



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

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/2**

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

Contratto prot.n. 17128 si/gce/fbe

Documento **MACROATTIVITÀ: AFFIORAMENTI ROCCIOSI,
TEGNUE
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **3 Luglio 2007**

Redazione

Dott. Daniele Curiel
(SELC)

Verifica

Dott. Luca Mizzan

Verifica

Prof.ssa Patrizia Torricelli

Approvazione

Ing. Pierpaolo
Campostrini

Indice

1 INTRODUZIONE.....	3
1.1 Introduzione storica	3
1.2 Lo Studio B.6.78-I/II.....	4
1.3 Gli studi B.6.72-B/1 e B.6.72-B/2.....	6
1.4 Obiettivi degli studi B.6.72-B/1 e B.6.72-B/2.....	7
1.5 Principali evidenze del primo anno di monitoraggio: Studio B.6.72-B/1	8
2 AREEE DI STUDIO E METODOLOGIA	10
2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi.....	10
2.2 Metodologia per la conduzione dei campionamenti.....	17
2.3 Metodologie di laboratorio.....	20
2.3.1 <i>Macrozoobenthos</i>	20
2.3.2 <i>Macrophytobenthos</i>	21
3 RISULTATI.....	24
3.1 Macrozoobenthos	24
3.1.1 <i>Consistenza e composizione zoobentonica</i>	24
3.1.2 <i>Tecniche distribuzionali</i>	33
3.1.3 <i>Analisi multivariata</i>	43
3.2 Macrophytobenthos	47
3.2.1 <i>Consistenza e composizione floristica</i>	47
3.2.2 <i>Analisi statistica e indici di diversità</i>	54
4 CONFRONTI E VALUTAZIONI CON GLI STUDI PRECEDENTI.....	59
4.1.1 <i>Premessa</i>	59
4.1.2 <i>Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 (B/1 e B/2) e B.6.78</i>	59
4.1.3 <i>Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 (B/1 e B/2) e B.6.78</i>	70
5 CONSIDERAZIONI FINALI	80
6 BIBLIOGRAFIA.....	83

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, da pochi metri quadri nelle minori alle diverse migliaia di metri quadri nelle maggiori, con elevazioni dal fondale che variano 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 [Stefanon, 2001]:

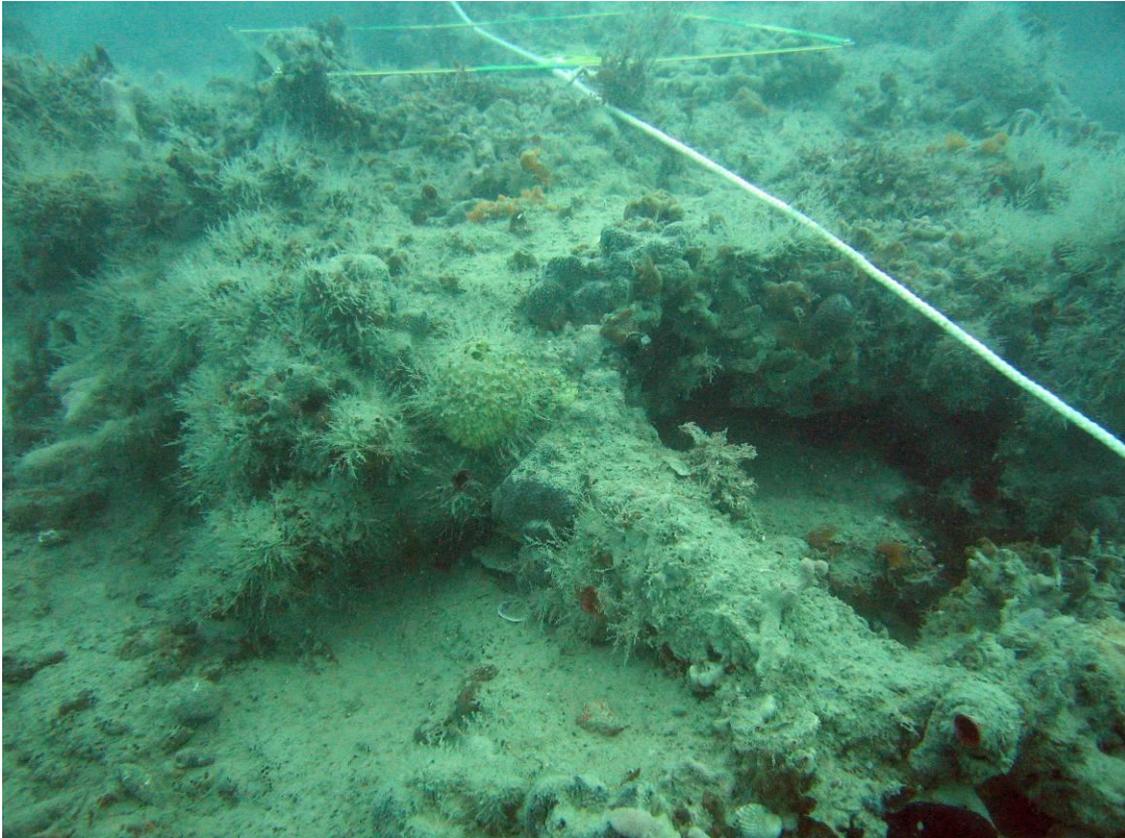
1. **rocce sedimentarie clastiche** formate per cementazione carbonatica di sedimenti (sabbie) o detrito organogeno (essenzialmente tanatocenosi a molluschi);
2. **rocce sedimentarie di deposito chimico**, formatesi probabilmente in seguito all'emersione di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo 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; ARPAV, 2006] che hanno permesso di evidenziare la grande ricchezza che queste strutture possono ospitare e riconducibile 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, le informazioni sulle comunità macrofitobentoniche delle "tegnùe" sino a qualche anno fa erano 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 riportava le specie presenti in questi affioramenti rocciosi si riferiva ai tratti di mare antistanti la Laguna di Grado e Marano [Curiel *et al.*, 2001]. Un recente

lavoro eseguito da ARPAV [2006] negli anni 2005-2006 ha permesso di colmare questa lacuna anche per le tagnùe del tratto di mare del litorale veneto, evidenziando una significativa ricchezza fitobentonica.



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 sia 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 degli affioramenti rocciosi situati lungo la fascia costiera (tegnùe).

Per questa attività, le aree interessate dalla dispersione dei sedimenti potenzialmente generati dalle attività dei cantieri alle bocche sono state 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). Sono stati così individuati gli affioramenti potenzialmente impattati dalle attività di cantiere e quelli da considerare invece di controllo perché ritenuti esterni al possibile areale di impatto. Le attività di individuazione e caratterizzazione degli affioramenti rocciosi in tali aree, 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

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

fornire una omogenea valutazione complessiva, che potesse essere di riferimento per il monitoraggio degli eventuali impatti dei cantieri alle bocche (Fig.1.1).

Nello schema sottostante sono riportate le aree rilevate nelle due fasi dello studio *ante operam*:

	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.

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.

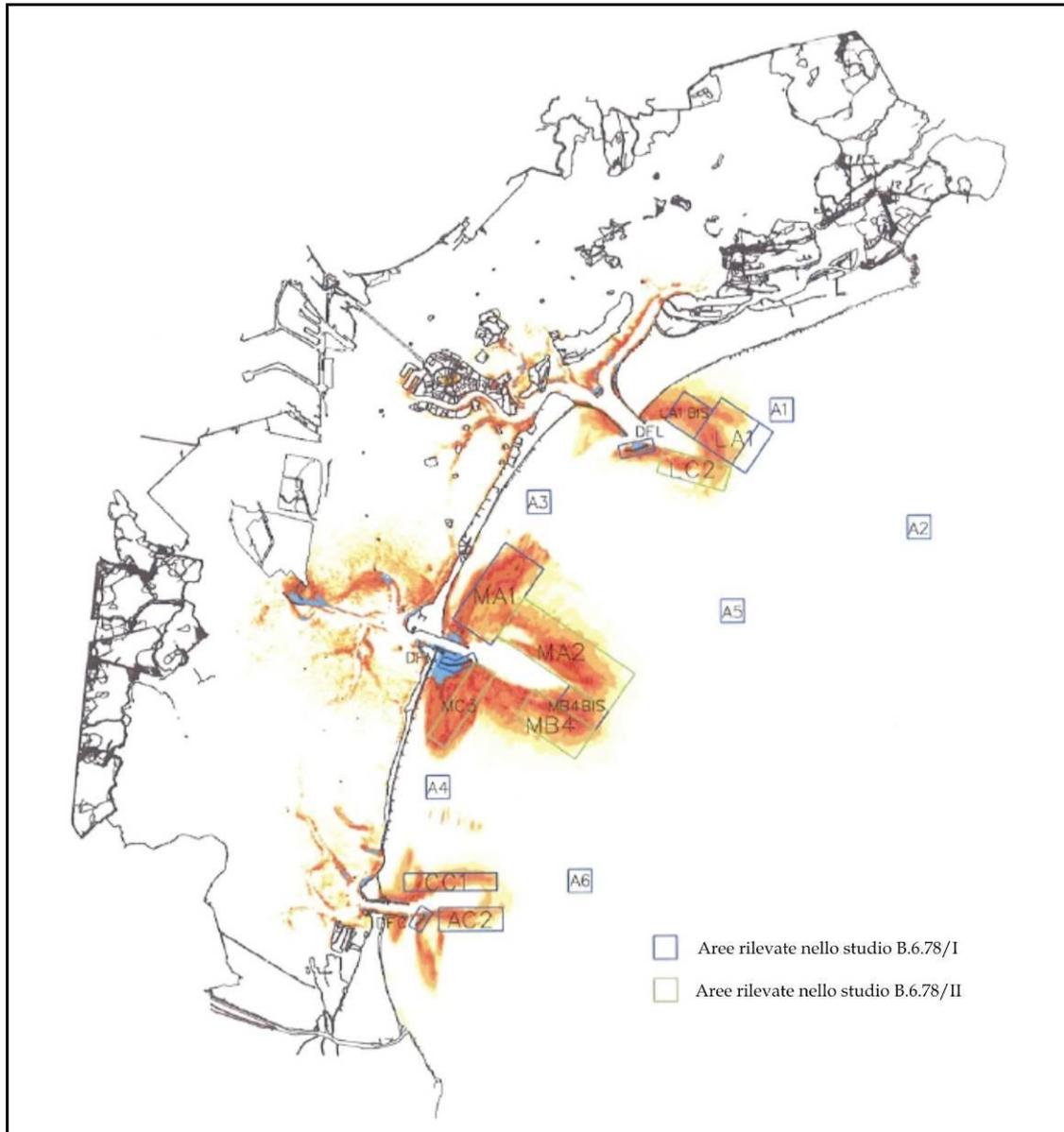


Fig. 1.1 Modello idrodinamico dispersivo con le aree interessate dai rilievi dello Studio B.6.78 I/II.

1.3 Gli studi B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2

Gli studi B.6.72 B/I e B.6.72 B/2 sino ad ora eseguiti hanno lo scopo di monitorare i possibili effetti, segnalati 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 relazioni causa-effetto perché possono manifestare situazioni di stress in tempi successivi alle attività di cantiere o per cause diverse dai cantieri.

Gli 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 questi studi. 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 del 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 [Airoldi e Cinelli, 1987; Irving e Connell, 2002a,b]. 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.

1.4 Obiettivi degli studi B.6.72 B/1 e B.6.72 B/2

Gli studi hanno 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. Da sottolineare che lo studio B.6.78 è stato eseguito durante la primavera 2005. Le campagne di monitoraggio del primo e secondo anno sono state invece eseguite in periodo invernale. Dato che la stagione di campionamento è importante perché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie fito-zoobentoniche tale aspetto verrà attentamente valutato nell'analisi dei risultati.

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.

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 o di quelli di altri lavori inerenti gli affioramenti rocciosi, dovrebbe permetterci di evidenziare delle tendenze in atto qualora le attività di cantiere determinassero un impatto. 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 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 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 delle comunità bentoniche di teggna. 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 teggne 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]. Inoltre, è stato più volte evidenziato come la morfologia dei siti e gli andamenti meteo-climatici incidano in modo determinante sulla variabilità interannuale delle comunità sia fito, sia zoobentoniche [Magistrato alle Acque, 2005b, 2005c].

1.5 Principali evidenze del primo anno di monitoraggio: Studio B.6.72 B/1

I campionamenti eseguiti nel primo anno di monitoraggio (inverno 2005-2006) hanno evidenziato uno sbilanciamento tra la componente macroalgale (30 taxa) e quella zoobentonica (192 taxa). La comunità fitobentonica è forse limitata dal fatto che sono stati selezionati affioramenti relativamente vicini alle bocche di porto, di scarsa elevazione e dimensione (spesso lastrure o un insieme di massi) che risentono degli effetti della risospensione dei sedimenti adiacenti. La ridotta trasparenza media dell’acqua (3-4 m - dati ARPAV), 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 netta prevalenza della componente macroalgale sciafila (alghe che vivono in condizioni di scarsa luminosità) rispetto a quella fotofila (alghe che prediligono siti illuminati) conferma la presenza di fattori che limitano lo sviluppo delle macroalghe, soprattutto in termini di abbondanza. Nel complesso il livello biologico rilevato dalle macroalghe negli affioramenti di Lido è inferiore a quello degli affioranti di Malamocco, che mostrano tra loro anche un maggior livello di similarità.

La componente zoobentonica è risultata, invece, più equilibrata e 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; quindi alla presenza di un alto numero di taxa incrostanti, con elevati valori di copertura, corrisponde una presenza minore di specie non coloniali.

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

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

(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.

Il confronto con i dati dello Studio *ante operam* di riferimento (primavera 2005) evidenzia differenze nella struttura della comunità zoobentonica e fitobentonica che non sono però ascrivibili o collegabili in modo oggettivo alle attività di cantiere alle bocche di porto. Per lo zoobenthos 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; inoltre c'è stato un incremento di specie che indicano proprio la presenza di sedimentazione (ad esempio *Sabellaria spinulosa*).

Per la comunità macroalgale, gli indicatori strutturali numero taxa, ricoprimento e bilanciamento tra le tre componenti sistematiche (alghe rosse, verdi e brune) evidenziano chiaramente livelli di qualità biologica inferiore per il presente studio rispetto al corrispondente Studio di riferimento. È interessante rilevare che, per quanto riguarda il fitobenthos, se valutati complessivamente, i sei affioramenti non evidenziano differenze statisticamente significative. L'esame separato tra le due bocche di porto rivela però come le comunità degli affioranti della bocca di Malamocco mostrino una significativa differenza tra i due studi, mentre per quelle della bocca di Lido non si ha una significativa differenziazione tra gli anni.

In relazione a quanto osservato, ci era sembrato ragionevole non attribuire alle attività in corso alle bocche il diverso comportamento rilevato nelle comunità fitobentoniche tra gli affioramenti delle due bocche, per il fatto che queste attività si sono svolte in ambedue i siti contemporaneamente e con simili livelli di possibile impatto. A rafforzare quest'ipotesi vi era inoltre il fatto che in queste variazioni erano coinvolte anche le stazioni di controllo, presumibilmente meno o affatto interessate dagli impatti antropici in questione (cantieri alle bocche).

2 AREE DI STUDIO E METODOLOGIA

2.1 Scelta degli affioramenti rocciosi

Nel secondo anno di monitoraggio (campagna invernale eseguita nel dicembre 2006) sono state riconfermate le medesime stazioni (affioramenti rocciosi) campionate nello Studio B.6.72 B/1.

La scelta delle bocche di porto in cui individuare degli affioramenti rocciosi idonei a svolgere anche nel tempo una funzione di monitoraggio è riconducibile a decisioni prese nelle fasi preliminari ai primi interventi di monitoraggio eseguiti negli anni precedenti e già indicate nel Rapporto di Pianificazione Operativa (“Identificazione dei siti di campionamento biologico aree di Monitoraggio”, Studio B.6.72 B/1). I criteri di scelta hanno 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, portando alla decisione 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 (Fig. 1.1). 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 un'alternativa, quello effettivamente utilizzato dagli operatori in immersione.

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

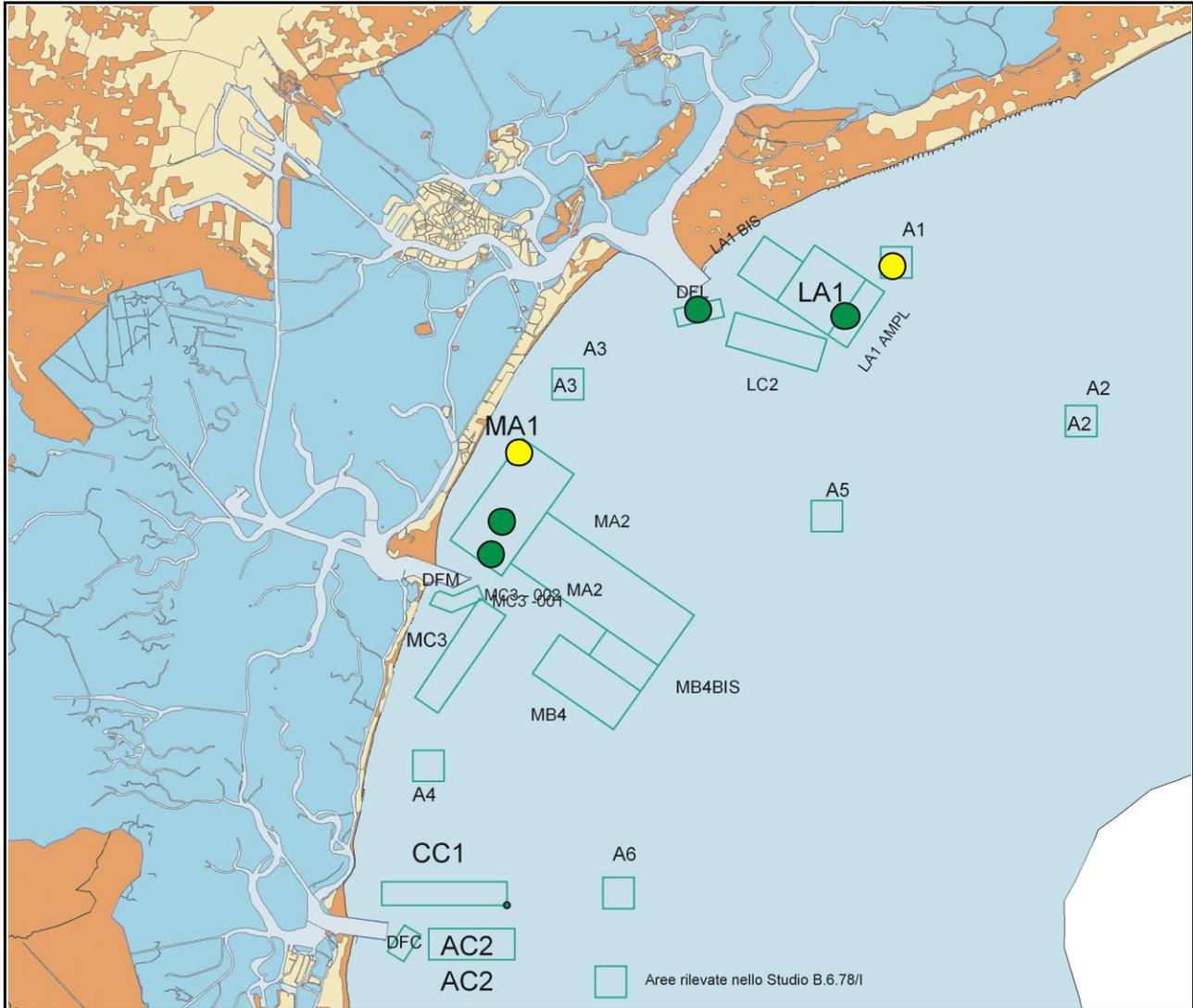


Fig. 2.1 Localizzazione delle aree dove sono collocati i 6 affioramenti rocciosi. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. Nella figura sono riportate tutte le aree indagate nello Studio B.6.78 I/II.

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

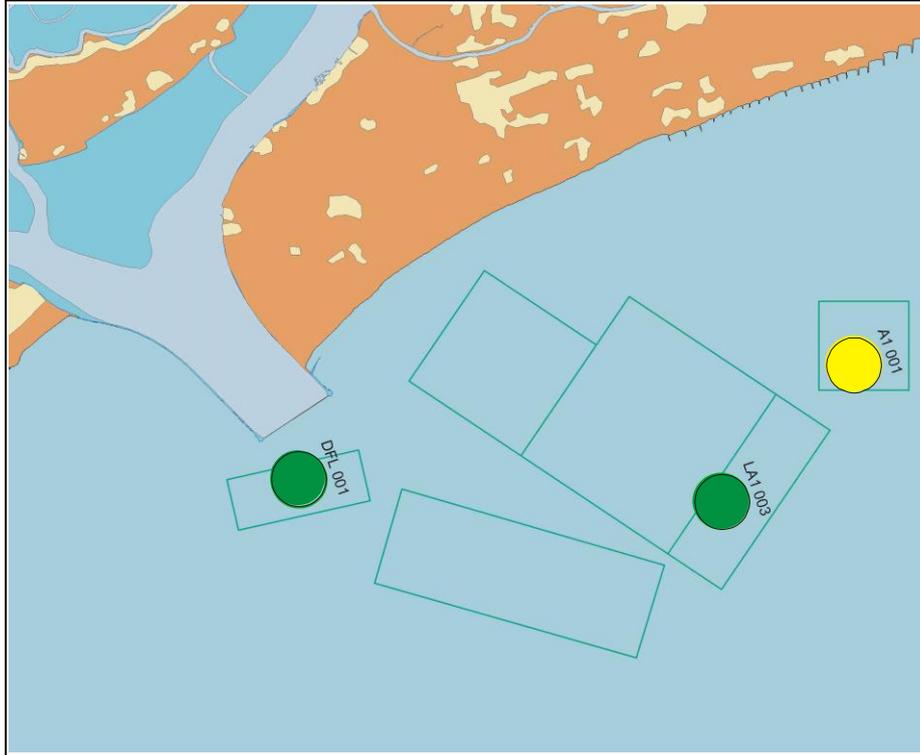


Fig. 2.2 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Lido. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78.

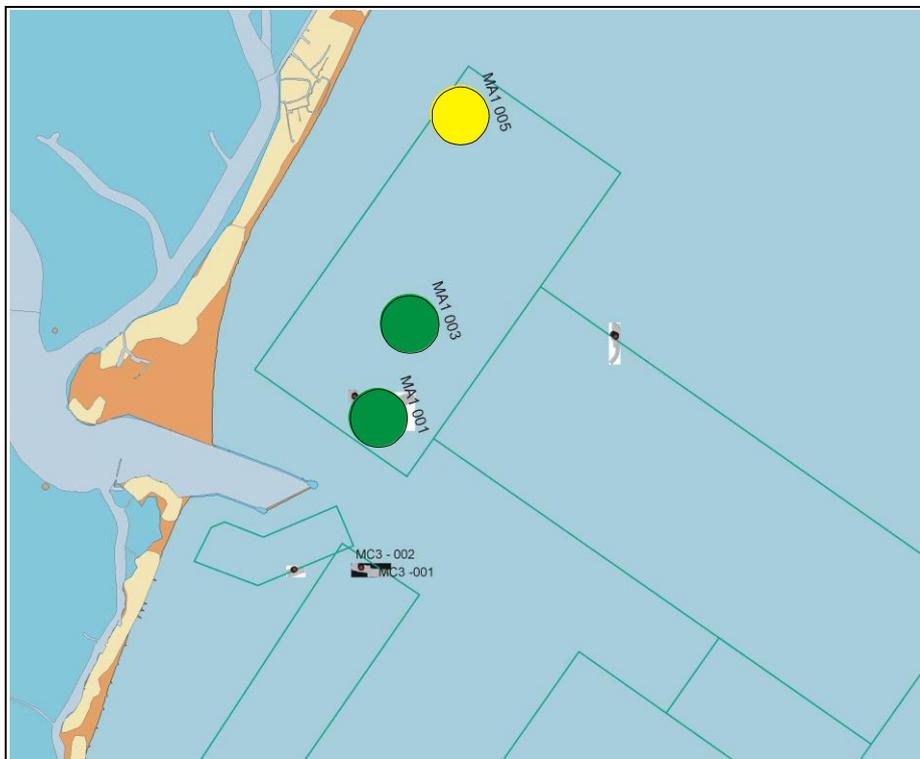


Fig. 2.3 Localizzazione dei tre affioramenti di campionamento della bocca di porto di Malamocco. In verde gli affioramenti potenzialmente impattati e in giallo quelli di controllo. La nomenclatura degli affioramenti fa riferimento a quella riportata nello Studio B.6.78.

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

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

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

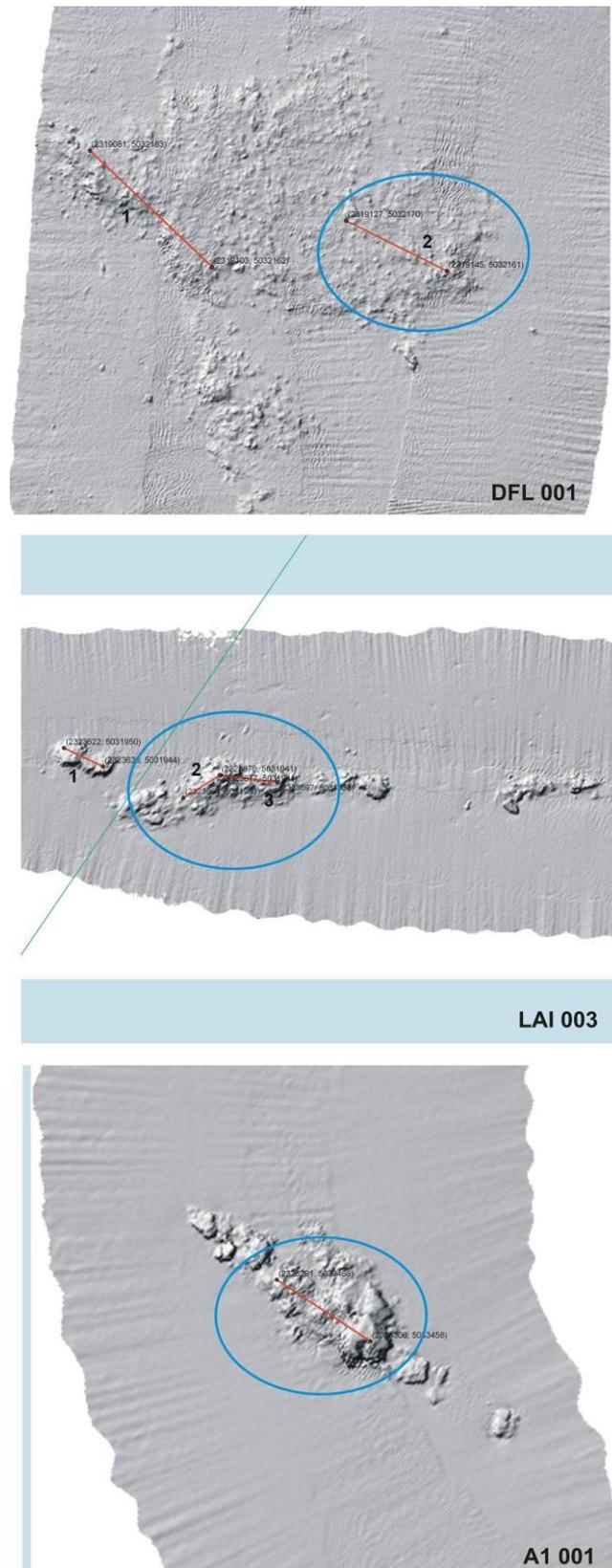


Fig. 2.4 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Lido.
Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un'alternativa.

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

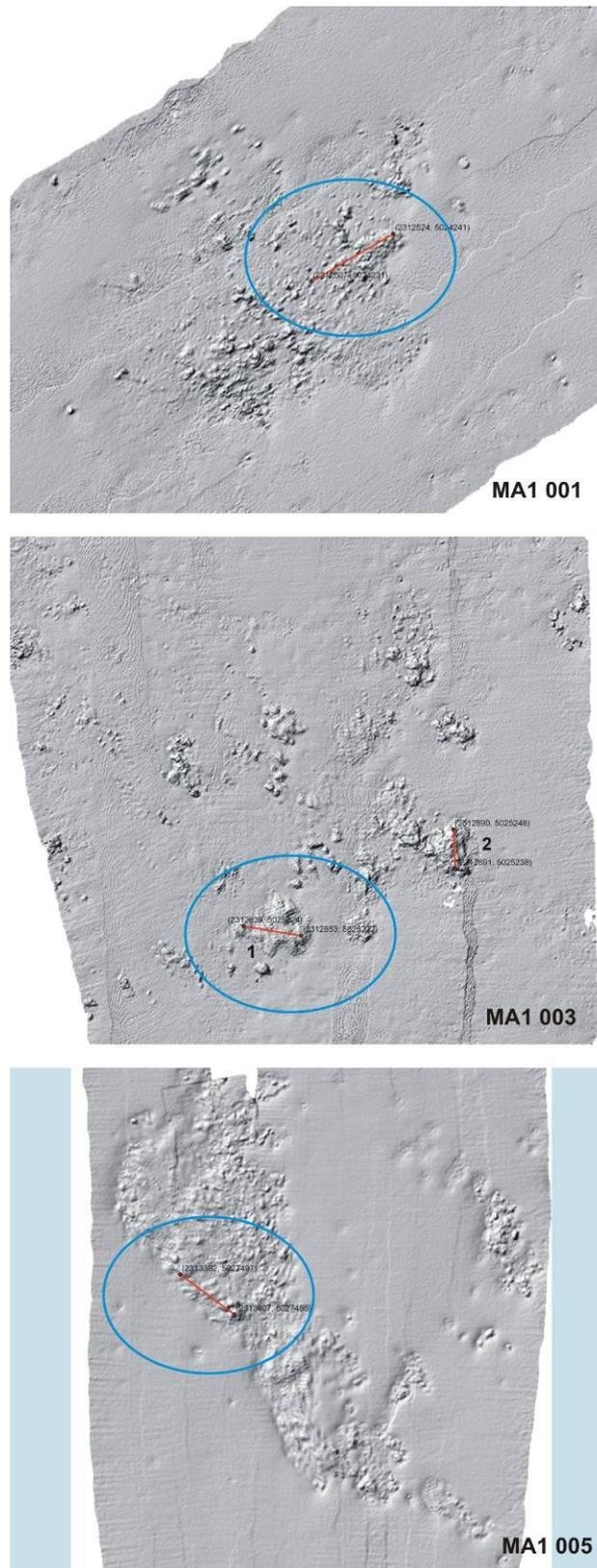


Fig. 2.5 Localizzazione dei transetti di campionamento sugli affioramenti rocciosi relativi alla bocca di Malamocco. Il transetto cerchiato in blu è quello individuato dagli operatori subacquei nel caso fosse presente un' alternativa.

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.

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, in relazione alla lunghezza del transetto stesso.

In ognuno dei 6 affioramenti sono stati prelevati 3 campioni (repliche) di macrobenthos, ognuno delle dimensioni di 50 x 50 cm, lungo un transetto identificato sul fondo da una cima opportunamente predisposta da un operatore in immersione.

Per fare in modo che la scelta del punto di campionamento non avvenisse in modo discrezionale da parte dei sommozzatori, la cima utilizzata per segnalare il transetto è stata precedentemente munita di più punti marcati con etichette numerate, poste ad intervalli non regolari. Per la scelta dei singoli punti di campionamento, l'operatore in immersione ha prima svolto la cima per l'intera sua lunghezza tra i due punti estremi del transetto scelto e poi ha verificato che, in corrispondenza del punto marcato sulla cima, fosse presente un substrato solido con i requisiti idonei per il campionamento. 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.

Per ciascun dei 3 punti che sono stati individuati per ogni transetto, i sommozzatori hanno poi collocato il telaio per il campionamento di 50 x 50 cm, 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.

Prima del campionamento, la superficie di ognuno dei campioni, identificata da un telaio di riferimento semirigido, è stata fotografata o per intero o, dove la torbidità delle acque non lo permetteva, con una tecnica a fotomosaico. La successiva raccolta dei campioni biologici è avvenuta mediante raschiamento ed aspirazione con sorbona munita di sacco con maglia da 1 mm di luce.

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 trasferito in seguito 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.

