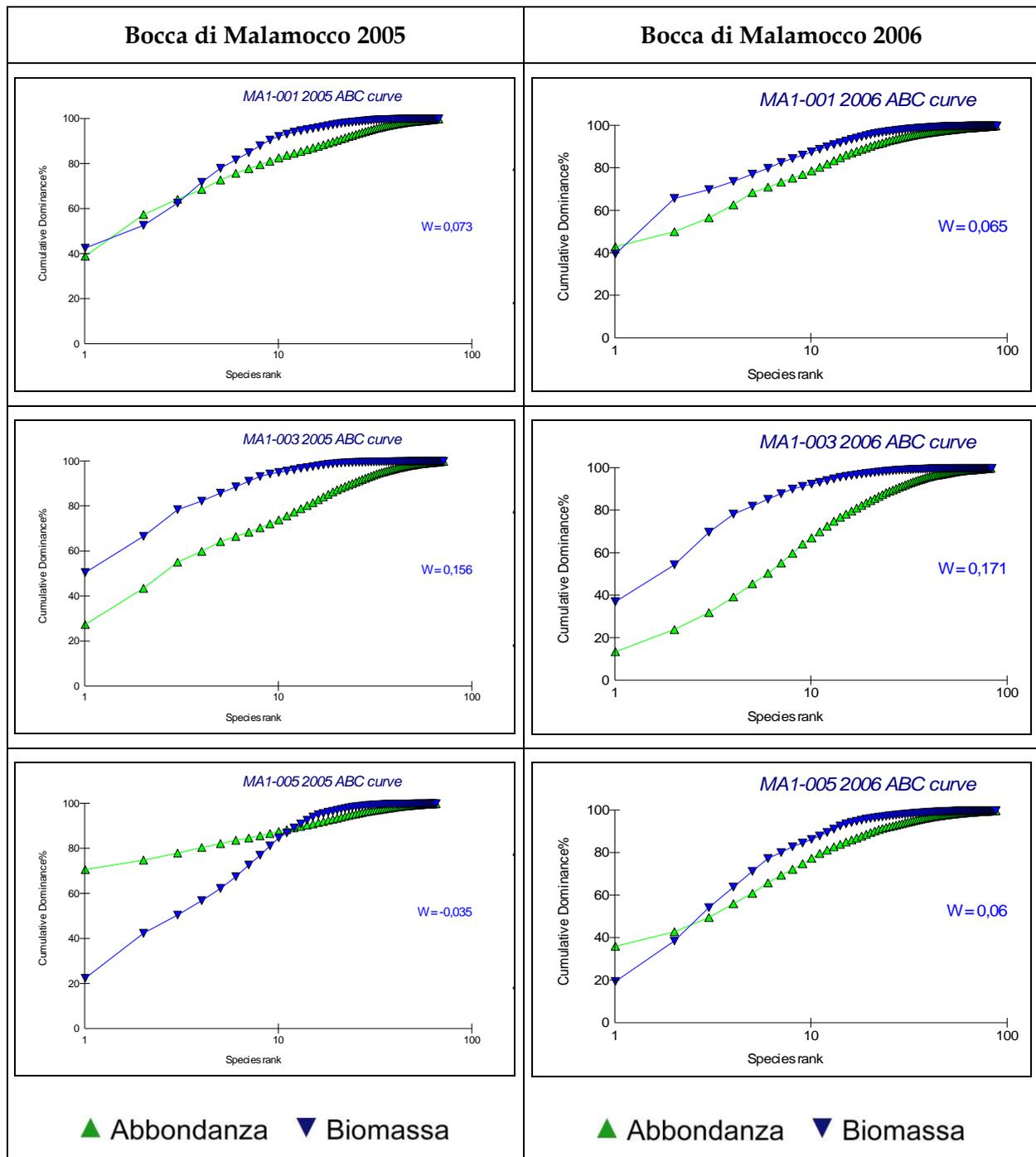


Fig. 4.5 Curve ABC per le tegnùe di Malamocco, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Lido)

Il confronto delle curve ABC per i sei affioramenti porta ad evidenziare una rappresentazione comune, poiché mantengono andamenti molto simili. Nella loro differenziazione temporale tra il 2005 ed il 2006, nell'ambito di ciascun affioramento, possiamo osservare il probabile effetto della stagionalità, in quanto nel periodo primaverile (2005, Studio B.6.78) ci troviamo in un momento di nuovo reclutamento per molte specie, con individui giovani di taglie ridotte e quindi bassi valori di biomassa (come ad esempio osservato precedentemente per gli anfipodi).

Nel periodo invernale in cui è stato eseguito il campionamento dello Studio B.6.72, abbiamo invece una situazione di relativa stabilità della comunità, senza taxa di recente insediamento e con individui di maggiori dimensioni. Fattori questi, che vengono rappresentati dalle curve ABC con un maggior valore del parametro *W* di Warwick [Warwick e Clarke, 1994] che quantifica la "distanza" tra le due curve ed a cui possiamo attribuire un valore di qualità dei popolamenti.

Per concludere questa analisi e confronto tra i dati dei due studi, rivolgiamo infine la nostra attenzione alle comunità delle specie sessili/coloniali. Il dendrogramma di figura 4.6 rappresenta l'ordinamento in base alla similarità dei popolamenti coloniali dei 6 affioramenti rocciosi nel corso dei due studi. Con un taglio a livello del 50% di similarità si osservano 4 gruppi di stazioni. Partendo da sinistra, i primi due gruppi sono costituiti da un'unica tagnù ciascuno. Le tagnù DFL-001 e LA1-003 del primo anno (primavera 2005), infatti, si differenziano molto dalle altre tagnù avendo comunità molto semplificate e con presenza di taxa non comuni alle altre. Il terzo gruppo è quello costituito dagli affioramenti LA1-003 del 2006, A1-001 del 2005, A1-001 del 2006, MA1-003 del 2005 e MA1-003 del 2006. In questo gruppo troviamo gli affioramenti con maggiore ricchezza di specie coloniali. In particolare questo gruppo di stazioni è contraddistinto dalla presenza di alcune specie di poriferi come *Ircinia variabilis*, Porifera sp.1 e *Sarcotragus spinosulus*. L'ultimo gruppo è costituito dal gruppo di tagnù MA1-001 e MA1-005 di entrambi gli anni e dalla stazione DFL-003 del 2006. Abbiamo già avuto modo di vedere associati questi affioramenti per la presenza di comunità coloniali simili e relativamente semplificate (Fig. 4.1). In questo caso l'applicazione della routine SIMPER alla divisione in gruppi osservata con la cluster analysis, attribuisce, in base alla dominanza relativa, a Porifera sp.1, a *Petrosia ficiformis* e al briozoo *Schizobrachiella sanguinea*, il ruolo di specie che caratterizzano questo gruppo di stazioni.

Valutando che gli impatti più probabili dovuti alle attività di cantiere alle bocche sulle zone di tagnù si possano identificare in un aumento della sedimentazione e/o del livello di torbidità, le indicazioni che a tal riguardo ci forniscono le specie coloniali non sono univoche, bensì spesso in contrapposizione tra loro. Ad esempio, da note bibliografiche emerge come *Aplysina aerophoba* sia un porifero fotofilo soggetto a facile intasamento in presenza di elevata sedimentazione. Nel caso in cui l'attività di cantiere avesse indotto un aumento medio della sedimentazione, negli affioramenti più prossimi alle bocche ci potremmo attendere una variazione dei valori delle sue abbondanze tra il 2005 e 2006. Inoltre i poriferi *Chondrosia reniformis* e *Chondrilla nucula* possiedono caratteristiche fisiologiche tali da far loro trovare un buon habitat in ambienti con forte sedimentazione; dovrebbero quindi darci delle indicazioni di possibili effetti delle attività di cantiere.

Osservando le abbondanze di questi organismi (Fig. 4.7) si vede come *Aplysina aerophoba* sia presente solo nel 2006 nelle stazioni "intermedie" di entrambe le aree, ossia nella stazione LA1-003 del Lido ed MA1-003 di Malamocco, suggerendo quindi che, negli altri affioranti rocciosi del 2006 e in tutti quelli campionati nel 2005 (studio B.6.78), le condizioni ambientali non fossero favorevoli al suo insediamento.

D'altro canto *Chondrosia reniformis* nel 2005 è presente solo nelle tagnù di controllo A1-001 e MA1-003, rispettivamente per l'area del Lido e per l'area di Malamocco. Questa specie è presente nella tagnù MA1-003 anche nel 2006, quando, invece il possibile aumento della sedimentazione ne dovrebbe aver favorito l'insediamento nelle stazioni più prossime alle bocche.

Simile è la distribuzione di *Chondrilla nucula*, presente solo nel 2006 in quantità accettabili e solo nell'area di Lido nelle tagnù più esterne. Questa specie è inoltre in aumento anche nell'affioramento di controllo.

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



Ircinia variabilis (Porifera)



Sarcotragus spinosulus (Porifera)

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



Aplysina aerophoba (Porifero)



Tethya citrina (Porifero)

Come si può notare, questi andamenti sembrano più legati alla casualità delle dinamiche di insediamento delle specie che a condizioni ambientali modificate, che ne favoriscano o meno la presenza. Da questo primo confronto sono state evidenziate alcune linee di tendenza dei popolamenti incrostanti e vagili che andranno meglio verificate nel corso delle prossime campagne.

