

**ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI

Corso di laurea magistrale in

BIOLOGIA MARINA

**Diversità della fauna associata di *Geodia cydonium*
(demospongiae: geodidae) in Mediterraneo**

Tesi di laurea in **Ricerca Scientifica Subacquea**

Relatore

Prof. Marco Abbiati

Presentata da

Maria Caterina Spanu

Co- Relatore

Dott. Massimo Ponti

(III sessione)

Anno Accademico 2010/2011

Riassunto

È ormai noto che numerosi organismi marini, dalle alghe unicellulari ai pesci coabitano con diverse specie di spugne, con un rapporto che varia, secondo i casi, dal semplice inquilinismo facoltativo alle più complesse simbiosi obbligate. All'interno di molte spugne si trovano degli endobionti, alcuni organismi rappresentano degli ospiti puramente occasionali, altri manifestano una notevole costanza e l'esistenza in associazione alla spugna sembra rappresenti la norma.

In Adriatico settentrionale, nell'area compresa tra Grado ed il delta del fiume Po, sono presenti degli affioramenti rocciosi organogeni carbonatici che prendono il nome di tagnùe. In questi affioramenti è stata riscontrata una grande varietà di specie macrobentoniche sia sessili che vagili. Tra queste specie, è presente con elevate abbondanze e grandi dimensioni, fuori dal comune, la spugna massiva *Geodia cydonium*, oggetto del nostro studio.

Lo scopo del presente lavoro è di caratterizzare la diversità della fauna associata alla demospongia *Geodia cydonium*, cercando di mettere in evidenza l'importante ruolo ecologico legato proprio all'elevato numero di inquilini che ospita.

Sono stati prelevati campioni di spugna, con la relativa fauna associata, da tre siti presenti all'interno della Zona di Tutela Biologica di Chioggia. Date le grandi dimensioni degli esemplari e per non danneggiare la popolazione naturale di questa rara specie protetta, sono stati prelevati in immersione delle porzioni di spugna, incidendo verticalmente gli esemplari.

Nei campioni sono stati riscontrati 28 taxa, tra cui prevalgono per abbondanza i policheti come *Ceratonereis costae* e *Sphaerosyllis bulbosa* e piccoli crostacei come *Apseudopsis acutifrons* e *Leptochelia savignyi*. Per molte specie prevalgono individui giovanili rispetto agli adulti. L'abbondanza e la ricchezza dei popolamenti associati alla spugna non risultano variare né tra i siti di campionamento né in relazione alle dimensioni degli esemplari da cui provengono i campioni. Questo fa supporre che la spugna crei un ambiente ideale per alcune specie, almeno nelle fasi giovanili, creando così associazioni relativamente stabili, più di quanto non sia la naturale variabilità dei popolamenti circostanti. Queste relazioni meritano di essere approfondite, investigando i cicli vitali e i comportamenti delle singole specie.

Sommario

1	INTRODUZIONE.....	7
1.1	Biodiversità ed inquinamento negli organismi marini.....	7
1.2	Generalità sui poriferi	9
1.3	<i>Geodia cydonium</i> (Jameson, 1811).....	13
1.3.1	Distribuzione geografica di <i>Geodia cydonium</i>	14
1.4	Scopi della tesi	17
2	MATERIALI E METODI.....	19
2.1	L'Adriatico settentrionale	19
2.1.1	Le tagnùe.....	21
2.2	Siti di campionamento.....	23
2.3	Misure in campo e prelievo dei campioni	27
2.4	Analisi in laboratorio.....	28
2.4.1	Volume e massa delle porzioni campionate.....	28
2.4.2	Analisi della macrofauna.....	28
2.5	Analisi dei dati	29
2.5.1	Distribuzione delle specie più abbondanti	29
2.5.2	Diversità specifica.....	29
2.5.3	Distribuzione dei popolamenti	31
3	RISULTATI.....	33
3.1	Fauna associata a <i>Geodia cydonium</i>	33
3.1.1	<i>Ceratonereis costae</i> (Grube, 1840).....	34
3.1.2	<i>Syllis</i> cfr <i>vittata</i> Grube, 1840	35
3.1.3	<i>Sphaerosyllis bulbosa</i> Southern, 1914	36
3.1.4	<i>Apseudopsis acutifrons</i> G.O. Sars, 1882.....	37
3.1.5	<i>Leptochelia savignyi</i> (Kroyer, 1942).....	38
3.1.6	<i>Ophiothrix fragilis</i> (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789).....	39
3.1.7	<i>Musculus subpictus</i> (Cantraine, 1835).....	40
3.1.8	<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767).....	41

3.2	Analisi della diversità specifica.....	42
3.3	Variazioni spaziali dei popolamenti	46
3.4	Relazioni tra dimensioni delle colonie e fauna associata	48
4	DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	49
	BIBLIOGRAFIA	55

1 INTRODUZIONE

1.1 Biodiversità ed inquinamento negli organismi marini

I poriferi sono fra i più antichi animali multicellulari (metazoi) comparsi sul pianeta. Nonostante il loro limitato livello di complessità essi hanno colonizzato un ampio range di habitat marini e d'acqua dolce divenendo fondamentali componenti delle comunità bentoniche. Tale successo evolutivo è stato in parte attribuito alle strette associazioni che questi organismi intraprendono con una vasta varietà di microrganismi. È ormai noto che numerosi organismi marini, dalle alghe unicellulari ai pesci coabitano con diverse specie di spugne (Santucci, 1922, Pansini et al., 1980, Peattie. et al.,1981, Voultsiadou et al., 1981, Amourex et al., 1980, Gherardi et al., 2000, Fiore et al. 2010) con un rapporto che varia, a seconda dei casi, dall'inquinamento alla simbiosi.

Uno degli esempi più conosciuti è senza dubbio rappresentato dalle associazioni delle alghe con le madrepore che danno vita ad imponenti biostrutture come le barriere coralline. Il rapporto è per molti aspetti simile a quello dei cianobatteri che vivono nella parte illuminata di diversi poriferi come ad esempio *Chondrilla nucula*, *Petrosia ficiformis*, *Ircinia variabilis*. *Petrosia ficiformis*, ospita soprattutto cianobatteri del genere *Aphanocapsa*. I cianobatteri sono distribuiti nello strato più superficiale dell'organismo che prende il nome di symbiocortex. Questo tipo di simbiosi può influire inoltre sulla morfologia dei poriferi a seconda delle comunità di microrganismi che le abitano: ad esempio una spugna popolata da cianobatteri fotosintetici presenterà una forma appiattita in modo tale da esporre alla radiazione luminosa la massima superficie corporea (Sarà et al.,1998). Il numero di cianobatteri, e quindi anche la colorazione della spugna, decresceranno al diminuire della luminosità; in grotta quindi troveremo individui allungati e più o meno anastomizzati. Oltre a differenze di carattere morfologico, *P. ficiformis* sviluppa anche modificazioni a livello strutturale: le forme maggiormente esposte alla luce presentano pochi pori inalanti (dato che gran parte del sostentamento viene fornito dalla fotosintesi) e un apparato scheletrico di supporto costituito da grosse spicole monoassoniche poste tangenzialmente alla superficie corporea .

In una spugna antartica è stato scoperto che la correlazione fra esposizione alla luce e distribuzione delle spicole è dovuta al fatto che queste ultime si comportano come fibre ottiche incanalando la luce all'interno del corpo della spugna (Cattaneo-Vietti et al., 1996). Le forme che vivono in penombra sono, infatti, caratterizzate da un maggior numero di ostii (perché la filtrazione comincia ad acquisire maggior peso) e da un denso strato di spicole verticali sovrapposto a quello di spicole tangenziali. Con questo sistema viene sfruttata al massimo la radiazione luminosa disponibile. Nelle forme che vivono in assenza di luce, è assente lo strato di spicole verticali, come nelle forme più esposte, ma è notevolmente maggiore la diffusione di pori inalanti lungo tutta la superficie.

Altri studi, invece, hanno focalizzato la loro attenzione sulle associazioni di numerose specie di policheti in alcune demosponge (Pansini, 1970 Amourex et al., 1980, Gherardi et al., 2000). Secondo alcuni autori i rapporti tra i poriferi e la loro endofauna hanno soprattutto carattere di inquilinismo, determinate specie di spugne costituiscono una nicchia ecologica altamente efficiente per gli organismi interstiziali (Pansini et al., 1980). Alcuni inquilini sono endobionti comuni, sebbene non necessariamente obbligati, spesso presenti all'interno dei poriferi, altri endobionti possono essere occasionali (Pansini et al., 1980).