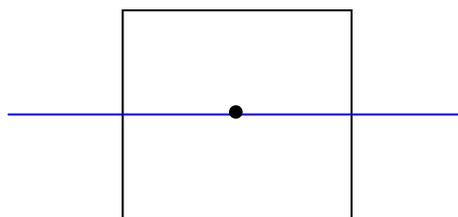
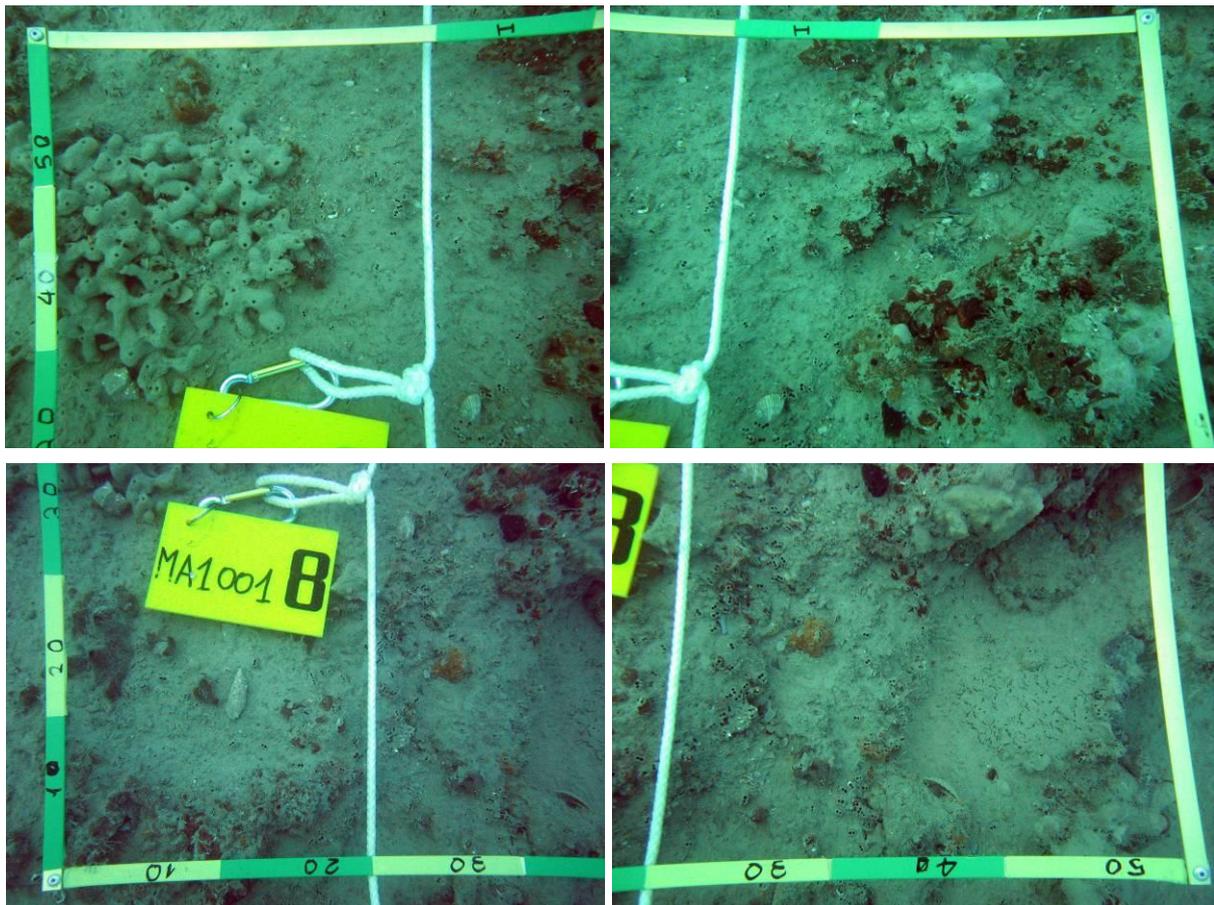
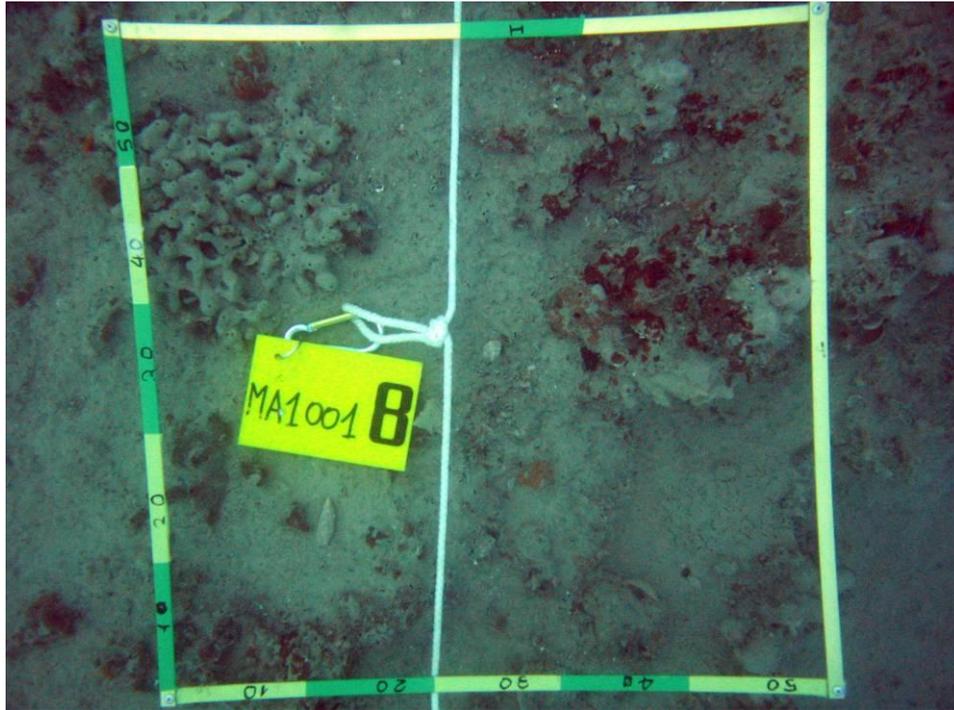


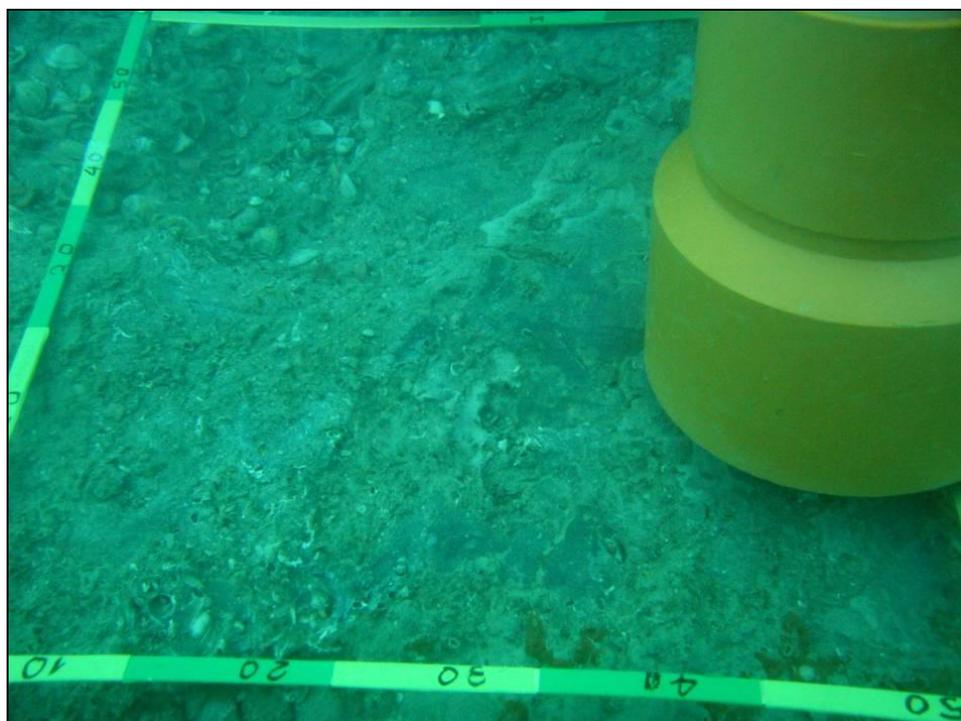
Fig. 2.6 Schema di orientamento del telaio rispetto alla cima lungo il transetto

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



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



Fase di campionamento mediante sorbona

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

I campionamenti nei sei affioramenti sono stati eseguiti nello stesso periodo dell'anno del precedente Studio B.6.72 B/1, secondo la scadenza temporale riportata nella tabella.

Tab. 2.2 Date di campionamento per ogni affioramento roccioso

Stazione	Data di Campionamento
MA1-001	16/12/2006
MA1-003	16/12/2006
MA1-005	16/12/2006
A1-001	17/12/2006
DFL-001	17/12/2006
LA1-003	17/12/2006

2.3 Metodologie 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 d'alcol etilico al 70% o in acqua di mare e aldeide formica al 4%.

Gli organismi animali 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
- Polychaeta
- Porifera
- Sipunculida
- Tunicata

I dati di abbondanza, ricoprimento e biomassa, ottenuti dall'analisi dei campioni biologici sono stati raccolti in formato Excel in allegato. Per ciascun affioramento e replica i risultati sono stati

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

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.

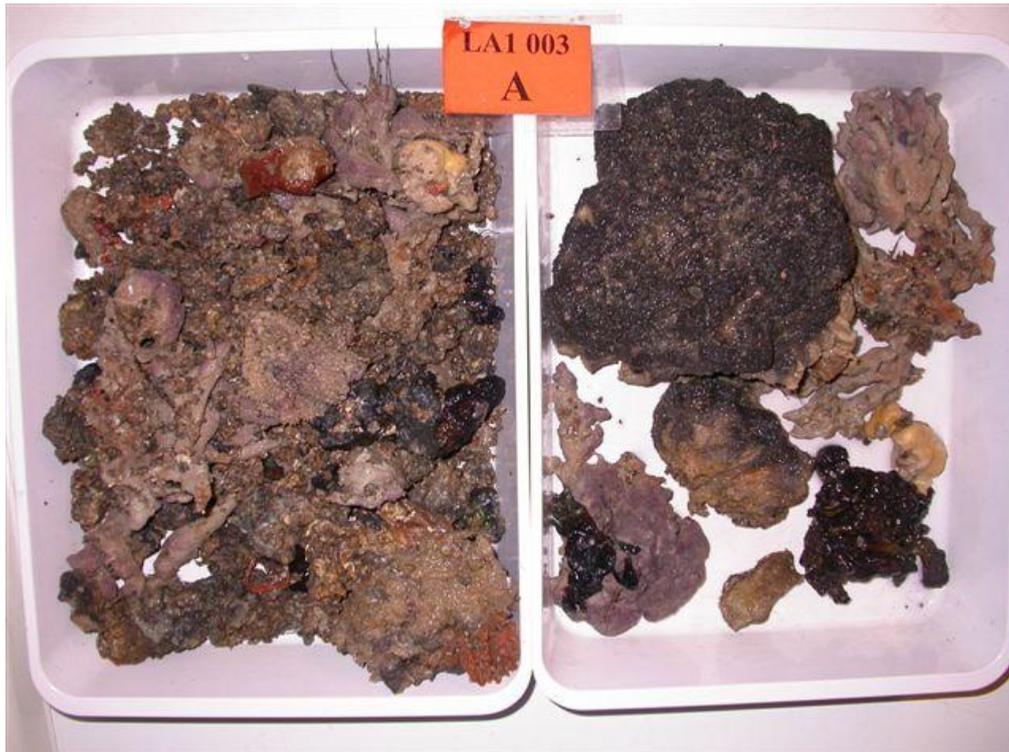
Una volta identificate le macroalghe, possibilmente sino al livello di specie, si è determinata la loro abbondanza come ricoprimento (spazio occupato in proiezione sul substrato [Boudouresque, 1971]) e quando tecnicamente possibile, anche come biomassa (peso fresco e peso secco).

Complessivamente nei referti di ognuno dei 18 campioni si riporteranno:

- 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 BOCCHE LAGUNARI



Campione in contenitori di plastica prima del sorting iniziale



Durante il sorting sono stati raggruppati gli organismi appartenenti ai gruppi zoologici simili per la successiva fase di determinazione

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



Classificazione di Poriferi (spugne) dopo la fase di smistamento

3 RISULTATI

3.1 Macrozoobenthos

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

3.1.1 Consistenza e composizione zoobentonica

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 (epifauna) e talvolta anche all'interno del substrato stesso (endofauna).

In molti casi gli organismi sessili sono coloniali, come ad esempio spugne, tunicati 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 (repliche) raccolti sono stati classificati 159 organismi del macrozoobenthos, dei quali 107 sono stati determinati a livello di specie, 23 a livello di genere e 29 a livelli tassonomici superiori. I taxa rinvenuti sono così distribuiti nei diversi gruppi:

Gruppo	N° taxa
Anthozoa	2
Bryozoa	7
Crustacea	30
Echinodermata	3
Hydrozoa	6
Mollusca	54
Polychaeta	27
Porifera	17
Sipunculida	2
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 159 taxa rinvenuti, 30 sono costituiti da specie coloniali per le quali i valori quantitativi sono stati espressi come copertura (Tabella 3.1), mentre 129 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 BOCHE LAGUNARI

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

<i>Amathia lendigera</i>
<i>Aplysina aerophoba</i>
<i>Axinella damicornis</i>
<i>Caberea boryi</i>
<i>Campanularidae indet.</i>
<i>Chondrosia reniformis</i>
<i>Cliona viridis</i>
<i>Crisia sp.</i>
<i>Didemnum maculosum</i>
<i>Dysidea fragilis</i>
<i>Dysidea sp.</i>
<i>Epizoanthus arenaceus</i>
<i>Eudendrium sp.</i>
<i>Flustridae indet.</i>
<i>Geodia sp.</i>
<i>Halicondria sp.</i>
<i>Ircinia variabilis</i>
<i>Obelia dichotoma</i>
<i>Obelia sp.</i>
<i>Porifera indet.</i>
<i>Porifera sp. 14</i>
<i>Sarcotragus spinosulus</i>
<i>Schizobrachiella sanguinea</i>
<i>Sertularella gaudichaudi</i>
<i>Sertularella sp.</i>
<i>Suberites sp.</i>
<i>Tedania anhelans</i>
<i>Tethya sp.</i>
<i>Tricellaria inopinata</i>
<i>Tubuliporidae indet.</i>

Il numero di taxa rinvenuti negli affioramenti di Malamocco è risultato leggermente superiore a quello rilevato negli affioramenti di Lido (Fig. 3.1a). Il totale delle specie macrozoobentoniche (sessili, coloniali e vagili) per affioramento a Malamocco è stato di circa 83 taxa, mentre, per quelli di Lido, i taxa rinvenuti negli affioramenti si attestano su valori di poco inferiori le 80 unità (Fig. 3.1b). Osservando l'andamento del numero di taxa non coloniali (vagili) nei diversi affioramenti si nota come questi siano mediamente più abbondanti nelle stazioni di Malamocco (Fig. 3.2a, b), mentre il numero medio di taxa sessili coloniali ha un andamento eterogeneo, pur mantenendo valori abbastanza ridotti compresi tra 5 e 12 (Fig. 3.3a, b).

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 non coloniali rinvenuti nei campioni dei sei affioramenti rocciosi indagati.

<i>Acasta spongites</i>	<i>Cumacea indet.</i>	<i>Marphysa sanguinea</i>	<i>Pitar rudis</i>
<i>Alpheus dentipes</i>	<i>Cyathura carinata</i>	<i>Maya crispata</i>	<i>Pododesmus patelliformis</i>
<i>Aloania cimex</i>	<i>Cymodoce truncata</i>	<i>Microcosmus sp.</i>	<i>Pomatoceros triquetter</i>
<i>Aloania sp.</i>	<i>Diodora gibberula</i>	<i>Microcosmus vulgaris</i>	<i>Processa sp.</i>
<i>Amphipholis squamata</i>	<i>Diodora graeca</i>	<i>Modiolarca subpicta</i>	<i>Pyura dura</i>
<i>Anadara demiri</i>	<i>Euclymene oerstedii</i>	<i>Modiolus barbatus</i>	<i>Sabella sp.</i>
<i>Anodontia fragilis</i>	<i>Eunice vittata</i>	<i>Molgula sp.</i>	<i>Sabellaria spinulosa</i>
<i>Anomia ephippium</i>	<i>Eunicidae indet.</i>	<i>Muricopsis cristata</i>	<i>Sabellidae indet.</i>
<i>Anomiidae indet.</i>	<i>Galeomma turtoni</i>	<i>Musculista senhousia</i>	<i>Sedentaria indet</i>
<i>Anthozoa indet.</i>	<i>Gammaridea indet.</i>	<i>Myriochele oculata</i>	<i>Serpula concharum</i>
<i>Aphroditidae indet.</i>	<i>Gastrana fragilis</i>	<i>Nassarius incrassatus</i>	<i>Serpula vermicularis</i>
<i>Arca noae</i>	<i>Gastrochaena dubia</i>	<i>Nassarius pygmaeus</i>	<i>Serpulidae indet.</i>
<i>Athanas nitescens</i>	<i>Gouldia minima</i>	<i>Nassarius reticulatus</i>	<i>Serpulorbis arenaria</i>
<i>Balanus sp.</i>	<i>Gregariella petagnae</i>	<i>Natantia indet.</i>	<i>Sipunculidae sp. 1</i>
<i>Barbatia barbata</i>	<i>Hexaplex trunculus</i>	<i>Nematonereis unicornis</i>	<i>Sipunculidae sp. 2</i>
<i>Bittium reticulatum</i>	<i>Hiatella arctica</i>	<i>Nephtys sp.</i>	<i>Sirpus zarquieyi</i>
<i>Bivalvia indet.</i>	<i>Hiatella rugosa</i>	<i>Notomastus sp.</i>	<i>Striarca lactea</i>
<i>Blennius rouxi</i>	<i>Hydroides dianthus</i>	<i>Nucula nucleus</i>	<i>Styela canopus</i>
<i>Blennius sanguinolentus</i>	<i>Hydroides pseudouncinatus</i>	<i>Nudibranchia indet.</i>	<i>Styela sp.</i>
<i>Blennius tentacularis</i>	<i>Hypselodoris villafranca</i>	<i>Ocenebra erinaceus</i>	<i>Sycon raphanus</i>
<i>Brachyura indet.</i>	<i>Ilia nucleus</i>	<i>Ophiothrix fragilis</i>	<i>Syllidae indet.</i>
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	<i>Jaera sp.</i>	<i>Ophiuroidea indet.</i>	<i>Tellina donacina</i>
<i>Capitellidae indet.</i>	<i>Jujubinus exasperatus</i>	<i>Ostrea edulis</i>	<i>Terebellidae indet.</i>
<i>Caprellidae indet.</i>	<i>Lekanesphaera hoockeri</i>	<i>Paguridae indet.</i>	<i>Thoralus cranchii</i>
<i>Cardiidae indet.</i>	<i>Leuconia aspera</i>	<i>Paguristes eremita</i>	<i>Vermetus triquetrus</i>
<i>Ceratonereis costae</i>	<i>Lima hians</i>	<i>Pagurus anachoretus</i>	<i>Vermiliopsis sp.</i>
<i>Cestopagurus timidus</i>	<i>Liocarcinus sp.</i>	<i>Paphia aurea</i>	<i>Verruca stroemia</i>
<i>Chama gryphoides</i>	<i>Lithophaga lithophaga</i>	<i>Paphia rhomboides</i>	
<i>Chlamys varia</i>	<i>Loripes lacteus</i>	<i>Petricola lithophaga</i>	
<i>Cirratulidae indet.</i>	<i>Lucinella divaricata</i>	<i>Phallusia fumigata</i>	
<i>Clanculus corallinus</i>	<i>Lumbrineris sp.</i>	<i>Pilumnus hirtellus</i>	
<i>Corbula gibba</i>	<i>Macropodia linaresi</i>	<i>Pilumnus sp.</i>	
<i>Corophium sp.</i>	<i>Maldanidae indet.</i>	<i>Pilumnus villosissimus</i>	
<i>Crassostrea gigas</i>	<i>Mangelia costulata</i>	<i>Pisidia longimana</i>	

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

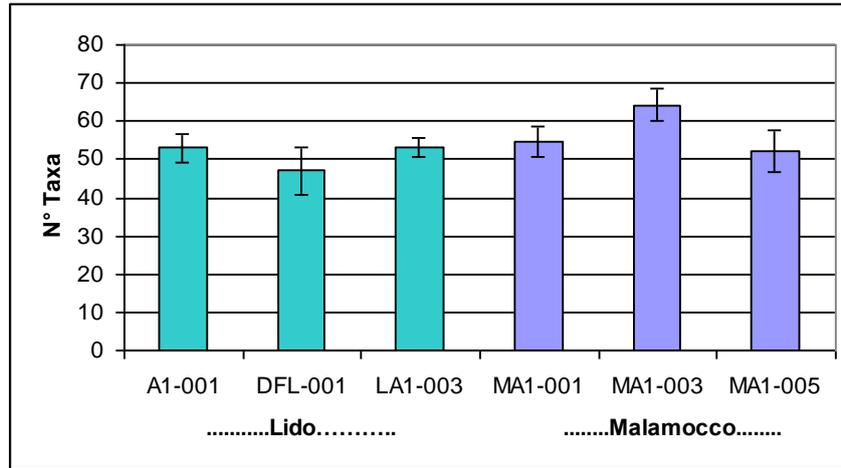


Fig. 3.1a Numero medio di taxa macrozoobentonici rinvenuti nelle stazioni indagate divisi secondo la bocca di porto di influenza. Le barre indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche campionate. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

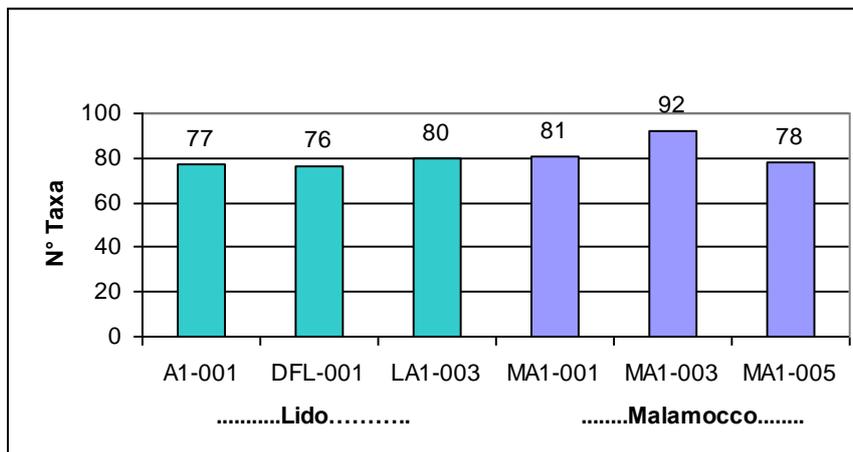


Fig. 3.1b Numero totale dei taxa macrozoobentonici rinvenuti nelle 6 stazioni, divise secondo la bocca di porto di influenza. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche campionate.

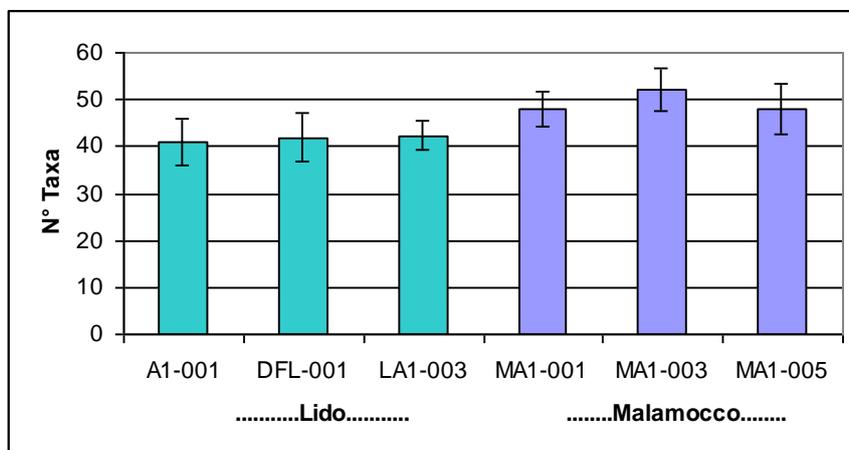


Fig. 3.2a Istogramma del n° medio di taxa degli organismi vagili e/o singoli (non coloniali) delle 6 stazioni indagate. Le barre d'errore indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche campionate.

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

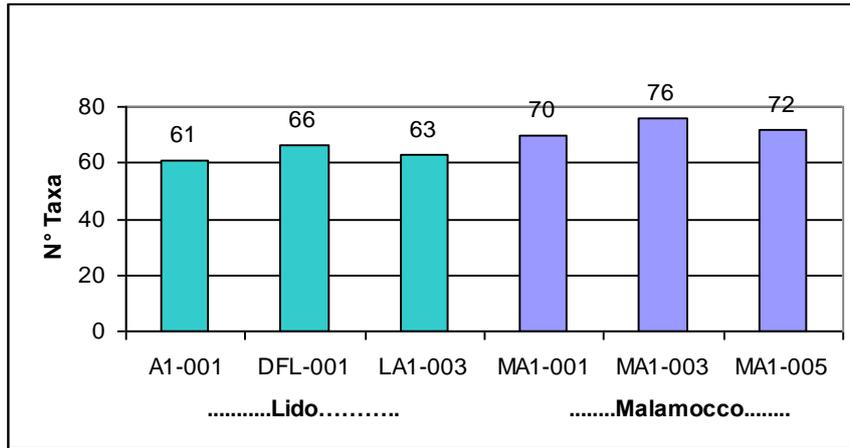


Fig. 3.2b Istogramma del numero totale di taxa degli organismi vagili e/o singoli delle 6 stazioni indagate. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche campionate. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

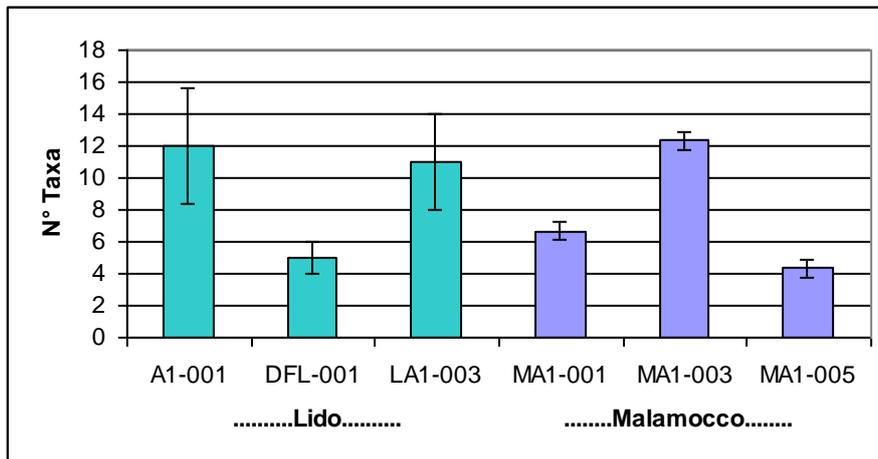


Fig. 3.3a Istogramma del numero di taxa medio degli organismi coloniali delle 6 stazioni indagate. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard calcolati sulle tre repliche campionate.

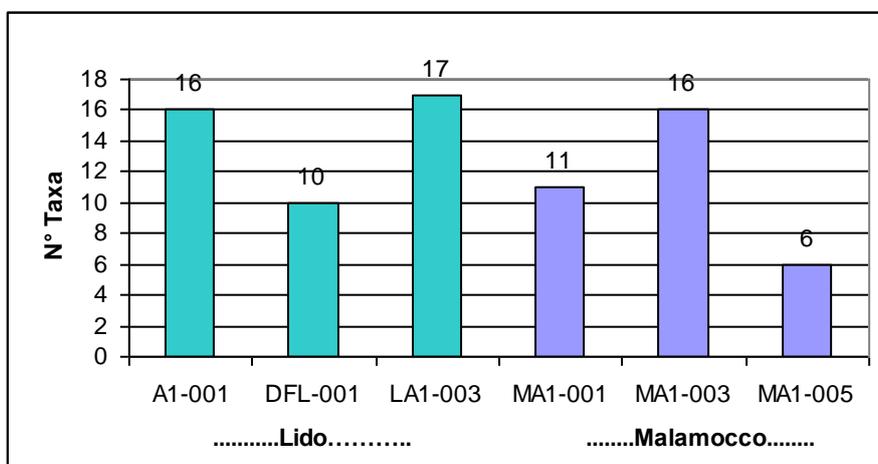


Fig. 3.3b Istogramma del numero totale di taxa degli organismi coloniali delle 6 stazioni indagate. Il numero di taxa è riferito all'insieme delle tre repliche campionate.

La biomassa degli organismi, cioè il loro peso, è 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 nell'istogramma di figura 3.4, variano in modo considerevole entro le tre repliche di ciascun affioramento come evidenziato dalle barre di deviazione standard. Nel grafico si nota come le tagnùe di Lido A1-001 e LA1-003 abbiano valori di biomassa maggiori rispetto a quelle di Malamocco ed alla stazione DFL-001 posta nelle vicinanze della stessa bocca di porto. In particolare i maggiori valori di biomassa si ritrovano negli affioramenti A1-001, LA1-003 e MA1-003; nell'affioramento A1-001 contribuiscono alla biomassa totale in modo simile gli organismi singoli e quelli coloniali (Figure 3.5 e 3.6), mentre negli affioramenti LA1-003 e MA1-003 sono gli organismi coloniali a dare un maggiore contributo alla biomassa presente. Più in generale nei 3 affioramenti di Malamocco sono gli organismi coloniali a dare un maggior contributo ai valori di biomassa (Figura 3.5 e 3.6). È da notare il basso valore in biomassa delle specie coloniali presenti nell'affioramento DFL-003 posto nei pressi della bocca di Lido (Fig. 3.6).

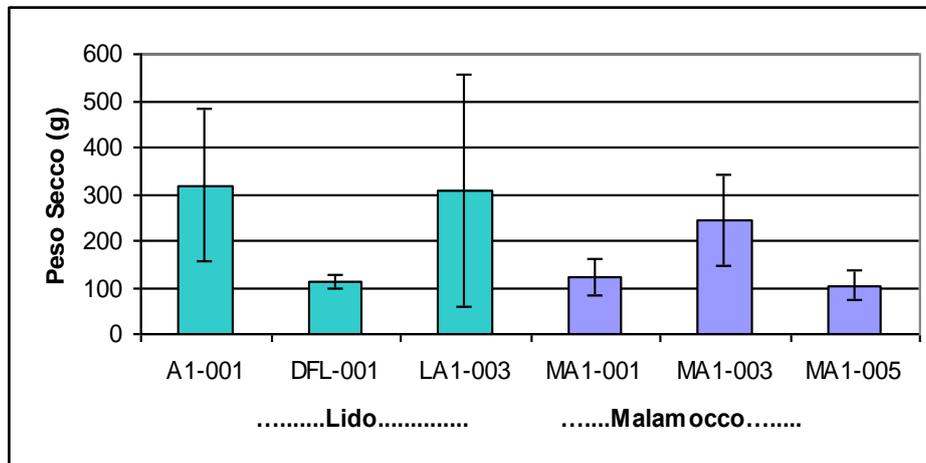


Fig. 3.4 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici. Le barre indicano i valori di deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

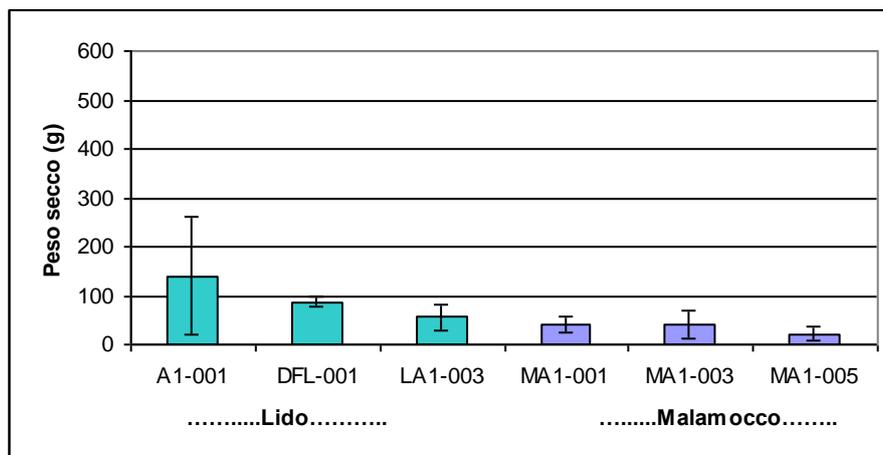


Fig. 3.5 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard.

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

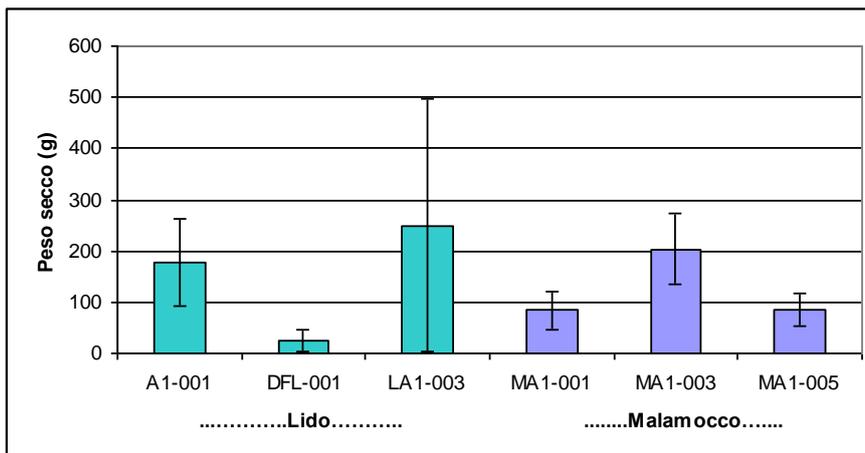


Fig. 3.6 Valori di biomassa (g peso secco) degli organismi macrozoobentonici coloniali. Le barre di errore indicano i valori di deviazione standard.

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 risultati molto eterogenei, sia all'interno degli affioramenti, sia per le bocche di porto. 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 ed il peso dei taxa coloniali mentre la stessa correlazione risulta minore rispetto al numero dei taxa coloniali (Tabella 3.3).

Tabella 3.3 Coefficienti di correlazione relativi al confronto tra le medie dei parametri delle specie macrobentoniche coloniali.