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

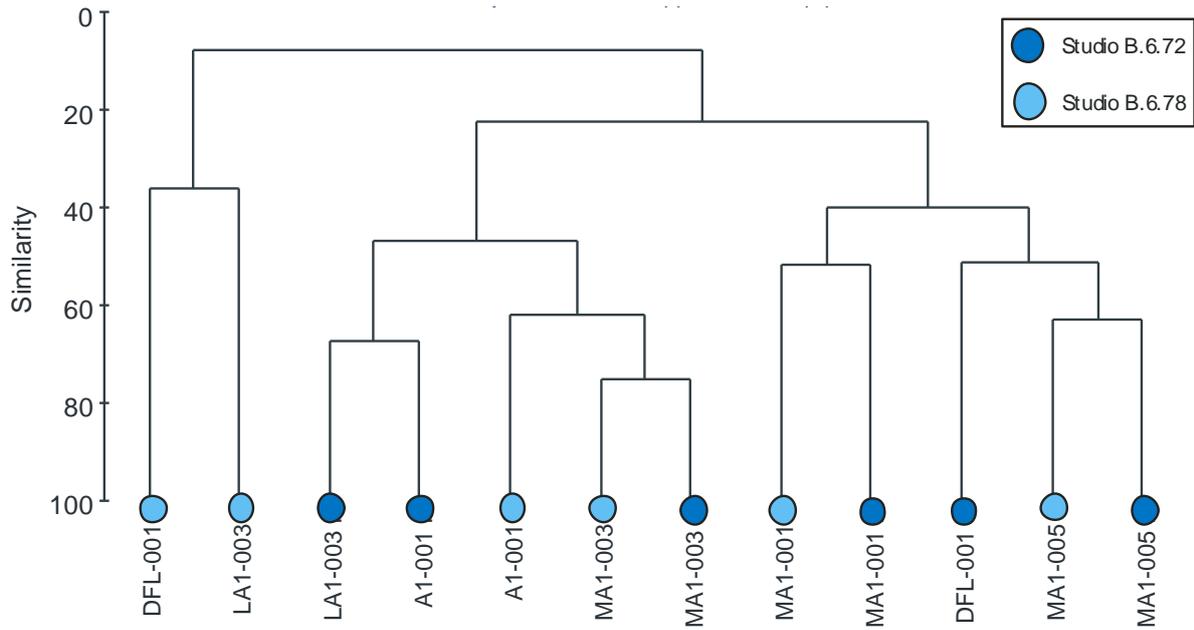


Fig. 4.6 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle comunità betoniche dei sei affioramenti in base ai valori di copertura registrati nel corso delle due campagne di studio

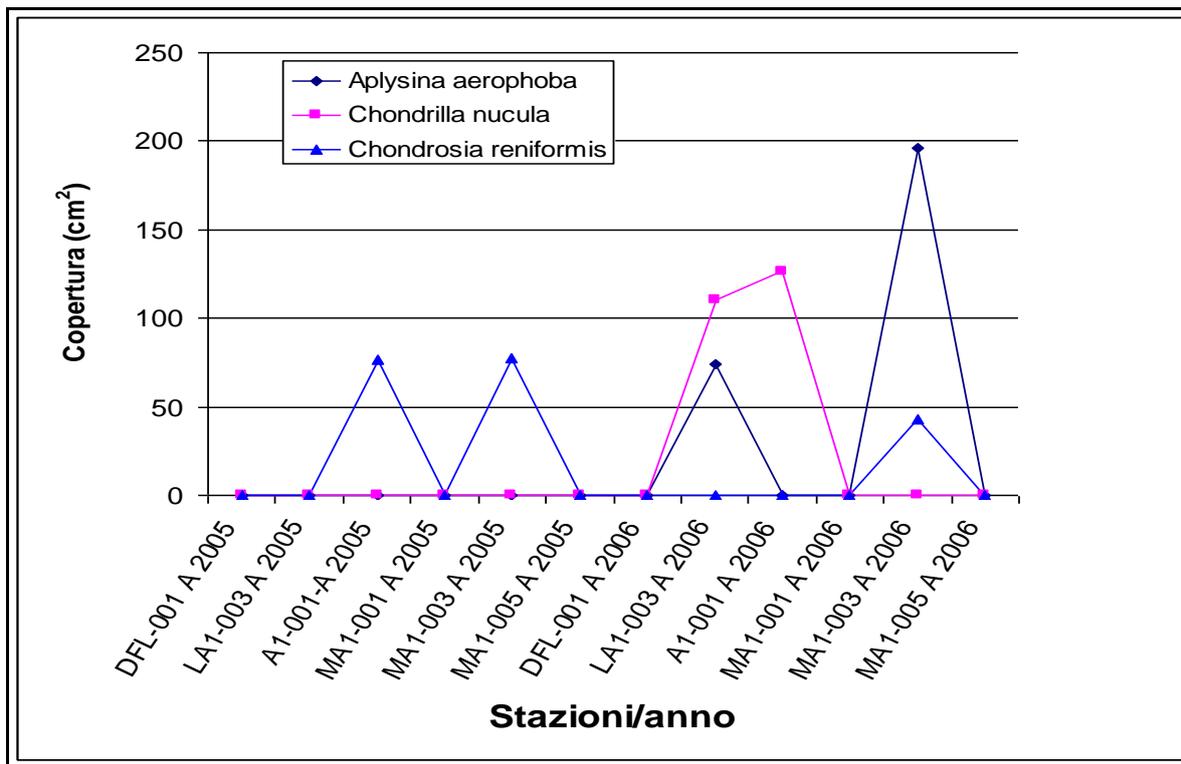


Fig. 4.7 Andamento dei valori medi di abbondanza di alcune specie di Porifera coloniali

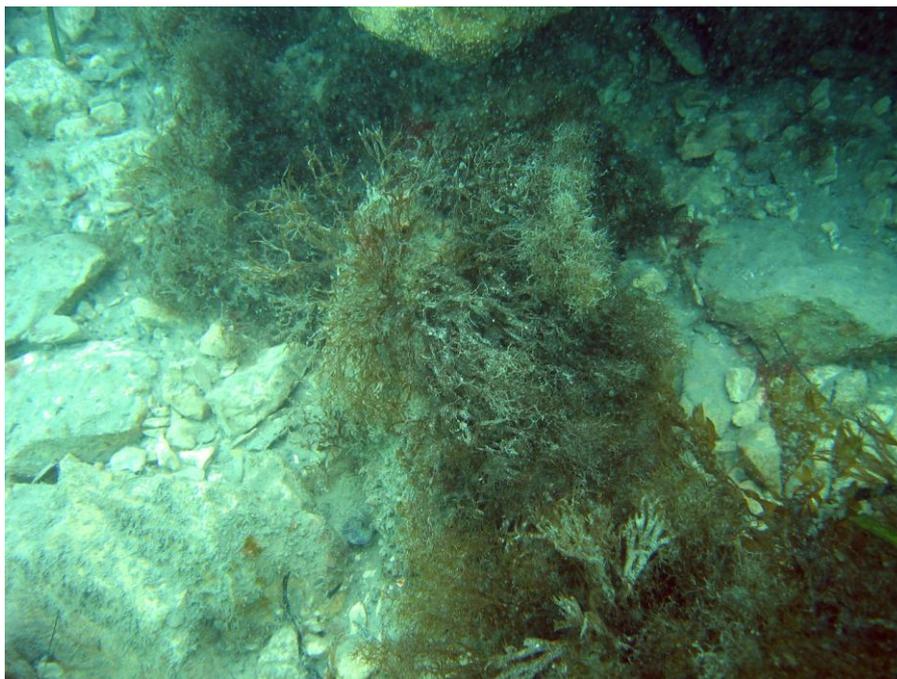
4.1.3 Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 e B.6.78

Le premesse fatte all'inizio di questo capitolo in relazione alla comunità zoobentonica circa il fatto che i due studi da porre a confronto siano stati eseguiti in differenti periodi dell'anno risultano ancor più valide in questo paragrafo che valuta le comunità fitobentoniche. Queste comunità si caratterizzano, infatti, per una variabilità nell'arco dell'anno, soprattutto nei siti del nord Adriatico dove le condizioni meteo-climatiche tra i mesi invernali e quelli estivi appaiono molto diverse. Ad influire sullo sviluppo di queste comunità vegetali sono soprattutto i valori della temperatura dell'acqua e della torbidità: il primo perché interviene sulla ripresa vegetativa e il secondo perché interviene variando la radiazione luminosa. I cicli biologici delle macroalghe appaiono inoltre spesso complessi, con la presenza di più generazioni nell'anno, spesso di forma e dimensioni anche molto diverse tra loro (macroscopica o microscopica, riproduttiva o non riproduttiva). È per tali motivi che risulta preferibile eseguire su queste comunità più campionamenti durante l'anno al fine di cogliere per intero la diversità specifica dei siti e soprattutto per disporre di dati attendibili e stabili per confronti [Cormaci, 1995]. Il fattore temporale appare importante in quanto, soprattutto per le macroalghe, le basse temperature invernali e la minore radiazione luminosa causano una riduzione e semplificazione della struttura delle comunità.

Il numero di taxa (Fig. 4.8), che è uno dei principali indicatori guida per valutare la consistenza e diversità specifica delle comunità biologiche, evidenzia in tutti gli affioramenti indagati dello Studio B.6.72 valori inferiori rispetto al corrispettivo Studio B.6.78. La consistenza floristica dei singoli affioramenti appare in media inferiore di 1/3, 1/2 o più.