Per quanto riguarda gli endobionti, categoria di inquilini che è essenzialmente presa in considerazione in questo lavoro è stato fatto riferimento a vari importanti lavori che per primi hanno fornito un quadro preliminare sul fenomeno.

Santucci già nel 1922 ha considerato *Geodia cydonium* come centro di associazione biologica riscontrando un elevato numero di inquilini con presenze costanti come anfipodi gammaridi, policheti come *Ceratonereis costae*, molluschi, pesci. Fece poi un'importante distinzione tra organismi epibionti (ritrovati solo sulla superficie o nelle anfrattuosità della spugna) e organismi endobionti; differenziandoli ancora in ospiti puramente occasionali (organismi che usano la spugna come nascondiglio, utilizzando i suoi canali come comuni buchi), ad altri che manifestano una notevole costanza e per i quali l'esistenza associata alla spugna sembra rappresentare la norma.

Altri ancora, durante studi fra le associazioni tra policheti e poriferi hanno riscontrato un cospicuo numero di individui di policheti della specie *Micromaldane ornithochaeta*, specie che fino a prima erano state segnalate solamente da Abbiati et al. (1987) per le coste del Tirreno settentrionale, con il

ritrovamento di un solo individuo (taxon raro lungo le nostre coste). Grazie alle sue piccole dimensioni questo polichete si adatta bene alla vita endobionte all'interno di spugne (Gherardi et al., 2000).

Come la maggior parte delle forme sessili, anche i poriferi hanno sviluppato l'utilizzo di metaboliti secondari per difendersi da predatori e competitori, ma queste sostanze non sembrano arrecare problemi ai loro endobionti inquilini.

1.2 Generalità sui poriferi

I poriferi comunemente detti spugne sono fra i più semplici e primitivi organismi pluricellulari esistenti. Sono organismi bentonici, caratterizzati da un'organizzazione molto semplice. I poriferi non hanno né veri tessuti né organi, ma le varie funzioni organiche sono compiute da cellule appartenenti a diversi tipi cellulari generalmente aggregate su uno scheletro che può essere sia di natura minerale (composto da microscopici elementi detti spicole), sia organica (composto da collagene talvolta organizzato in fibre di spongina). In rari casi lo scheletro può essere del tutto assente.

La singolare organizzazione istologica delle spugne giustifica secondo alcuni autori la loro sistemazione in un sottoregno a parte del regno animale, chiamato Parazoa.

Le spugne sono organismi irregolari privi di simmetria ed hanno modalità di accrescimento tali che determinano le più svariate forme (massive, erette, ramificate ed incrostanti). Tali modalità sono influenzate da fattori abiotici quali possono essere la natura del substrato, l'illuminazione, l'idrodinamismo, ma anche fattori biotici. Così una stessa specie può presentarsi sotto diverse forme e dimensioni in relazione alle diverse situazioni ambientali.

Il corpo di una spugna si distingue spesso in una parte esterna detta ectosoma, talvolta specializzata in cortex, formata da uno strato di cellule appiattite che prendono il nome di pinacociti ed una parte interna detta coansoma. La struttura fondamentale delle spugne consta i due strati cellulari che formano il pinacoderma, separati da una matrice di sostanza organica detta mesoila (Figura 1). Il pinacoderma è costituito da cellule flagellate adibite all'ingestione di particelle alimentari dette coanociti e da altre cellule appiattite con funzione di rivestimento dette pinacociti. La mesoila contiene fibrille di collagene disperse o

fibre collagene grossolane dette spongina ed elementi cellulari, fissi e mobili. Tra questi gli scleroblasti, che servono all'elaborazione dello scheletro, gli amebociti, che possono essere di vari tipi, adibiti al trasporto e accumulo di sostanze di riserva o di escrezione, e infine gli elementi germinali maschili e femminili.

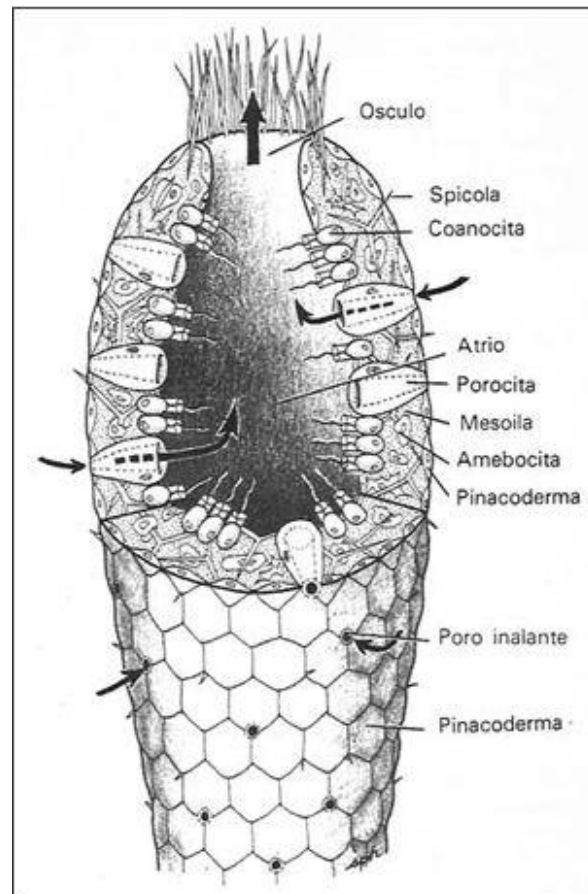


Figura 1 Schema morfologico e flussi d'acqua di una spugna (da Barnes, 1985).

Lo scheletro come detto in precedenza è l'elemento di sostegno e può essere formato da una trama più o meno compatta di spicole di natura calcarea (classe calcisponge) o silicea (classe demosponge) oppure da spicole accompagnate da spongina, che spesso le cementa in fasci, o anche da sole fibre di spongina con o senza inclusioni nel loro interno. La conoscenza di queste strutture è molto importante nella tassonomia delle spugne.

Grazie alle numerose e piccolissime aperture (pori o ostii) di cui sono ricoperti, i poriferi riescono a far entrare al loro interno l'acqua circostante dal quale attingono ossigeno e particelle alimentari. Sostanza organica particellata e disciolta, batteri e ossigeno sono i principali elementi che vengono trattenute dai coanociti. Tali cellule sono flagellate ed è proprio grazie al movimento del

flagello che le spugne riescono a creare il flusso d'acqua che la attraversa. L'acqua filtrata da un collareto di microvilli, disposto intorno al flagello, sarà poi espulsa da aperture più grandi dette osculi, generalmente ben visibili.

Il piano strutturale delle spugne è modellato attorno ad un particolare sistema di canali acquiferi inalanti ed esalanti più o meno voluminosi. Questo complesso sistema si articola secondo diversi livelli di organizzazione sulla base dei quali distinguiamo spugne di tipo Ascon, Sycon e Leucon (Figura 2).

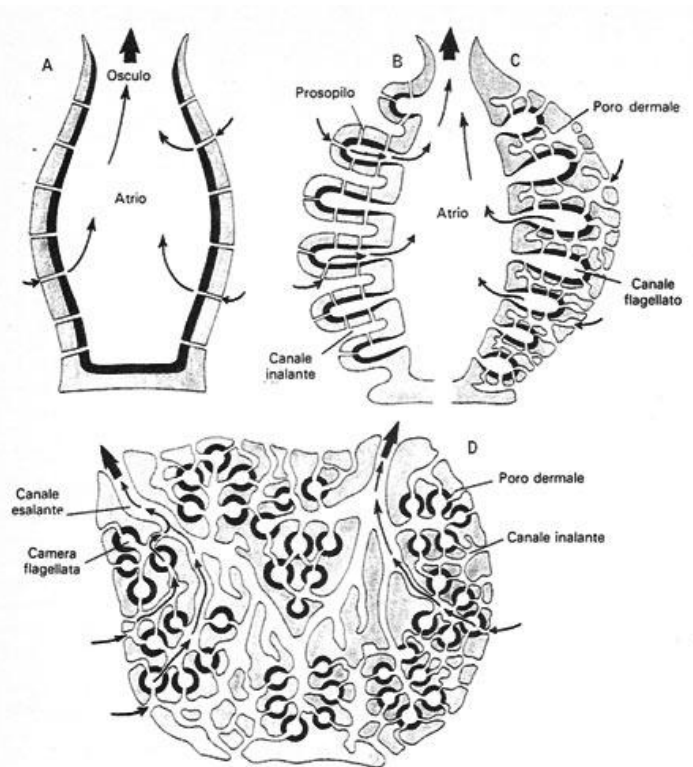


Figura 2 Tipi di organizzazione e flussi d'acqua nelle spugne (lo stato dei coanociti è indicato in nero): A) tipo Ascon; B e C) tipo Sycon più o meno specializzato; D) tipo Leucon (da Barnes, 1985; modif.).