	Copertura	Peso secco dati Copertura
Peso Secco dati copertura	0,908	
N° taxa coloniali	0,732	0,656

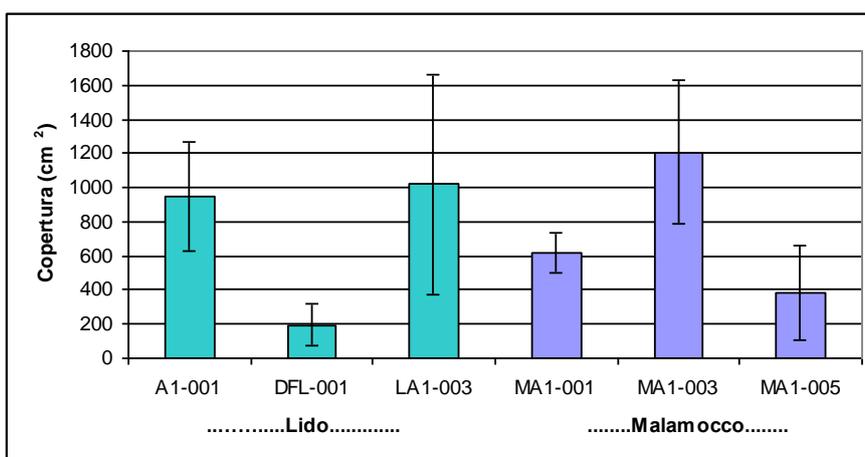


Fig. 3.7 Valori medi di copertura degli organismi macrozoobentonici coloniali calcolati sulle 3 repliche campionate. Le barre indicano i valori di deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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 (Fig. 3.8) evidenziano un andamento del numero medio di individui opposto a quello delle coperture: a valori alti di copertura corrispondano valori bassi di abbondanza (es. affioramento DFL-001 di Lido) o viceversa, a valori di copertura bassi corrispondono valori di abbondanza alti (es. affioramento roccioso MA1-003 (Fig. 3.7) rispetto agli altri due inerenti l'area di Malamocco.

Questo andamento non assume però valori statistici di correlazione come viceversa era stato osservato nel precedente studio (B.6.72 B/1). D'altro canto, com'era facile attendersi, è stata evidenziata una correlazione positiva tra valori di abbondanza e numero di taxa di organismi non coloniali (Tabella 3.4).

Tabella 3.4 Coefficiente di correlazione relativi al confronto tra le medie dei parametri indicati nelle etichette delle righe e delle colonne.

	N° taxa coloniali	N° taxa non coloniali
N° taxa non coloniali	-0,73326	
N° individui	-0,80068	0,85820

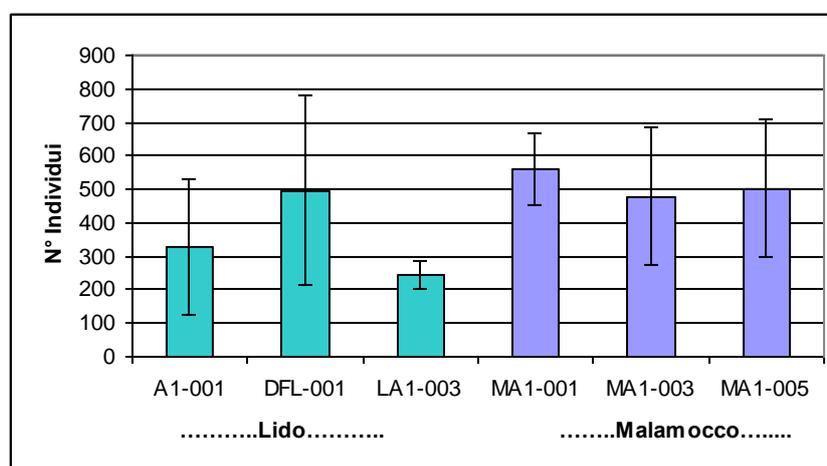


Fig. 3.8 Valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0,25 m²). Le barre indicano i valori di deviazione standard calcolata sulle 3 repliche raccolte. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

Sulla base dei valori di abbondanza sono stati calcolati per gli affioramenti 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 repliche 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]). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)
A1-001 A	46	560	7,111	0,797	20,310	3,053
A1-001 B	41	241	7,293	0,887	23,915	3,292
A1-001 C	36	183	6,719	0,845	20,946	3,027
DFL-001 A	44	629	6,673	0,691	17,213	2,616
DFL-001 B	46	687	6,889	0,672	16,616	2,572
DFL-001 C	36	171	6,807	0,851	22,208	3,051
LA1-003 A	38	202	6,970	0,876	22,437	3,186
LA1-003 B	43	243	7,646	0,811	21,208	3,049
LA1-003 C	45	284	7,789	0,848	22,847	3,229
Malamocco						
MA1-001 A	51	596	7,824	0,717	18,753	2,819
MA1-001 B	43	639	6,502	0,731	17,898	2,750
MA1-001 C	48	435	7,736	0,768	19,643	2,971
MA1-003 A	47	367	7,790	0,825	21,395	3,175
MA1-003 B	50	351	8,361	0,832	22,559	3,253
MA1-003 C	57	715	8,521	0,818	23,202	3,306
MA1-005 A	53	738	7,874	0,531	15,063	2,109
MA1-005 B	43	389	7,043	0,754	18,207	2,835
MA1-005 C	47	379	7,747	0,770	20,055	2,966

Tabella 3.6 Valori medi degli indici ecologici calcolati sui valori di abbondanza delle specie non coloniali per i sei affioramenti.

Lido	S	N	d	J'	ES(50)	H'(log_e)
A1-001	61	984	8,706	0,796	22,359	3,273
DFL-001	66	1487	8,899	0,662	18,221	2,773
LA1-003	62	729	9,254	0,814	23,637	3,358
Malamocco						
MA1-001	69	1670	9,164	0,726	20,294	3,074
MA1-003	75	1433	10,182	0,796	23,742	3,435
MA1-005	71	1506	9,566	0,629	18,119	2,679

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 più bassi rispetto a quelli delle tagnù dell'area di Lido. I sei affioramenti indagati, seppur con valori di abbondanza e biomassa diversi tra loro, hanno ricchezza e diversità specifica molto simili.

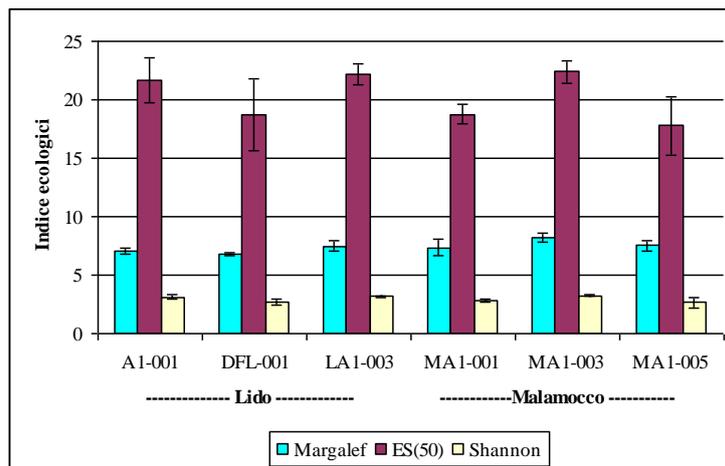


Fig. 3.9 Principali indici di diversità e ricchezza specifici calcolati sui valori di abbondanza degli organismi macrozoobentonici vagili e/o singoli; i valori si riferiscono alla media dell'unità di campionamento (0,25 m²). Le barre indicano i valori di deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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 (spazio occupato sul substrato), 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 pone l'affioramento MA1-001 con specie maggiormente dominanti come si nota dalle curva che inizia da un valore leggermente superiore al 20%. La tagna con maggior dominanza e quindi con minor equidistribuzione delle abbondanze tra le specie è la stazione MA1-005 seguita da vicino dalla stazione DFL-001 con valori di dominanza della specie principale attorno al 40%.

In queste ultime tre stazioni, come nell'anno precedente, 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 costruirsi la 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 come l'affioramento di controllo MA1 005, situato in posizione lontana dalla bocca, abbia valori di abbondanza significativi e di poco inferiori a quelli della stazione più vicina MA1 001 (Fig. 3.9).

Le curve di dominanza realizzate 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 prevalente che ha un valore di dominanza attorno al 60%. 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%.

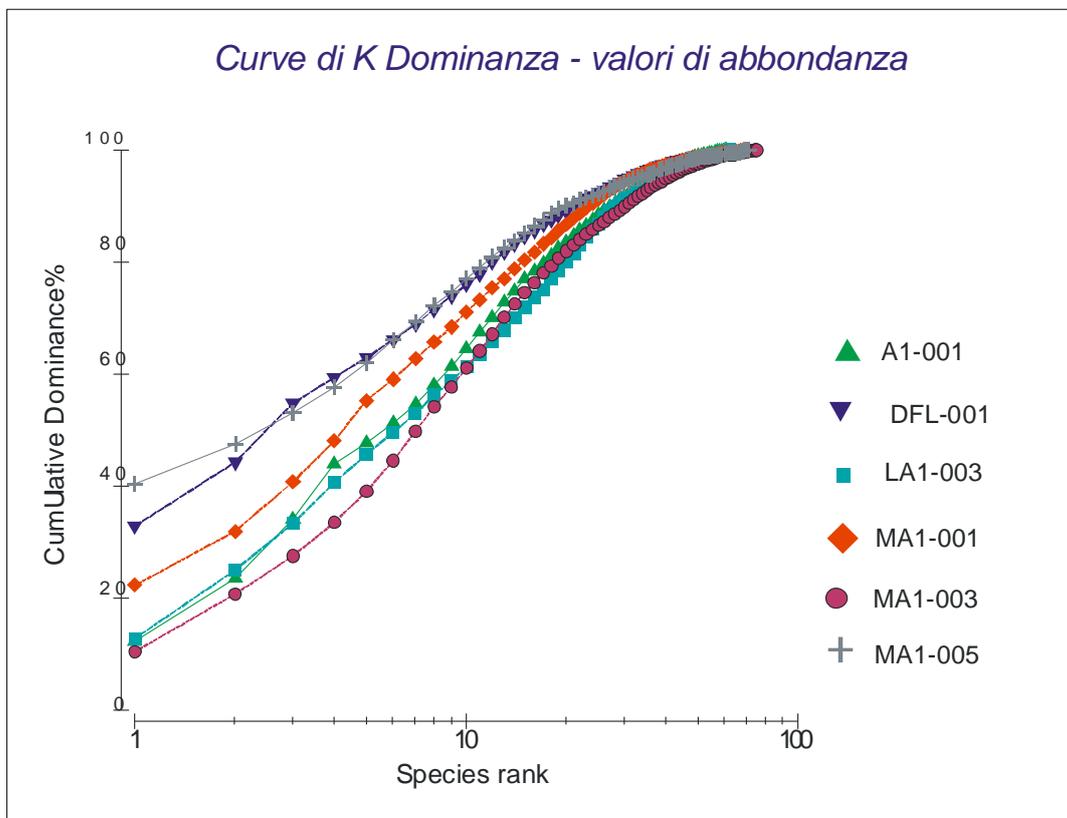


Fig. 3.10 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie non coloniali. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

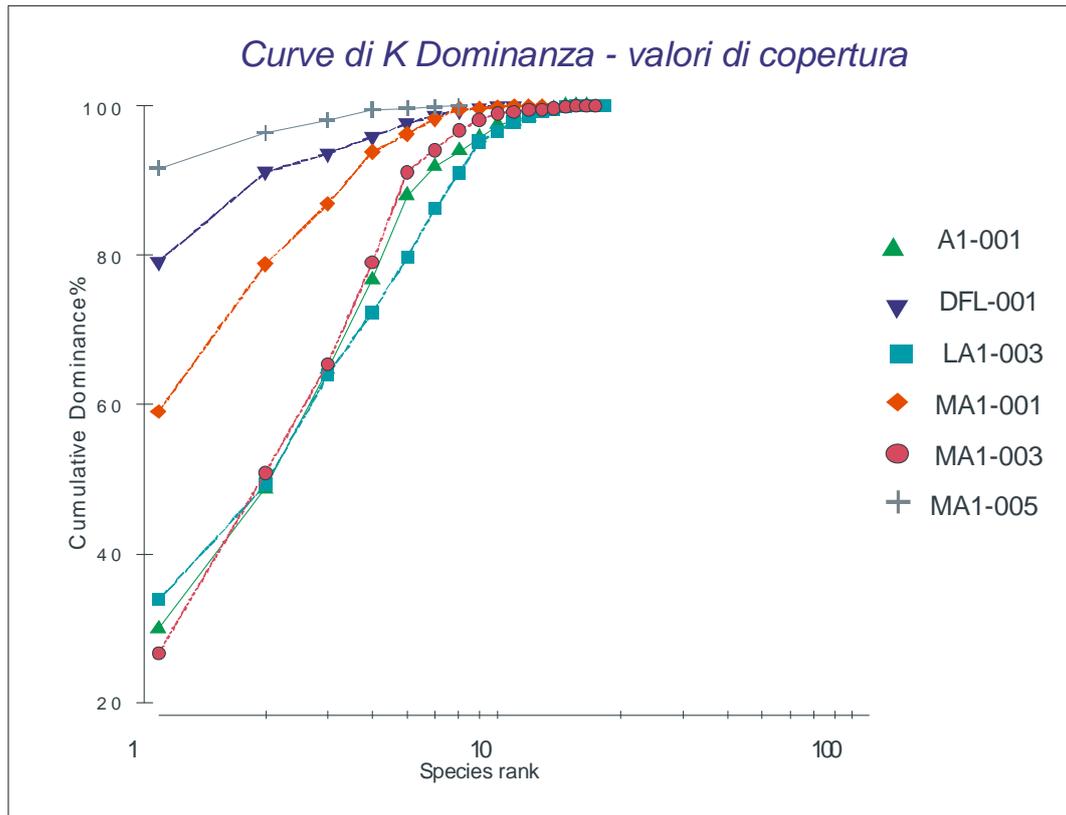


Fig. 3.11 Curve di Dominanza cumulativa calcolate sui valori di abbondanza delle specie coloniali. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

I dati relativi alle specie non coloniali ci permettono di fare alcune altre valutazioni sulla distribuzione sulle 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 partendo 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 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 del software PRIMER sono state calcolate le curve ABC per le diverse stazioni e per le repliche di ciascuna stazione (Figure 3.12-3.17). Il

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

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 tegnùe 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. Lo stesso andamento delle curve ABC lo si ha per i campioni degli affioramenti DFL-001 (Fig. 3.13) e LA1-003, posti in posizione prossima alla bocca di porto.

Per le tegnùe 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, la replica A appare quella con la comunità con disturbo intermedio, avendo le due curve che si incrociano. I campioni dell'affioramento MA1-003 (Fig. 3.16) hanno un andamento diverso con una chiara separazione tra le due curve e con la curva della biomassa che decorre sempre sopra a quella delle abbondanze ad indicare quindi una comunità dotata di una certa stabilità.

Andamento completamente diverso lo si ha nei campioni dell'affioramento MA1-005 (Fig. 3.17) ove in tutte e tre le repliche si hanno le curve molto vicine che si incrociano tra loro ad indicare una situazione di disturbo intermedio. In particolare 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. Mentre nella replica B le due curve si sovrappongono per le prime 6 specie.

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 tegnùa.

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

A1-001

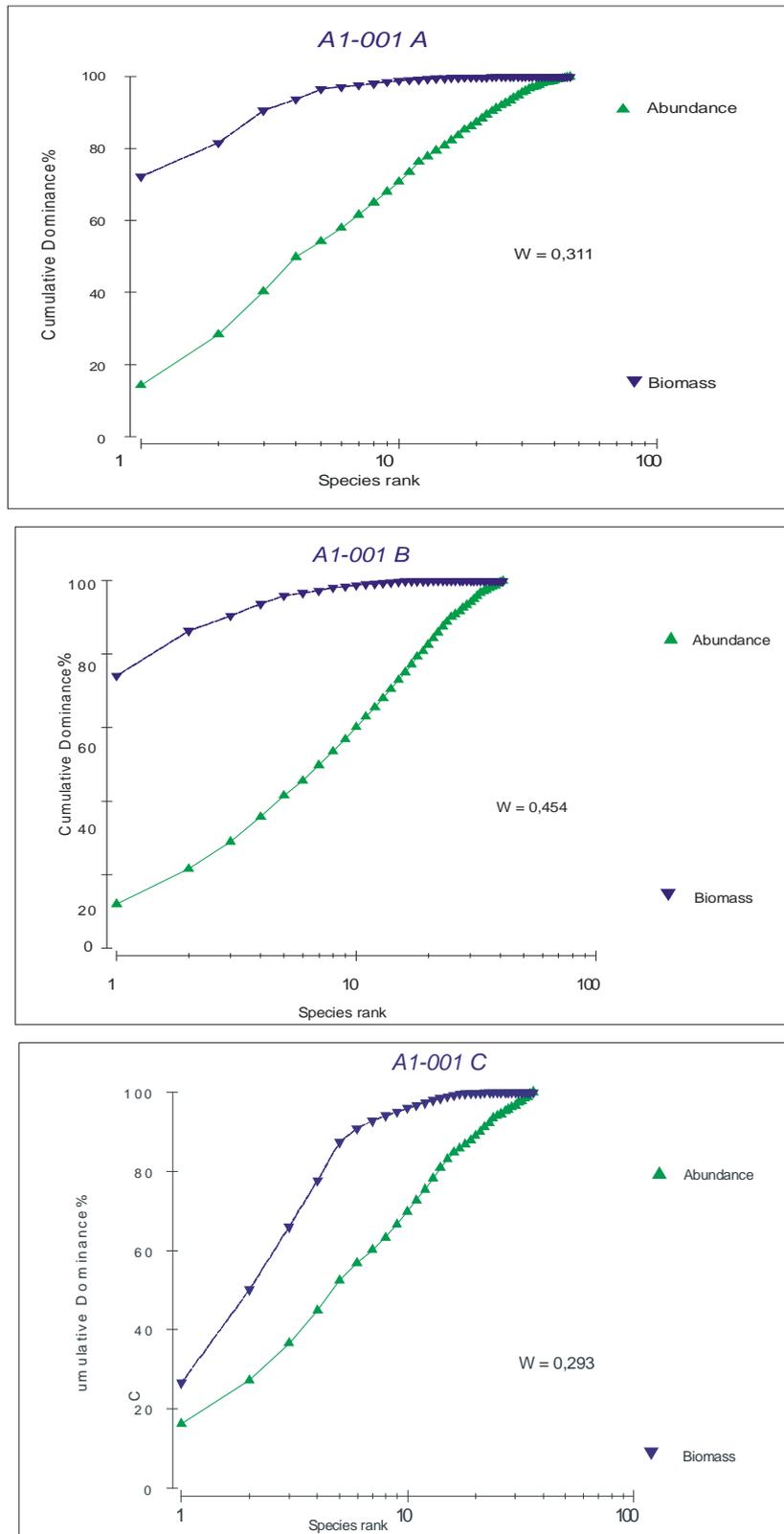


Fig. 3.12 Curve ABC per i tre campioni della tegrù A1-001.

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

DFL-001

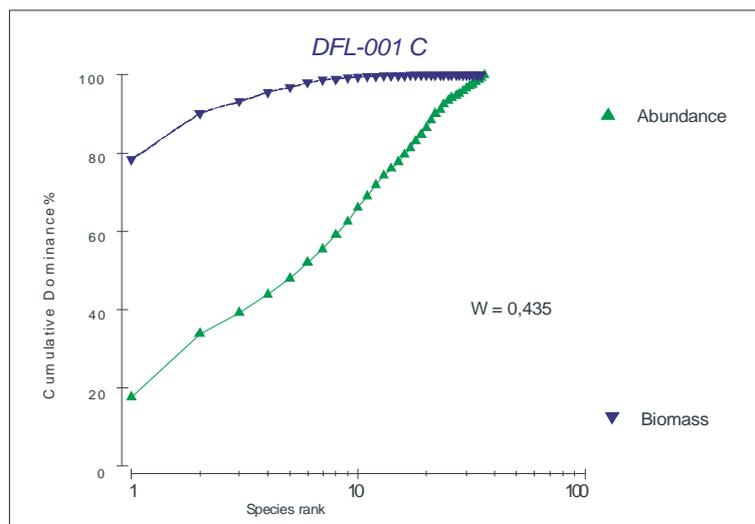
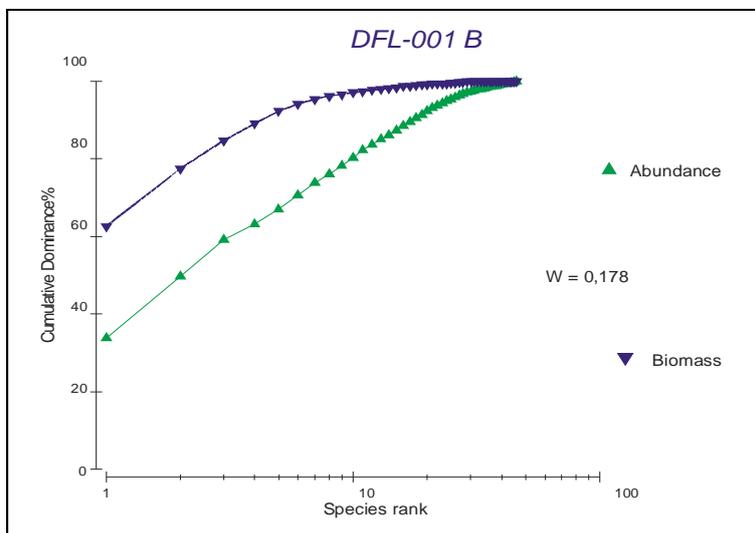
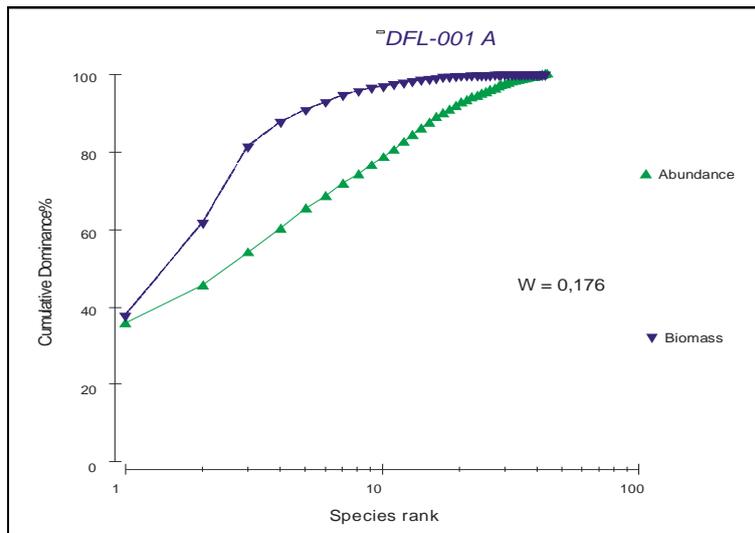


Fig. 3.13 Curve ABC per i tre campioni della tegrù DFL-001.

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

LA1-003

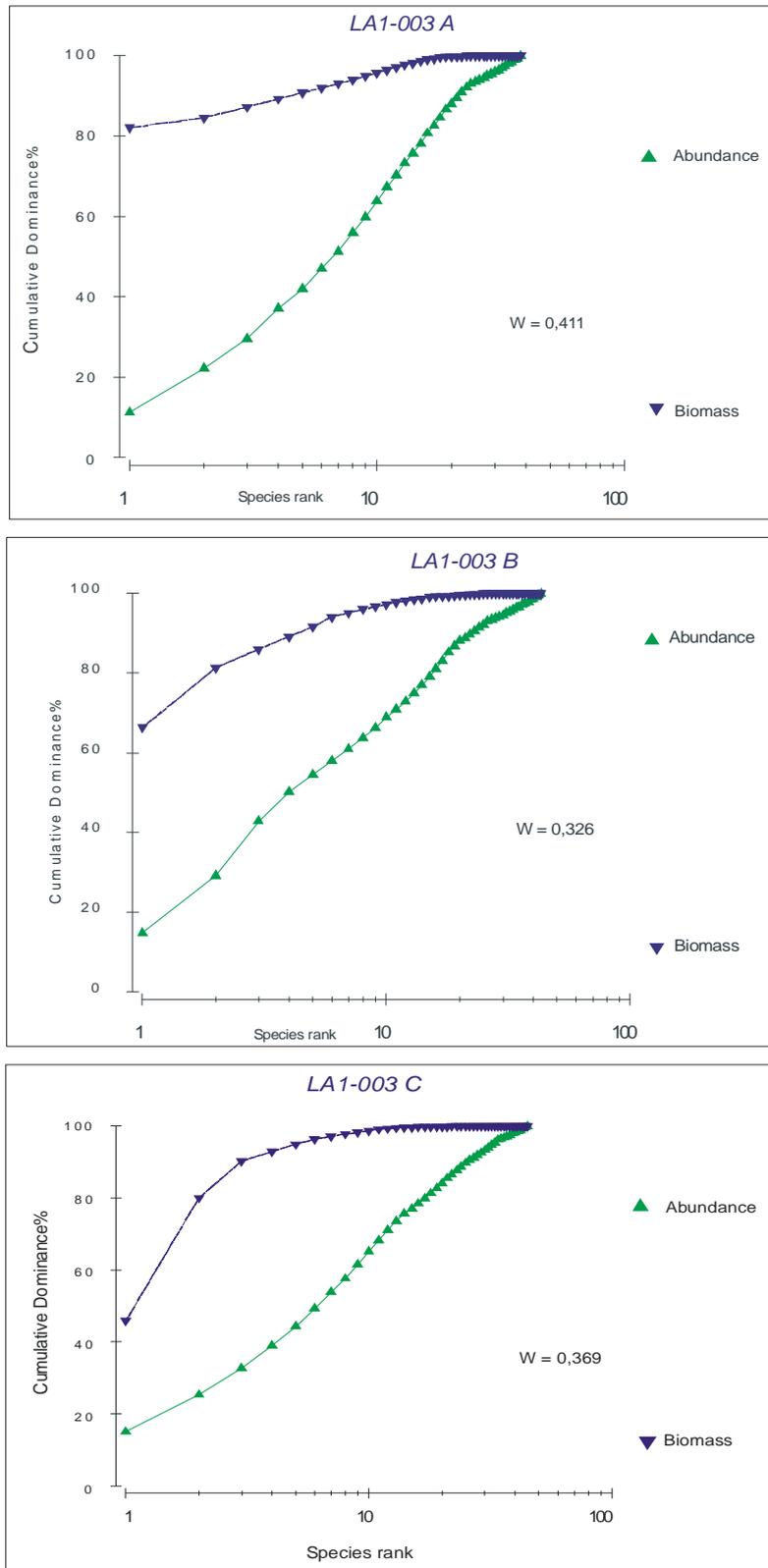


Fig. 3.14 Curve ABC per i tre campioni della tegnù LA1-003.

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

MA1-001

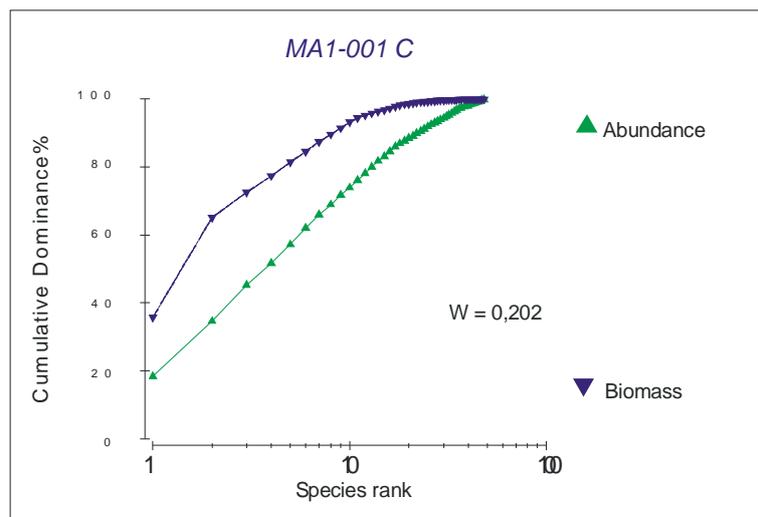
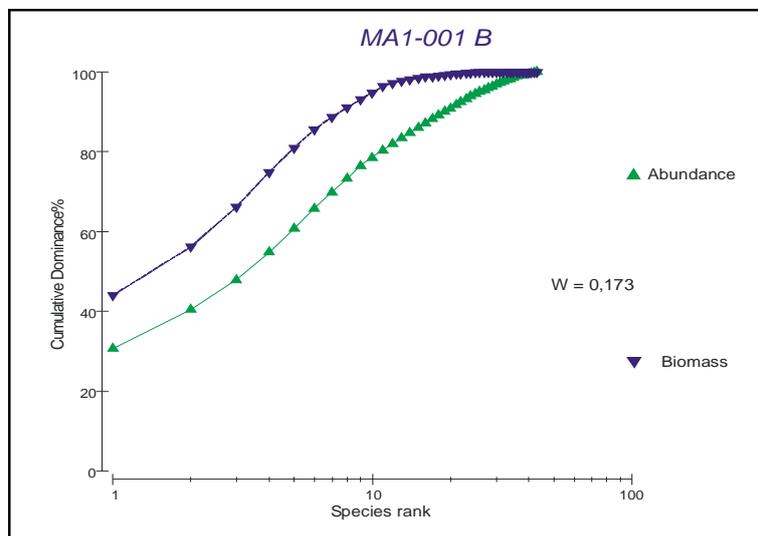
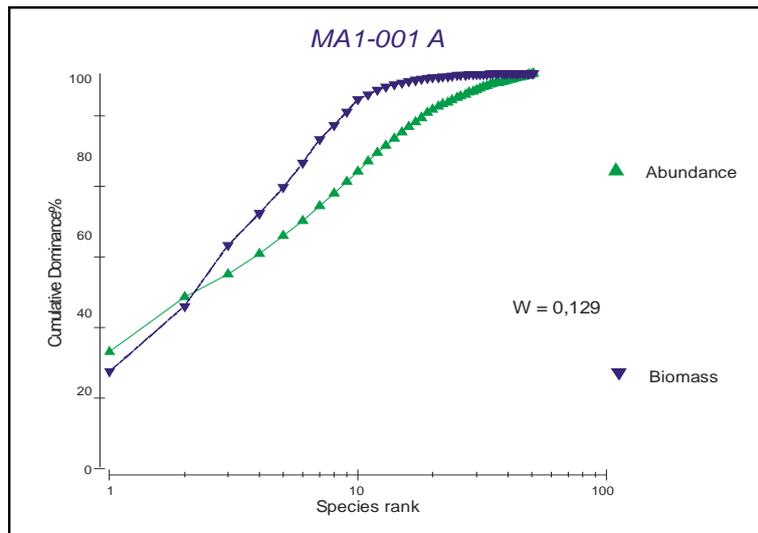


Fig. 3.15 Curve ABC per i tre campioni della tegrù MA1-001.

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

MA1-003

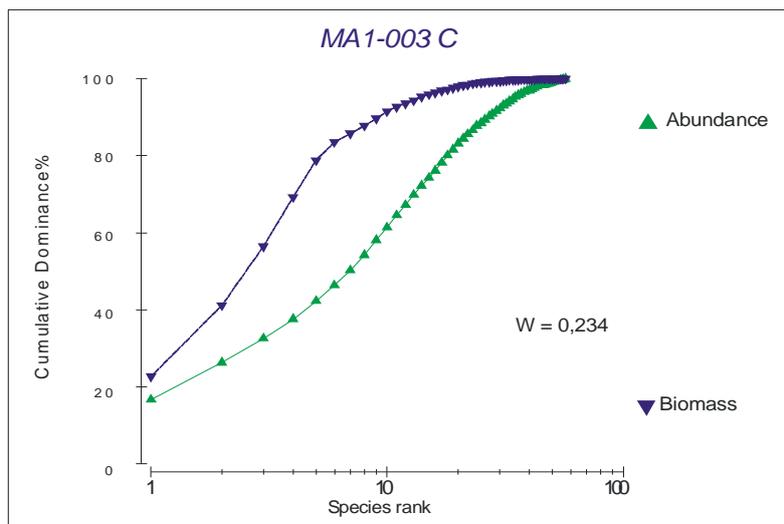
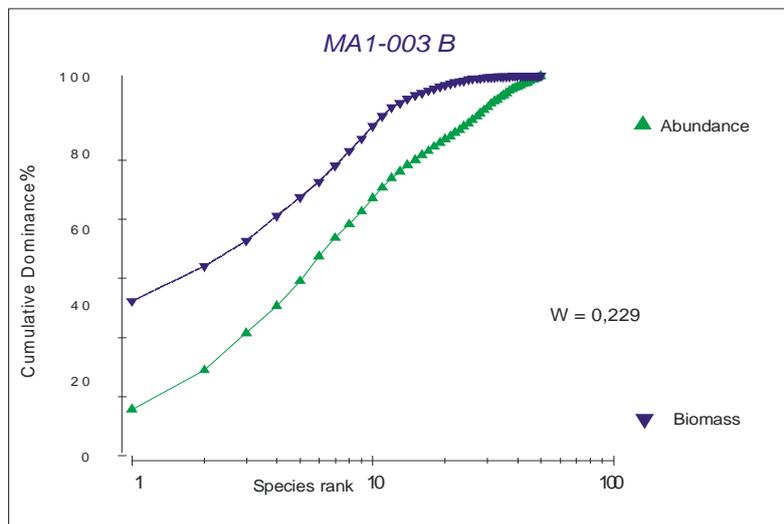
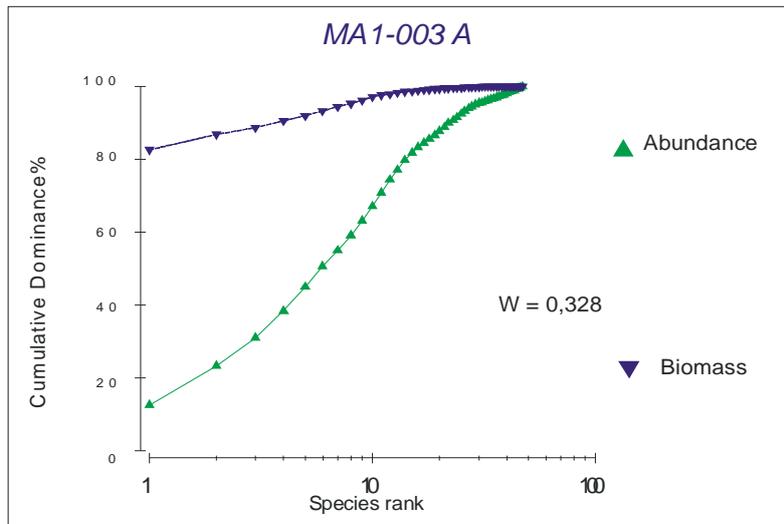


Fig. 3.16 Curve ABC per i tre campioni della tegrù MA1-003.