Un ulteriore approfondimento in relazione alla ripartizione delle tre categorie macroalgali (Fig. 4.9) evidenzia che nello Studio B.6.78, anche se non in modo marcato, si ha un migliore bilanciamento, per il fatto che si rinvencono con maggior frequenza le alghe brune negli affioramenti. Queste ultime, che rappresentano un elemento di qualità per la componente macroalgale (*Desmarestia viridis*, *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma* (Hudson), *Ectocarpales* indet.), anche se rilevate con abbondanze limitate, rappresentano nel nostro contesto elementi di pregio anche perché indicatrici di condizioni ecologiche fotofile.

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



Dictyota dicotoma (alga bruna) (foto non relativa ai siti di campionamento)



Dictyopteris polypodioides (alga bruna) (foto non relativa ai siti di campionamento)

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

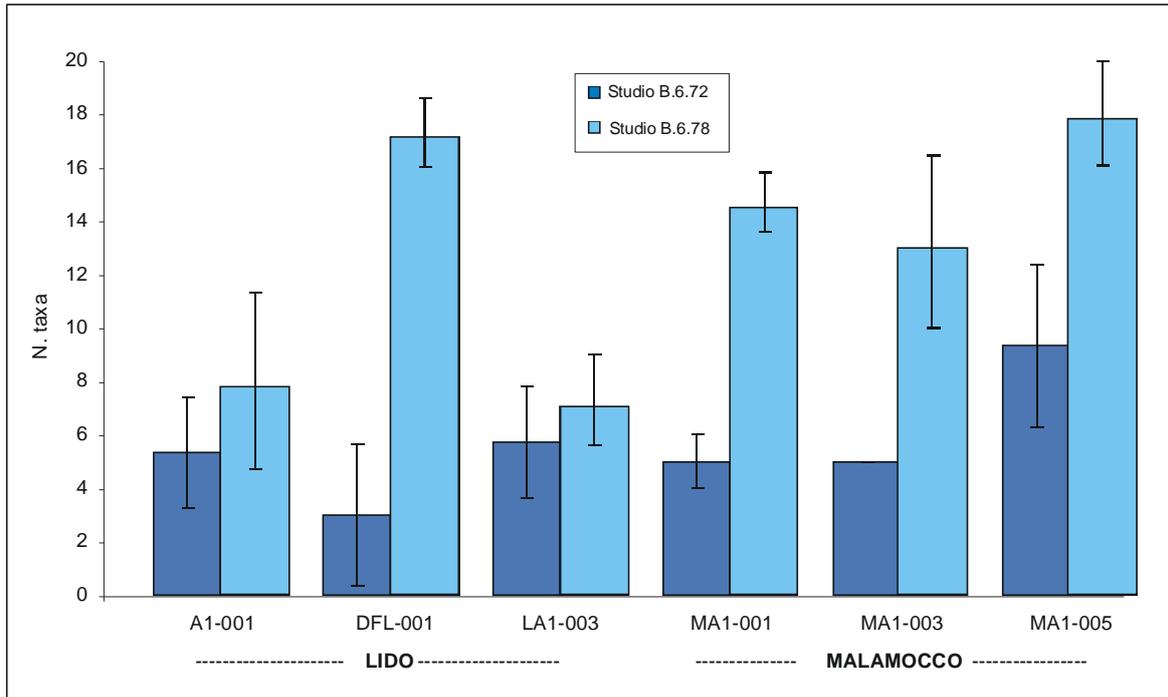


Fig. 4.8 Numero di taxa medio per affioramento. La barra corrisponde alla deviazione standard

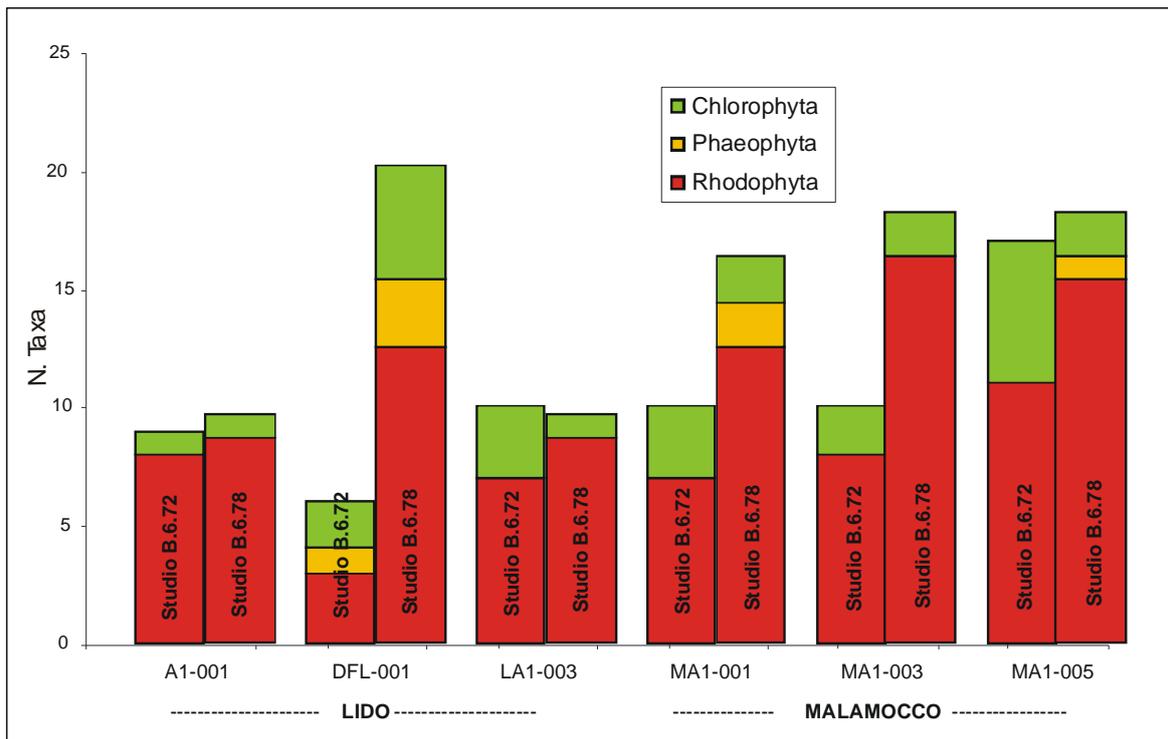


Fig. 4.9 Numero di taxa rilevato per tre categorie sistematiche macroalgali nei i due Studi. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche di ogni affioramento.

Anche il confronto dei valori dell'abbondanza delinea significative differenze tra i due studi che appaiono evidenti soprattutto per gli affioramenti che fanno riferimento alla bocca di porto di Malamocco (Fig. 4.10-4.11). Gli affioramenti relativi alla bocca di Porto di Lido presentano valori simili di abbondanza complessiva nei due studi, confermando una significativa presenza delle

alghe verdi *Ulva laetevirens* e *Ulva flexuosa* nell'affioramento DFL-001, specie che si rinvennero in stati ecologici eutrofici. Negli affioranti della bocca di Malamocco in particolare si nota una maggiore abbondanza delle aghe rosse, quali *Radicilingua thysanorhizans*, *Cryptonemia lomation*, *Rhodophyllis divaricata* e *Rhodymenia ardissoni* che identificano uno stato ecologico di tipo sciafilo.

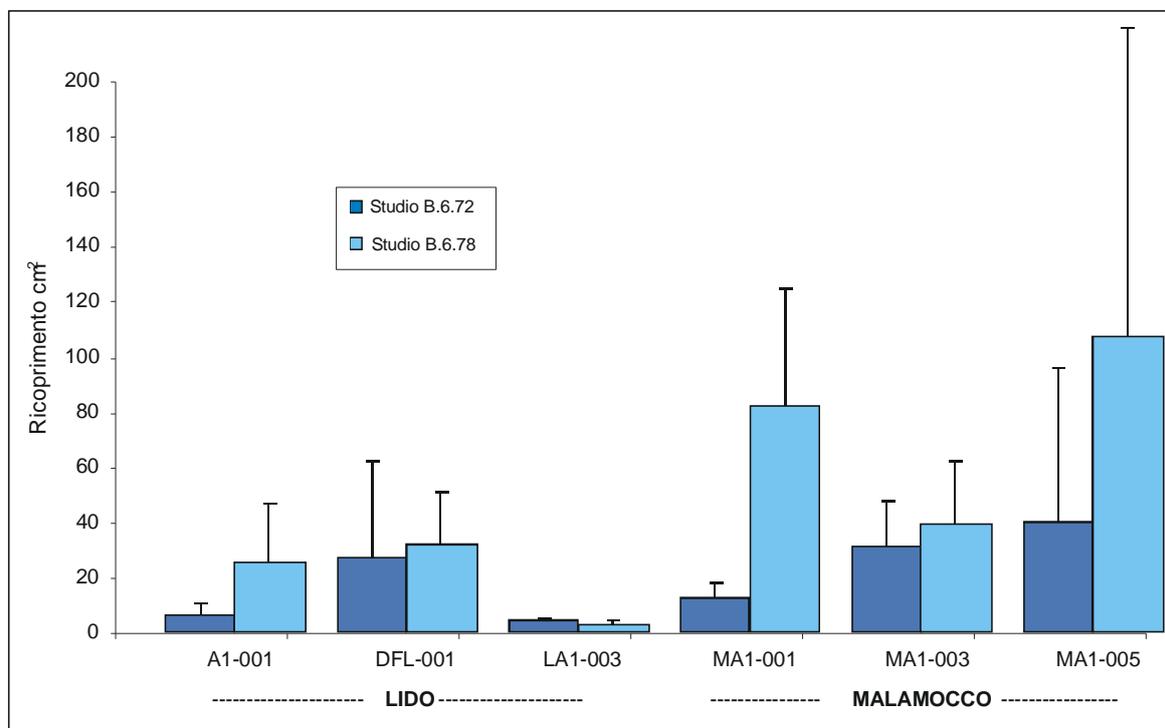


Fig. 4.10 Abbondanza media per affioramento roccioso relativa ai due studi.