Nel tipo asconoide la parete interna è costituita da un unico strato di coanociti; questo diventa sempre più ripiegato dal tipo siconoide a quello leuconoide in modo tale da aumentare la superficie disponibile per i coanociti che, divenendo sensibilmente più numerosi, migliorano l'efficienza filtrante degli organismi, consentendo loro di raggiungere maggiori dimensioni.

La maggior parte delle spugne è strutturata sul modello Leucon, mentre il tipo Ascon e Sycon si ritrova solo nella classe delle calcisponge.

I poriferi hanno un ciclo biologico con una larva mobile planctonica del tipo anfiblastula o parenchimula, che può nuotare da qualche ora a qualche giorno, ed una forma adulta attaccata al substrato che deriva dalla fissazione di una larva o talora, soprattutto nelle forme incrostanti, dalla concrenscenza di numerose larve.

Raggiunta la maturità sessuale, in genere nella stagione calda, si riproducono sessualmente per mezzo di uova o sperm, prodotti a seconda della specie, da uno stesso esemplare ermafrodita o da esemplari diversi. Gli sperm lasciano una spugna e penetrano all'interno di un'altra attraverso i canali acquiferi. Le uova, accolte nella mesoila, vengono generalmente fecondate in situ; esse possono poi essere emesse attraverso i canali acquiferi (specie ovipare) o incubate fino allo stadio larvale (specie vivipare).

Oltre alla riproduzione sessuale, frequente è la riproduzione asessuale per mezzo di propaguli o di gemme.

Allo stadio adulto le spugne hanno ritmi di accrescimento diversi a seconda delle condizioni ambientali e possono vivere da alcuni mesi a molti anni.

Il potere rigenerativo è altissimo ed una spugna può formarsi sperimentalmente anche da una sospensione delle sue cellule.

Per l'identificazione delle spugne è innanzitutto indispensabile la conoscenza dei caratteri esterni (forma, colore, consistenza, carattere e disposizione degli osculi, aspetto della superficie e dimensioni), i quali hanno valore specifico, ma sono soggetti a variabilità sia per le condizioni di crescita sia per le influenze dell'ambiente. Inoltre la spugna da giovane può avere aspetto incrostante, mentre da adulta può assumere un aspetto convoluto massivo, arborescente.

Le caratteristiche dello scheletro hanno invece sicuramente valore specifico. Le spicole si possono dividere in quattro tipi differenti secondo il numero di assi o raggi di cui sono composti:

- monoassonidi ad un solo asse.
- tetrassonidi a quattro raggi, talvolta tre per la perdita di uno.
- esactinali a sei raggi.
- poliassonidi a numerosi raggi che si dipartono da un unico centro.

Le dimensioni delle spicole (lunghezza e larghezza) e la loro eventuale ornamentazione (numero e taglia delle spine) sono sufficientemente variabili per cui, nell'esame delle singole specie, è necessario misurarne un gran numero prima di procedere alla determinazione.

Il Phylum Porifera comprende circa 5000 specie note, divise in 3 classi principali:

Calcispongiae con scheletro costituito da spicole di natura calcarea. Sono per la maggior parte spugne di piccole dimensioni e si trovano prevalentemente in ambienti costieri.

Hyalospongiae o **Hexactinellida**, con scheletro costituito da spicole di natura silicea. Poriferi tipici di ambienti di profondità.

Demospongiae classe con il maggior numero di specie, hanno lo scheletro costituito da spicole di natura silicea. In alcuni gruppi lo scheletro minerale può essere assente, o può essere accompagnato da collagene organizzato spesso come spongina. Alcune specie sono prive completamente di scheletro minerale organico. Sono prevalentemente di tipo Leucon e possono essere sia marine che di acqua dolce.

1.3 *Geodia cydonium* (Jameson, 1811)



Figura 3. Esemplare di *Geodia cydonium* presso le tegnùe di Chioggia foto di Massimo Ponti

La fauna di poriferi delle “tegnùe” di Chioggia, banchi coralligeni di piattaforma (Ponti et al., 2011), è caratterizzata da una straordinaria abbondanza della demospongia *Geodia cydonium*, specie che si trova frequentemente in zone ben illuminate, a profondità spesso molto basse, su substrati sabbioso-melmosi, ma che si può localizzare anche in ambienti semioscuri o di grotta, dove tuttavia non

raggiunge solitamente grandi dimensioni (Corriero et al., 1984). Sulle tegnùe al largo di Chioggia *Geodia cydonium*, trova il habitat ideale in cui crescere: oltre all'abbondanza degli esemplari, un ulteriore carattere cui prestare attenzione sono le dimensioni che essa può raggiungere in questi siti (oltre i 50 cm di diametro) (Bertolino et al., 2007).

La forma tipica di *Geodia cydonium* è subsferica con abbondanti lobature e circonvoluzioni cerebriformi. (Figura 3). La superficie appare ispida e di consistenza dura a causa delle spicole silicee proiettate verso l'esterno; è caratterizzata dalla presenza di larghi canali acquiferi e da una peculiare stratificazione dei tessuti: un sottile cortex esterno coriaceo spesso circa 2 mm, ed un coanosoma interno, più spesso e morbido (Gherardi et al., 2000).

Presenta una colorazione variabile tra il biancastro e giallo grigio. Alcuni esemplari possono presentare una depressione centrale che le conferisce l'aspetto di un cratere. Questo tipo di forma, inizialmente segnalata a La Strea (Corriero et al., 1984) e in altre zone nei pressi di Porto Cesareo, Lecce (Labate, 1968), è stata considerata come una modificazione ecofenotipica di questi ambienti; variazioni simili sono state osservate anche in altre specie a sviluppo massivo come *Spongia officinalis*. Questo fenomeno potrebbe essere messo in relazione con il tipo di idrodinamismo prevalente nel sito (Corriero et al 1984).

La sua distribuzione è molto frammentata, ma l'importante ruolo ecologico che riveste come habitat per numerosi organismi rende tale specie estremamente importante. La specie è inserita nell'Annesso II del Protocollo delle Aree Specialmente Protette d'Importanza Mediterranea (ASPIM, Convenzione di Barcellona).

1.3.1 Distribuzione geografica di *Geodia cydonium*

Geodia cydonium ha una distribuzione Atlanto –mediterranea, è una specie che predilige ambienti sciafili. In Mediterraneo la sua distribuzione è molto frammentata, è stata individuata solo occasionalmente, ma la conoscenza della sua distribuzione è molto interessante sia perché è una specie protetta (Annesso II del Protocollo delle Aree Specialmente Protette d'Importanza Mediterranea ASPIM, Convenzione di Barcellona) sia perché, avendo una buona capacità di resistenza in habitat poco ossigenati, è in grado di fornire utili indicazioni ecologiche sull'area che la ospita (Cerrano et al., 2008).

Grazie al contributo dei numerosi volontari subacquei che hanno aderito al protocollo MAC (monitoraggio dell'ambiente costiero) proposto dall'associazione Reef Check Italia *onlus* (www.reefcheckitalia.it), è oggi possibile avere una visione più chiara della distribuzione di questa specie lungo le coste italiane (Figura 4).