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

MA1-005

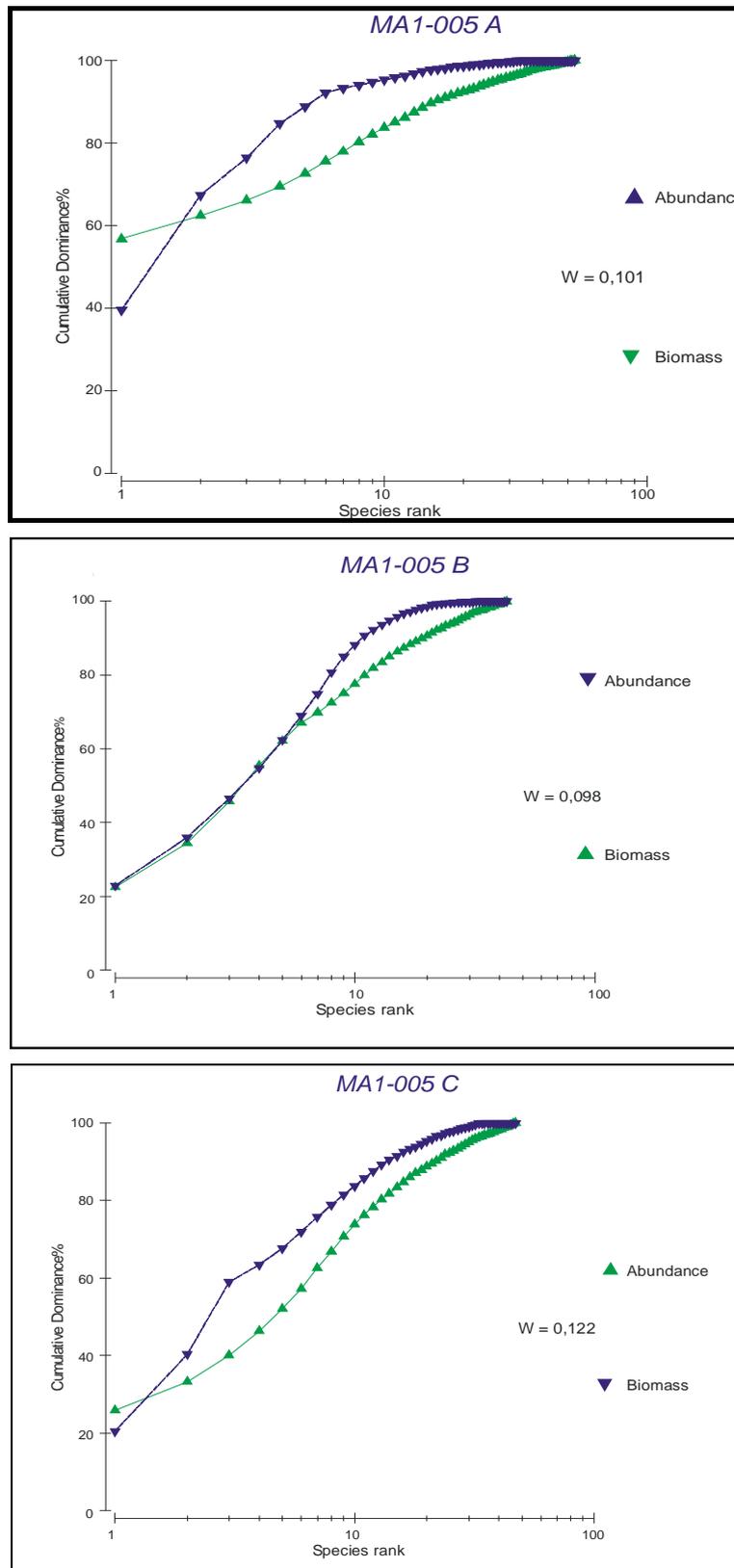


Fig. 3.17 Curve ABC per i tre campioni della tegrù MA1-005.

3.1.3 *Analisi multivariata*

Per meglio indagare i rapporti di similitudine tra le comunità bentoniche delle 6 teggùe studiate, si è proceduto con gli strumenti dell'analisi multivariata che 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).

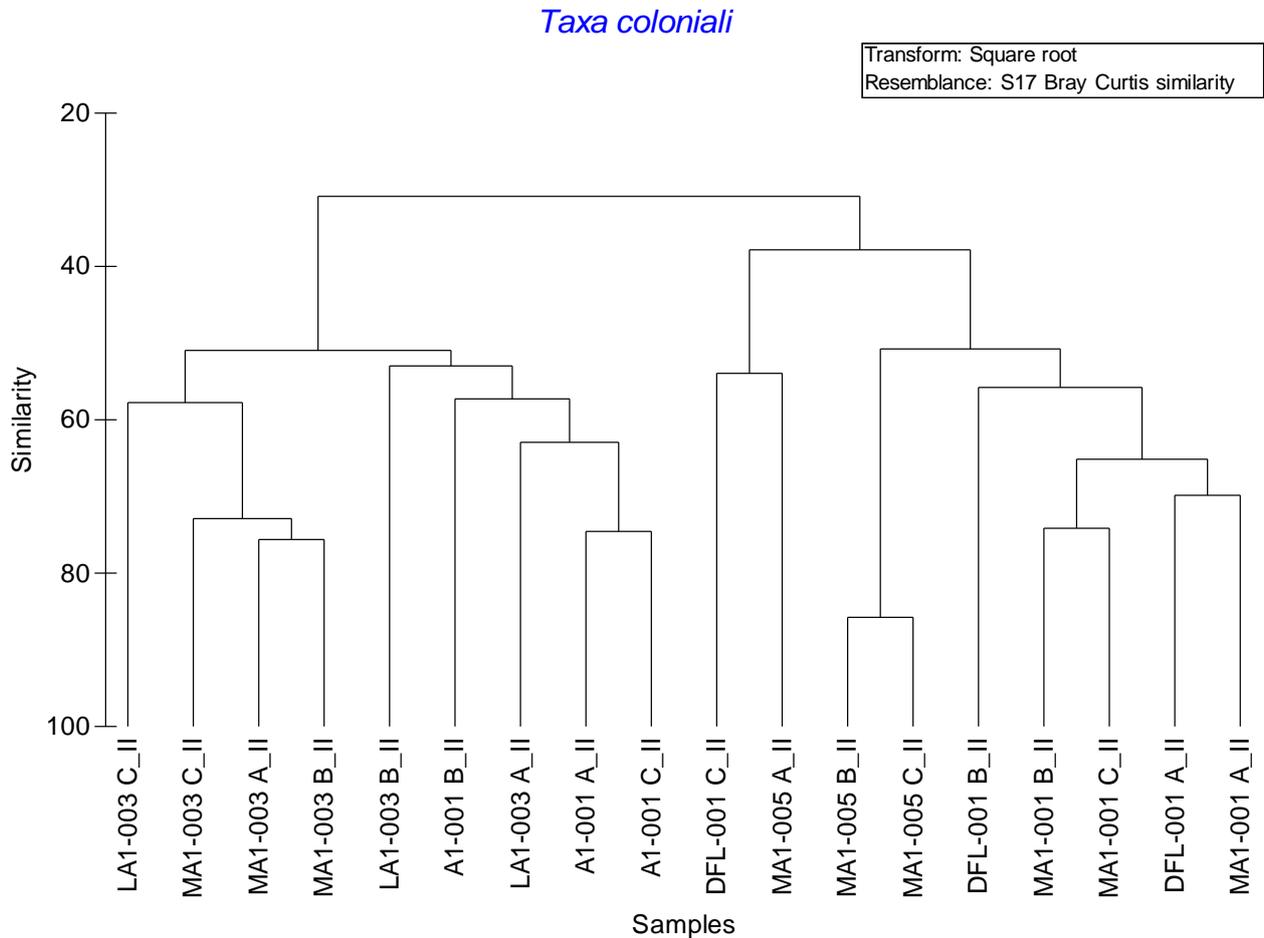


Fig. 3.18 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di copertura delle specie coloniali tra i 18 campioni delle 6 teggùe studiate. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Taxa non coloniali

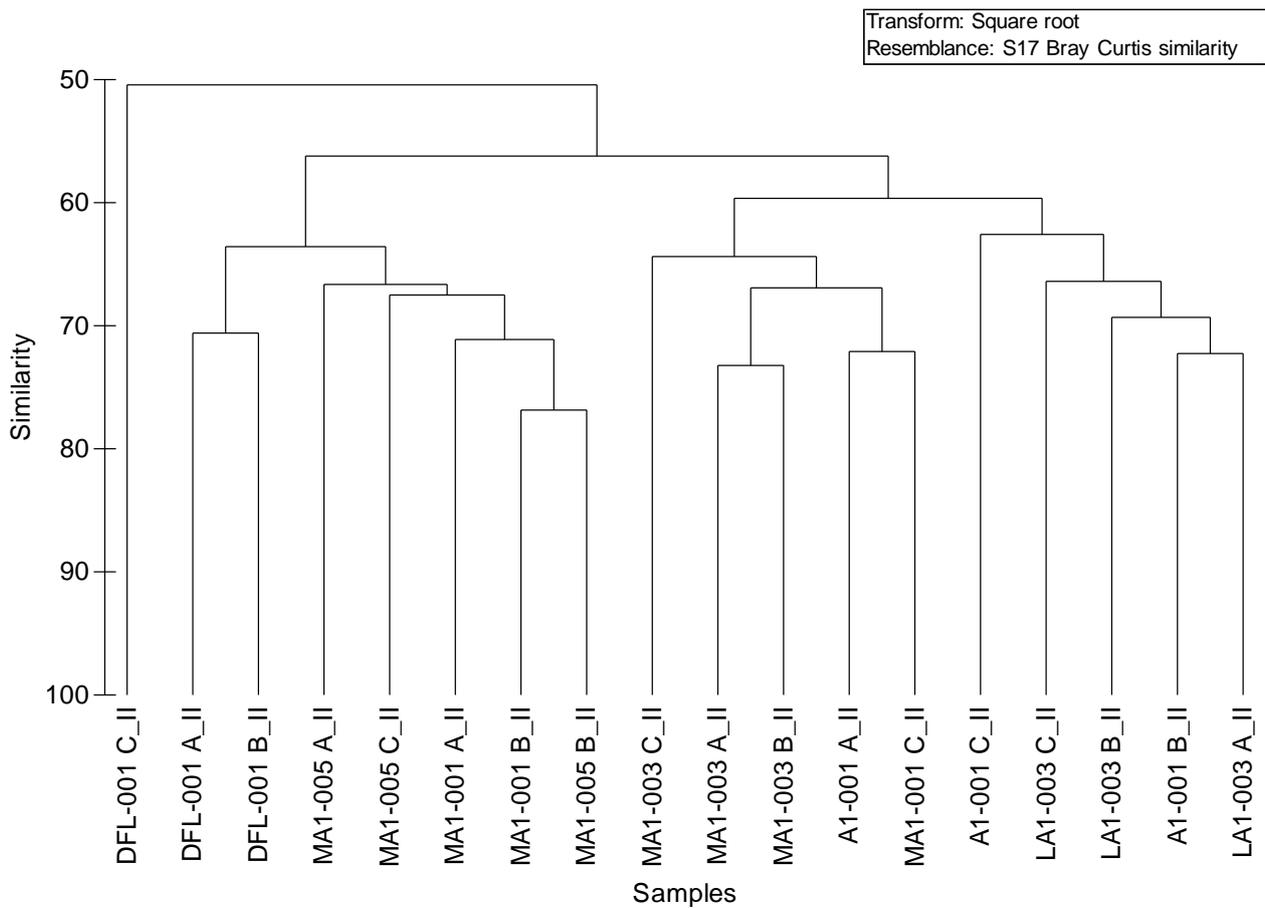


Fig. 3.19 Dendrogramma rappresentante i rapporti di similarità in base ai valori di abbondanza delle specie singole tra i 18 campioni delle 6 tagnùe studiate. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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 tagnùa, 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 tagnùa non differiscano in modo significativo da quelle delle altre tagnùe. 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 ($R = 0,706$, Fig. 3.20) sia per quanto riguarda l'abbondanza ($R = 0,525$, 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.

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

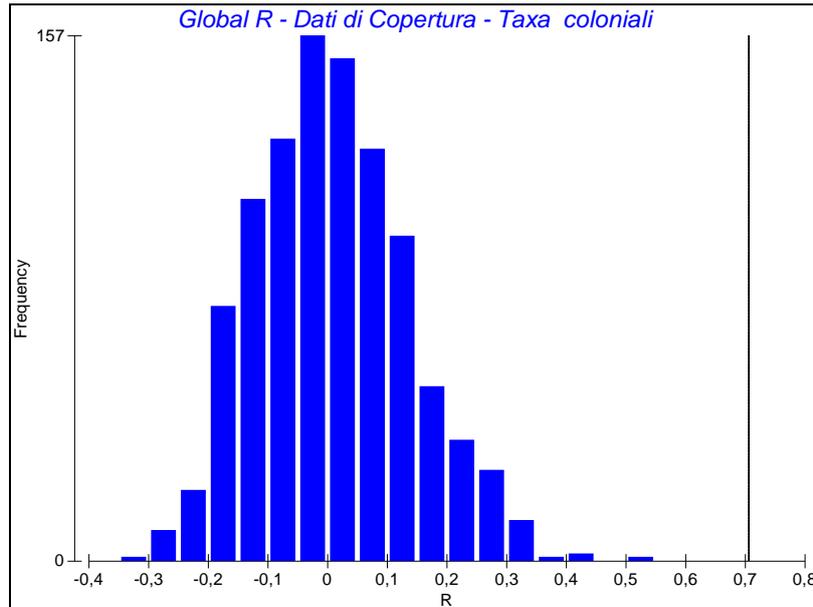


Fig. 3.20 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice priva dei valori copertura. Valore di $R = 0,706$ che cade molto al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni.

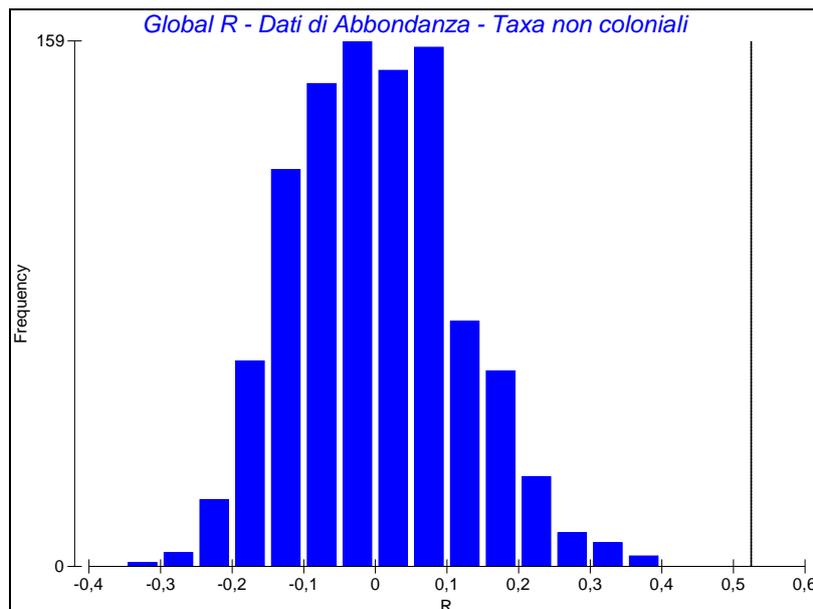


Fig. 3.21 Distribuzione simulata di R ottenuta con l'applicazione di ANOSIM alla matrice priva dei valori Abbondanza. Valore di $R = 0,525$ che cade al di fuori della distribuzione ottenuta da 999 permutazioni.

Valutando come si ordinano per similarità i 6 affioramenti rocciosi, si nota come i valori di copertura (Fig. 3.22), in base alla similarità dei campioni, diano un ordinamento diverso da quello dato dai valori di abbondanza (Fig. 3.23). In base alla comunità degli organismi coloniali vi sono due gruppi principali che si dividono ad un livello di similarità di poco superiore al 30%. Da un lato gli affioramenti DFL-001 ed MA1-005 (simili tra loro circa il 50%), sicuramente i più poveri in termini di copertura, mentre dall'altro gli altri 4 affioramenti che si dividono poi in due sottogruppi seguendo l'abbinamento alle rispettive bocche di porto. Gli affioramenti LA1-003 e A1-001 hanno comunità di taxa coloniali molto ricche e simile (circa il 75% di similarità), mentre le

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

stazioni MA1-001 e MA1-003 afferenti alla bocca di Malamocco, hanno una similarità di circa il 65%.

Per quanto riguarda la comunità degli organismi non coloniali presenti nei sei affioramenti in base all'analisi dei cluster, vediamo che le comunità si separano in due gruppi distinti ad un livello di similarità di circa il 65%. 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 oltre il 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.

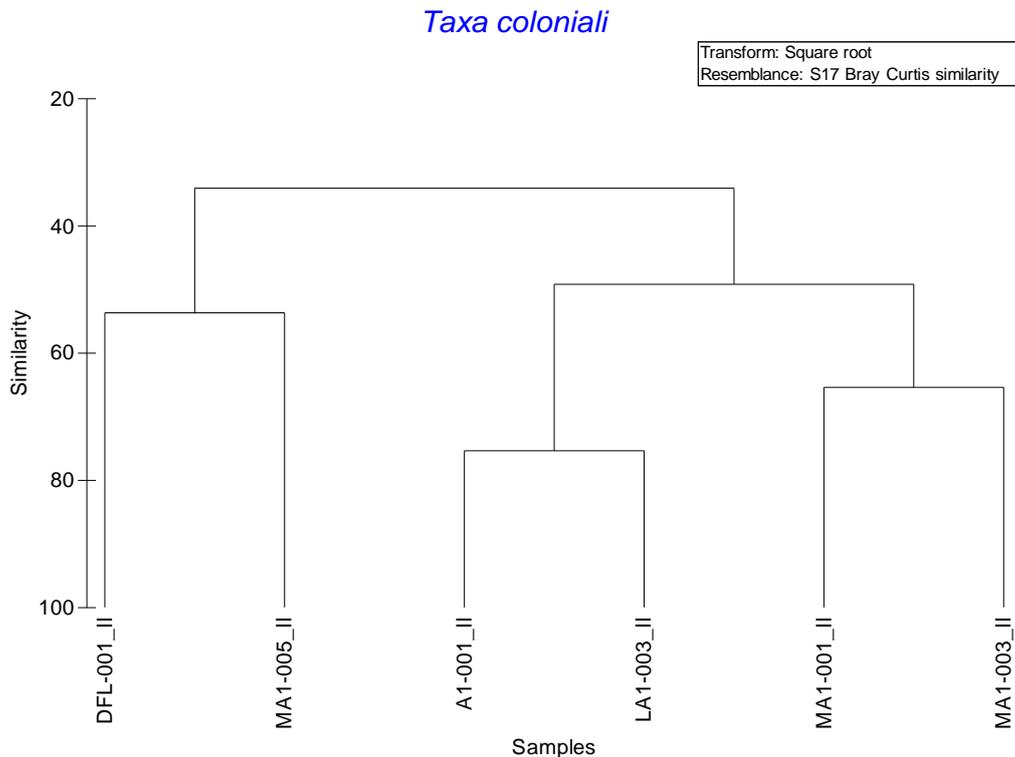


Fig. 3.22 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 tagnùe in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di copertura (organismi coloniali sessili). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Il raggruppamento delle tagnùe 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 (*Pisidia longimana*) 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 tagnùe (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 tagnùe 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).

Queste osservazioni concordano in ampia parte con quanto osservato nel corso della precedente campagna confermando quindi le osservazioni condotte.

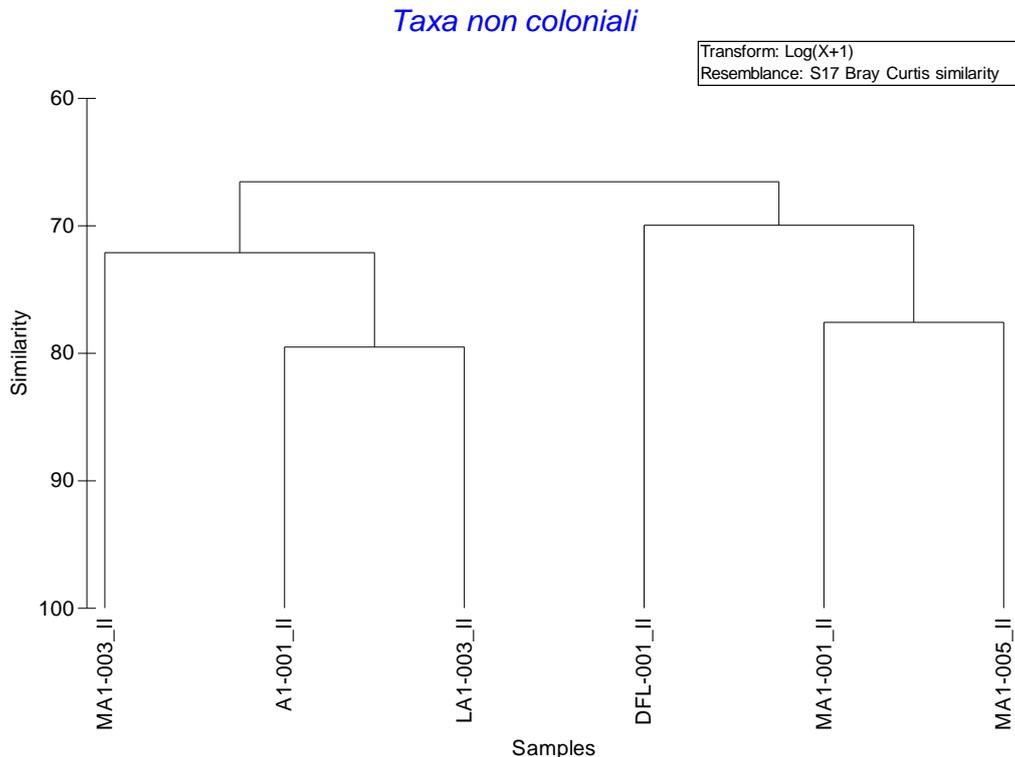


Fig. 3.23 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento della similarità tra le comunità zoobentoniche delle 6 teggùe in base all'indice di Bray-Curtis per i valori di abbondanza (organismi singoli vagili). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

3.2 Macrophytobenthos

3.2.1 *Consistenza e composizione floristica*

Nei rilievi condotti sugli affioramenti rocciosi prossimi alle bocche di porto di Lido e di Malamocco sono stati rilevati complessivamente 36 taxa macroalgali ripartiti in 27 Rhodophyta (alghe rosse, 76%), 2 Phaeophyta (alghe brune, 5%) e 7 Chlorophyta (alghe verdi, 19%). Delle 37 macroalghe rilevate, 27 sono state classificate a livello di specie e 8 a livello di genere e 2 a livello superiore al genere (Tab. 3.7).

Sempre per il numero di specie, quello rilevato in questo studio è variato da 8 a 24 per affioramento roccioso (somma di tre repliche; Fig. 3.24) e da 3 a 16 considerando le singole repliche. Si tratta di valori che complessivamente appaiono bassi, se confrontati con quelli medi per il Mediterraneo, compresi tra 40 e 80 specie, per una superficie di campionamento di 900 cm² [Cormaci e Furnari, 1991].

La composizione floristica, valutata sia complessivamente per i sei affioramenti rocciosi, sia per singolo affioramento, evidenzia una ripartizione non equilibrata delle macroalghe nelle tre categorie sistematiche (alghe rosse, alghe brune e alghe verdi). Lo sbilanciamento non riguarda tanto l'elevata presenza di Rhodophyta, che può essere considerato un fattore positivo e di pregio, quanto la limitata presenza di alghe brune che sono limitate alla sola *Dictyota* sp. e a frammenti non determinabili (Fig. 3.25). L'assenza di specie appartenenti a questo raggruppamento macroalgale suggerisce la presenza di fattori di disturbo, caratteristici di questo tratto di mare

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

costiero antistante le bocche di porto, che non favoriscono un rapporto bilanciato fra le tre categorie sistematiche.

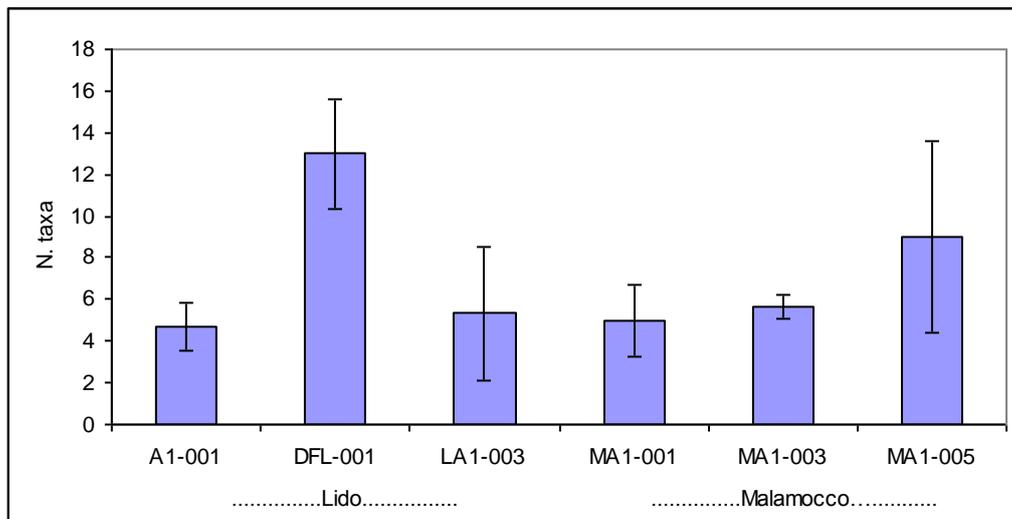


Fig. 3.24 Numero di taxa medio per affioramento (media di tre repliche di 50 x 50 cm). La barra si riferisce alla deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

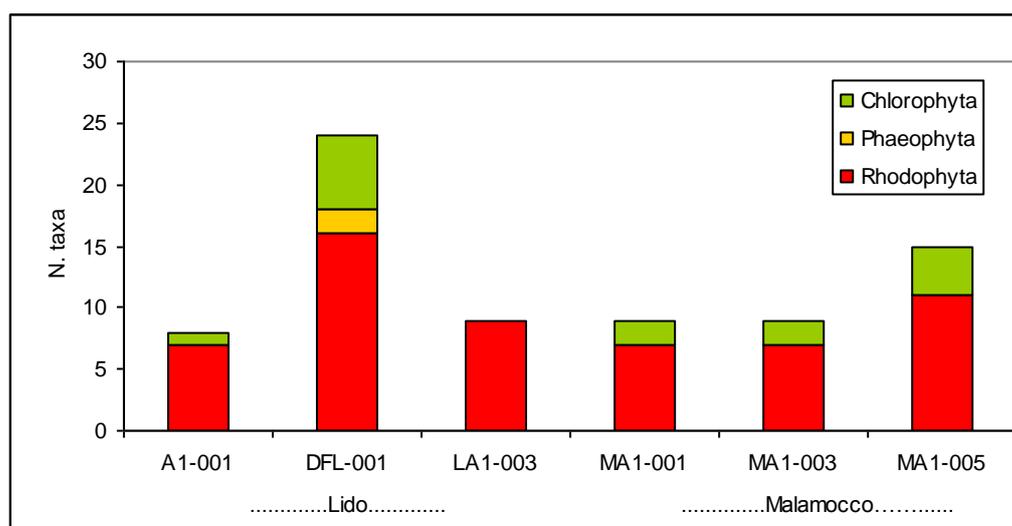


Fig. 3.25 Ripartizione delle specie nelle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).

Il confronto con lavori specifici relativi ad affioramenti rocciosi (tegnùe) del nord Adriatico e del litorale veneto ([Curiel *et al.*, 2001] - 83 specie in 7 affioramenti rocciosi ripartite in 58 Rhodophyta, 13 Phaeophyta e 12 Chlorophyta; [Magistrato alle Acque, 2006] - 98 specie in 21 affioramenti rocciosi ripartite in 63 Rhodophyta, 17 Phaeophyta e 18 Chlorophyta; [ARPAV, 2006] - 66 specie macroalgali suddivisi in 46 Rhodophyta, 8 Phaeophyta e 12 Chlorophyta) evidenzia la limitata consistenza floristica complessiva e il rapporto non bilanciato tra le tre categorie sistematiche dei sei affioramenti rocciosi situati relativamente vicino alle bocche di Lido e di Malamocco. Come si vedrà in seguito in modo più approfondito, le cause della limitata consistenza floristica macroalgale sono da ricondursi alle caratteristiche della colonna d'acqua che ha limitati valori di trasparenza delle acque (Disco Secchi di 3-4 m), alla tipologia dei substrati indagati, alla loro

collocazione geografica rispetto alla linea di costa e alle dimensioni ed elevazione degli affioramenti.

L'abbondanza, che per le macroalghe si quantifica calcolando il ricoprimento (spazio occupato dall'alga in proiezione sul substrato - [Boudouresque, 1971]), denota ancora una scarsa presenza di specie, poiché essa varia da 0,1 a 8% per le repliche (campioni) e da 0,1 a 8,1% per affioramento roccioso (media affioramenti Lido 0,4%; media affioramenti Malamocco 5,4%). Contrariamente a quanto visto in precedenza per il numero delle specie, in base al quale non si ha una marcata differenza tra gli affioramenti della bocca di Lido (media 13,6) e di Malamocco (media 11,3), per l'abbondanza, invece, pur essendo limitata in ambedue i siti, si rilevano delle apprezzabili differenze (media 0,4 % a Lido, media 5,4% Malamocco) (Fig. 3.26).

Anche la composizione floristica dell'abbondanza delle specie (Fig. 3.27), evidenzia una ripartizione non equilibrata tra le tre categorie biologiche (Rhodophyta, Phaeophyta e Chlorophyta). Pur essendo quasi del tutto assenti le Phaeophyta in ambedue gli affioramenti delle due bocche, nell'area di influenza della bocca di Malamocco la ripartizione delle abbondanze delle Rhodophyta e delle Chlorophyta appare più equilibrata. In realtà, in tutti gli affioramenti l'abbondanza della componente algale è data per le alghe rosse quasi interamente dalla calcarea *Peyssonnelia* e dalle laminari *Rhodymenia* e *Cryptonemia*, specie caratteristiche di ambienti sciafili. Per le alghe verdi l'abbondanza è data quasi interamente da *Ulva*, con le altre specie (*Chaetomorpha linum*, *Entocladia viridis*, *Flabellia petiolata* e *Pseudochlorodesmis furcellata*) che però hanno valori quasi irrilevanti. Queste specie identificano condizioni eutrofiche (*Ulva*, *Chaetomorpha*), siti a medio-alta sedimentazione (*Pseudochlorodesmis*) o ambienti sciafili (*Flabellia*).