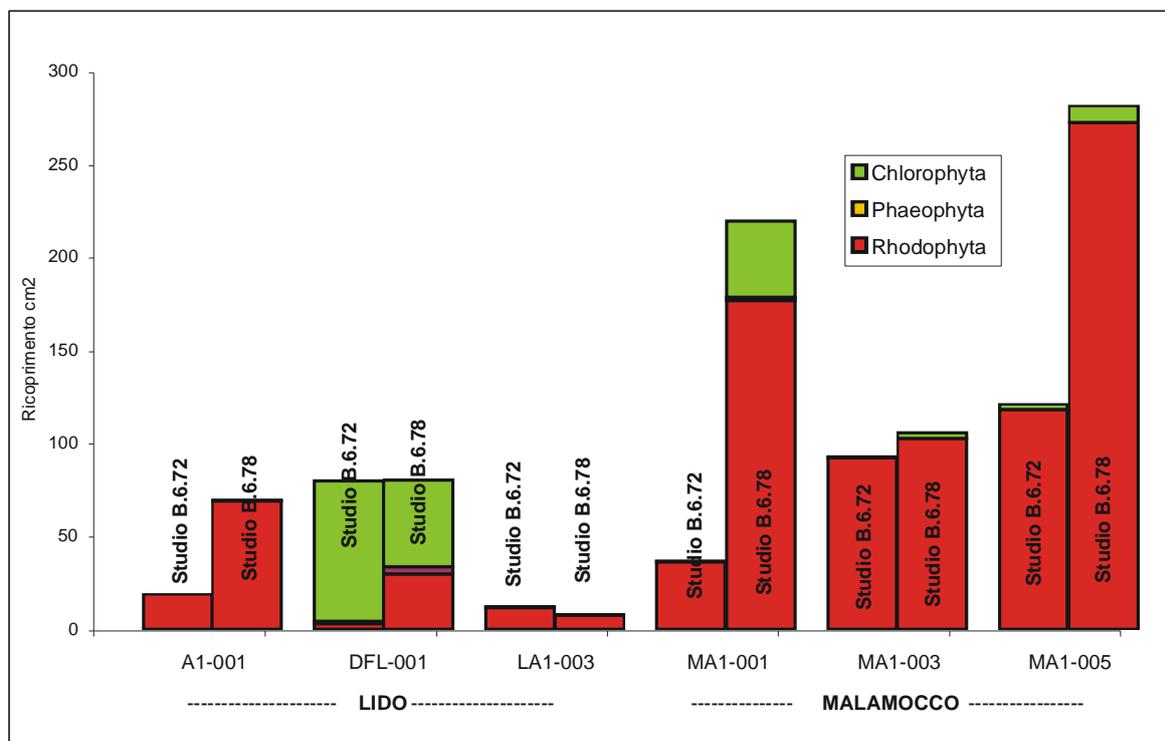


Fig. 4.11 Abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali per gli affioramenti rocciosi indagati. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche

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

Il confronto tra le abbondanze in relazione allo stato ecologico sciafile e fotofile delle macroalghe non mette in evidenza significativi cambiamenti tra i due studi ma solamente variazioni dei livelli di abbondanza (Fig. 4.12). Gli affioramenti più vicini alle due bocche di porto, DFL-001 (Lido) e Ma1-001 (Malamocco), sono quelli che presentano i più elevati valori di specie fotofile (*Ulva* spp.), ma anche di connotazione eutrofia, probabilmente per la loro vicinanza alle bocche di porto.

In questa comparazione delle abbondanze relative delle macroalghe sciafile o fotofile, si deve considerare che i valori di abbondanza sono nel complesso molto limitati e dell'ordine del 5% rispetto alla superficie di campionamento. Pertanto le differenze tra i due studi per questo parametro di valutazione risultano molto limitate.

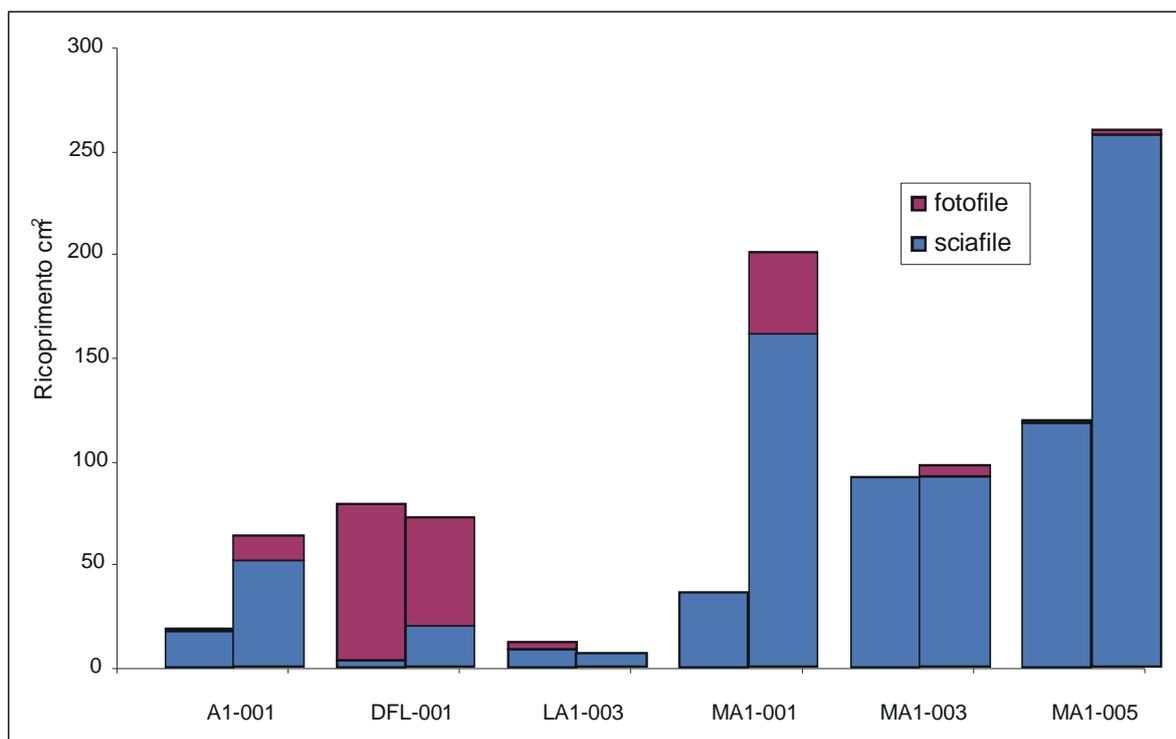


Fig. 4.12 Abbondanza delle macroalghe in relazione al gruppo ecologico sciafile - fotofile

Prima di eseguire un confronto statistico complessivo tra i dati dei due studi mediante metodiche multivariate, è stata eseguita un'analisi ANOSIM per testare il livello di similarità delle tre repliche di ogni singolo affioramento rispetto a quelle degli altri affioramenti. Il coefficiente R di questa analisi ricade al di fuori della distribuzione teorica dei valori di R, confermando che le tre repliche di ogni affioramento differiscono in modo significativo da quelle delle altre stazioni. Appare quindi anche statisticamente giustificabile riunire le tre repliche tra loro per eseguire un'analisi multidimensionale tra i dati degli affioramenti rocciosi dei due studi.

L'analisi MDS (Fig. 4.13) in cui si riportano anche i raggruppamenti che si desumono dalla cluster analysis alla similarità del 30% e del 40% permette alcune prime considerazioni:

- i due affioramenti della bocca di porto di Lido, DFL-001 e LA1-003, appaiono nel complesso simili tra loro in ambedue gli studi e differenziati dagli altri 4 affioramenti nel grafico MDS;
- come si vede dalla distanza che assumo sul grafico MDS, le comunità rilevate nei due studi sull'affioramento DFL-001 risultano diverse da quelle rilevate sempre tra i due anni nell'affioramento LA1-003;
- in ambedue gli studi l'affioramento DFL-001, per caratteristiche della comunità biologica, appare ben distinto da tutti gli altri affioramenti;

- le tegrùe che fanno riferimento alla bocca di porto di Malamocco mostrano una elevata tendenza, però, a raggrupparsi in modo separato per i due studi. Anche l'affioramento roccioso A1-001 che svolge la funzione di "controllo" si pone in due raggruppamenti diversi segnalando la presenza di differenze tra le comunità bentoniche.