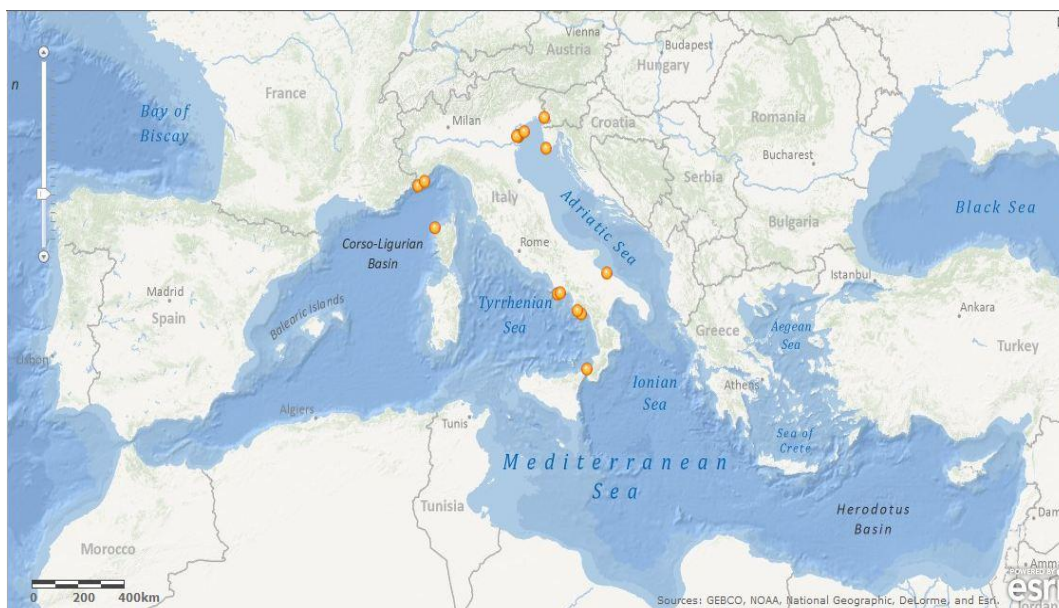
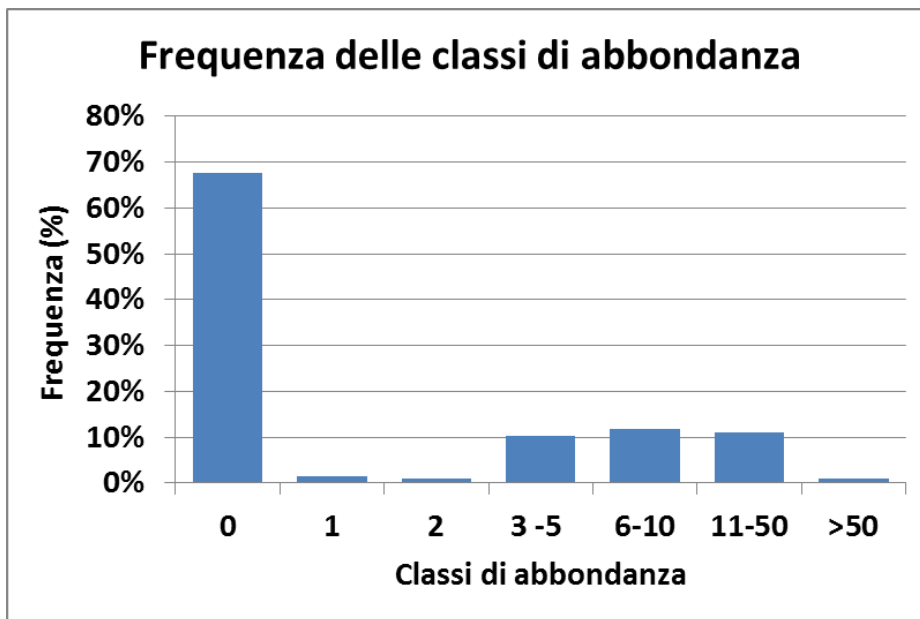


Figura 4 Segnalazioni di *Geodia cydonium* lungo le coste italiane e corse, dati Reef Check Italia *onlus* (www.reefcheckitalia.it).

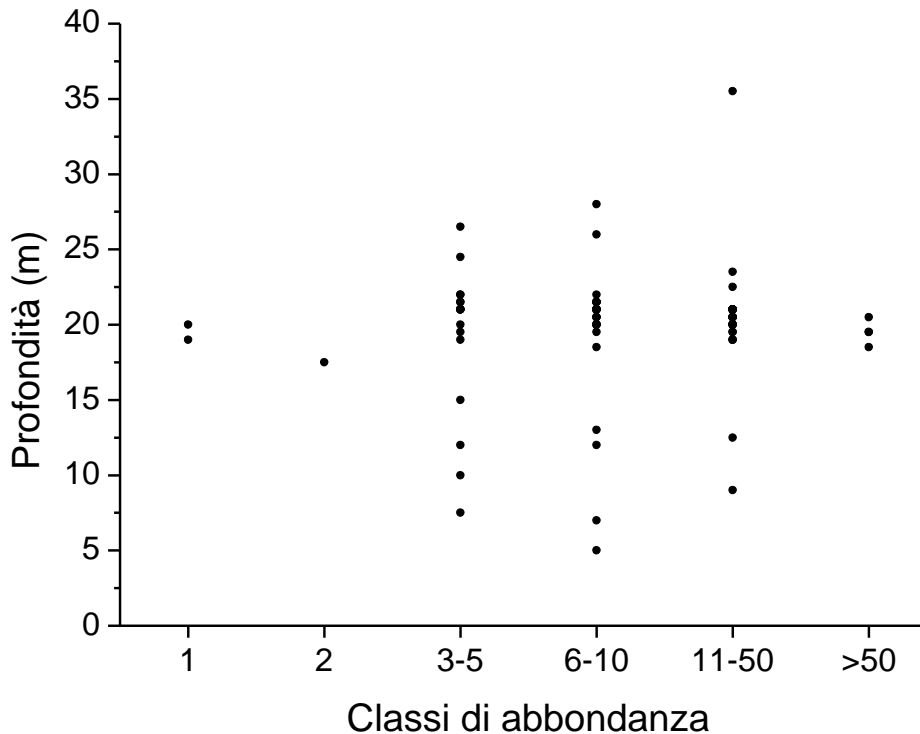
Nel database a disposizione sono presenti 423 rilievi condotti per *Geodia cydonium*. Per ogni rilievo sono stati riportati dati riguardanti la classe di abbondanza (numero di individui osservati), la profondità massima e minima alla quale sono stati osservati, il tempo dedicato all'osservazione ed il sito di immersione.

Per quanto riguarda le classi di abbondanza la scheda da compilare prevedeva diversi range di abbondanza: 0 (individuo cercato ma non presente) 1, 2, da 3 a 5, da 5 a 10, da 11 a 50 e più di 50 individui.



Come può dedursi dal grafico la sua identificazione è stata occasionale. Per la maggior parte delle segnalazioni, più del 60%, non era presente.

Questo perché come detto in precedenza, la sua distribuzione appare ancora oggi molto frammentata.



Il maggior numero di individui è stato osservato ad una profondità media di circa 20 m per la maggior parte rinvenuti nell'area prospiciente Chioggia tra la tegnùe MR08, Boa di Cittadella, Boa di Adria, Boa di Serenissima. Segnalazioni di minor entità sono pervenute da Palinuro, Portofino, Gallinara, stretto di Messina.

1.4 Scopi della tesi

Il presente lavoro nasce con l'intento di caratterizzare la diversità della fauna associata alla demospongia *Geodia cydonium*. Focalizzeremo l'attenzione su esemplari raccolti sulle "tegnùe" di Chioggia, dove sono presenti moltissimi esemplari di grandi dimensioni.

Con i dati ottenuti si cercherà quindi di mettere in evidenza il ruolo chiave ricoperto dalla spugna massiva *Geodia cydonium* come habitat per numerose specie in relazione anche con le sue dimensioni. Studi precedenti hanno messo in evidenza le intime relazioni che intercorrono tra alcune specie di poriferi e numerosi gruppi di invertebrati. Un importante ruolo ecologico che le spugne rivestono è legato proprio all'elevato numero di commensali che molte specie ospitano, proteggendoli dalla predazione, offrendo rifugio, costituendo delle vere e proprie aree di *nursery*. Le spugne, infatti, soprattutto alle medie latitudini, sono minacciate da pochissimi predatori che solitamente non sono comunque in grado di danneggiare l'intero organismo (es.: molluschi nudibranchi, vermi policheti, stelle di mare, tartaughe).