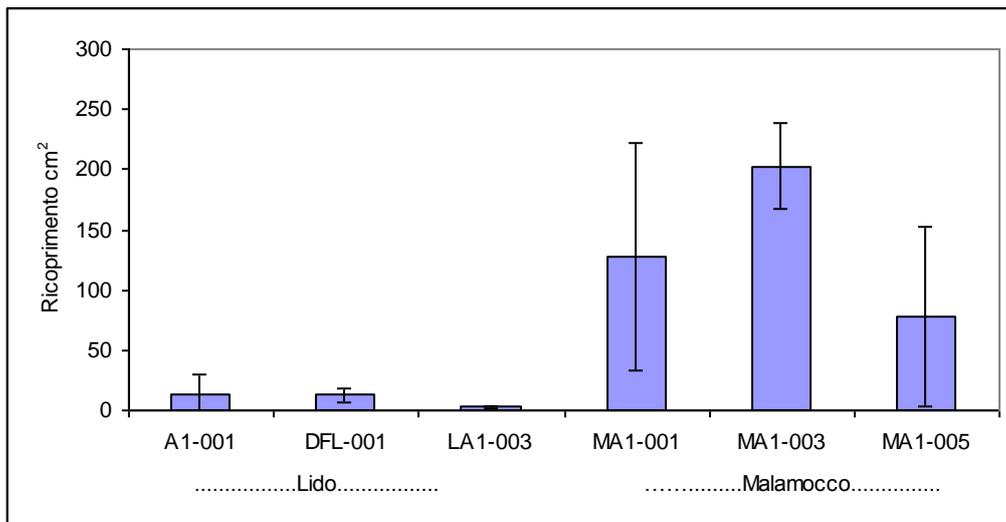


Fig. 3.26 Abbondanza media per affioramento roccioso (media di tre repliche di 50 x 50 cm).
Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

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

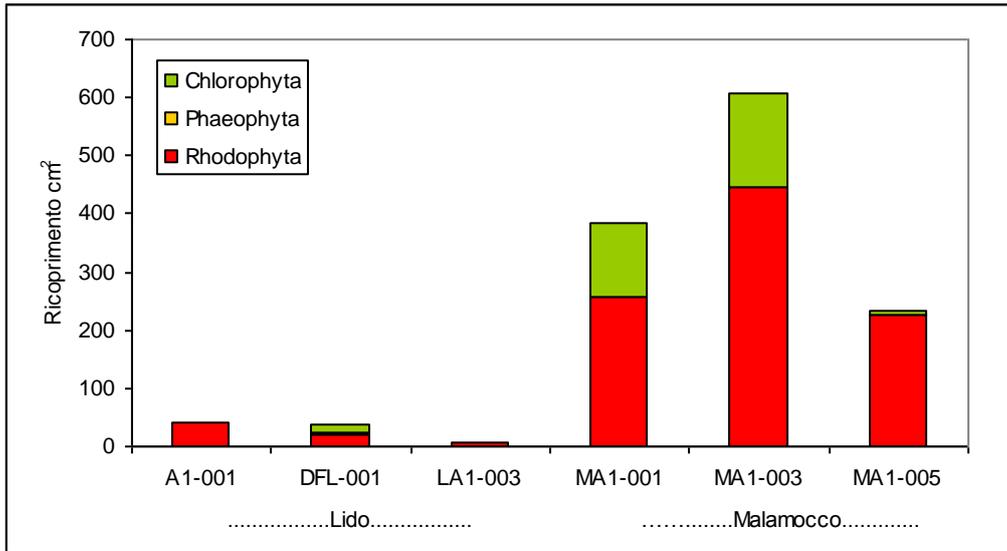


Fig. 3.27 Ripartizione dell'abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).

La suddivisione delle specie rilevate in relazione all'appartenenza al gruppo ecologico sciafile o fotofilo, tenendo conto che il substrato colonizzato è limitato e varia per replica da 0,1 a 8% della superficie campionata, denota un prevalenza delle specie sciafile (Fig. 3.28).

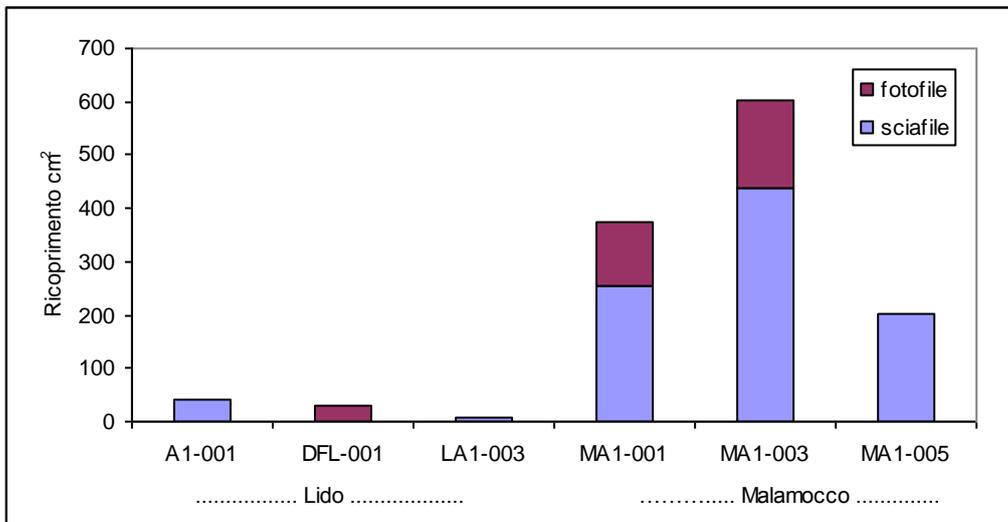


Fig. 3.28 Ripartizione dell'abbondanza delle macroalghe in relazione alla loro appartenenza al gruppo ecologico delle specie sciafile e fotofile. I valori di ogni affioramento si riferiscono all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).

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



Rhodymenia ardissoni (Rhodophyta).



Cryptonemia lomation (Rhodophyta).

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



Peyssonnelia sp.: alga rossa calcarea (Corallinales) tipica delle comunità sciafile di profondità.



Flabellia petiolata: alga verde tipica di ambienti ombrosi (sciafila).

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

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

Rhodophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Aglaothamnion</i> sp.	0,3	1,25	0,55	3	0,5	2,8
<i>Aglaothamnion tripinnatum</i> (C. Agardh) Feldmann-Mazoyer	---	---	---	---	2	---
<i>Anotrichium furcellatum</i> (J. Agardh) Baldock	---	1,6	---	---	---	---
<i>Antithamnion nipponicum</i> Yamada et Inagaki	---	---	0,15	---	---	---
<i>Apoglossum ruscifolium</i> (Turner) J. Agardh	---	---	0,15	---	---	---
<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh	---	0,01	---	0,01	---	---
<i>Botryocladia boergesenii</i> Feldmann	0,1	---	0,2	---	---	---
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightoof) Roth	---	0,1	---	---	---	---
<i>Ceramium</i> sp.	0,05	---	0,1	---	---	---
<i>Chondria capillaris</i> (Huds.) M.J. Wynne	---	1,15	---	---	---	---
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	4	---	2,5	---	340	155
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	---	0,01	---	---	---	0,5
<i>Gastroclonium</i> sp.	---	---	---	---	---	1
<i>Gracilaria</i> sp.	---	---	---	---	6	---
<i>Gracilariopsis longissima</i> (S.G. Gmelin) Steentoft et al.	---	11	---	0,5	---	---
<i>Heterosiphonia japonica</i> Yendo	---	3,05	---	---	---	---
<i>Hydrolithon boreale</i> (Foslie) Y.M. Chamberlain	---	0,01	---	2	1	4
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J.V. Lamouroux) Foslie	0,8	0,01	1,5	1	---	4
<i>Melobesia membranacea</i> (Esper) J.V. Lamouroux	---	---	---	---	---	0,5
<i>Peyssonnelia</i> sp.	30	---	0,5	---	---	---
<i>Pneophyllum fragile</i> Kützing	---	0,01	---	---	---	---
<i>Polysiphonia</i> sp.	---	0,01	---	---	---	---
<i>Rhodophyceae</i> indet.	---	0,2	---	---	---	20
<i>Rhodophyllis divaricata</i> (Stackhouse) Papenfuss	---	0,05	---	1	6	13,5
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	---	---	---	250	80	---
<i>Rhodymenia pseudopalmata</i> (J.V. Lamouroux) P.C. Silva	---	---	---	---	---	8
<i>Rhodymenia</i> sp.	4,5	0,05	2,8	---	10	16
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey	---	3,4	---	---	---	---

Phaeophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Dictyota</i> sp.	---	0,45	---	---	---	---
<i>Phaeophyceae</i> indet.	---	1,5	---	---	---	---

Chlorophyta	LIDO			MALAMOCCO		
	A1-001	DFL-001	LA1-003	MA1-001	MA1-003	MA1-005
<i>Chaetomorpha linum</i> (O.F. Müller) Kützing	---	4,2	---	---	---	---
<i>Entocladia viridis</i> V. Reinke	---	0,02	---	---	---	1,5
<i>Flabellia petiolata</i> (Turra) Nizamuddin	0,03	---	---	---	---	1,8
<i>Pseudochlorodesmis furcellata</i> (Zanardini) Børgesen var. <i>furcellata</i>	---	0,2	---	---	---	1,5
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen	---	0,01	---	---	---	---
<i>Ulva laetevirens</i> Areschoug	---	10,2	---	120	160	---
<i>Ulvella lens</i> P.et H. Crouan	---	0,02	---	6	3,5	2

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 basandosi non solo sull'elenco delle specie, ma anche sui valori di abbondanza [Clarke et Warwick, 1994].

Nello specifico di questo rapporto, l'impiego di queste tecniche sarà indirizzato a valutare il grado di similarità delle comunità campionate sia a livello di repliche, sia di stazioni.

La *cluster analysis* e l'analisi MDS applicata alle 18 repliche denota un buon grado di similarità tra le repliche del medesimo affioramento, anche con una netta separazione tra gli affioramenti di Malamocco rispetto a quelli di Lido (fig. 3.29-3.30).

Per verificare statisticamente il livello di diversità tra le repliche e poter quindi valutare la correttezza del loro accorpamento, 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. Il risultato di questa analisi (Fig. 3.31) indica 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. Il valore di R (0,771) indica inoltre che la differenza tra le repliche dei 6 affioramenti risulta molto elevata e che le repliche nel complesso sono molto simili tra loro. È quindi corretto accorpate tra loro le repliche del medesimo affioramento ed eseguire le successive analisi con le sole stazioni (affioramenti).

La *cluster analysis* per stazione evidenzia una ripartizione degli affioramenti secondo un gradiente, che differenzia l'affioramento DFL-001 dai due rimanenti affioramenti di Lido e da quelli di Malamocco (Fig. 3.32). L'analisi MDS (Fig. 3.33) visualizza in modo chiaro la maggiore similarità degli affioramenti della bocca di porto di Malamocco rispetto a quelli della bocca di porto di Lido, dove l'affioramento DFL-001, posto all'entrata della bocca di porto, si differenzia sensibilmente dagli altri due (LA1-003 e A1-001).

Tenendo in considerazione che la valutazione dei dati sino ad ora esposti è fatta su affioramenti rocciosi complessivamente "poveri", sia per quanto riguarda la biodiversità (basso numero di specie), sia per l'abbondanza (ricoprimento da 0,1% a 8%), l'analisi delle macroalghe rilevate mette in evidenza le diverse caratteristiche degli affioramenti:

- l'affioramento DFL-001 posto all'entrata della bocca di Lido si caratterizza per la biodiversità più elevata costituita da specie di ambiente lagunare e di molo foraneo (*Gracilariopsis*, *Spyridia*, *Dictyota*, *Ulva*, *Chaetomorpha*) piuttosto che di tegrù;
- gli affioramenti LA1-003 e A1-001 posti più internamente alla bocca di Lido hanno la più bassa biodiversità rilevata tra i sei affioramenti con le sole due macroalghe sciafile *Rhodymenia* e *Cryptonemia* che costituiscono quasi l'80% della similarità del raggruppamento;
- gli affioramenti antistanti la bocca di Malamocco (MA1-001, MA1-003 e MA1-005) si caratterizzano per una maggiore omogeneità che, come visto in precedenza, riguarda anche le singole repliche. La presenza di altre specie quali *Ulvela*, *Ulva* e *Aglaothamnion*, ma soprattutto la maggiore abbondanza di *Rhodymenia* e *Cryptonemia*, che assieme rappresentano il 60% della similarità del raggruppamento, sono i fattori che distinguono questi affioramenti da quelli di Lido LA1-003 e A1-001 e che conferiscono loro caratteristiche molto più simili a quelle delle comunità di "tegrù".

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

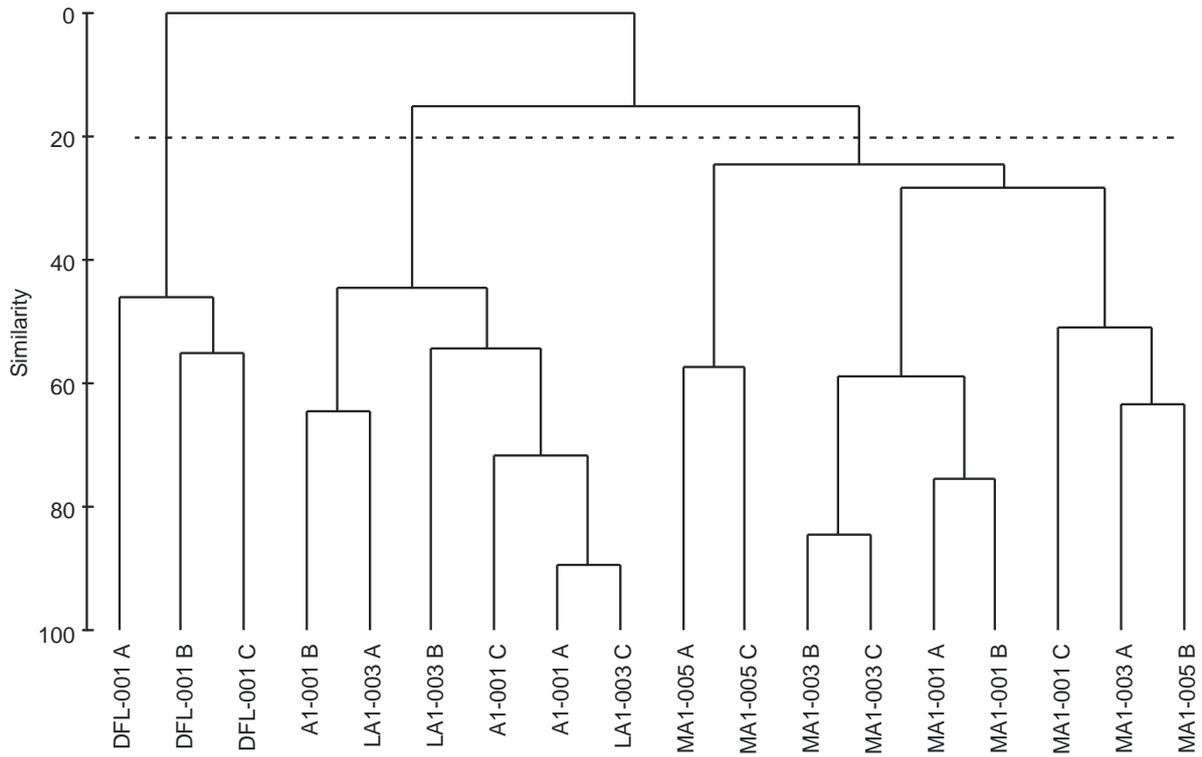


Fig. 3.29 Dendrogramma della similarità rilevata tra le 18 repliche. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

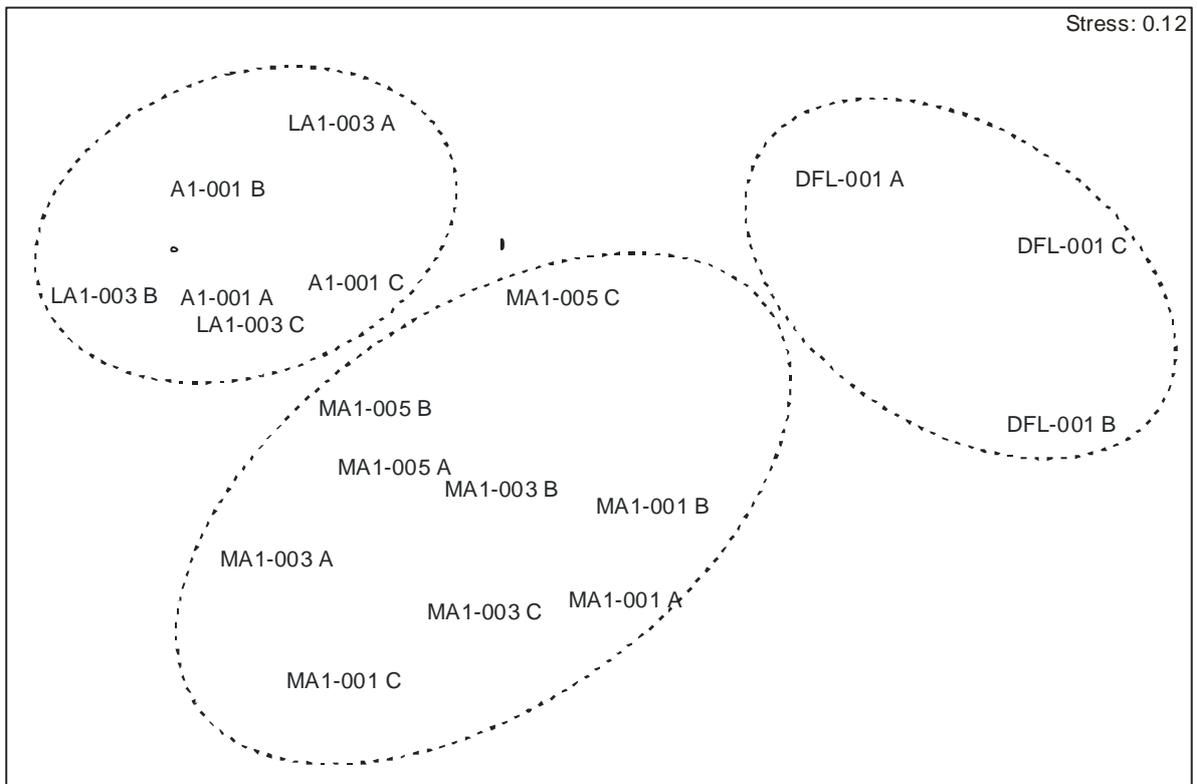


Fig. 3.30 Analisi MDS della similarità rilevata tra le 18 repliche con i raggruppamenti della cluster analysis alla similarità del 20%.

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

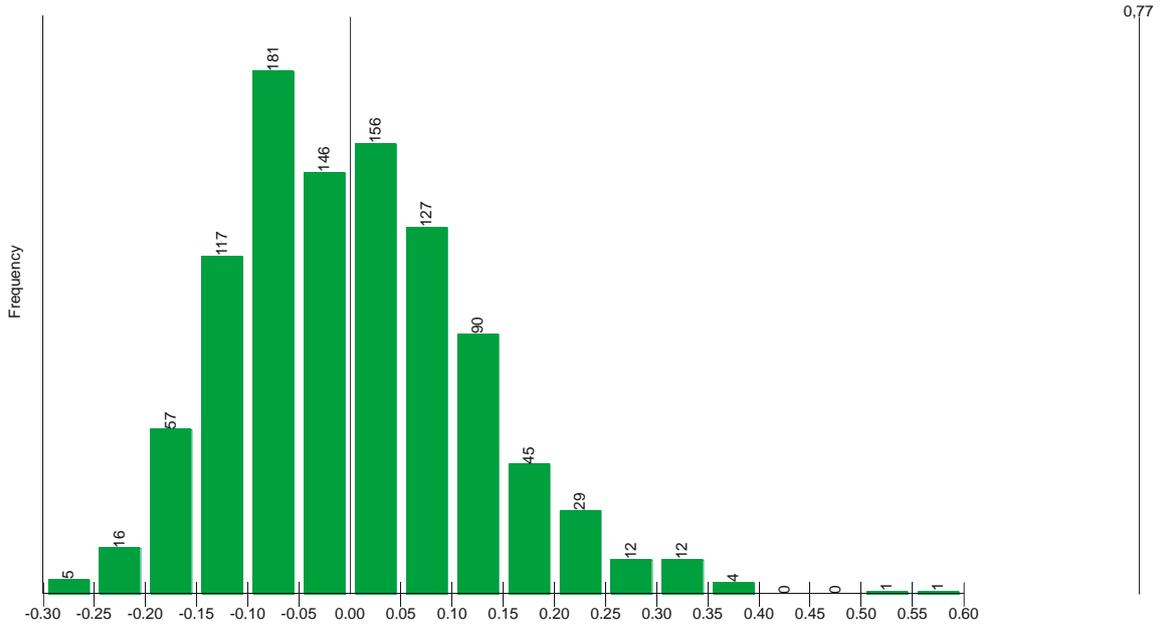


Fig. 3.31 Distribuzione simulata di R per le repliche di ogni stazione.

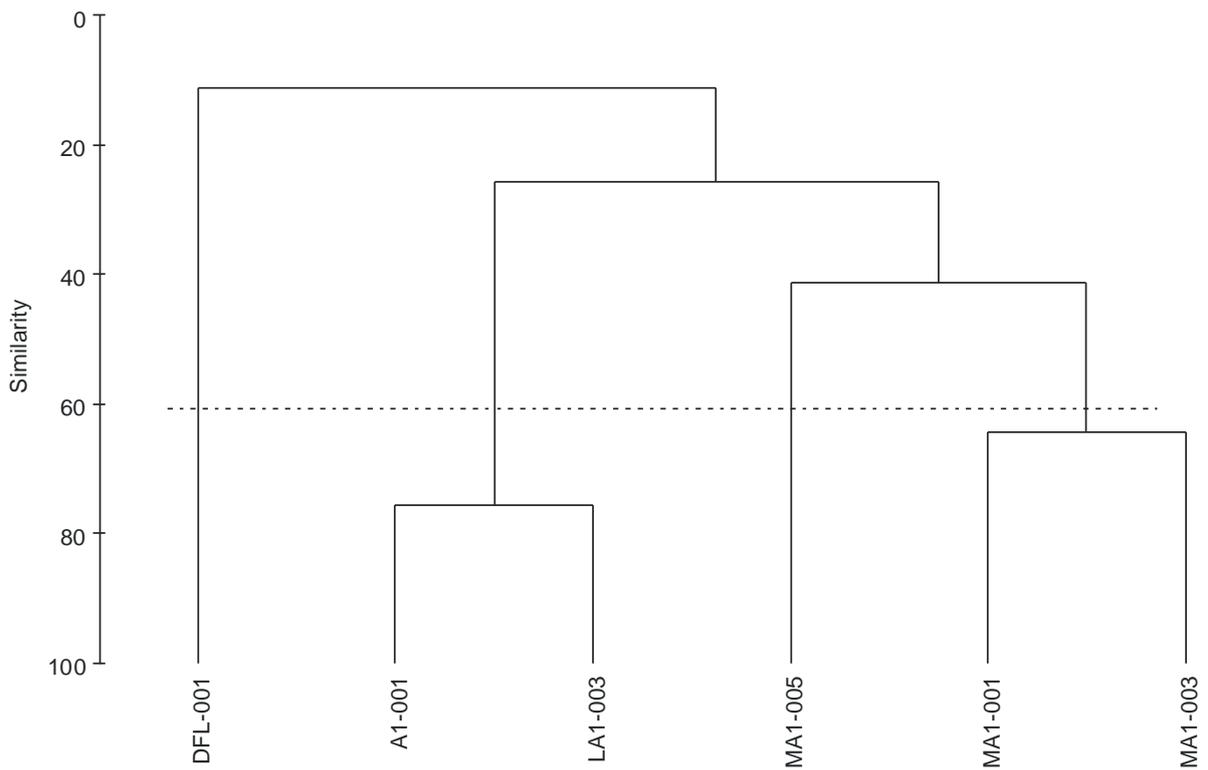


Fig. 3.32 Cluster analysis della similarità rilevata tra i sei affioramenti (i valori di ricoprimento delle repliche sono stati sommati). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

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

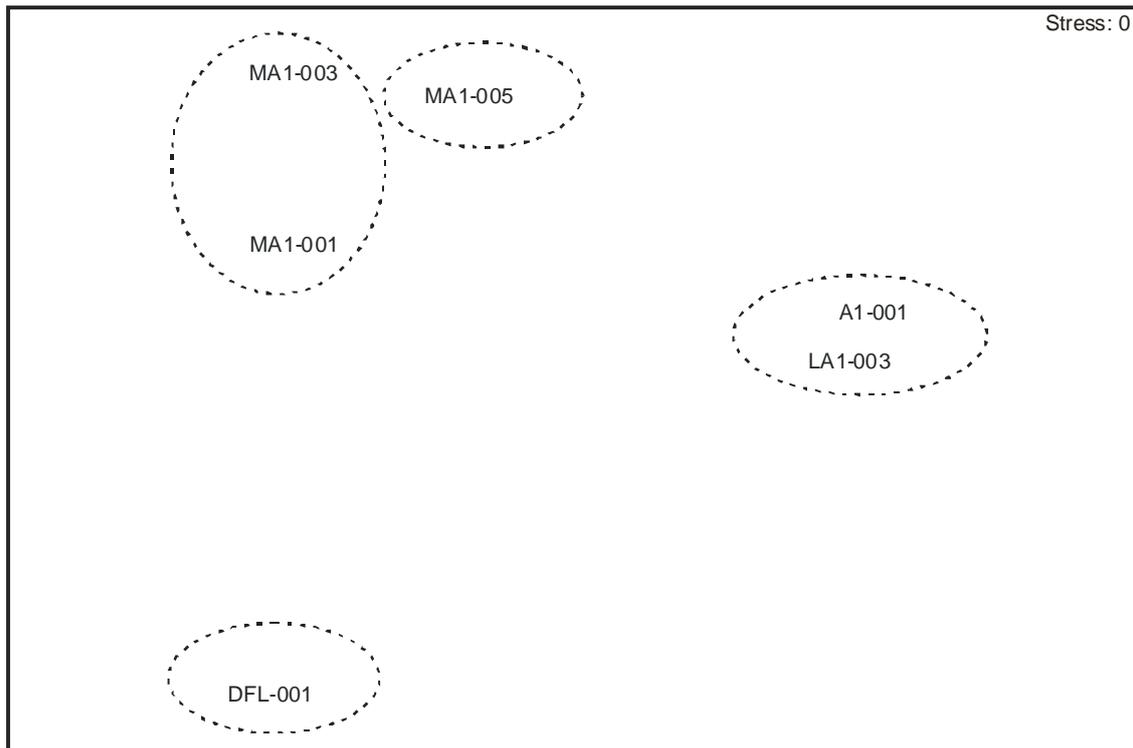


Fig. 3.33 Analisi MDS della similarità rilevata tra i sei affioramenti.

Gli indici di diversità di Shannon (Fig. 3.34) ed ES(50) (Fig. 3.35) indicano che gli affioramenti rocciosi DFL-001 e MA1-005 hanno biodiversità più elevata rispetto agli altri. Tale risultato appare in contrasto in quanto, se è ragionevole attendersi una biodiversità più elevata nell'affioramento di controllo perché situata più al largo e teoricamente non sottoposta ad impatti, meno ragionevole è osservare una biodiversità più alta in quello posto nei pressi della bocca di porto perché più esposto a possibili impatti dovuti all'idrodinamismo e alle acque torbide e ricche di sedimento che escono dalla laguna. La biodiversità più elevata che si rileva nell'affioramento DFL-001 è riconducibile al fatto che pur essendoci un basso ricoprimento specifico, il numero di specie complessivo rinvenuto è elevato rispetto agli altri affioramenti. Al contrario, nell'affioramento MA1-005, il numero di specie osservato è limitato e al ricoprimento contribuiscono quasi esclusivamente solo 2-3 specie.

L'indice R/P (Rhodophyta/Phaeophyta), 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, evidenziando così la presenza di fattori di disturbo di carattere generale che impediscono uno sviluppo bilanciato delle componenti macroalgali. L'indice R/C (Rhodophyta/Chlorophyta) (Fig. 3.36) evidenzia una maggiore omogeneità e bilanciamento negli affioramenti di Malamocco, mentre a Lido si notano forti differenze, con valori superiori al range e anomali per le nostre aree, e valori non determinabili per l'assenza delle Chlorophyta [Sfriso *et al.*, 2002; Marzocchi *et al.*, 2003; Curiel *et al.*, 2004].

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

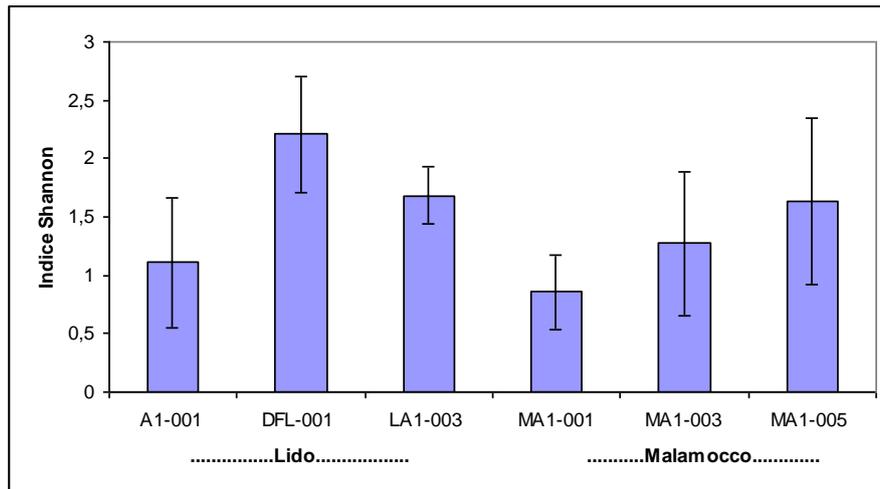


Fig. 3.34 Valori medi dell'Indice di diversità di Shannon per i sei affioramenti (la barra rappresenta la deviazione standard). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

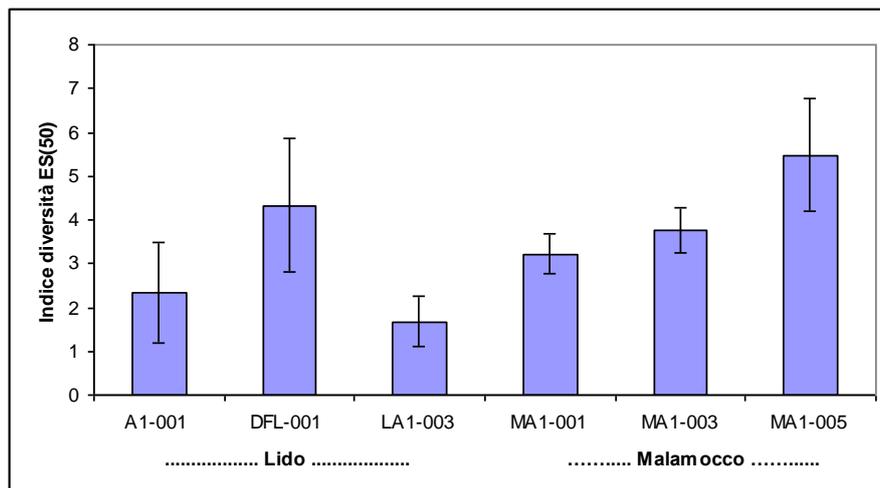


Fig. 3.35 Valori medi dell'Indice RS(50) per i sei affioramenti (la barra rappresenta la deviazione standard).

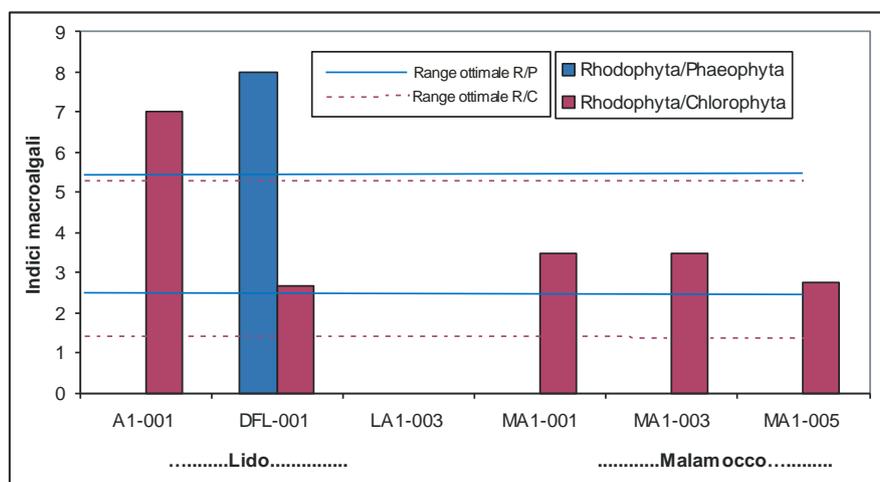


Fig. 3.36 Valori di due indici macroalgali per i sei affioramenti rocciosi considerando la somma delle tre repliche (7500 cm²)

4 CONFRONTI E VALUTAZIONI CON GLI STUDI PRECEDENTI

4.1.1 Premessa

In questo specifico capitolo sarà eseguita un'analisi comparativa tra i dati degli affioramenti rocciosi campionati negli studi B.6.72 B/1 e B/2 quelli corrispettivi indagati nello Studio B.6.78. Per una completa valutazione ed interpretazione dei dati è opportuno ricordare che i campionamenti dei tre studi sono stati eseguiti in differenti periodi dell'anno: gli studi B.6.72 (B/1 e B/2) nell'inverno del 2005-2006 (gennaio 2006) e nell'inverno 2006-2007 (dicembre 2006), mentre lo studio B.6.78 nella primavera del 2005 (aprile-giugno 2005). La stagione di campionamento è importante perché può condizionare la presenza e l'abbondanza delle specie fito-zoobentoniche.

4.1.2 Le comunità zoobentoniche degli studi B.6.72 (B/1 e B/2) e B.6.78

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]. I cambiamenti che si possono osservare nei parametri dei sei affioramenti studiati ben descrivono queste variazioni che, seppur in taluni siano 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 tre campagne considerate, sono riportati negli istogrammi di figura 4.1. Campionare tre siti diversi entro lo stesso affioramento ha lo scopo di descrivere la comunità bentonica nel modo più ampio possibile, cogliendone anche la variabilità spaziale. Per meglio ponderare il valore delle variazioni, nei grafici di figura 4.1, vengono riportati oltre ai valori medi anche le deviazioni standard.