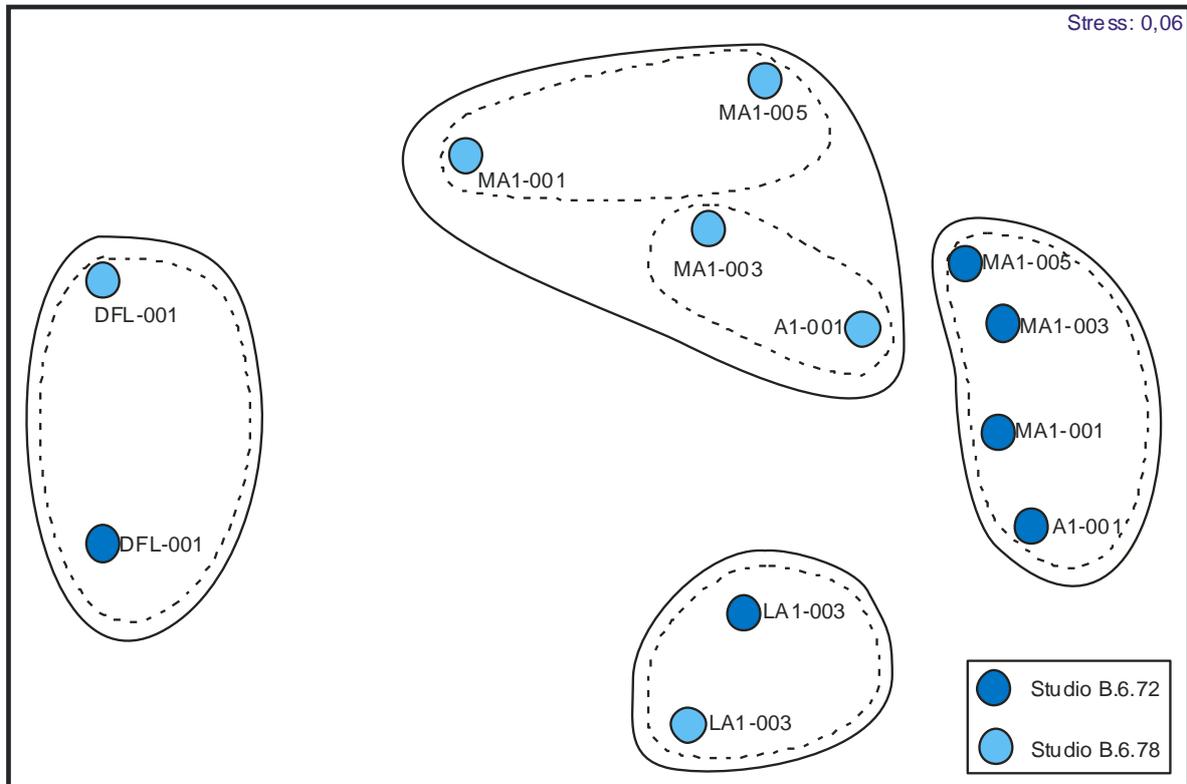


Fig. 4.13 Analisi MDS delle comunità bentoniche degli affioramenti rocciosi dei due studi con sovrapposta la cluster analysis. La linea continua si riferisce ad una similarità del 30% mentre quella discontinua al 40%

Questa modalità di raggruppamento degli affioramenti è stata testata con l'analisi ANOSIM, verificandone una validità statistica con un errore inferiore al 0,1%.

L'analisi MDS indica per gli affioramenti rocciosi di Malamocco una significativa differenza nella struttura delle comunità tra i due studi, mentre per quelli inerenti la bocca di Lido, questa tendenza si ha solamente per l'affioramento A1-001 in quanto negli altri due, DFL-001 e LA1-003, risultano tra loro relativamente simili.

Mediante l'analisi ANOSIM è stata testata l'ipotesi "nulla" che prevede non vi sia differenza tra gli omologhi affioramenti dei due studi. In quest'analisi i valori del coefficiente R ricadono all'interno delle varie permutazioni elaborate per il coefficiente R e quindi si deve accettare l'ipotesi nulla. Nella valutazione complessiva di tutti i 6 affioramenti (Lido e Malamocco) si può quindi affermare che non sono state osservate differenze nelle comunità bentoniche tra i due studi. Dalle valutazioni precedenti, abbiamo però visto che soprattutto gli affioramenti di Malamocco tendono a raggrupparsi diversamente tra i due studi.

Al fine di esplorare ulteriormente le differenze tra le comunità nei due studi, è stata eseguita una ulteriore analisi ANOSIM differenziata tra gli affioramenti delle due bocche di porto utilizzando, però, le singole repliche a tal fine. Sulla base dei valori del coefficiente R, tale analisi ha confermato che tra gli studi B.6.78 e B. 6.72, solamente negli affioramenti della bocca di Lido si ha similarità tra le comunità, mentre per i tre affioranti di Malamocco viene rigettata l'ipotesi nulla che prevede l'assenza di differenze tra le comunità degli studi B.6.78 e B.6.72. I risultati di questa analisi

indicherebbero che negli affioramenti della bocca di Lido, le comunità fitobentoniche risultano tra i due studi relativamente simili tra loro.

Le analisi MDS eseguite in modo separato per gli affioramenti che fanno riferimento alla bocca di Lido e a quella di Malamocco evidenziano bene come solamente negli affioramenti di Malamocco si verifica una chiara differenziazione tra i dati delle comunità bentoniche dei due studi (Fig. 4.14). Al contrario, nella raffigurazione MDS relativa agli affioranti della bocca di Lido si nota una netta tendenza a riunire le repliche dei due studi in relazione allo stesso affioramento roccioso (Fig. 4.15).

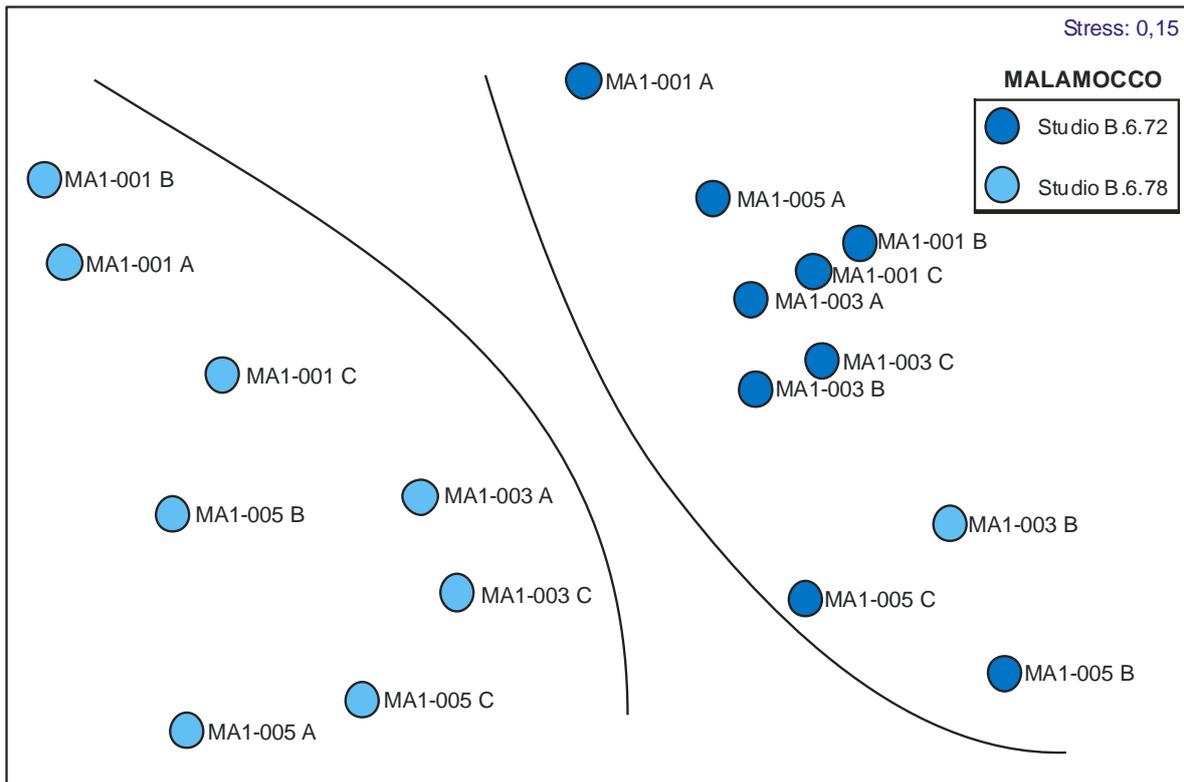


Fig. 4.14 Analisi MDS inerente le repliche degli affioramenti rocciosi per la bocca di Malamocco per gli studi B.6.72 e B.6.78. Le singole repliche sono identificate dalle lettere A, B e C