Le comunità bentoniche rivestono un ruolo fondamentale nella caratterizzazione e nella funzionalità degli ecosistemi marini costieri, in quanto per le loro caratteristiche di persistenza, costituiscono delle memorie biologiche capaci di integrare nel tempo eventi diversi. Per l'importante ruolo ecologico che il macrobenthos riveste nell'ambito dell'ecosistema marino, la conoscenza dei *pattern* di diversità che caratterizzano tali popolamenti diventa indispensabile, al fine di identificare aree prioritarie per la loro conservazione e per la regolamentazione delle attività antropiche che insistono in tali zone.

Negli ecosistemi marini costieri la diversità funzionale dei popolamenti bentonici è sempre stata tradizionalmente descritta attraverso l'analisi della composizione tassonomica di tali popolamenti. Le funzioni svolte dalle specie bentoniche sono importanti nella regolazione dei processi ecosistemici e queste funzioni sono

determinate dalle caratteristiche biologiche che queste specie mostrano (alimentazione, movimento, protezione per altre specie).

Secondo alcuni autori (Santucci, 1922; Amourex et al., 1980; Pansini et al., 1980; Peattie et al., 1981; Voultziadou et al., 1981; Gherardi et al., 2000; Fiore et al., 2010) i rapporti tra i poriferi e la loro endofauna hanno soprattutto carattere di inquilinismo, determinate specie di spugne costituiscono una nicchia ecologica altamente efficiente per gli organismi interstiziali.

2 MATERIALI E METODI

2.1 L'Adriatico settentrionale

Il mar Adriatico presenta una conformazione stretta ed allungata (lungo circa 800 km, largo dai 100 ai 200 km) rappresenta una delle piattaforme continentali più ampie di tutto il bacino del mediterraneo. Complessivamente è un mare poco profondo che raggiunge i 1200 m di profondità nella sua parte meridionale in corrispondenza della fossa salentina. Il suo bacino settentrionale ha una profondità media di 35 m e degrada dolcemente da pochi metri sino a circa 70 m, dove una scarpata lo separa dal bacino centrale (Tagliapietra et al., 2008).

Le coste presentano una notevole variabilità. Nella parte orientale sono alte e frastagliate, in quella occidentale si presentano come un'alternanza di spiagge di sabbia fine, lagune e delta (Newton e Stefanon, 1976).

Il passaggio da costa bassa a costa alta avviene dopo la foce dell'Isonzo, circa al centro della sponda settentrionale del golfo, in corrispondenza alla baia di Monfalcone. Le coste alte, che da qui cominciano estendendosi prima verso Est, poi verso Sud, lungo la penisola istriana, proseguendo poi verso il Medio e Basso Adriatico con le coste iugoslave ed albanesi.

Sulla sponda occidentale la morfologia costiera è legata all'apporto detritico dei vari fiumi ed al successivo rimaneggiamento marino. La quantità degli sversamenti fluviali (circa $3000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$), unitamente alla scarsa profondità del bacino (profondità media 35 m profondità massima di 70), conferiscono all'Alto Adriatico tratti estuarini (Tagliapietra et al., 2008). Quest'importante input di acqua fluviale oltre a determinare sensibili variazioni nella salinità delle acque dell'Adriatico settentrionale è responsabile dell'immissione nel bacino di ingenti quantità di nutrienti disciolti derivanti dal dilavamento delle terre emerse, come fosforo nella forma di ortofosfato, azoto inorganico, silicio e sostanza organica (Franco, 1982) che rendono queste acque tipicamente eutrofiche, anche se in anni recenti è stato fatto moltissimo per ridurre i carichi trofici.

Il bacino meridionale invece è caratterizzato da un intimo contatto con il resto del Mediterraneo che ne influenza temperatura e salinità rendendolo più caldo e più salato. Questa differenza di salinità e temperatura viene tradotta in un gradiente di densità tra il sistema settentrionale e quello meridionale che va ad innescare un

flusso longitudinale di corrente. Le acque più salate del Mediterraneo risalgono lungo le coste dell'ex Jugoslavia e le acque più fredde e meno salate del nord adriatico discendono lungo le coste italiane. Le variazioni stagionali di temperatura e salinità del bacino sono il motore della circolazione dell'intero Adriatico (Mosetti, 1984).

L'Adriatico Settentrionale mostra un forte gradiente termico stagionale (range compreso fra i 5 °C invernali ed i 27 °C estivi vicino alla costa) (Artengnani et al., 1997), in particolare, nell'area delle Tegnùe di Chioggia dove la profondità media è abbastanza ridotta (circa 20-27m) il riscaldamento atmosferico primaverile ed estivo riesce ad interessare gran parte della colonna d'acqua ed a trasferire calore fino al fondo. La temperatura presenta minimi a gennaio e febbraio, con valori più bassi alla superficie (forte raffreddamento atmosferico) ed un lieve incremento al fondo. A partire da aprile, il trasferimento di calore attuato dall'atmosfera alla massa d'acqua genera un riscaldamento dei livelli superficiali, che diffonde lentamente verso il basso grazie alle turbolenze verticali, riuscendo ad arrivare fino al fondo: qui il massimo di 22°C viene raggiunto con un ritardo di 1-2 mesi, quando la superficie sia sta già raffreddando. Ad ottobre, le tempeste autunnali rimescolano la colonna d'acqua, rendendola nuovamente omogenea (Tagliapietra et al., 2008).

Per quanto riguarda le variazioni di salinità, queste risultano più evidenti lungo la costa e strettamente correlate ai cambiamenti degli apporti di acque dolci del Po (mostrano massimi in primavera e autunno e minimi in estate ed inverno). Sono rare invece le variazioni di salinità stagionali in profondità (i valori oscillano dai 38 ai 38,5 PSU) (Artegiani et al., 1997). In particolare nella zona prospiciente Chioggia ad una profondità di 20-24 m la salinità varia da 29 a 37 PSU (Casellato e Stefanon, 2008).

Per quanto concerne l'ossigenazione, possiamo dire che complessivamente si presenta come un bacino ben ossigenato o comunque con concentrazioni di ossigeno a livelli sufficienti per lo svolgimento dei normali processi biologici di respirazione ed ossidazione nella colonna d'acqua. In primavera ed estate le massime concentrazioni di ossigeno disciolto sono osservabili nella zona sub-superficiale (tra i 10 ed i 50 m di profondità), corrispondenti alla zona eufotica, grazie all'attività biologica fitoplanctonica che produce ossigeno in prossimità del picnoclino. Tuttavia, in regime di stratificazione estiva è stato osservato lo

sviluppo di condizioni ipossiche, probabilmente dovuto ad un rallentamento delle correnti. In inverno ed in autunno, per effetto del rimescolamento della colonna d'acqua si rilevano concentrazioni più omogenee di ossigeno disciolto (Tagliapietra et al., 2008).

Anche la distribuzione dei nutrienti presenta un andamento stagionale: d'inverno si ha un regime di instabilità termica verticale e quindi un'omogenea distribuzione di nutrienti lungo la colonna d'acqua, d'estate in regime di stratificazione anche i nutrienti sono distribuiti in maniera non omogenea, con massimi superficiali in corrispondenza dell'immissione di acque fluviali e minimi in profondità (Tagliapietra et al., 2008).

La trasparenza della colonna d'acqua determina la profondità alla quale può arrivare l'irradianza necessaria per lo svolgimento dei processi fotosintetici da parte degli organismi autotrofi (fitoplancton e fitobenthos) e per lo sviluppo e la crescita delle strutture coralligene. In questa area risulta essere fortemente influenzata dal deflusso fluviale (trasporto da parte dei fiumi di materiale disciolto e particellato) e dai processi di risospensione del sedimento di fondo, causati dalle correnti, nonché dai processi biologici, quali le intense fioriture fitoplanctoniche comuni in Adriatico settentrionale (Tagliapietra et al., 2008).

2.1.1 Le tegnùe

Le tegnùe comunemente chiamate così dai pescatori locali del Veneto per la loro capacità di trattenere e rompere le reti da pesca, sono degli affioramenti rocciosi organogeni carbonatici che emergono dai sedimenti nord adriatici in una vasta area tra Grado e il delta del fiume Po. La loro presenza viene segnalata tra i 10 ed i 40 metri di profondità, a diverse miglia di distanza dalla costa. Si estendono da pochi a diverse centinaia di metri quadrati con spessore variabile da pochi decimetri a qualche metro (Mizzan, 1995).