Per analizzare gli andamenti dei parametri descrittori della comunità tra il 2005 (Studio B.6.78) e la fine del 2006 (Studio B.6.72 B/2), è stata effettuata una prima valutazione sulla biodiversità (espressa come numero medio di taxa rinvenuti in ciascun affioramento) e sulla biomassa complessiva della comunità bentonica (valore medio in grammi di peso secco). Il numero di taxa degli affioramenti nel gennaio 2006 (B.6.72 B/1), evidenziava un generale aumento rispetto allo studio di riferimento *ante operam* ad eccezione della stazione LA1-003. I dati dell'ultimo campionamento hanno fatto registrare un andamento alterno: in alcune stazioni il trend di crescita è stato mantenuto come nelle stazioni A1-001 ed MA1-003, con aumenti anche sensibili se riportati ai valori del 2005; in altre, come nell'affioramento DFL-001, MA1-001 e MA1-005 si è avuto un calo rispetto al gennaio 2006, con valori simili a quelli dello studio *ante operam* del 2005 o comunque con variabilità non statisticamente significativa. Inoltre, nella stazione LA1-003 si è avuto un aumento del numero medio di taxa per replica rispetto ai dati dello Studio B.6.72 B/1, con valori anche leggermente maggiori a quelli dello studio *ante operam* (2005).

Per quanto riguarda la biomassa complessiva di tutti i taxa, riportati in figura 4.1, possiamo osservare come questi abbiano un andamento non sempre in linea con quanto osservato per il numero di taxa. I valori medi dell'affioramento di controllo della bocca di Lido (A1-001) rimangono praticamente costanti nel corso degli ultimi due campionamenti dopo aver avuto un sensibile incremento nella seconda campagna (gennaio 2006). Le altre due tegnùe relative alla bocca di Lido denotano una certa variazione: nella stazione DFL-001 in cui si è osservato un decremento del numero di taxa, questo è accompagnato anche da un calo netto sulla biomassa che si riduce di circa il 50% rispetto allo studio B.6.72 B/1. Questo calo è dovuto alla diminuzione nei campioni di alcuni molluschi quali il gasteropode *Hexaplex trunculus* e il bivalve *Chlamys varia*, che erano stati raccolti in modo abbondante nel corso del secondo monitoraggio (gennaio 2006).

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

Per la stazione LA1-003 si ha un andamento esattamente opposto con valori di biomassa che quasi raddoppiano. Questo aumento è attribuibile al maggior numero di taxa coloniali presenti sulla tagna del campionamento nell'ultimo monitoraggio, quali le spugne *Ircinia variabilis* e *Tedania anhelans*.



Ircinia variabilis, foto eseguita in laboratorio su materiale raccolto nello Studio B.6.72 B/2.

Per quanto concerne la bocca di Malamocco per le stazioni MA1-001 e MA1-005 c'è stato un andamento crescente della biomassa nel corso dei tre anni, mentre la stazione MA1-003, dopo il sensibile aumento registrato nel corso del secondo campionamento dell'inverno 2005-2006 (B.6.72 B/1), ha un lieve decremento che comunque indica una sostanziale stabilità dei valori medi di biomassa.

Suddividendo la comunità bentonica in taxa coloniali e taxa non coloniali osserviamo che per i taxa coloniali nel corso dei tre campionamenti i valori di biomassa e copertura hanno in alcuni casi variazioni sensibili (in particolare si vedano i valori di biomassa per gli affioramenti DFL-001 ed LA1-003 tra il primo ed il secondo anno). Analizzando il trend triennale si nota che nella stazione A1-001 la comunità di specie coloniali (Spugne, Briozoi, ecc.) ha un costante aumento in tutti i parametri osservati (numero di taxa, copertura e biomassa) indicando, quindi, una costanza nel popolamento ed un suo miglioramento in termini quantitativi e qualitativi. Situazione diversa la si ha nell'affioramento più prossimo alla bocca di Porto di Lido (DFL-001) ove è stata registrata una stabilità nel numero di taxa coloniali ed un sensibile calo nei valori di copertura, seguito marginalmente dalla biomassa. L'altra stazione dell'area di Lido (LA1-003) presenta per i taxa coloniali un trend simile a quello dell'affioramento A1-001, con valori in crescita costanti nel corso dei 3 anni di indagine e con valori di biomassa e copertura del terzo campionamento tra i maggiori registrati.

Per quanto riguarda gli affioramenti dell'area di Malamocco, la tagna MA1-005 ubicata a maggior distanza dalla bocca ha avuto un andamento decrescente nei valori di copertura riportandosi ai livelli del primo campionamento; il numero di taxa ha avuto una lieve diminuzione mentre la biomassa ha subito un incremento per la maggiore presenza della spugna *Tedania anhelans*. Nell'affioramento MA1-001 prossimo alla bocca di porto, nell'inverno 2006-2007 si è avuto un aumento di tutti i valori dei taxa coloniali rispetto all'inverno 2005-2006 (B.6.72 B/1) con valori di copertura e numero di taxa che si sono riportati su quelli registrati nella primavera 2005 (B.6.78); la biomassa ha subito, invece, un lieve incremento rispetto al precedente inverno (B.6.72 B/1). Nella stazione MA1-003 nei tre anni di studio si è avuto un andamento crescente nel numero dei taxa

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

coloniali mentre, i valori di copertura e di biomassa, sono rimasti sostanzialmente stabili e comunque tra i maggiori dei 6 affioramenti.

Osservando i valori degli organismi non coloniali per l'affioramento A1-001 si nota come il numero medio di taxa abbia valori praticamente stabili nei tre anni. Questa stazione è tra quelle con il minor numero di individui vagili e nell'ultimo campionamento, riduce il suo valore anche rispetto allo studio di riferimento *ante operam* (primavera 2005); la presenza di un minor numero di individui rispetto ad altri affioramenti non seguita da adeguati valori di biomassa, può indicare che gli organismi presenti sono di maggiori dimensioni. Avvicinandoci alla bocca di porto notiamo come nella stazione LA1-003 il numero di taxa presenti un andamento altalenante; dai circa 45 taxa rinvenuti nella primavera 2005 nello studio *ante operam*, nel corso del campionamento dell'inverno 2005-2006 (B.6.72 B/1) si osserva una riduzione (circa 40 taxa) con un successivo recuperato nel corso dello studio attuale in cui i valori ritornano sui livelli iniziali. Anche in questa stazione il numero di taxa non viene accompagnato dai adeguati valori di abbondanza che risultano tra i più bassi dei 6 affioramenti. La biomassa di questi organismi ha avuto un andamento crescente nel corso dei tre monitoraggi e nel presente campionamento ha più che raddoppiato i valori rispetto all'anno precedente.

Le stazioni di Malamocco nel corso dei tre anni hanno presentato i maggiori valori medi del numero di taxa non coloniali; in generale notiamo che dopo un iniziale incremento registrato nella seconda campagna (inverno 2005-2006), nell'ultimo campionamento il numero di taxa è leggermente diminuito assestandosi su valori molto simili a quelli dello studio *ante operam*. Un analogo andamento è stato osservato per i valori di abbondanza delle tre stazioni di Malamocco. La biomassa delle specie vagili ha avuto uguale andamento per le stazioni MA1-003 ed MA1-005, evidenziando un calo nell'inverno 2006-2007 rispetto a quanto notato, invece, nella stazione MA1-001 dove è stato registrato un lieve aumento. Tutti questi scostamenti sono comunque di entità tale da non avere rilevanza statistica, come anche si può vedere dalle barre di deviazione standard riportate negli istogrammi di figura 4.1.

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

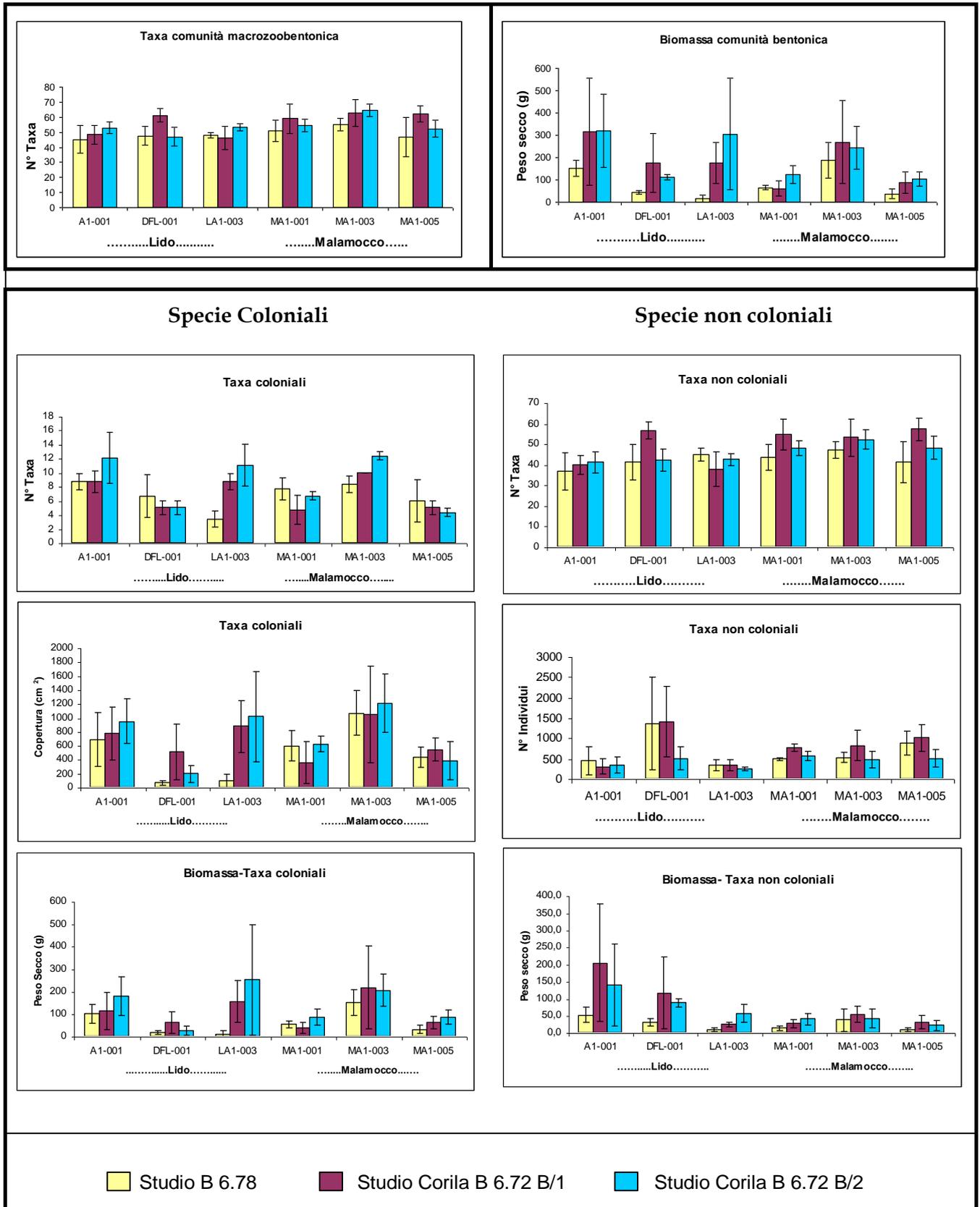


Fig. 4.1 Istogrammi di confronto tra i valori medi (con barre di deviazione standard) dei principali parametri delle comunità bentoniche degli studi B.6.78 (primavera 2005), B.6.72 B/1 (inverno 2005-2006) e B.6.72 B/2 (inverno 2006-2007). I valori sono riportati come media delle tre repliche riferendosi quindi all'unità di campionamento di 0,25 m². Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (Lido) e MA1 005 (Malamocco).

Il rapporto tra i valori di abbondanza e numero di specie è stato approfondito anche attraverso la valutazione comparata dei principali indici ecologici quali l'indice di ricchezza di Margalef, l'indice di equitabilità (equidistribuzione) di Pielou, l'indice di diversità di Shannon e quello di diversità-rarefazione di Sanders (ES(50)).

Gli istogrammi di figura 4.2 evidenziano un generale incremento per i valori di equitabilità, rarefazione e diversità di Shannon nel corso dei tre anni di indagine, indicando quindi un generale mantenimento delle condizioni della comunità vagile. Nei 6 affioramenti l'indice di ricchezza di Margalef ha un andamento più altalenante, legato al numero di taxa ad alla loro abbondanza; questo indice risente delle fluttuazioni delle specie più abbondanti come il polichete *Sabellaria spinulosa* ed i molluschi bivalvi del genere *Hiatella* (Fig. 4.5).

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

Sulla base della discussione già eseguita per i dati del campionamento degli Studi B.6.78, B 6.72 B/1 e dei risultati del presente Studio B.6.72 B/2, si è proceduto 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. 4.3), eseguito sui dati delle specie non coloniali, evidenzia una divisione tra le comunità zoobentoniche rinvenute nei tre campionamenti indicando, quindi, comunità che tendono a diversificarsi maggiormente tra i tre anni, piuttosto che tra i diversi siti. La rappresentazione MDS evidenzia bene questa tendenza, facendo comunque notare che le comunità dell'affioramento MA1-003 in ambedue gli inverni 2005-2006 e 2006-2007 (Studi B.6.72) siano risultate molto vicine tra loro e come tutti i campioni della primavera 2005 (studio *ante operam*) si distinguano rispetto ai successivi due campionamenti. Questo aspetto è forse meglio visualizzato dal cluster di figura 4.4 considerando anche la diversa "stagionalità" dei campionamenti. In generale si osserva che la comunità delle specie vagili presenti nei campioni degli ultimi due anni una similarità che supera il 60%.

L'applicazione della routine di calcolo SIMPER (pacchetto statistico PRIMER) ha permesso di individuare le principali specie che differenziano le comunità degli affioramenti nei tre studi in oggetto. Sono state indagate le differenze nella composizione specifica, sia considerando i popolamenti dei tre anni come gruppi diversi, sia confrontando una ad una le comunità di ogni stazione nei tre studi.

In base ai risultati dell'analisi SIMPER, si osserva che le comunità dello studio B.6.72 B/1 (inverno 2005-2006) sono caratterizzate da una presenza mediamente superiore di *Sabellaria spinulosa* e da una diminuzione di piccoli bivalvi endolitici o epilitici, come *Gastrochaena dubia*, *Hiatella rugosa*, *Hiatella arctica* e *Modiolarca subpicta* (Fig. 4.5). Nell'inverno 2006-2007 *Sabellaria* riduce la sua presenza in modo sensibile, come pure i crostacei Anfipodi (come *Corophium*) e il bivalve *Modiolarca subpicta*.

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 comunità simili tra loro per le stazioni A1-001 ed LA1-003, come osservato anche nella primavera 2005. L'affioramento DFL-001 presenta popolamenti più simili a quelli di Malamocco MA1-001 ed MA1-005 (Fig. 4.3) soprattutto per la presenza di tre specie che caratterizzano la similarità di questi tre siti: *Sabellaria spinulosa*, *Pisidia longimana* (granchio) e *Ophiotrix fragilis* (stella serpentina) in tutti e tre i periodi d'indagine.

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

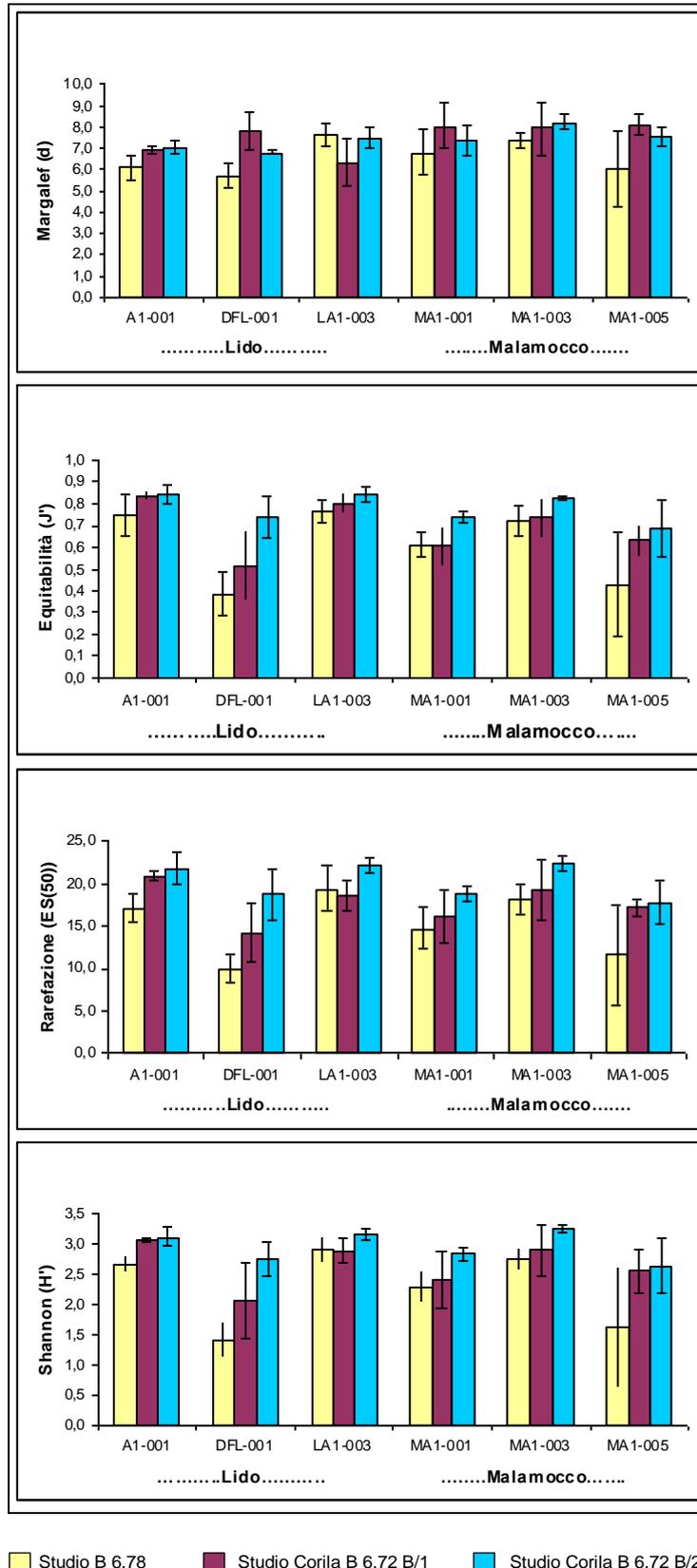


Figura 4.2: andamento dei principali indici ecologici (Ricchezza di Margalef, Equitabilità di Pielou; Rarefazione e diversità di Shannon) nel corso dei tre studi. I valori sono riportati come media delle tre repliche si riferiscono quindi all'unità di campionamento di 0,25 m². Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

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

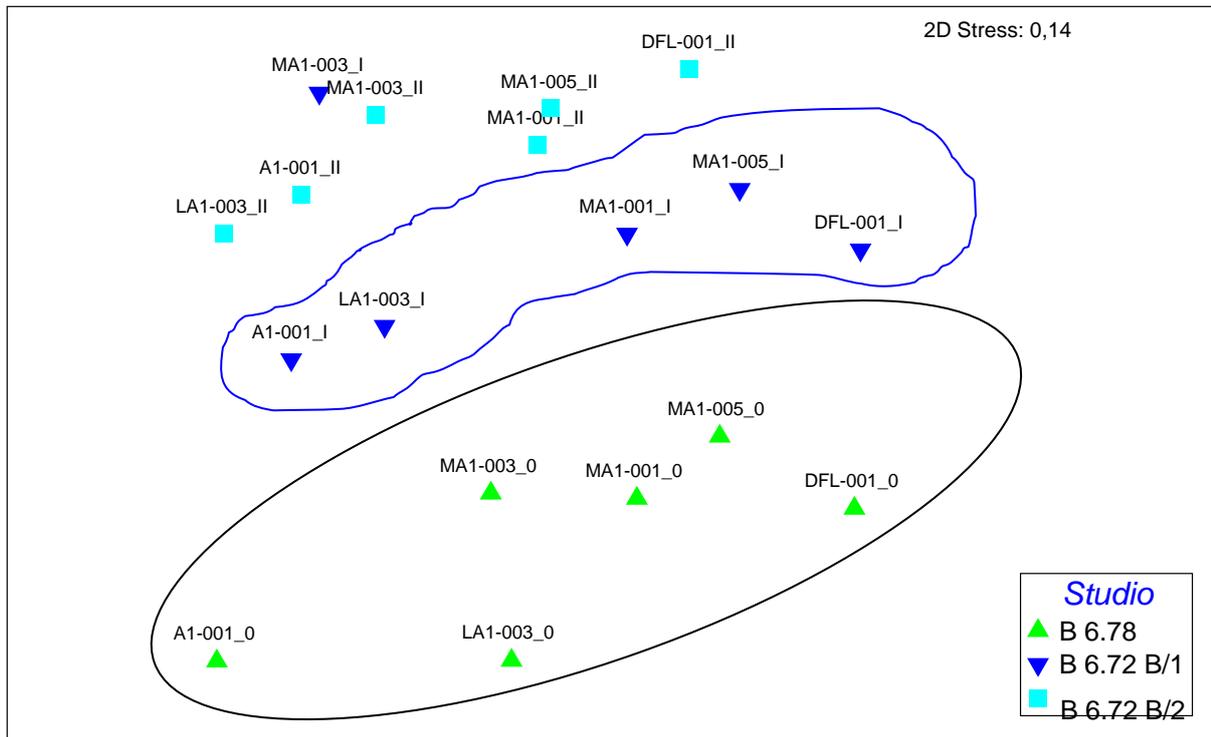


Fig. 4.3 MultiDimensional Scaling (MDS) dell'ordinamento in base alla similarità della comunità bentonica delle specie non coloniali (valori di abbondanza). Sono evidenziati i raggruppamenti delle stazioni. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

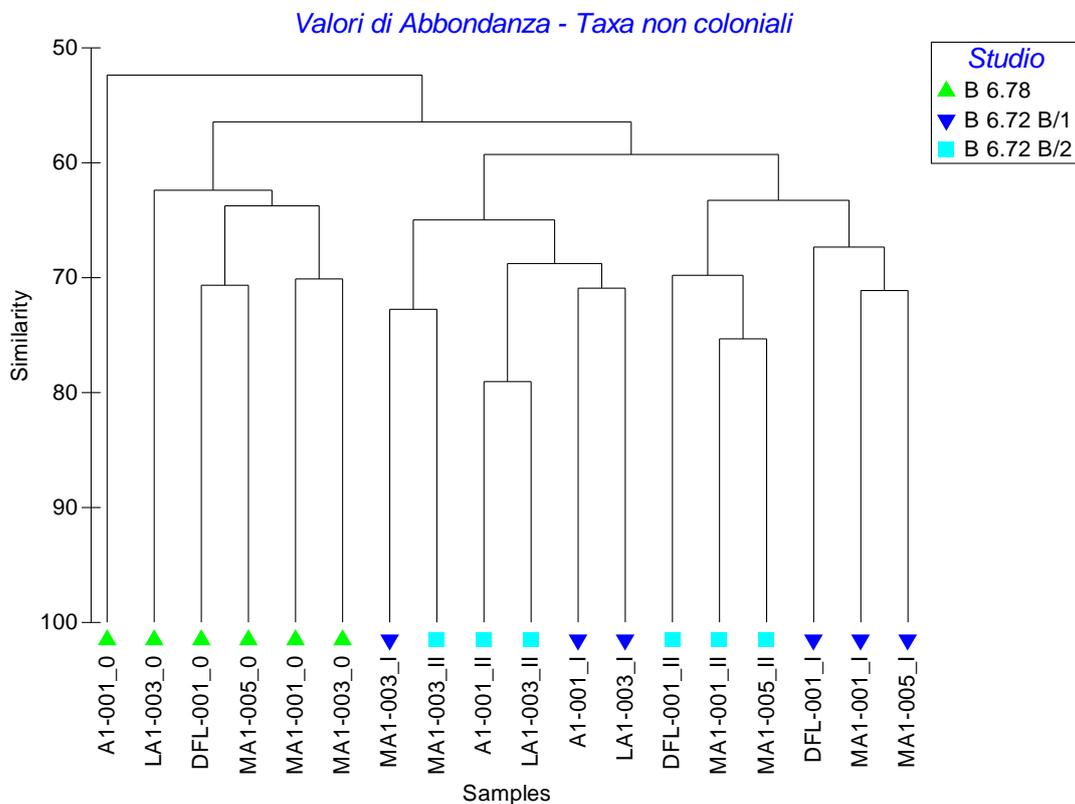


Fig. 4.4 Dendrogramma dell'ordinamento in base alla similarità della comunità bentonica delle specie non coloniali (valori di abbondanza).

Le variazioni interannuali evidenziano come gli affioramenti A1-001 ed LA1-003 abbiano comunità molto simili nei due studi del 2006. In questi affioramenti, in ambedue i campionamenti invernali (B.6.72 B/1 e B/2), ciò che contraddistingue principalmente i popolamenti dei due affioramenti, rispetto allo studio *ante operam* B.6.78 (primavera 2005), è il netto calo di molluschi bivalvi endolitici come *Hiatella arctica* e *Hiatella rugosa* (Fig. 4.5) che è risultato progressivo nel corso dei tre periodi.

Rispetto allo studio *ante operam* è evidente per entrambe le campagne successive anche la diminuzione di crostacei anfipodi del genere *Corophium*. Se per i molluschi l'evidente diminuzione pone degli interrogativi, per quanto 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 si verifica solamente nell'affioramento di controllo, ma riguarda 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; questa seconda ipotesi è in accordo con l'aumento dei poriferi e la diminuzione dei molluschi osservata in alcuni affioramenti.

La valutazione sulle comunità zoobentoniche degli affioramenti rocciosi delle due bocche di porto si completa confrontando l'andamento delle curve ABC riportate in figura 4.6; per una lettura secondo il gradiente da investigare, le stazioni sono ordinate dall'alto verso il basso allontanandoci dalla bocca di porto. La struttura della comunità descritta dalle curve ABC per i tre affioramenti del Lido evidenzia, che nel complesso, i popolamenti rilevati negli studi B.6.72, sia nel primo che nel secondo anno (inverno 2005-2006 e inverno 2006-2007), sono maggiormente strutturati e meno disturbati; la comunità bentonica si mostra inoltre maggiormente equilibrata (maggior spazio tra le due curve, con curva delle biomasse che si pongono sopra a quella dei valori di abbondanza) e la strutturazione delle stesse comunità che migliora allontanandosi dalla bocca di porto.

Le comunità presenti negli affioramenti MA1-001 ed MA1-005 di Malamocco sono risultate in tutti e tre gli studi simili tra loro assieme anche a quella della bocca di Lido DFL-001 (Fig. 4.3 e 4.4). Rispetto alla comunità dell'affioramento MA1-003, questo gruppo di tegrùe ha mostrato le comunità meno strutturate e diversificate, condizione questa legata anche alla batimetria e alla conformazione degli affioramenti che le rendono maggiormente sottoposte a fenomeni idrodinamici e di deposizione sedimentaria indotta dalle mareggiate o dai movimenti di trasporto lungo costa ("*lastrure*" che poco si elevano dal fondo, profondità tra gli 8 ed i 10 metri e inferiore di circa 4 metri rispetto agli altri affioramenti).

Nella bocca di Malamocco, l'affioramento MA1-001 mantiene una relativa costanza nella struttura della comunità nei tre anni (Fig. 4.1) anche se con alcune fluttuazioni nella presenza ed abbondanza di alcune specie (Fig. 4.5). Le curve ABC (Fig. 4.7) indicano in tutti e tre gli studi la presenza di una comunità soggetta a condizioni di disturbo intermedio, attribuibile come già osservato, alla batimetria e all'idrodinamismo cui sono soggetti questi affioramenti. Condizione del tutto analoga si osserva nell'affioramento MA1-005 caratterizzato dallo stesso andamento delle curve ABC, ma che si contraddistingue, assieme alla tegrùa MA1-003, per un calo nelle abbondanze di *Sabellaria spinulosa*. Sulla base di queste considerazioni si può ipotizzare che in questi due affioramenti rocciosi vi sia una minor sedimentazione.

Il confronto delle curve ABC per i sei affioramenti conduce ad una rappresentazione comune, poiché mantengono andamenti molto simili. Nella loro differenziazione temporale tra lo studio *ante operam* (primavera 2005) e i due studi B.6.72 B/1 (inverno 2005-2006) e B/2 (inverno 2006-2007), nell'ambito di ciascun affioramento, possiamo osservare il probabile effetto della stagionalità, in quanto nel periodo primaverile (*ante operam*) il campionamento è stato eseguito nel momento del 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

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

invernale in cui sono stati eseguiti i campionamenti di entrambi gli studi B.6.72, abbiamo invece una situazione di relativa stabilità della comunità, senza taxa di recente insediamento e con individui di maggiori dimensioni. Fattori 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.

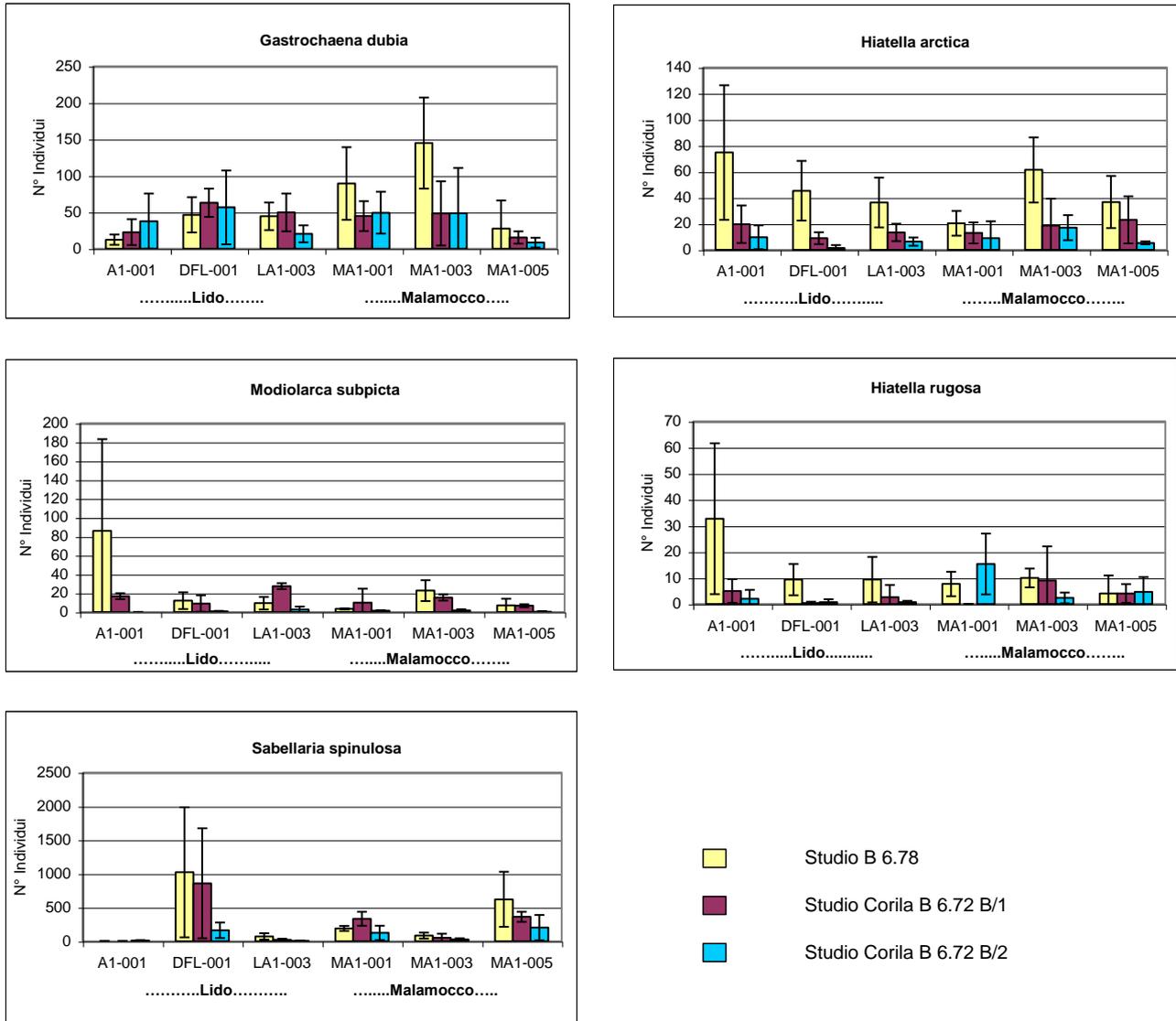


Fig. 4.5 Istogrammi con i valori di abbondanza media di alcune delle principali specie dei popolamenti zoobentonici negli Studi B.6.78 (2005) e B.6.72 B/1 (gennaio 2006) e B.6.72 B/2 (dicembre 2006).