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

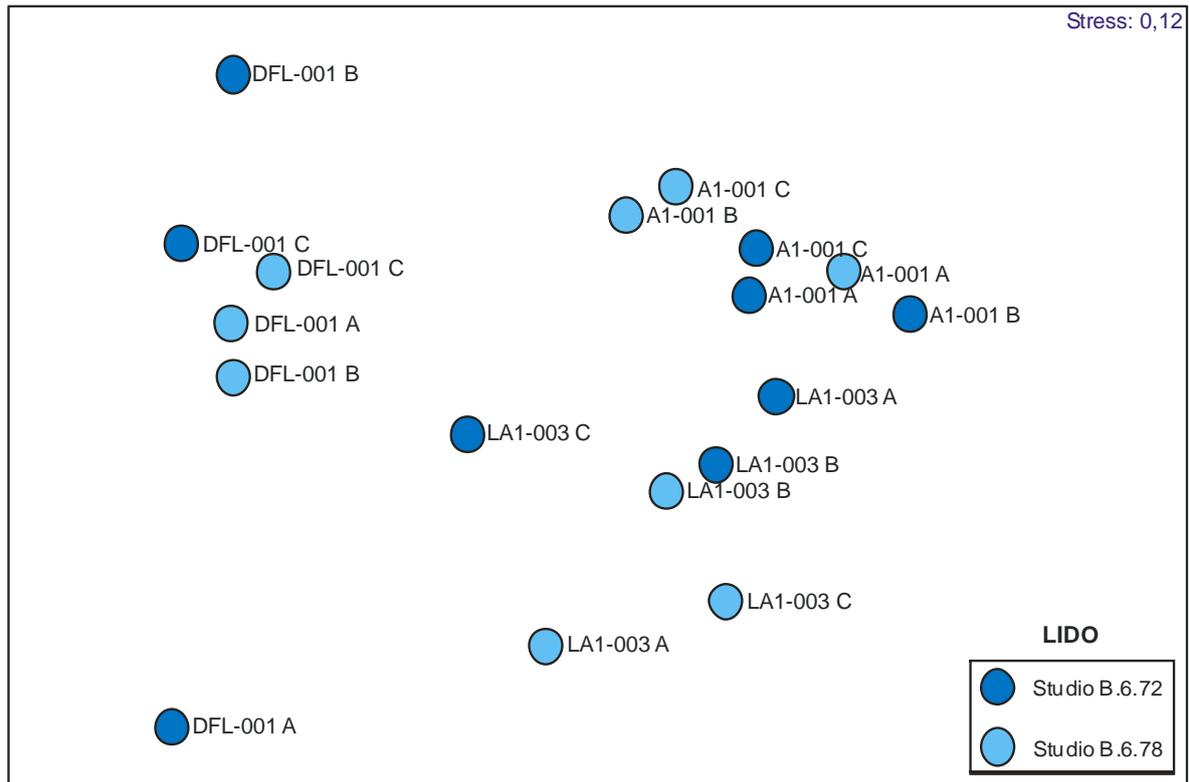


Fig. 4.15 Analisi MDS inerente le repliche degli affioramenti rocciosi per la bocca di Lido per gli studi B.6.72 e B.6.78. Le singole repliche sono identificate dalle lettere A, B e C.

Un'ulteriore conferma di questa diverso comportamento tra gli affioramenti rocciosi delle due bocche si ha anche dall'analisi dei gruppi morfologici [Steneck e Dethier, 1994] nei quali il ricoprimento delle macroalghe è stato ripartito tra filamentose, fogliose, corticate-terete, incrostanti e coriacee. Come si vede nel grafico che confronta i dati dei due studi (Fig. 4.16), per gli affioramenti della bocca di Malamocco si nota chiaramente una maggiore presenza di specie a tallo foglioso nel campionamento B.6.78; per gli affioramenti della bocca di Lido non si nota, invece, nessun trend significativo per quanto riguarda il ricoprimento dei gruppi funzionali.

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

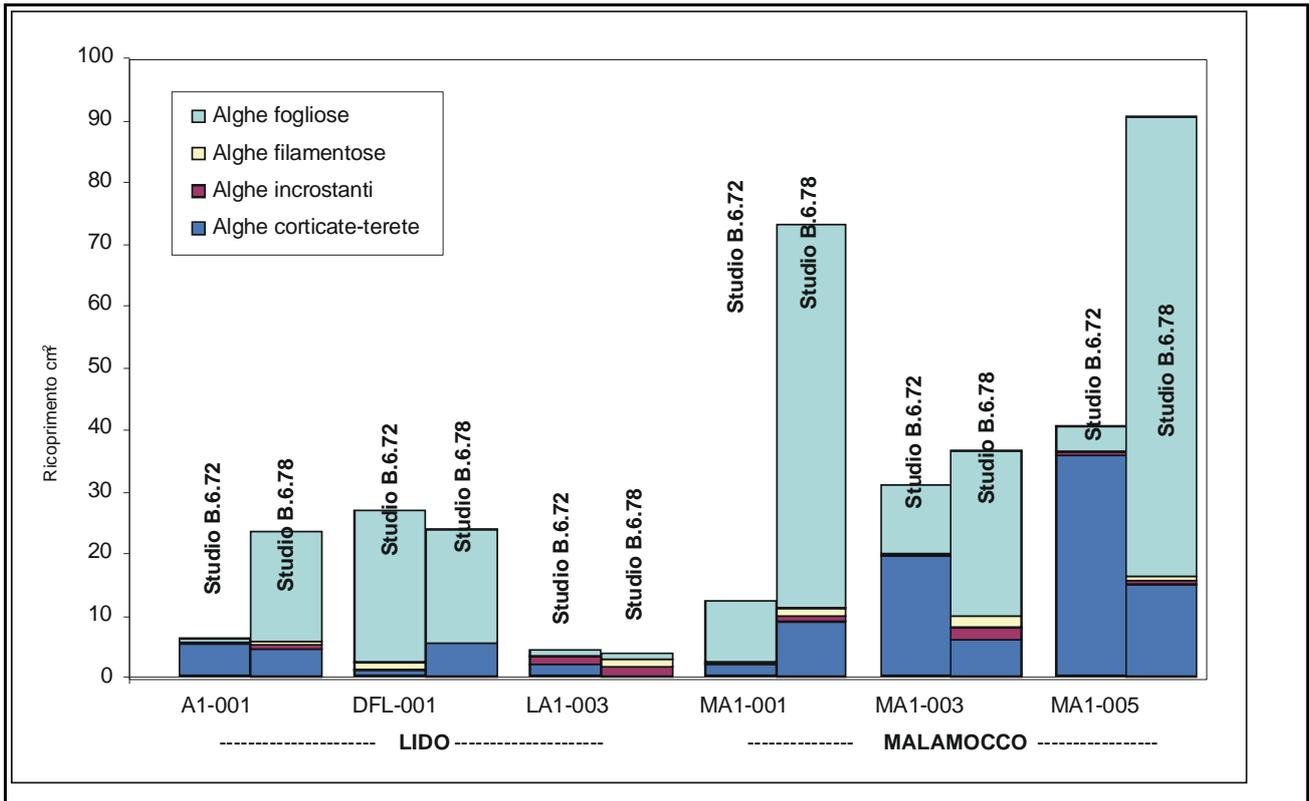


Fig. 4.16 Variazioni del ricoprimento (%) dei gruppi funzionali macroalgali tra gli affioramenti delle due bocche di porto e tra i due studi

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Gli obiettivi di questo rapporto consistono nella valutazione delle comunità bentoniche di alcuni affioramenti rocciosi presenti nelle aree antistanti le bocche di porto di Lido e di Malamocco e nel loro raffronto rispetto a quanto rilevato nello Studio B.6.78. Queste comunità rappresentano validi indicatori di qualità sia stimando la presenza/abbondanza di alcune specie indicatrici, sia soprattutto se si considerano nel loro insieme. Le caratteristiche fisiche e chimiche delle acque in cui questi organismi vivono incidono significativamente perché vanno a modificare quantitativamente e qualitativamente la struttura e la composizione delle comunità.

Sulla base di queste considerazioni, dopo una prima analisi degli organismi algali e zoobentonici che colonizzano gli affioramenti rocciosi, si è proceduto ad un confronto con quelli rilevati nello Studio B.6.78/I, studio ritenuto di riferimento o *ante operam*, al fine di valutare se siano presenti tendenze in atto e valutare se queste siano ascrivibili alle opere in realizzazione alle bocche. Le differenze e le similarità osservate nelle comunità bentoniche dei due studi sono state valutate ricordando sempre come queste comunità biologiche siano incluse nei cosiddetti "*parametri indiretti*", per i quali non esiste una chiara e netta relazione causa-effetto.

A rendere più complessa la valutazione se siano o meno presenti variazioni in atto, c'è il fatto che sono scarse le conoscenze scientifiche sulla struttura e organizzazione delle comunità di "tegnù", soprattutto per quanto riguarda i dinamismi spaziali e temporali. I due studi da porre a confronto, pur facendo riferimento ai medesimi siti, si caratterizzano proprio per un diverso periodo di campionamento che aggiunge, alla normale variabilità naturale, un ulteriore elemento di incertezza. Recenti lavori sulle comunità algali del coralligeno [Abbiati *et al.*, 1996; Piazzini *et al.*, 2004] o di comunità sub-tidali rocciose in generale [Irving e Connell, 2002], come in parte risulta anche da questo lavoro, sembrano infatti confermare una significativa variabilità da ricondurre alle stagioni, alla sedimentazione e alla riduzione della luce. La variabile "stagione" è apparsa evidente proprio nell'esame separato delle due componenti sistematiche, lo zoobenthos e il fitobenthos. Quest'ultimo è risultato più sensibile al diverso periodo di campionamento, poiché le macroalghe manifestano una variabilità più elevata nell'arco dell'anno a causa dei cicli biologici che le caratterizzano, più complessi, spesso legati a fattori climatici stagionali [Cormaci, 1995; Cormaci *et al.*, 2004]. Inoltre, come si è visto dai risultati, la differenza tra le comunità algali dei due anni è apparsa evidente soprattutto per la bocca di Malamocco, mentre è risultata meno marcata e quindi non statisticamente significativa, per la bocca di Lido.