Queste rocce sono generate da organismi biocostruttori (alghe calcaree, madrepore, policheti, briozoi, molluschi, ecc.) generalmente sovrimposte a substrati duri precedentemente formati per il consolidamento di sabbie. Una prima origine sarebbe riconducibile ad un'iniziale cementificazione carbonatica dei sedimenti sabbiosi misti a gusci di conchiglie, crostacei ed esoscheletri di echinodermi che costituiscono lo strato basale. Questo tipo di cementificazione potrebbe essere favorita da fuoriuscite di gas metano e risalite di acque dolci

(osservabili in modo diffuso in vaste aree dell'Adriatico settentrionale) con conseguente formazione di precipitati solidi (Colantoni et al., 1997; Gabbianelli et al., 1997; Colantoni et al., 1998). L'accrescimento successivo sarebbe poi da attribuire agli organismi costruttori incrostanti (alghe calcaree, madrepora, policheti, briozoi, molluschi ecc.) che colonizzando questi strati basali e accrescendosi gli uni sugli altri (con i loro gusci o scheletri calcarei o inglobando altri gusci o sedimenti) originano biocostruzioni di spessore variabile. Si tratta in pratica di veri e propri "reef" coralligeni che hanno cominciato a formarsi 4-6000 anni fa, quindi geologicamente molto recenti, ed in continua evoluzione. La velocità di accrescimento per alcune Tegnùe, ricavate sulla base degli spessori raggiunti e dalle datazioni eseguite, sono comprese fra 0,25 e 0,75 mm all'anno (Gabbianelli et al., 1997).

I rilevamenti che hanno permesso di definire forme e dimensioni delle Tegnùe sono stati eseguiti con l'ausilio di tecniche che prevedevano l'utilizzo di *Multibeam* e *Side Scan Sonar* in diverse campagne oceanografiche tra il 2002 ed il 2003 (Giovanardi et al., 2003), nonostante le loro caratteristiche fossero già state raccontate per la prima volta dall'Abate Giuseppe Olivi nella sua opera *Zoologia Adriatica* (Olivi, 1972) che le descriveva come un'interruzione della monotonia delle distese sabbiose e fangose tipiche dell'Alto Adriatico.

L'esistenza di formazioni rocciose, di per sé rappresenta un substrato idoneo allo sviluppo di flora e fauna. Questi ambienti appaiono particolarmente favorevoli per la riproduzione e gli stadi giovanili di numerose specie; offrendo loro protezione (aree *nursery*) e riducendo la mortalità tipica di questi stadi inducendo così un aumento della diversità biologica dei fondali adriatici (Tagliapietra et al., 2008).

Il riconoscimento dell'importanza e della vulnerabilità delle Tegnùe ha portato di recente all'istituzione di una Zona di Tutela Biologica (ZTB) delle acque marine situate al largo di Chioggia con decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali del 5 Agosto 2002. La zona di tutela biologica è suddivisa in 4 aree, una più estesa circa 22 km² e più vicino alla costa, le altre 3 più piccole circa 1,4 km² e situate a largo (Figura 5; Fava et al., 2008).

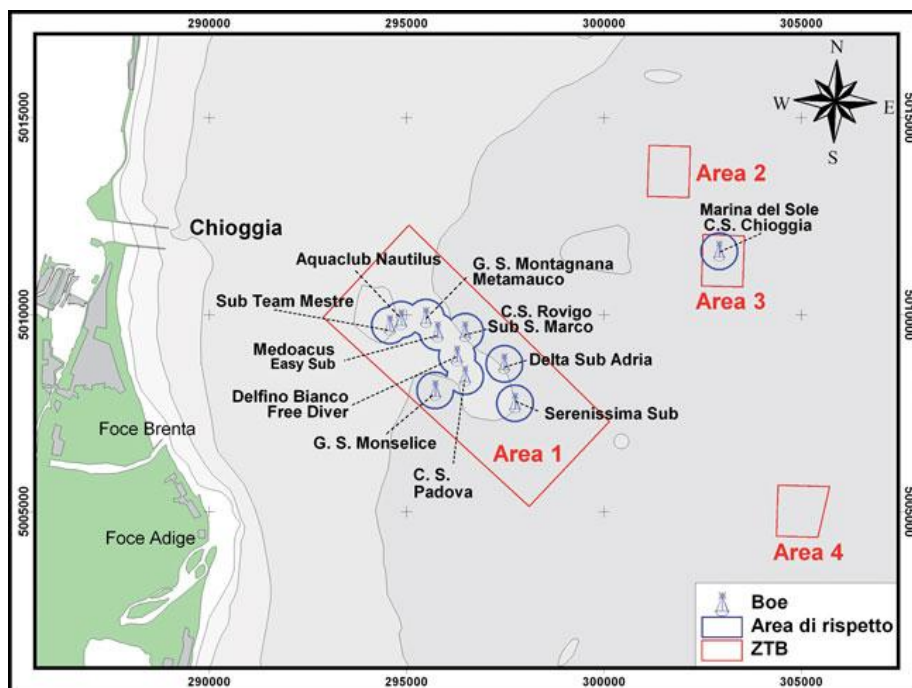


Figura 5 Zona di tutela biologica (ZTB) al largo di Chioggia, e punti di immersione per i turisti.

Questa istituzione è stata promossa dal comune di Chioggia, da enti di Ricerca ed Università, dalla Capitaneria di Porto, dalle associazioni dei pescatori ed operatori turistici. L'istituzione della ZTB introduce il divieto di qualsiasi attività di pesca professionale e sportiva.

2.2 Siti di campionamento

I campioni di *Geodia cydonium* analizzati provengono da 3 siti, AL100 (G.S. Montagnana Metamauco), TM4 (Medoacus Easy sub), AL06 (Delta sub Adria), che ricadono all'interno dell'area 1 della ZTB al largo di Chioggia (Figura 6). La profondità che caratterizza ciascun sito varia da 21,2 m (AL100) a 24,0 m (AL06).

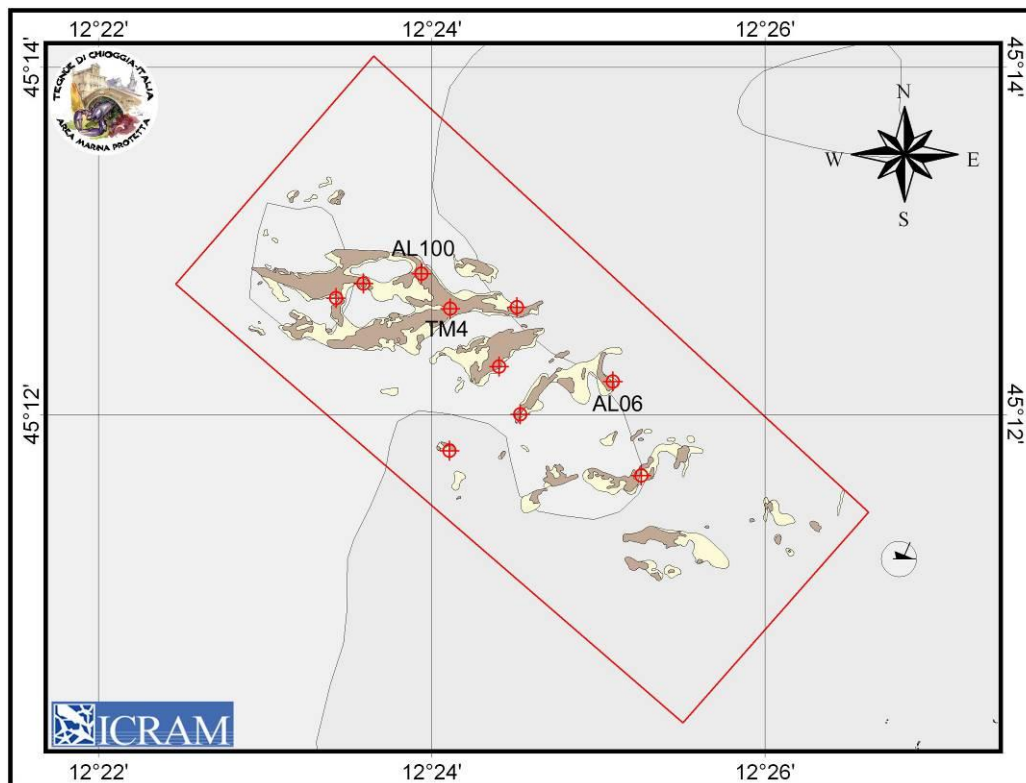


Figura 6 Area di campionamento con i siti AL100, TM4, AL06.