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

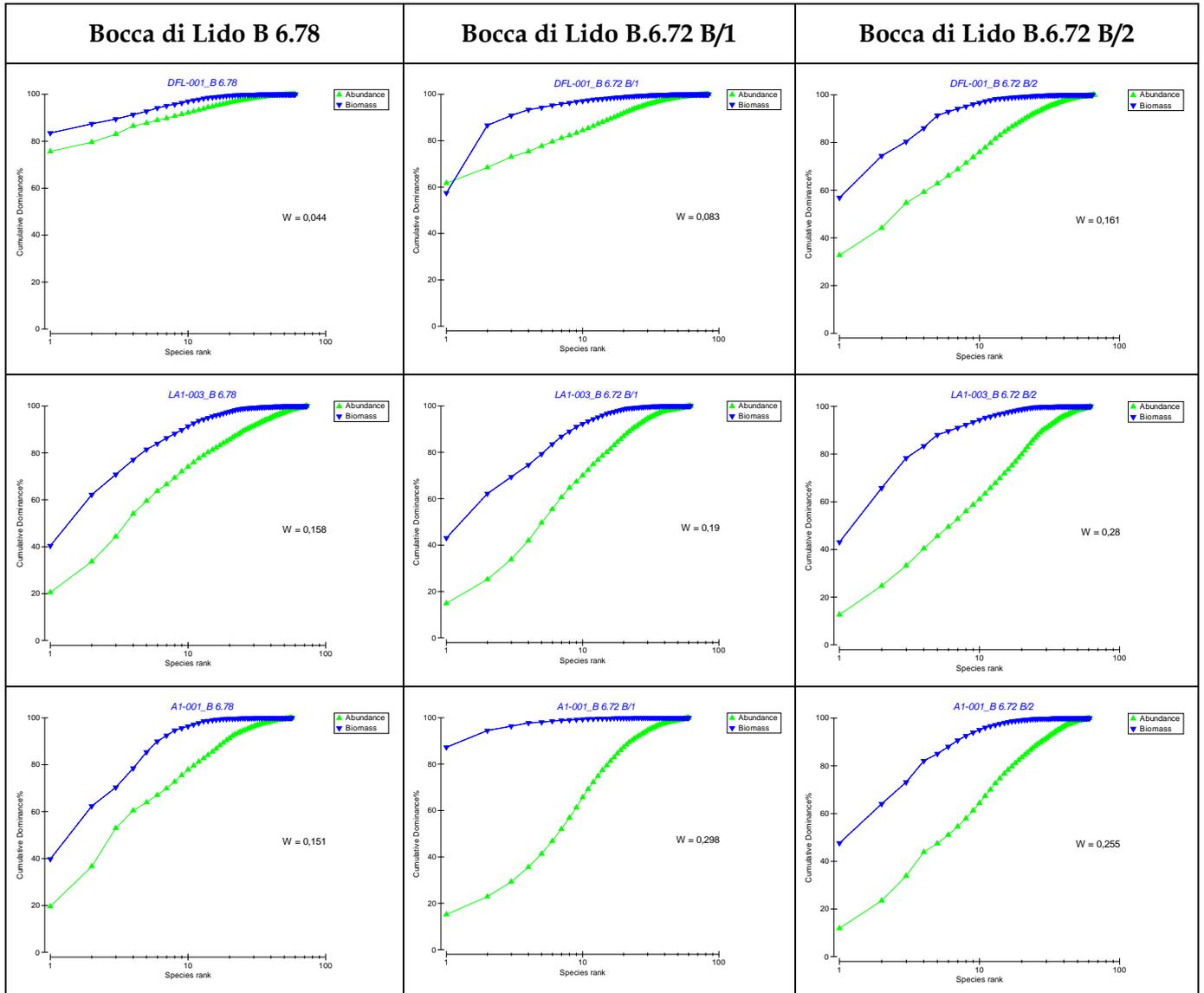


Fig. 4.6 Curve ABC per le tegnùe del Lido, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Lido).

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

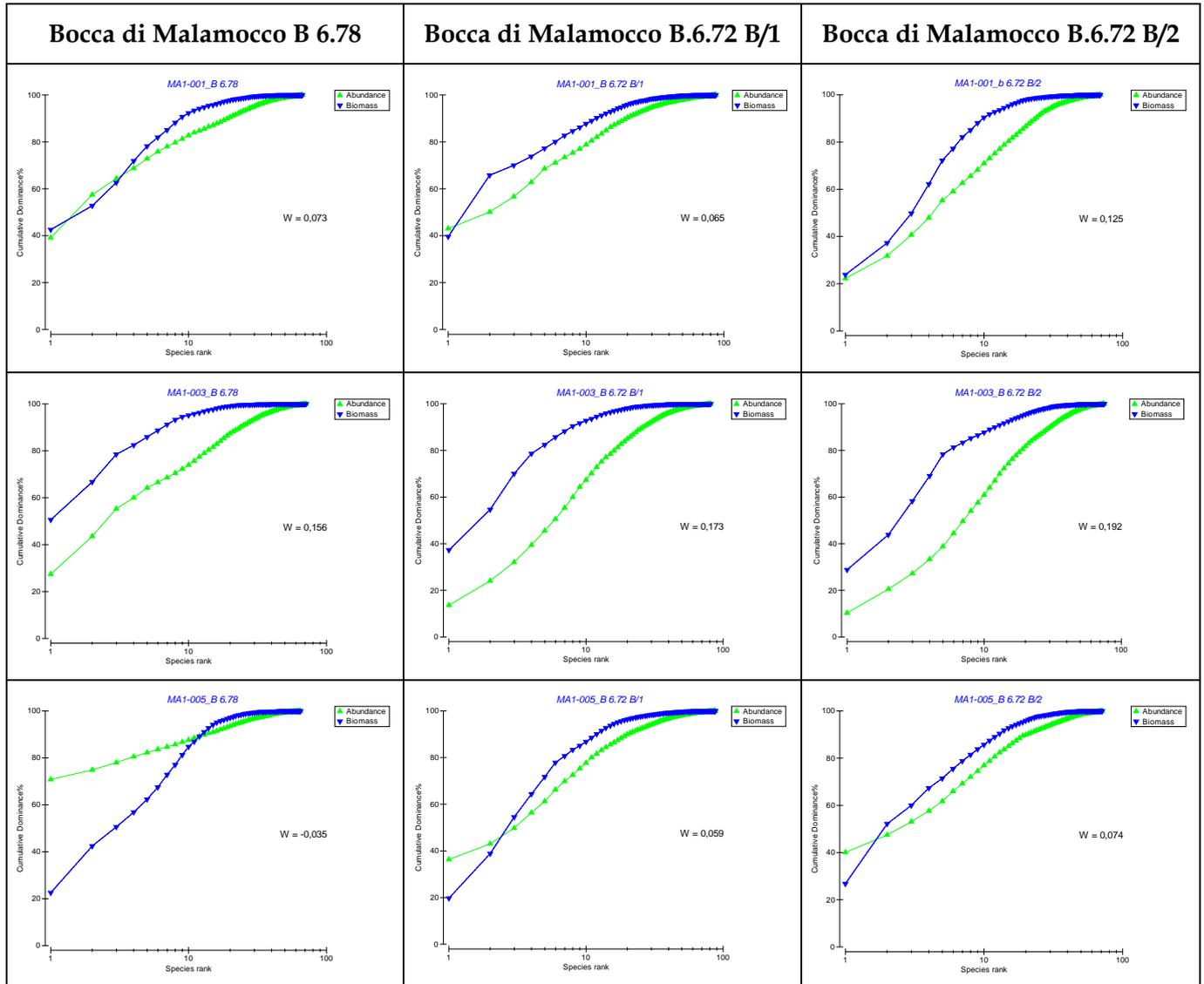


Fig. 4.7 Curve ABC per le teggùe di Malamocco, valori di abbondanza. Variazione della struttura delle comunità bentoniche in termini temporali da sinistra a destra e spaziali dall'alto al basso (gradiente di distanza dalla bocca di porto del Lido).

Un'ultimo confronto tra i tre studi è stato eseguito sulle comunità delle specie sessili/coloniali. Il dendrogramma di figura 4.8, relativo ai popolamenti coloniali rilevato nei 6 affioramenti rocciosi, evidenzia bene come vi sia una generale similarità tra le comunità dei taxa coloniali presenti negli affioramenti. Alla similarità di circa il 30% si individuano 3 raggruppamenti (A, B e C).

Nel raggruppamento (A) vi sono gli affioramenti DFL-001 e LA1-003 dello studio *ante operam* e si separano dagli altri gruppi di affioramenti perché sono colonizzati da una comunità coloniale costituita da minima presenza di spugne (porifera) e coperture costituite da briozoi incrostanti del genere *Schizobrachiella*. Il raggruppamento (B) costituito dagli affioramenti MA1-001, MA1-005 e DFL-001 del secondo e terzo periodo invernale (Studi B.6.72 B/1 e B/2) è caratterizzato da una comunità coloniale dominata da Porifera come *Tedania anhelans* e *Halicondria* sp., generi noti per la loro abbondanza in laguna e resistenza a condizioni di acque con elevate torbidità e sedimentazione [Sarà, 1972]. Il terzo raggruppamento (C) è costituito dagli affioramenti A1-001, MA1-003 di tutti gli anni, LA1-003 degli inverno 2005-2006 e 2006-2007 (Studio B.6.72), MA1-001 e MA1-005 della primavera 2005 (Studio B.6.78) e presenta una comunità maggiormente strutturata,

con più taxa e caratterizzata dalla forte presenza di *Ircinia variabilis*, *Sarcotragus spinosulus* e *Chondrosia reniformis*.

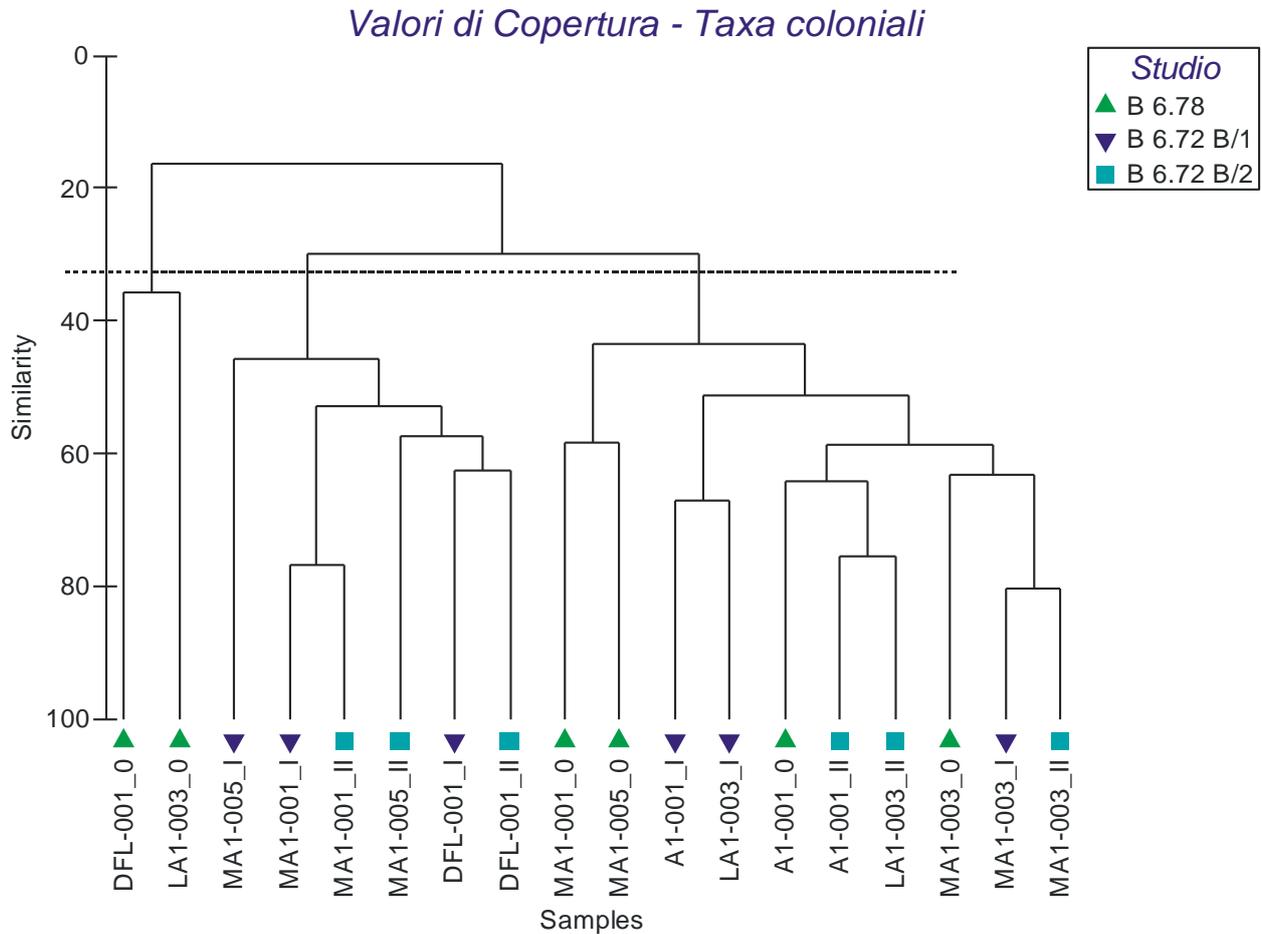


Fig. 4.8 Dendrogramma ottenuto dall'ordinamento delle comunità bentoniche dei sei affioramenti in base ai valori di copertura registrati nel corso delle tre campagne di studio. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

4.1.3 Le comunità fitobentoniche degli studi B.6.72 (B/1 e B/2) e B.6.78

Prima di iniziare il confronto di quanto rilevato nei tre studi in oggetto, è opportuno ricordare che le comunità bentoniche in generale, ma in particolare quelle fitobentoniche (macroalghe e fanerogame marine), manifestano 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 sulla struttura e composizione della comunità macroalgale sono soprattutto la temperatura e la torbidità dell'acqua: la prima perché interviene sulla pausa e ripresa vegetativa e la seconda perché modifica la radiazione luminosa che giunge in profondità. A questo, si aggiunge il fatto che le macroalghe hanno dei cicli biologici complessi, con la presenza di più generazioni durante l'anno (es. gametofito, sporofito), spesso di forma e dimensioni anche molto diverse tra loro (macroscopica o microscopica, riproduttiva o non riproduttiva). È per tali motivi, che per un quadro esaustivo delle comunità bentoniche sarebbe preferibile eseguire più campionamenti durante l'anno al fine di cogliere i diversi momenti delle comunità, di disporre di dati esaurienti per i confronti e ridurre la variabilità intrinseca che esse presentano soprattutto nelle vicinanze della linea di costa [Cormaci, 1995; Cormaci *et al.*, 2003]. In particolare per le macroalghe, le basse

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

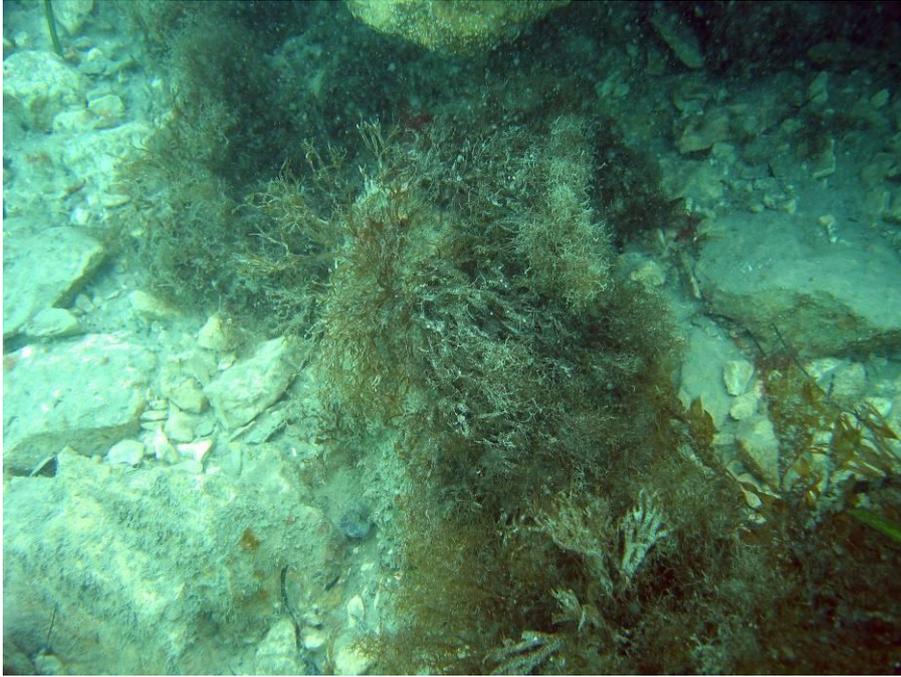
temperature invernali o la minore radiazione luminosa incidono sulla comunità, semplificandone sia la struttura, sia la biodiversità.

Per valutare i possibili impatti dovuti alle opere in corso alle bocche sugli affioramenti rocciosi è stato eseguito un confronto tra i dati delle comunità fitobentoniche del presente studio con quello dell'anno precedente B.6.72 B/1 e con quello di riferimento *ante operam* B.6.78, mediante l'analisi dei principali indicatori strutturali delle comunità bentoniche e analisi statistiche che raffrontano i valori di presenza e abbondanza dei taxa.

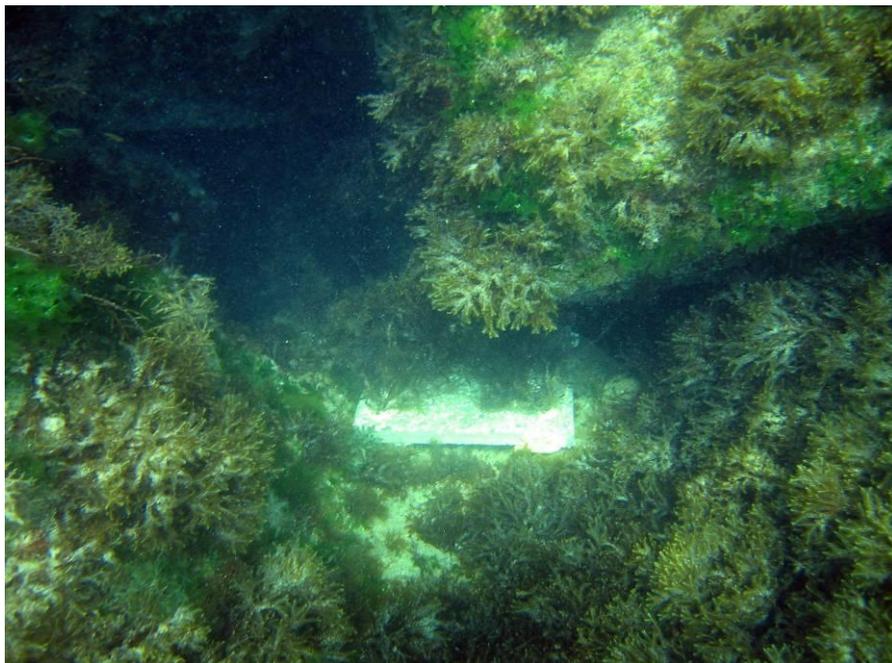
Il numero di taxa (Fig. 4.9), che rappresenta un primo importante indicatore per valutare la consistenza e la diversità specifica delle comunità, evidenzia in tutti gli affioramenti indagati valori simili rispetto all'inverno precedente (Studio B.6.72 B/1) e, come già visto anche nel relativo Rapporto Finale, inferiori rispetto allo studio di riferimento *ante operam* (primavera 2005). Rispetto a quest'ultimo studio, ad eccezione dell'affioramento DFL-001, dove i valori sono confrontabili, la consistenza floristica media appare complessivamente inferiore da 1/3 ad 1/2.

Il medesimo confronto fatto includendo anche i rapporti tra le varie componenti algali (alghe rosse, verdi e brune) e basato non sulle medie delle repliche ma sulla somma delle repliche (lista floristica complessiva per affioramento) denota come le differenze rispetto allo studio di riferimento si riducano. Questo in conseguenza del fatto che in questo modo si riduce l'elevata variabilità presente tra le repliche degli stessi affioramenti, che, come visto anche nello studio eseguito da ARPAV [2006], appare rilevante soprattutto negli affioramenti rocciosi più vicini alla linea di costa e alle bocche di porto rispetto a quelli posti al largo dove le condizioni ambientali sono più stabili. Ad eccezione dell'affioramento DFL-001 che evidenzia forti differenze, tra il monitoraggio dell'inverno 2005-2006 (B.6.72 B/1) e gli altri due periodi, nel complesso non si notano grandi variazioni (Fig. 4.10). Un miglior equilibrio sembra essere presente negli affioramenti MA1-001 e MA1-005 per il rinvenimento di alghe brune. Come si vedrà meglio in seguito, tale equilibrio tra le componenti algali è più apparente che reale trattandosi di alghe brune che non portano un grande contributo al valore di ricoprimento (*Desmarestia viridis*, *Dictyopteris polypodioides*, *Dictyota dichotoma*, *Ectocarpales* indet.). Si tratta comunque di elementi di pregio, indicatori di condizioni ecologiche fotofile, presenti però in quantità limitate per le elevate condizioni di torbidità.

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



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



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

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

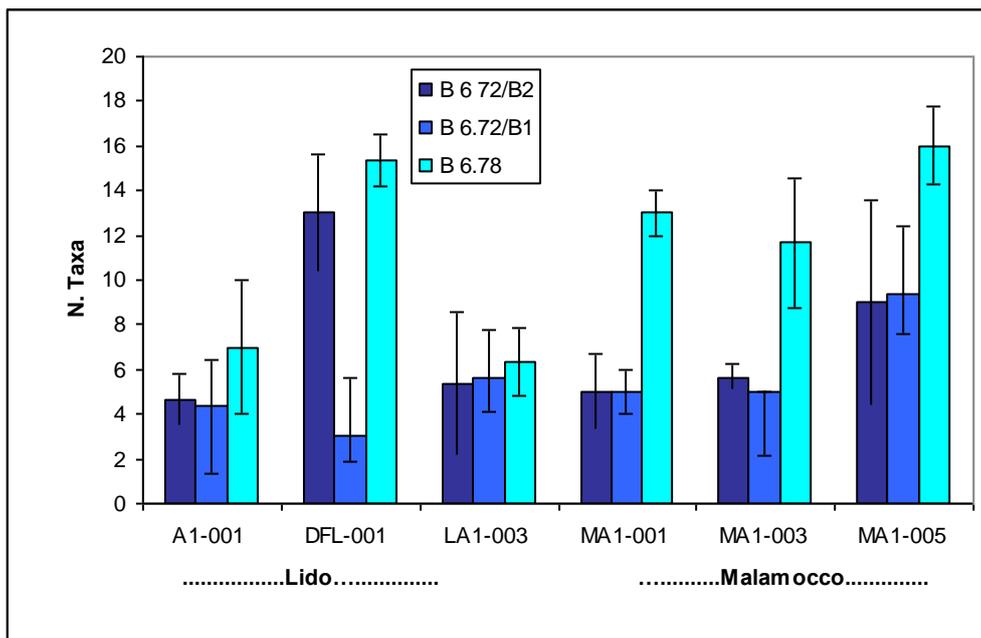


Fig. 4.9 Numero di taxa medio per affioramento. La barra corrisponde alla deviazione standard. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

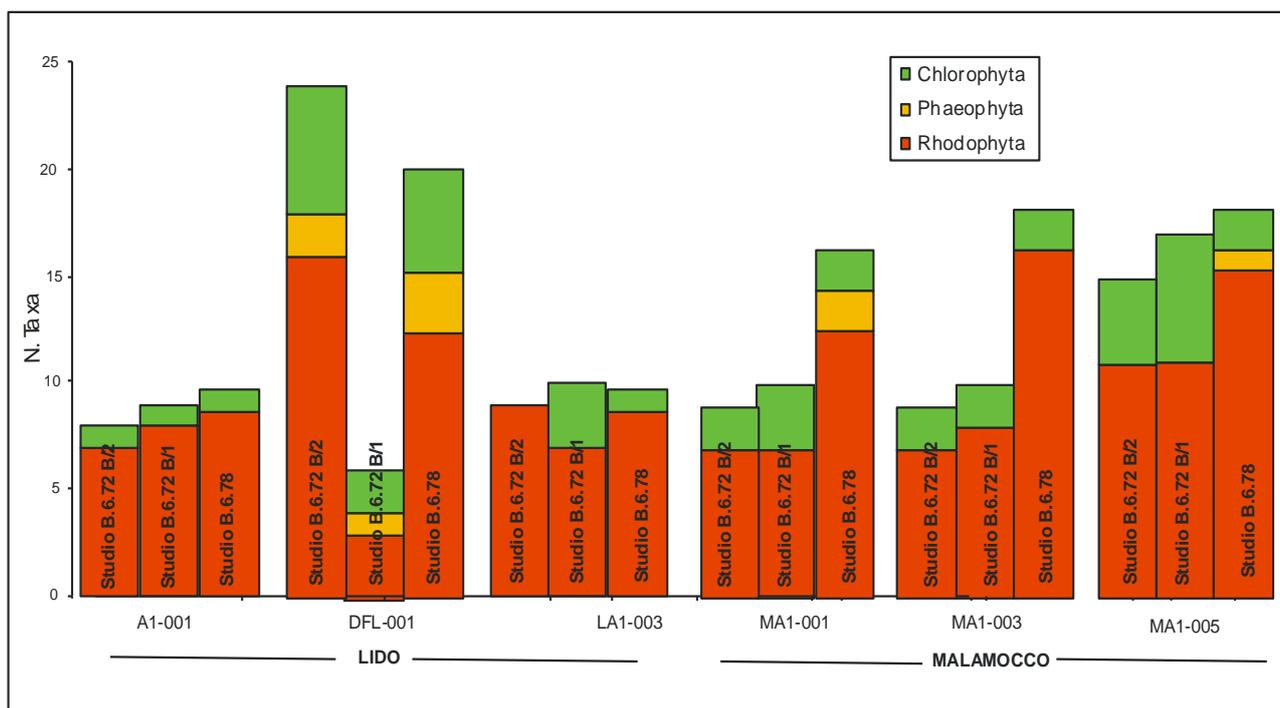


Fig. 4.10 Numero di taxa rilevato per tre categorie sistematiche macroalgali nei i due Studi. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche di ogni affioramento (7500 cm²).

Il confronto tra i tre studi sulla base dei valori di abbondanza delle macroalghe nei substrati delinea una condizione di sostanziale stabilità. Negli affioramenti relativi alla bocca di Lido i valori di abbondanza delle macroalghe appaiono limitati in tutti gli anni e le variazioni che si osservano sono trascurabili; negli affioramenti relativi alla bocca di Malamocco, invece, si rileva un incremento delle abbondanze con valori anche superiori al rilievo *ante operam*. Questi incrementi,

se analizzati però come percentuale di spazio occupato sul substrato, appaiono nel complesso limitati e trascurabili in quanto, come nel caso dell'affioramento MA1-003, le coperture variano da 1-2 % degli studi B.6.72 B/1 e B.6.78 al 8% dello studio attuale. Bisogna comunque ricordare come in tutti i tre anni la copertura algale sia sempre limitata essendo oltre il 90% del substrato privo di macroalghe. Nell'affioramento DFL-001 della bocca di Lido si riconferma una significativa abbondanza delle alghe verdi *Ulva* e *Chaetomorpha*, specie che si rinvergono tipicamente in ambienti tendenzialmente eutrofici. Negli affioranti della bocca di Malamocco prevalgono, invece, le alghe rosse, che ad eccezione di *Radicilingua thysanorhizans* rilevata in quantità significative solamente della primavera 2005 (studio *ante operam*), sono caratterizzate quasi esclusivamente da due specie *Cryptonemia lomation* e *Rhodymenia ardissoni* (indicatrici di uno stato ecologico di tipo sciafilo).

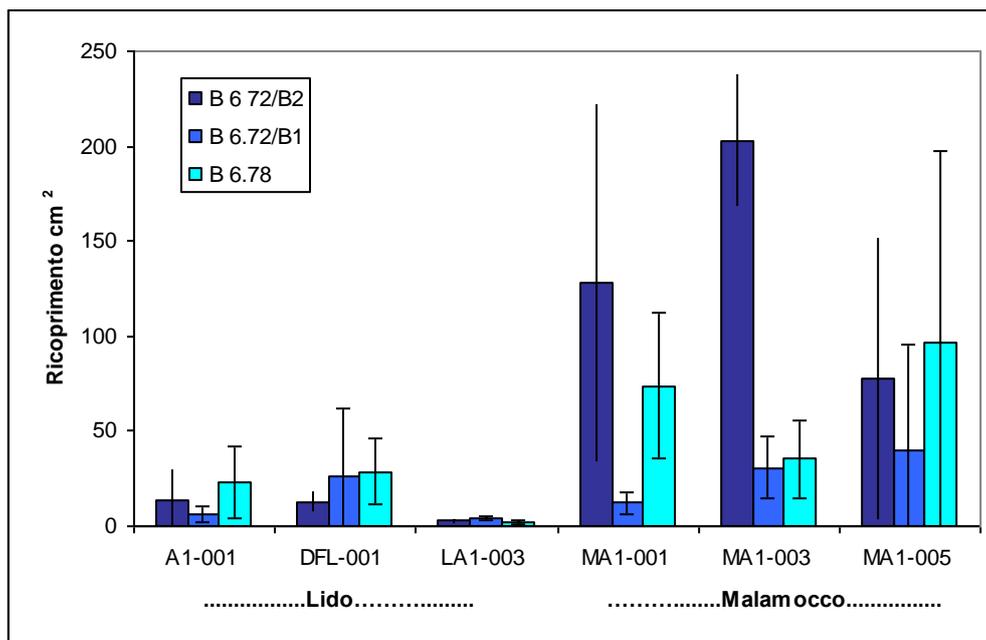


Fig. 4.11 Abbondanza media per affioramento roccioso relativa ai due studi. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Il confronto tra le abbondanze macroalgali in relazione allo stato ecologico sciafilo e fotofilo delle macroalghe non mette in evidenza significativi cambiamenti tra i tre studi, ma solamente variazioni dei livelli di abbondanza di una o dell'altra categoria (Fig. 4.13). Nel complesso, le differenze che si osservano, sia rispetto all'inverno precedente 2005-2006, sia rispetto a quello della primavera 2005, sono riconducibili a piccole variazioni percentuali (4-5%) rispetto alla superficie complessiva di campionamento (2500 cm²) che non sembrano spiegabili da un'unica generale tendenza in atto, bensì essere più collegate alla variabilità naturale o intrinseca di questi siti. Inoltre, il contributo all'abbondanza della alghe fotofile e sciafile non è dato da un pool di alghe ma solamente da poche specie, la sola *Ulva laetevirens* per le fotofile e *Cryptonemia lomation* e *Rhodymenia ardissoni* per le sciafile.

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

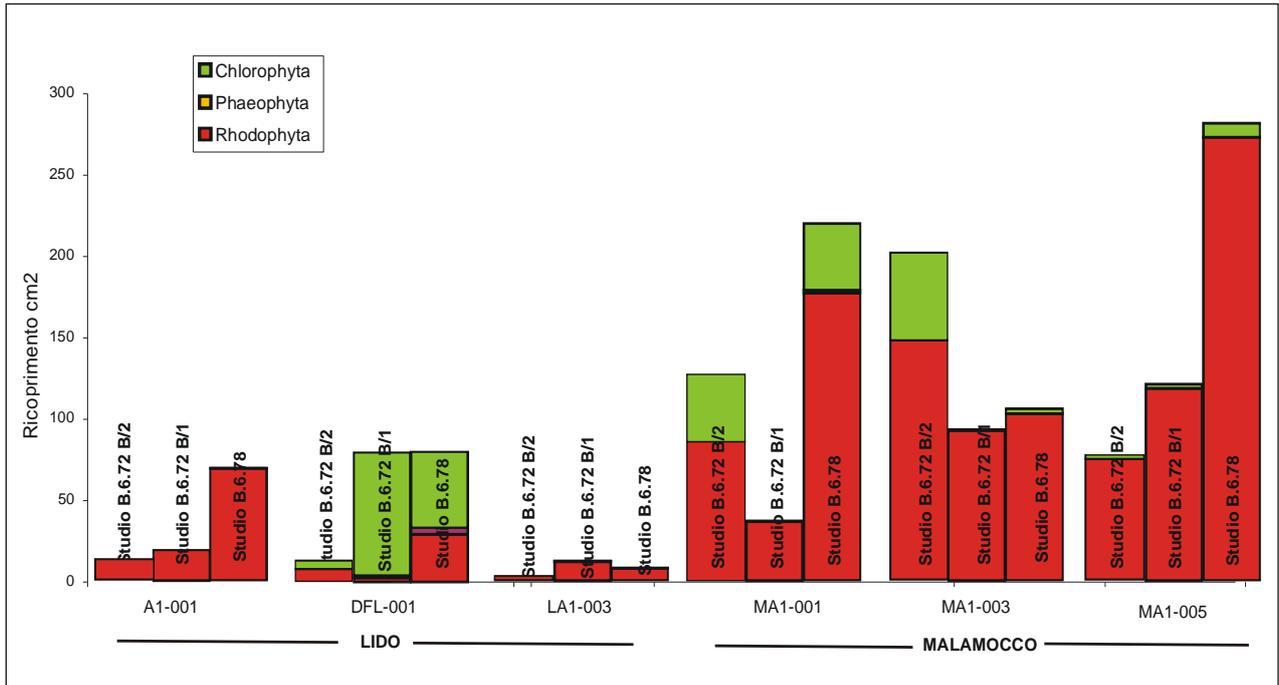


Fig. 4.12 Abbondanza delle tre categorie sistematiche macroalgali per gli affioramenti rocciosi indagati. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²). Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

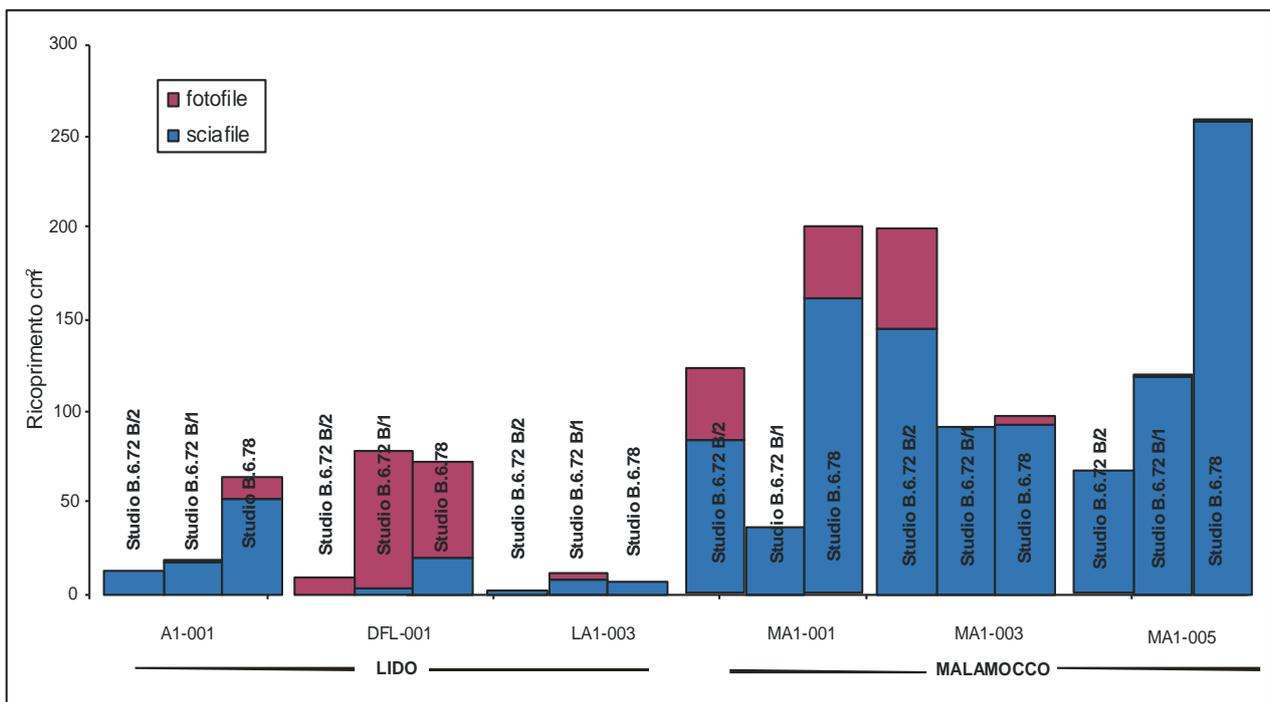


Fig. 4.13 Abbondanza delle macroalghe in relazione al gruppo ecologico sciafile - fotofilo. I valori fanno riferimento all'elenco floristico complessivo delle tre repliche (7500 cm²).