A livello di inquadramento generale appare evidente come non vi sia un corretto bilanciamento tra la componente macroalgale (30 taxa) e quella zoobentonica (192 taxa). Nel complesso la componente fitobentonica è limitata dal fatto che sono stati presi in considerazione affioramenti rocciosi relativamente vicini alle bocche di porto, che non costituiscono strutture di significative dimensioni (spesso lastre o un insieme di massi) e non si elevano sufficientemente dal fondo per ridurre gli effetti della risospensione dei sedimenti adiacenti. A questo si deve poi aggiungere la generale limitata trasparenza delle acque della fascia costiera dei litorali veneti, che non supera in media annuale i 4 m (dati ARPAV balneazione 2003-2004). La ridotta trasparenza media dell'acqua, la continua deposizione di particolato sospeso legata alle caratteristiche delle acque del nord Adriatico e fenomeni di risospensione causati da eventi meteomarinari sono fattori che ostacolano lo sviluppo delle macroalghe in tutti gli affioramenti rocciosi, favorendo solo le specie tipiche di ambienti sciafili. La difficoltà per un equilibrato insediamento della componente macroalgale si coglie innanzitutto dallo sbilanciamento registrato tra le specie sciafile (alghe che vivono in condizioni di scarsa luminosità) e fotofile (alghe che prediligono siti illuminati) che risulta a favore delle prime.

I popolamenti ad alghe fotofile risentono delle variazioni stagionali: il massimo sviluppo si raggiunge durante la primavera, mentre in autunno con l'inizio della stagione fredda, molte specie

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

riducono i loro talli o “raggiungono” la primavera successiva sotto forma di spore. In relazione poi al livello di ricoprimento complessivo raggiunto dalle alghe e in particolare da quelle calcaree (coralline), caratteristiche di questi ambienti di profondità perché gradiscono condizioni sciafile, si conferma come i valori siano bassi se confrontati con quelli di altri siti del Mediterraneo (mediamente superiori a 100%) [Balata *et al.*, 2004; Piazzini *et al.*, 2004]. I valori di copertura delle alghe calcaree rilevati nei nostri siti per ambedue gli Studi (V.6.78 e B.6.72) risultano, invece, in accordo con quelli rilevati in siti sottoposti a sedimentazione [Morganti *et al.*, 2001].

La limitata presenza della componente fitobentonica è in accordo con le osservazioni di altri Autori che hanno verificato che in presenza di ridotta illuminazione ed elevata sedimentazione si verifica una dominanza della componente zoobentonica su quella fitobentonica [Irving e Connell, 2002a, 2002]. Queste considerazioni concordano inoltre con le osservazioni di Casellato *et al.* [2005] circa il fatto che, tra le categorie trofiche zoobentoniche, la componente degli erbivori risulta bassa (<5%), mentre, risulta significativa quella dei filtratori e sospensivori che dipendono in modo più o meno diretto dal particolato a disposizione nelle acque.

Sempre a livello di inquadramento complessivo delle comunità bentoniche, risulta invece più equilibrato il livello ecologico della componente zoobentonica. Negli affioramenti studiati le comunità sono risultate ricche ed articolate, costituite da associazioni di specie coloniali, specie erranti e sessili non coloniali. All'interno di queste comunità si è osservato come vi sia competizione per lo spazio a disposizione; alla presenza quindi di un alto numero di taxa incrostanti, con elevati valori di copertura, corrisponde una presenza minore di specie non coloniali.

Nello Studio B.6.72 le comunità zoobentoniche più ricche per numero di specie sono state rilevate nella tagnù A1-001, relativa alla bocca di Lido, ed MA1-003, per la bocca di Malamocco. A questa significativa ricchezza specifica corrisponde anche una ricchezza in abbondanza e biomassa. L'effetto della vicinanza alla bocca di porto e della profondità si coglie nei diversi valori di copertura che gli affioramenti rocciosi hanno presentato: gli affioramenti più vicini alle bocche (DFL-003 e MA1-001) hanno avuto i valori minori di copertura dello zoobenthos, proprio come quelli posti a minor profondità (MA1-005) nei quali proprio il disturbo dovuto alla sedimentazione e alla torbidità di origine meteomarina è più accentuato.

Delle curve di dominanza emerge un gradiente qualitativo che semplifica la struttura della comunità dalla costa verso il largo. Questa tendenza osservata per lo zoobenthos si coglie anche nei campionamenti delle macroalghe del 2006. Questi risultati sono in accordo con le osservazioni di altri autori [Piazzini *et al.*, 2004; Casellato *et al.*, 2005] circa la correlazione tra impatti naturali o antropici e distanza dalla costa a causa della minore profondità (vedi risospensione sedimenti) e dei maggiori apporti di sedimenti.

Le tagnù dell'area di Malamocco evidenziano bene il gradiente per i parametri numero di taxa e ricoprimento tra gli affioramenti vicini alla bocca e quelli più lontani. Più contrastata appare invece la situazione per la bocca di Lido dove si notano bassi valori di biodiversità e abbondanza delle macroalghe nell'affioramento più vicino alla bocca e una sostanziale similarità tra gli altri due. Nell'affioramento più vicino alla bocca di Lido (DFL-001) si segnala sia nel 2005, sia nel 2006, la presenza di specie eutrofiche e fotofile (*Ulva* spp.) che invece non sono significative per abbondanza negli altri affioramenti. La loro presenza è probabilmente collegata alle caratteristiche delle acque in uscita dalla Laguna e alla relativa bassa profondità del sito.

Nel complesso si può, però, affermare che il livello biologico rilevato dalle macroalghe negli affioramenti di Lido è inferiore a quello degli affioramenti di Malamocco, che mostrano tra loro anche un maggior livello di similarità.

Per quanto riguarda il principale obiettivo di questo rapporto, che consiste nel valutare se siano in atto delle variazioni nell'assetto delle comunità tra i due studi, i segnali che si colgono dal

confronto tra i popolamenti zoobentonici ci forniscono indicazioni talvolta contrastanti. Da un lato si è avuto un aumento di alcuni parametri strutturali della comunità (abbondanza, numero di taxa e biomassa), in particolare per alcune specie coloniali filtratrici alle quali un eventuale aumento di sedimenti in sospensione riduce la capacità filtrante e quindi anche la capacità di crescita ed espansione, dall'altro vi è stato un incremento di specie che indicano la presenza di sedimentazione (ad esempio *Sabellaria spinulosa*). In una valutazione complessiva di quanto osservato per lo zoobenthos, che tiene conto anche del fatto che i campionamenti fanno riferimento a due differenti periodi dell'anno, riteniamo, però, che le variazioni osservate nella struttura e composizione delle comunità zoobentoniche non siano ascrivibili o collegabili in modo oggettivo alle attività di cantiere alle bocche di Porto. Il fatto stesso che le indicazioni che giungono dall'analisi delle comunità dei due diversi periodi siano in alcuni casi contrastanti può significare che, qualora fossero in atto delle modificazioni delle caratteristiche della colonna d'acqua per motivi antropici diretti, le variazioni delle comunità biologiche non sono così marcate da discostarsi ed evidenziarsi da quelle che rientrano nella normale variabilità.

Per la comunità macroalgale degli affioramenti, gli indicatori strutturali numero taxa, ricoprimento e bilanciamento tra le tre componenti sistematiche (alghe rosse, verdi e brune) indicano chiaramente livelli di qualità biologica inferiore per il presente studio rispetto al corrispondente B.6.78. Il maggiore livello qualitativo rilevato nei campionamenti del 2005 è evidenziato dal fatto che il numero di taxa in alcune tagnùe risulta da 2 a 3 volte superiore al presente studio (2006); anche la presenza di alghe brune (Phaeophyta), seppur limitata nel complesso, è sicuramente un segnale di miglior equilibrio complessivo per le comunità campionate nel 2005. Questi dati non positivi, devono però tener conto che nel 2006 i rilievi sono stati eseguiti nel periodo invernale quando la biodiversità macroalgale è probabilmente ai livelli minimi. Tuttavia, un riscontro di quanto affermato si può avere solo eseguendo dei campionamenti in periodi corrispondenti a quello dello Studio B.6.78. Il fatto stesso che la valutazione della componente zoobentonica rileva sostanziali variazioni negli assetti delle comunità tra i due studi in oggetto ci è di indicatore del fatto che il fattore "periodo di campionamento" sia probabilmente il maggiore responsabile di questa diversità per le macroalghe. A sostegno del fatto che le variazioni osservate non siano da ricondurre alle attività in corso alle bocche c'è anche il fatto che, pur non essendo le comunità fitobentoniche di livello ecologico elevato, in nessuno dei due anni sia stato rilevato un incremento di *turf forming species*, come messo in evidenza in altre località del Mediterraneo sottoposte a stress o impatti [Cormacie Furnari, 1999; Munda, 1993; Airoidi e Cinelli, 1997; Balata *et al.*, 2004; Piazza *et al.*, 2004].

È interessante rilevare che, se valutati complessivamente, i sei affioramenti non evidenziano differenze statisticamente significative per quanto riguarda il fitobenthos. Diversa è invece la valutazione se si considerano separatamente le due bocche e si confrontano le comunità rilevate nei due studi. Le comunità degli affioranti della bocca di Malamocco mostrano una significativa differenza tra i due studi, aggregandosi nel grafico MDS in modo separato, mentre per quelle della bocca di Lido non si ha una significativa differenziazione tra gli anni. Questo schema si ripropone anche suddividendo le alghe nei gruppi funzionali: negli affioranti della bocca di Lido non si notano significative differenze, mentre, in quelli della bocca di Malamocco si rileva una differenza nelle specie a tallo foglioso. Riteniamo che la variazione di abbondanza che denota questa componente algale sia dovuto al diverso periodo di campionamento (inverno *vs* primavera) piuttosto che ad un impatto delle attività di cantiere, che incide in modo differente sulle comunità delle due bocche.