Le seguenti figure riportano le mappe dei fondali, con le batimetrie, e le viste isometriche 3D di ciascun sito di campionamento.

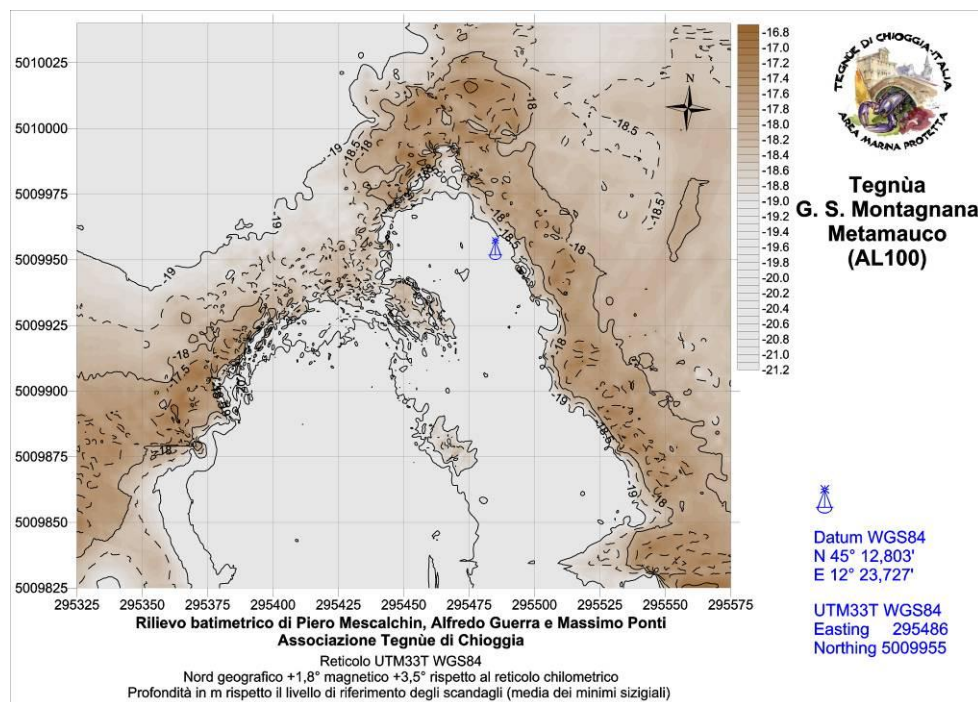


Figura 7 Cartografia del fondale per il sito AL100.

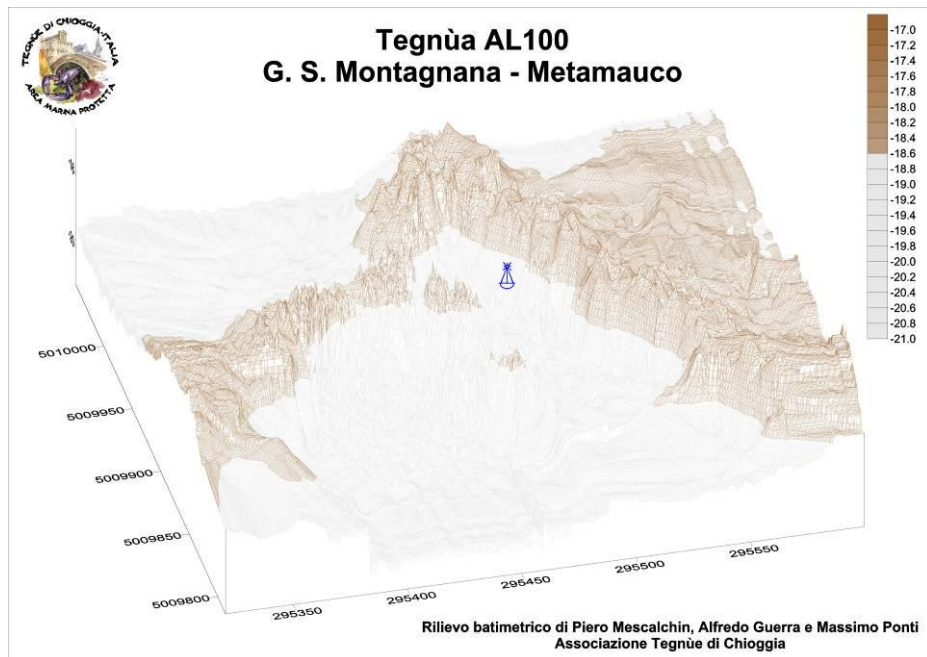


Figura 8 Vista isometrica 3D del sito AL100.

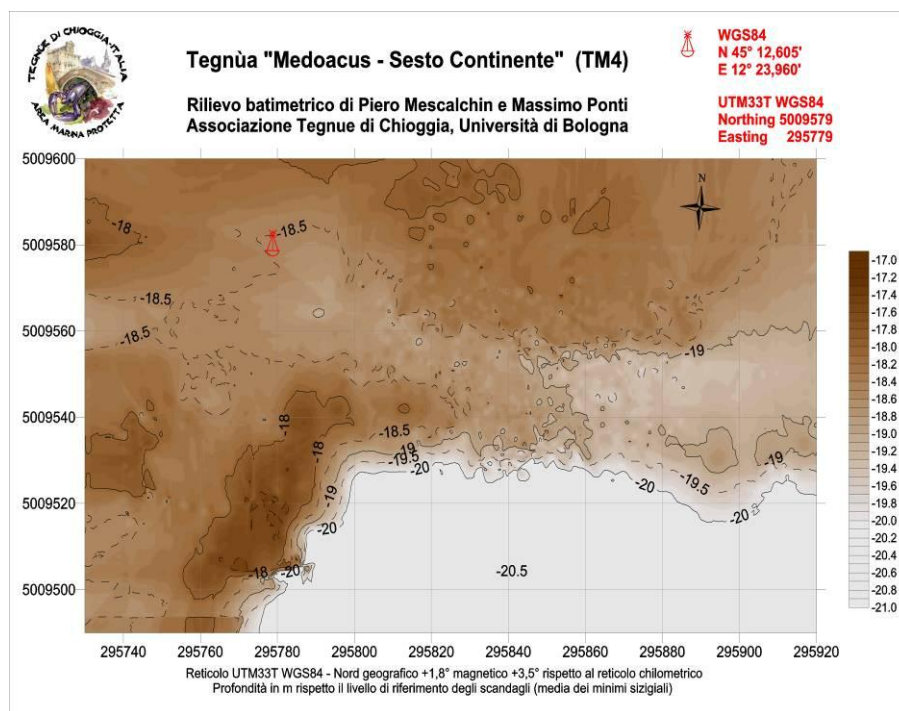


Figura 9 Cartografia del fondale per il sito TM4.

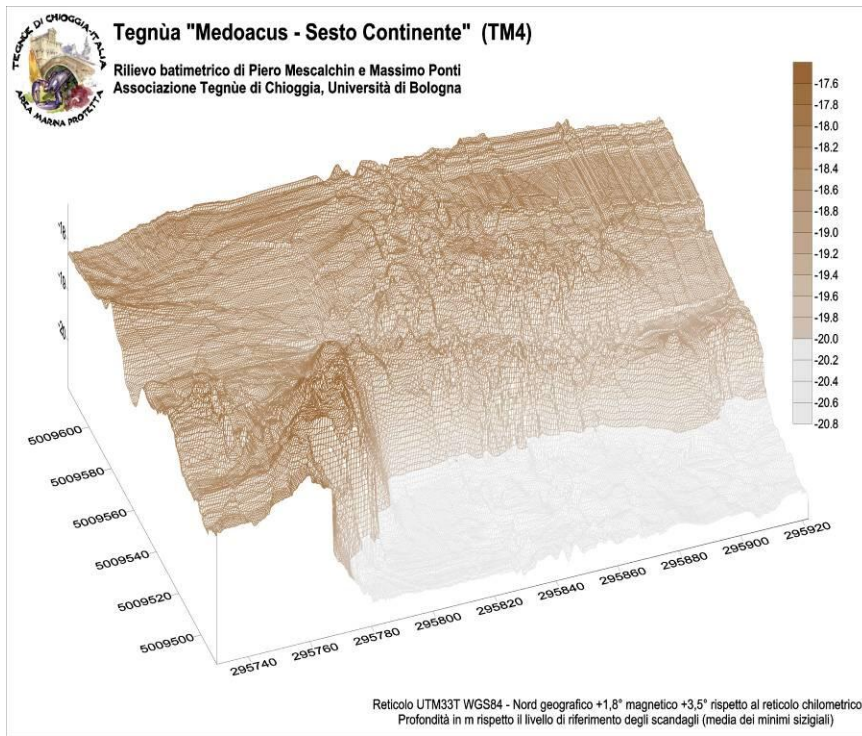


Figura 10 Vista isometrica 3D del sito TM4.