Al fine di verificare anche con l'analisi statistica quanto visto con gli indicatori strutturali circa le differenze tra i tre studi, è stata eseguita un'analisi ANOSIM per testare il livello di similarità complessivo dei sei affioramenti nei tre periodi di indagine (*ante operam*, B/1 e B/2). In tale analisi

che valuta complessivamente gli affioramenti delle due bocche di porto nei tre periodi di monitoraggio, il coefficiente Global R dell'analisi, oltre a ricadere all'interno della distribuzione teorica dei valori di R, denota un valore (0,132) che indica una molto bassa differenza tra le comunità. Dall'analisi ANOSIM si deduce quindi che se valutate complessivamente le comunità fito-bentoniche dei sei affioramenti non evidenziano significative differenze tra tre anni esaminati.

L'analisi del grafico MDS (Fig. 4.14) relativo ai sei affioramenti rocciosi nei tre anni oggetto dell'indagine evidenzia però che gli affioramenti della bocca di porto di Malamocco MA1-001 e MA1-003 relativi all'inverno 2005-2006 (Studio B.6.72 B/1) denotano delle differenze rispetto a quelli degli altri due periodi di indagine (*ante operam* e B.6.72 B/2)

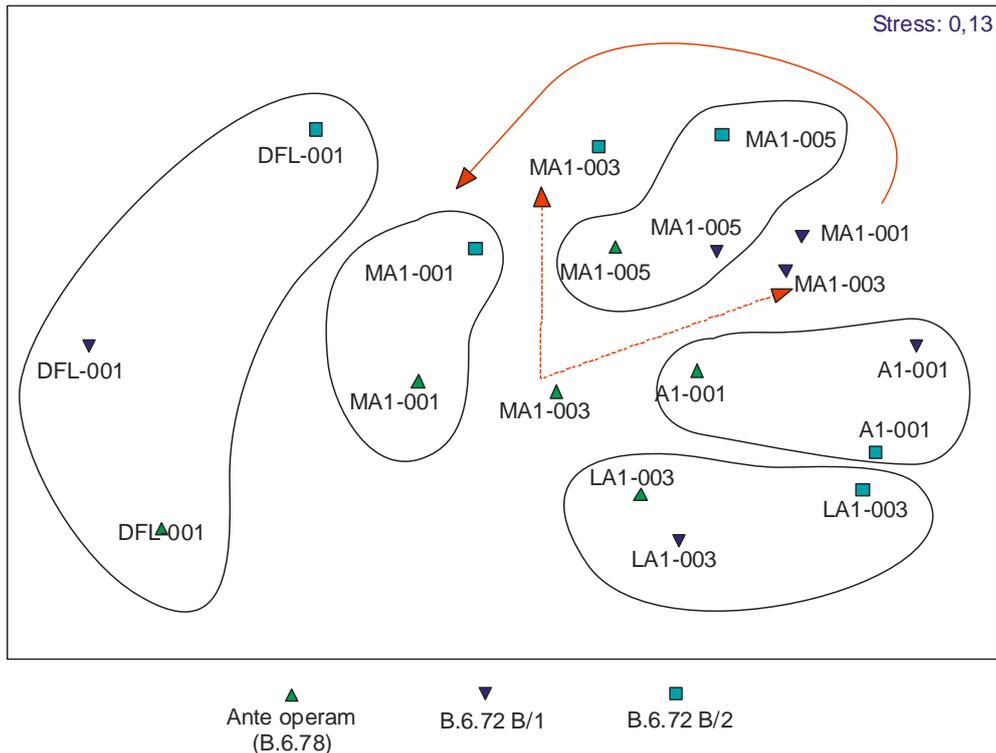


Fig. 4.14 Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei tre monitoraggi per ambedue le bocche di porto. Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

Questa differenza ha suggerito di eseguire una analisi ANOSIM più mirata, che prende in esame gli affioramenti delle due bocche di porto separatamente (Fig. 4.15 e 4.16). Essa evidenzia che in quelli relativi alla bocca di Lido non si notano differenze nelle comunità fitobentoniche dei tre anni (Global R -0,02), mentre per quelli relativi a bocca di Malamocco si rilevano differenze statisticamente significative (Global R 0,78). I diagrammi MDS evidenziano, infatti, una diversa relazione tra i medesimi affioramenti negli anni: in quelli di Lido si osserva nei tre studi una stretta similarità soprattutto per LA1-003 e A1-001, con l'affioramento DFL-001 che nel presente monitoraggio si discosta dagli omologhi per l'elevato numero di specie e la bassa copertura che costituiscono. Per Malamocco si nota, invece, una maggiore differenziazione negli anni con una buona similarità per l'affioramento di controllo MA1-005 e più marcate differenze per gli altri due (MA1-001 e MA1-003). La posizione centrale nel grafico di questi ultimi due affioramenti nell'inverno 2006-2007 (Studio B.6.72 B/2) suggerisce la presenza di comunità intermedie rispetto a quelle dell'inverno precedente (Studio B.6.72 B/1) ed alla primavera 2005 (*ante operam*).

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

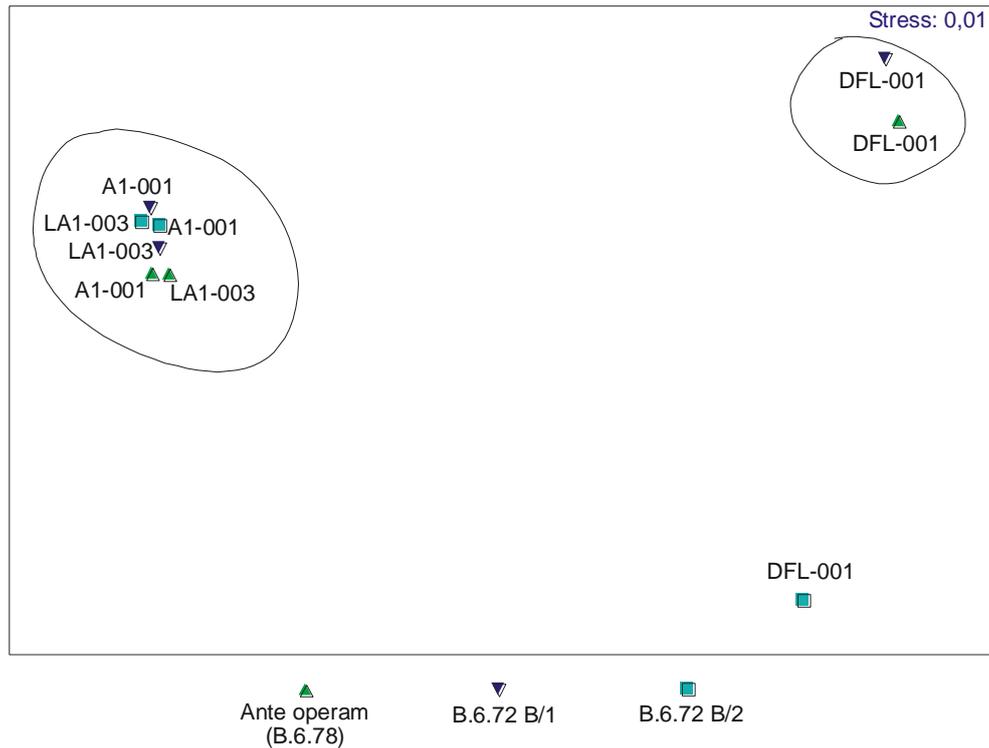


Fig. 4.15 Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei tre monitoraggi per la bocca di porto di Lido.
Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

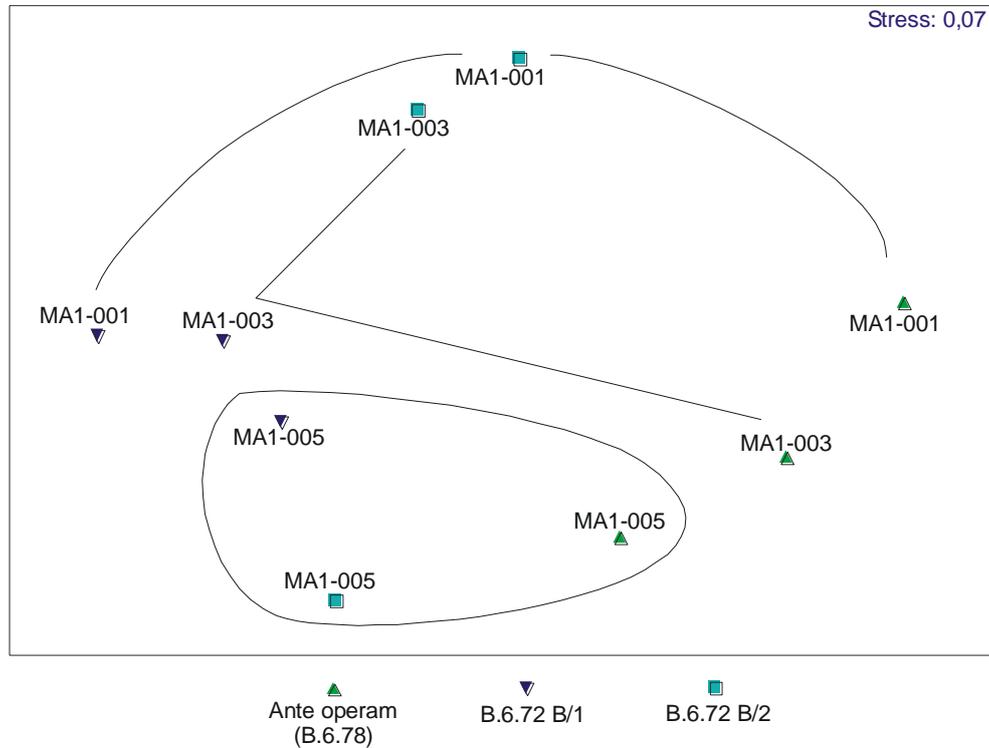


Fig. 4.16 Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei tre monitoraggi per la bocca di porto di Malamocco.

Per Malamocco il confronto tra le repliche dello studio attuale e quello di riferimento *ante operam*, effettuato mediante l'analisi MDS (Figura 4.17) evidenzia come vi sia ugualmente una separazione

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

tra le comunità bentoniche dei due monitoraggi che, come osservato nel confronto tra l'inverno 2005-2006 (Studio B.6.72 B/1) e la primavera 2005 (*ante operam*), coinvolge indistintamente sia l'affioramento di controllo, sia i due affioramenti soggetti a possibile impatto. L'analisi ANOSIM eseguita utilizzando le singole repliche per testare la differenza tra lo studio *ante operam* e lo studio attuale, ha evidenziato una differenza statisticamente significativa e di livello medio sulla base del valore di Global R (0,577). Rispetto a quanto osservato dal confronto tra la primavera 2005 Studio *ante operam*) e l'inverno 2005-2006 (Studio B.6.72 B/1), nell'inverno 2006-2007 le differenze tra le comunità, sempre basandosi sui valori di Global R (0,755), risultano inferiori rispetto allo studio di riferimento *ante operam*.

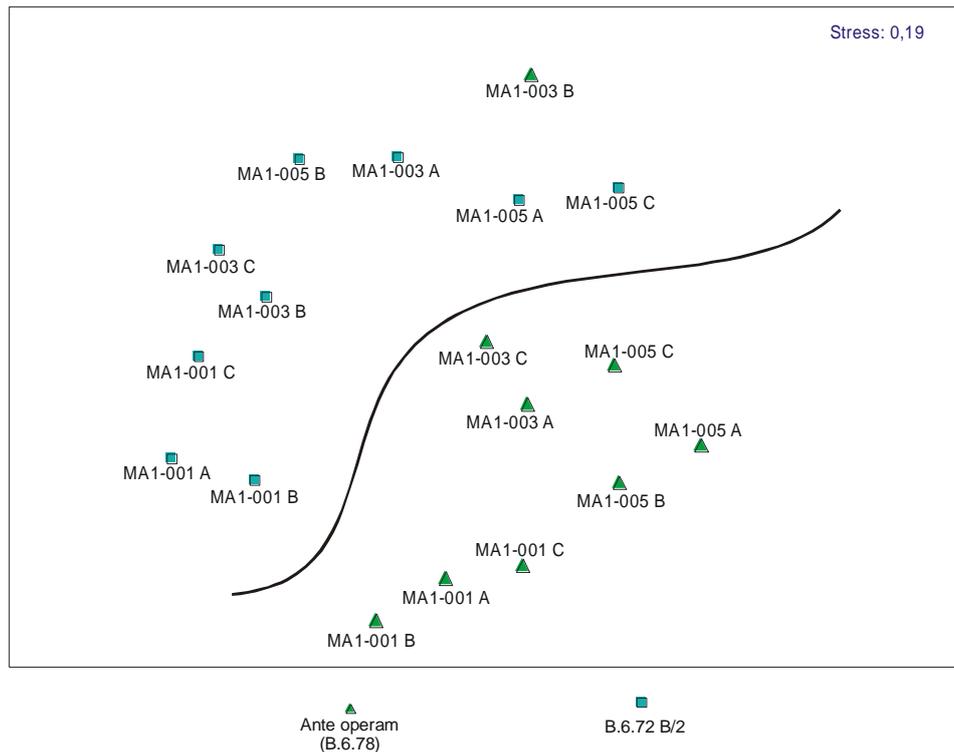


Fig. 4.17 Analisi MDS degli affioramenti rocciosi nei tre monitoraggi per la bocca di porto di Malamocco impiegando le singole repliche (tre repliche per affioramento).
 Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

La medesima analisi ANOSIM eseguita per gli affioramenti della bocca di Lido utilizzando le repliche dei tre studi evidenzia che sia nel confronto tra inverno 2005-2006/primavera 2005 (B.6.72 B/1-*ante operam*), sia tra inverno 206-2007/primavera 2005 (B.6.72 B/2-*ante operam*) le differenze risultano sempre statisticamente non significative con valori di Global R molto bassi, 0,15 nel primo confronto e 0,28 nel secondo confronto, ad indicare assenza di evidenti nella struttura e composizione delle comunità bentoniche tra gli anni.

Un'ulteriore conferma del diverso comportamento tra gli affioramenti rocciosi delle due bocche si evidenzia anche dall'analisi dei gruppi morfologici algali [Steneck e Dethier, 1994] nei quali il ricoprimento delle macroalghe è stato ripartito tra filamentose, fogliose, corticate-terete, incrostanti e coriacee. Come si osserva dal grafico che confronta i dati dei tre periodi (Fig. 4.18), per gli affioramenti della bocca di Malamocco si nota un incremento delle specie a tallo foglioso (*Rhodymenia* e *Cryptonemia*) nel campionamento dell'inverno 2006-2007 (Studio B.6.72 B/2); negli affioramenti della bocca di Lido non si nota invece nessun trend significativo per quanto riguarda il ricoprimento dei gruppi funzionali. Come detto in precedenza, queste variazioni se valutate nel complesso della superficie di campionamento appaiono sostanzialmente trascurabili.

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

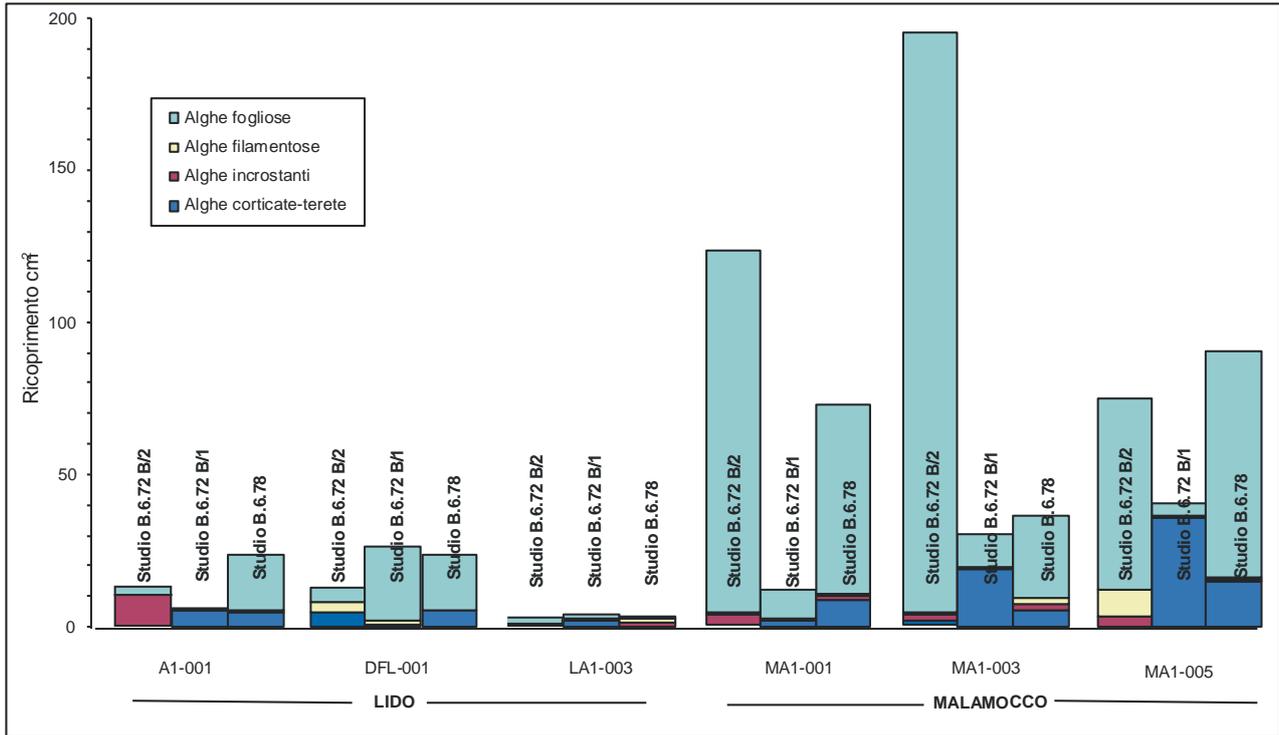


Fig. 4.18 Variazioni del ricoprimento medio delle repliche (cm²) dei gruppi funzionali macroalgali tra gli affioramenti delle due bocche di porto nei tre studi.
 Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

5 CONSIDERAZIONI FINALI

Gli obiettivi di questo Rapporto Finale consistono nella valutazione delle comunità fito-zoobentoniche 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, poiché modificano quantitativamente e qualitativamente la struttura e la composizione delle comunità.

Per quanto attiene l'analisi dei dati, dopo una prima valutazione degli organismi algali e zoobentonici che colonizzano gli affioramenti rocciosi, si è proceduto ad un confronto con quelli rilevati nello studio del precedente monitoraggio B.6.72 B/1 e con quelli dello studio di riferimento *ante operam* B.6.78/I, 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.

In particolare per gli affioramenti rocciosi a rendere più complessa la valutazione se siano o meno presenti variazioni in atto, interviene il fatto che sono scarse le conoscenze sulla struttura e sulla composizione di queste comunità, soprattutto per quanto riguarda i dinamismi temporali. Lo studio di riferimento *ante operam* rispetto ai due monitoraggi B.6.72 (B/1 e B/2), pur facendo riferimento ai medesimi siti di campionamento, è stato infatti condotto in un diverso periodo, fatto che aggiunge un ulteriore elemento di incertezza alla intrinseca variabilità naturale. Recenti lavori sulle comunità algali del coralligeno [Abbiati *et al.*, 1996; Piazzini *et al.*, 2004] o di comunità subtidali rocciose in generale [Irving e Connell, 2002a,b], sembrano infatti confermare una significativa variabilità da ricondurre alle stagioni, alla sedimentazione e alla riduzione della luce, come in parte risulta anche da questo lavoro.

Per quanto attiene la **componente zoobentonica**, 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 e 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 saremmo potuti attendere una variazione dei valori delle sue abbondanze tra la primavera 2005 (Studio *ante operam*) e i due monitoraggi B.6.72 relativi all'inverno 2005-2006 e dicembre 2006-2007. Inoltre, i poriferi *Chondrosia reniformis* e *Chondrilla nucula* possiedono caratteristiche fisiologiche tali da far loro trovare un buon habitat in ambienti con forte sedimentazione.

Osservando le abbondanze di questi organismi (Fig. 4.9) si vede come *Aplysina aerophoba* sia presente in ambedue i periodi invernali (Studi B.6.72 B/1 e B/2) negli affioramenti "intermedi" di entrambe le bocche di porto, ossia nella stazione LA1-003 del Lido ed MA1-003 di Malamocco, suggerendo quindi che, negli altri affioramenti rocciosi nell'inverno 2005-2006 (studi B.6.72) e nel periodo *ante operam* B.6.78, le condizioni ambientali non fossero favorevoli al suo insediamento (ipotesi di sedimentazione). Guardando il cambiamento nei valori del peso secco di *Aplysina aerophoba* negli studi B.6.72 (primavera 2005), tra il campionamento B/1 dell'inverno 2005-2006 e il B/2 dell'inverno 2006-2007 si osserva una palese diminuzione delle abbondanze.

D'altro canto, se guardiamo i valori di abbondanza di *Chondrosia reniformis* che gradisce siti con sedimentazione, notiamo che nella primavera 2005 (Studio *ante operam*) è presente solo

nell'affioramento di controllo del Lido A1-001 e a Malamocco nell'affioramento MA1-003. Questa specie è presente sempre nell'affioramento MA1-003 anche in ambedue i periodi invernali (Studi B.6.72) e nell'affioramento A1-001 solo nello studio B.6.72 B/2 relativo al dicembre 2006. Secondo le indicazioni ecologiche di questa specie, il possibile aumento della sedimentazione ne dovrebbe aver favorito l'insediamento nelle stazioni più prossime alle bocche, aspetto però che non si è verificato. Va comunque osservato il suo aumento che va di pari passo con il calo di *Aplysina aerophoba* proprio in quest'affioramento di Malamocco.

La terza specie presa in esame, *Chondrilla nucula*, è stata rilevata solo in inverno 2005-2006 (Studio B.6.72 B/1) in quantità apprezzabili e solo nell'affioramento più al largo (LA1-003) e in quello di controllo (A1-001) della bocca di Lido.

Le dinamiche triennali di queste tre specie coloniali indicatrici suggeriscono un effetto sedimentazione per gli affioramenti MA1-003 e LA1-003, ma anche per l'affioramento A1-001 se si considera la presenza e l'aumento di *Chondrosia reniformis*. Le indicazioni che giungono dall'analisi di queste tre specie sono in contrasto con quanto indicato dal generale aumento delle specie coloniali (non amanti della sedimentazione), che soprattutto negli affioramenti più vicine alle bocche di porto, dovrebbero essere in diminuzione per i supposti effetti della sedimentazione.

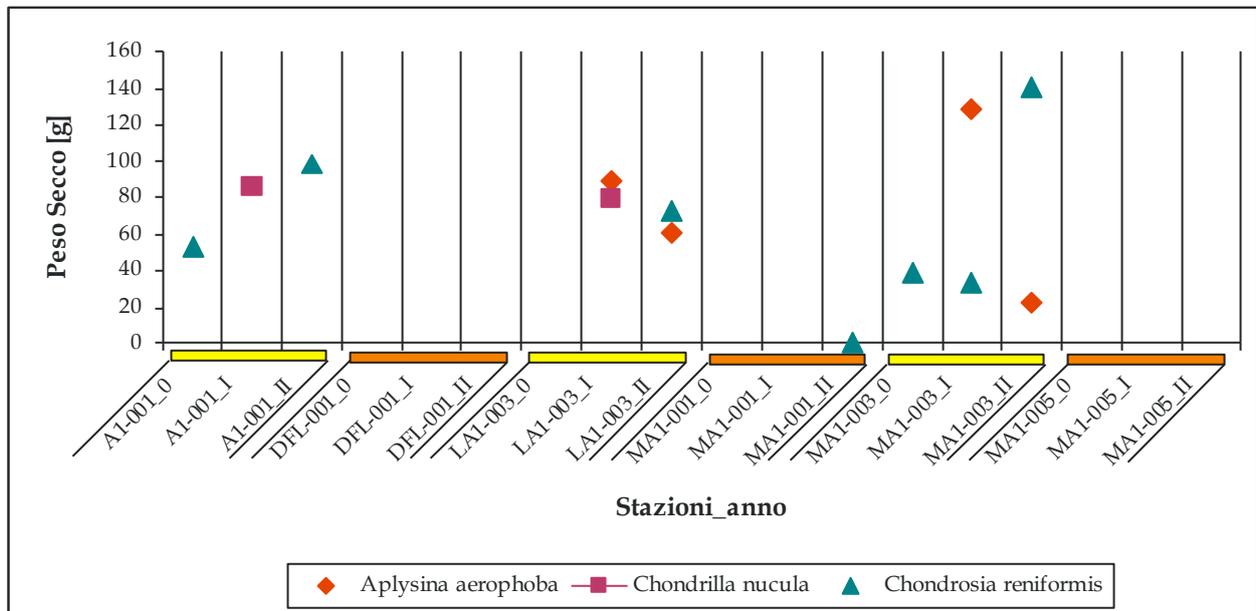


Fig. 4.9 Andamento dei valori di Biomassa di alcune specie di Porifera per i tre anni di studio (anno 0= Studio B.6.78; anno I=Studio B.7.72 B/1; anno II=Studio B.6.72 B/2).
Si ricorda che i siti di controllo sono A1 001 (bocca di Lido) e MA1 005 (bocca di Malamocco).

In relazione alle specie non coloniali, i valori di abbondanza, biomassa e degli indici ecologici, si osserva che le comunità bentoniche nelle aree esposte ai possibili impatti dei cantieri alle bocche di porto non paiono dare indicazioni di cambiamenti legati agli effetti delle opere. Le variazioni osservate sono attribuibili alle naturali dinamiche di insediamento e competizione intra ed interspecifica dei taxa piuttosto che a condizioni ambientali modificate.

Per quanto riguarda la **componente fitobentonica**, la spiegazione più ragionevole alle differenze osservate nel numero medio e complessivo delle **macroalghe** per affioramento roccioso tra i due inverni 2005-2006 e 2006-2007 (Studi B.6.72), che denotano dati simili, e la primavera 2005 (studio *ante operam*), che ha valori complessivamente più elevati, può essere ricondotta al diverso periodo di campionamento e alla variabilità naturale (vedi deviazione standard per alcuni parametri). Infatti, ad eccezione dell'affioramento DFL che ha un andamento totalmente diverso dagli altri,

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

ambidue gli studi B.6.72 (B/1 e B/2) mostrano sempre una biodiversità simile e complessivamente inferiore di circa 1/2 - 1/3 rispetto allo studio di riferimento e che coinvolge anche le stazioni di controllo. Come per lo zoobenthos, anche per il fitobenthos i mesi invernali non sono certamente quelli ideali per esplicitare tutte le potenzialità biologiche del sito in oggetto rispetto a quanto avviene invece a partire dai mesi primaverili dove la maggiore insolazione e temperatura dell'acqua favoriscono il reclutamento di nuove specie.

Le variazioni dei valori di ricoprimento osservati risultano trascurabili in quanto, se appaiono evidenti degli incrementi per gli affioramenti MA1-001 e MA1-005, rapportati alla superficie di campionamento, risultano nel complesso sempre limitati (es. massimo ricoprimento in MA1-003 con 8% rispetto allo studio di riferimento dell'ordine del 1-2%). I valori della deviazione standard mettono inoltre in evidenza che, soprattutto a Malamocco, dove si registrano i valori più elevati, la variabilità tra i campioni risulta molto elevata.

Anche il raffronto tra le tre componenti macroalgali (alghe rosse, verdi e brune) non evidenzia sostanziali differenze analizzando sia il numero di specie, sia la loro abbondanza. Inoltre, soprattutto per quanto riguarda le variazioni delle abbondanze (spazio occupato sul substrato) è interessante osservare come esse non si riferiscano a cambiamenti nella composizione, ma solamente a incrementi o diminuzioni di specie caratteristiche di questi siti (es. alghe rosse *Cryptonemia* o *Rhodymenia*).

Una simile valutazione può essere fatta anche analizzando le variazioni tra le specie sciafile e fotofile o per i gruppi funzionali (alghe fogliose, filamentose, incrostanti e corticate-terete) in quanto, se rapportate all'area di campionamento, le variazioni appaiono sempre limitate e riferite non ad un mutamento generale della struttura e della composizione della comunità, ma a poche specie caratteristiche di questi siti (sciafile e fogliose *Cryptonemia* e *Rhodymenia*, fotofilo e fogliosa *Ulva*).

L'analisi statistica ANOSIM che confronta complessivamente le comunità algali rilevate nei sei affioramenti non ha evidenziato differenze statisticamente significative tra i tre anni. Come nell'inverno 2005-2006, le differenze si colgono solamente analizzando separatamente gli affioramenti delle due bocche di porto: per quelli della bocca di Lido non si notano differenze nei tre anni, mentre per quelli della bocca di Malamocco le differenze risultano statisticamente significative. Il confronto a coppie delle comunità indagate nei tre anni evidenzia che rispetto a quanto osservato nel confronto dello studio *ante operam* e B.6.72 B/1, in cui le differenze risultavano statisticamente molto elevate (Global R 0,755), nel confronto tra lo studio *ante operam* e quello attuale le differenze risultano più attenuate in quanto il valore di Global R si pone su un livello di media significatività. Per gli affioramenti della bocca di porto di Lido le analisi hanno rivelato che rispetto allo studio *ante operam*, in ambedue gli studi B.6.72 le differenze risultano sempre statisticamente non significative, con valori di Global R che indicano scarsa o nulla differenza (0,15 e 0,28).

Un'ulteriore indicazione circa l'assenza di sostanziali differenze nella struttura e composizione delle comunità degli affioramenti deriva anche dal fatto che le differenze che si osservano (in particolare per Malamocco) riguardano indistintamente le tagnùe di controllo e le tagnùe di possibile impatto. In pratica, come si è visto anche per la componente zoobentonica, la comunità macroalgale dei sei affioramenti mostra differenze univoche tra gli anni piuttosto che diversificate tra i diversi siti.

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.
- ARPAV, 2006. Fornitura di servizi tecnico scientifici, analitici e informativi per attività di studio e monitoraggio ambientale in acque marino - costiere del veneto (tegnue). Rapporto conclusivo. Esecutori Thetis-SELC.
- Balata D., Piazzini 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.
- 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., 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., 2002a. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia* 41: 517-522
- Irving A.D., Connell S.D., 2002b. 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 B/1. 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, Tegnue. Esecutore: CORILA-SELC.
- Magistrato alle Acque, 2005e - Studio B.6.72 B/1. 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.
- Mariani S., Alcoverro T., Uriz M.J., Turon X. 2005. Early life histories in the bryozoan *Schizobrachiella sanguinea*: a case study. *Marine Biology*, 147(3): 735-745.
- 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.

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

- Mizzan L., 1995. Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. ASAP Venezia: 46 pp.
- 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 "tegnue": 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.
- Sarà, M. 1972. Guida ai Poriferi della Fauna Italiana. Quaderni della Civica Stazione Idrobiologica di Milano 3-4: 53-97
- 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.
- 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 "tegnue". Chioggia, Rivista di studi e ricerche, 18: 171-178.