Tenendo sempre in considerazione le valutazioni fatte per la componente zoobentonica, che coglie in modo più marcato la differenza tra le comunità tra i due studi, riteniamo che la componente macroalgale presenti questa diversità solamente per gli affioramenti dell'area di Malamocco, per il fatto che presentano una biodiversità superiore per la morfologia degli affioranti (meno lastrure, maggior compattezza dei corpi, minori effetti di risospensione) e per il contesto geografico-

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

idrodinamico in cui sono collocati. La maggiore biodiversità induce però tra le stagioni anche delle differenze più marcate nella comunità fitobentonica degli affioranti di questa bocca; ciò è meno probabile che avvenga per gli affioramenti della bocca di Lido che presentano comunità meno diversificate e più monotone.

In relazione a quanto osservato, ci sembra ragionevole non attribuire alle attività in corso alle bocche il diverso comportamento rilevato nel fitobenthos tra gli affioramenti delle due bocche, per il fatto che queste attività si sono svolte e si svolgono tuttora in ambedue i siti contemporaneamente e con simili livelli di possibile impatto. Gli affioramenti A1-001 e MA1-005 che svolgono la funzione di controllo, perché posti ad un'adeguata distanza dai possibili impatti, avrebbero dovuto avere un simile comportamento nella comunità fitobentonica in entrambe le bocche, essere simili tra i due anni o differenziarsi, essendo paragonabile l'ipotetico impatto. Viceversa, gli affioramenti che svolgono la funzione di controllo dal punto di vista macroalgale si comportano in ambedue le bocche di porto esattamente come i relativi affioramenti potenzialmente impattati, tutti e tre con comunità bentoniche confrontabili tra il 2005 e 2006 nella bocca di Lido, oppure tutti e tre con comunità diversa tra i due anni. Poiché le comunità dei due siti di controllo hanno lo stesso trend dei siti impattati, si può ritenere che la differenziazione sia di altra natura rispetto ad un impatto legato alle opere.

I successivi campionamenti potranno aiutare a meglio interpretare i trends osservati in questa prima fase del monitoraggio e comprendere quanto il fattore stagionalità intervenga sulla struttura e composizione di queste comunità. In sede di pianificazione operativa del secondo anno dello Studio B.6.72, a seconda degli obiettivi che si vorranno raggiungere, si dovrà quindi valutare se eseguire i campionamenti in sovrapposizione con lo studio di riferimento (primavera-estate 2007) o con il presente studio (dicembre 2006-gennaio 2007).

6 BIBLIOGRAFIA

- Abbiati M., Virgilio M., Querci J., 1996. Spatial and temporal variability of species distribution on a sublittoral rocky cliff in the Ligurian Sea. *S.It.E. Atti*, 17: 337-340.
- Airoldi L., Cinelli F., 1997. Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J Exp Mar Biol Ecol* 215: 269-288.
- Balata D., Piazzì L., Pica D., Cinelli F., 2004. Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre), Siena.
- Boldrin A. 1979. Aspetti ecologici delle formazioni rocciose dell' Alto Adriatico. *Atti Conv. Scien. Naz. Prog. Oceanog.*: 1197-1207.
- Boudouresque Ch.F., 1971. Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse Doct. Univ. Marseille Luminy: 624 pp.
- Casellato S., Sichirollo E., Cristofoli A., Masiero L., Soresi., 2005. Biodiversità delle "tegnùe" di Chioggia, zona di tutela biologica nel nord Adriatico. *Biol. Mar. Medit.* 12: 69-77.
- Cesari P., Mizzan L., 1994.- Dati sulla malacofauna marina costiera del Veneziano. *Boll. 224 Mus. Civ. St. Nat. Venezia*. XLIII. 179-190.
- 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.
- Colombo G., Ferrari I, Ceccherelli V. U. & Rossi R., 1991. Marine eutrophication and population dynamics. *Proc. 25th EMBS, Olsen & Olsen, Fredensborg DK*: 394 pp.
- Cormaci M., 1995. Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 129: 357-366.
- Cormaci M., Furnari G., 1991. Phytobenthic communities as monitor of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia*, XVII, Suppl., 1: 177-198.
- Cormaci M., 1995. Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 129: 357-366.
- Cormaci M., Furnari G., 1999. Changes of the benthic algal flora of the Tremiti Islands (southern Adriatic) Italy. *Hydrobiologia* 399: 75 - 79.
- Cormaci M., Furnari G., Giaccone G., 2003 - Macrofitobenthos. In: Gambi M.C., Dappiano M., (ed.), 2003 - Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. *Biol. Mar. Medit.* 10 (Suppl): 233-262.
- Curiel D., Orel G., Marzocchi M., 2001. Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Boll. Soc. Adriatica Sc.*, LXXX: 3-16.
- Curiel D., Scattolin M., Gentilin S., Marzocchi M. 2004. Le macroalghe dei substrati duri delle isole della Laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.* 29, 47-57.
- Dorigo W., 1983. Venezia, Origini. Fondamenti, ipotesi, metodi, I-III. Electa, Milano.
- Gabriele M., Bellot A., Gallotti D., Brunetti R., 1999. Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* XL. 65-76.
- Giaccone, G. 1971. Significato biogeografico ed ecologico di specie algali delle coste italiane. *Natura e Montagna*, 4: 41-47.
- <http://www.aiam.info/05/scheda.php?genere=Chondrilla&specie=nucula>

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

- Irving A.D. e Connell S.D., 2002. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia* 41: 517-522
- Irving A.D., Connell S.D., 2002. Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 245: 83-91
- Kollmann H. Stanchowitsch M., 2001. Long-Term Changes in the Benthos of the Northern Adriatic Sea: a Phototranssect Approach. *Marine Ecology* 22 (1): 135-154.
- Magistrato alle Acque, 2003 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2004 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Rilievo del macrozoobenthos in Laguna in corrispondenza delle aree di bocca. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2005a - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Misure delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nelle aree delle bocche di porto. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005b. Rilievo delle fanerogame marine in Laguna di Venezia con taratura di un sistema di telerilevamento e completamento delle conoscenze sulle macroalghe. MELa2 - Attività A - Resocontazione finale della distribuzione della vegetazione acquatica sommersa (fanerogame marine e macroalghe) in Laguna di Venezia (2002-2003-2004). Rapporto finale. I anno. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque. 2005c. Attività di monitoraggio ambientale della Laguna di Venezia - Esecutivo del 2° stralcio triennale (2002-2005) Mela2 - Attività 3C.4.5 - Rilievo della distribuzione delle comunità bentoniche lagunari di substrato molle. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2005d - Studio B.6.72/B1. Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche di porto. Pianificazione operativa - Area Ecosistemi di pregio. Macroattività: Affioramenti rocciosi, Tegnùe. Esecutore: CORILA-SELC.
- Magistrato alle Acque, 2005e - Studio B.6.72/B1. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore CORILA-L. Mizzan.
- Magistrato alle Acque, 2006 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Valutazioni dello stato ecologico degli affioramenti rocciosi nelle aree prossime alle bocche di porto. Relazione finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore L. Mizzan.
- Marzocchi M., Curiel D., Scattolin M. 2003. Variazioni del fitobenthos di substrato duro della Laguna di Venezia tra il mare e la terraferma. *Boll. Mus. civ. St. nat. Venezia*, 54, 5-17.
- Mizzan L., 1992. Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*. 41 (1990): 7-54.
- Mizzan L., 1994. Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa fra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat. Venezia* 18: 83-88.
- Mizzan L., 1995. Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. *ASAP Venezia*: 46 pp.

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

- Mizzan L., 1999. Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane. Primi risultati di un progetto di indagine. . Boll. Mus. Civ. St. Nat. Venezia. L.: 195-212.
- Munda I., 1993. Change and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia*, 260-261: 239-253.
- Olivi G., 1792 - *Zoologia Adriatica*. Reale Accademia Sc. Lett. Arti, 344 pp.
- Piazzì L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F., 2004. Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination, *Bot. Mar.* 47: 105-115.
- Ponti M., 2001. Aspetti biologici ed ecologici delle "tegnùe": biocostruzione, biodiversità e salvaguardia. Chioggia, *Rivista di studi e ricerche*, 18: 179-204.
- Sacchi F.C., Occhipinti A.A., Sconfitti R., 1989. Les lagunes nord-adriatiques: un environnement conservateur ouvert aux nouveautés. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 114: 47-60.
- Sfriso A., La Rocca B., Godini E. 2002. Inventario di taxa macroalgali in tre aree della laguna di Venezia a differente livello di trofia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.* 27, 85-99.
- Simone Mariani, Teresa Alcoverro, María-J. Uriz and Xavier Turon - Early life histories in the bryozoan *Schizobrachiella sanguinea*: a case study. *Marine Biology*, 147(3): 735-745.
- Soresi S., Cristofoli A., Masiero L., Casellato S., 2004. Benthic communities of rocky outcrops in the northern Adriatic Sea: a quantitative survey. In: *Rapport du 37e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée*. Barcellona, pp. 331.
- Stefanon A., 1966. First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). *XX Congrès-Assemblée Plénière de la C.I.E.S.M.M.* in *Rapp. Comm. int. Mer. Médit.* 19(4): 648-649.
- Stefanon A., 2001. Cenni sulla geologia e gli organismi costruttori delle "tegnùe". Chioggia, *Rivista di studi e ricerche*, 18: 171-178.
- Villano N., 1990. I Poriferi di alcune stazioni a substrati solidi delle coste veneziane. Tesi di Laurea inedita. Università di Padova.