Tegnùe AL06

Rilievo batimetrico di Massimo Ponti - Associazione Tegnue di Chioggia

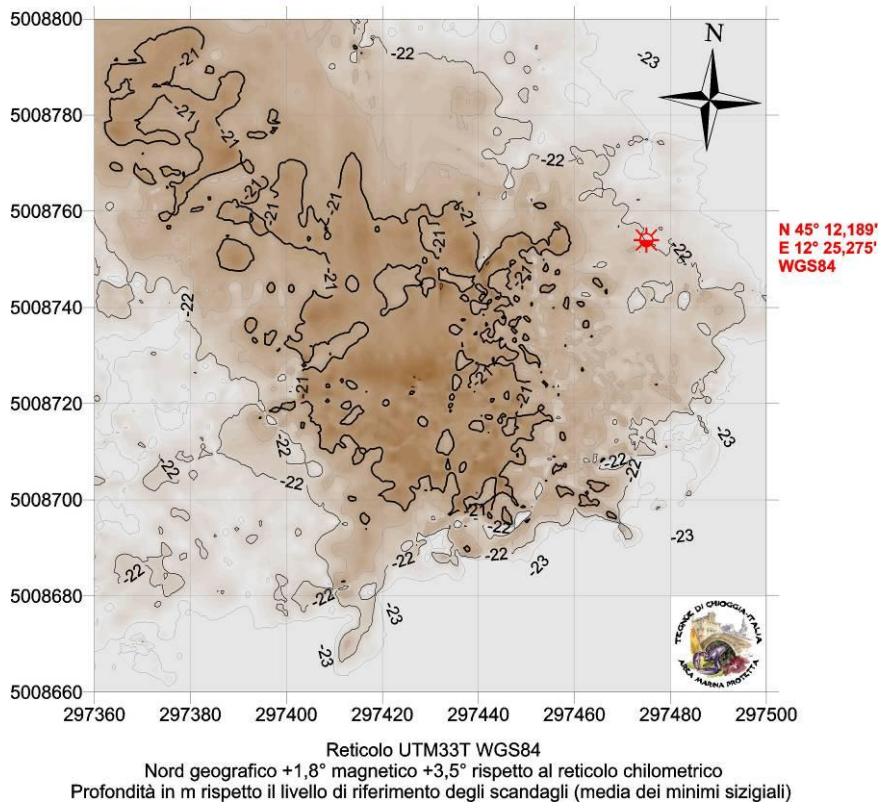
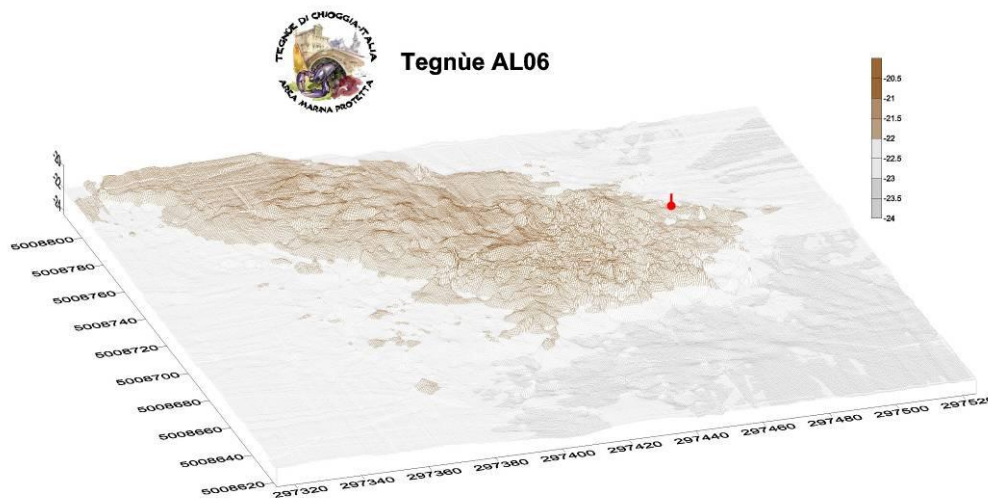


Figura 11 Cartografia del fondale per il sito AL06.



Rendering 3D del rilievo batimetrico di Massimo Ponti - Associazione Tegnue di Chioggia

Figura 12 Vista isometrica 3D del sito AL06.

2.3 Misure in campo e prelievo dei campioni

I campioni sono stati prelevati in immersione da operatori scientifici subacquei con autorespiratore a miscela arricchita in ossigeno (NITROX) tra i 20 ed i 24 metri di profondità. Prima del prelievo dei campioni, per ogni singolo individuo sono stati raccolti dati riguardanti l'altezza, il diametro e la circonferenza, successivamente è stato prelevato un campione costituito da una fetta verticale, possibilmente dal margine al centro della spugna, immediatamente posto in una busta a chiusura ermetica. I campioni hanno dimensioni leggermente variabili in base alle dimensioni dell'individuo.

Sull'imbarcazione, i campioni sono stati trasferiti all'interno di barattoli e conservati con una soluzione di aldeide formica tamponata in acqua di mare al 4%. Complessivamente sono stati raccolti 18 campioni (Tabella 1).

Tabella 1 Campioni con relativi siti e misure della spugna di provenienza.

Label	Sito	Diametro cm	Altezza cm	Circonferenza cm
C1	AL100	26	25	89
C2	AL100	28	22	81
C4	AL100	21	26	65
C5	AL100	34	32	104
C10	AL100	19	18	64
C01	TM4	23	23	68
C03	TM4	19	18	59
C04	TM4	21	17	64
C05	TM4	22	23	72
C06	TM4	21	18	59
C07	TM4	25	25	82
C08	AL06	26	23	79
C09	TM4	33	27	99
C10	AL06	16	16	55
C11	TM4	20	24	72
C12	AL06	24	21	72
C13	AL06	19	13	55
C14	AL06	18	22	53

2.4 Analisi in laboratorio

2.4.1 Volume e massa delle porzioni campionate

In laboratorio, prima di esaminare il campione è stata fatta la misura del volume immergendo la spugna avvolta in pellicola e con la sua acqua in un recipiente graduato. Questo consente di confrontare le abbondanze di individui rinvenuti nei vari campioni, rapportandole al volume standard di spugna di 1 dm³.

Al termine dell'analisi dei campioni, i frammenti di spugna sono stati poi essiccati e pesati per quantificarne la biomassa.

2.4.2 Analisi della macrofauna

Dopo la stima del volume i campioni vengono sciacquati dalla formalina. Le spugne in soluzione acquosa vengono filtrate con setacci a maglia 0,5 mm in questo primo passaggio è possibile isolare numerosi individui (policheti, crostacei, molluschi, echinodermi, sipunculidi) che escono dai pori e dai canali.

I frammenti di spugna vengono ulteriormente esaminati al microscopio per individuare eventuali organismi rimasti intrappolati nei tessuti e nei canali principali.

Gli organismi sono stati separati, identificati e contati al microscopio binoculare. L'identificazione è stata eseguita fino al livello tassonomico migliore possibile

mediante le chiavi dicotomiche a disposizione. Le difficoltà maggiori nel riconoscimento riguardavano organismi rovinati che quindi impedivano il confronto e la visualizzazione di particolari utili per la loro classificazione.

2.5 Analisi dei dati

2.5.1 Distribuzione delle specie più abbondanti

La differenza di abbondanza media delle specie tra i tre siti AL100, TM4, AL06, è stata valutata mediante analisi permutazionale della varianza ad una via (PERMANOVA, Anderson, 2005) utilizzando il software PRIMER6+.

Per eseguire l'analisi PERMANOVA si utilizza la distanza euclidea tra i campioni per la variabile considerata. Nel caso di un numero ridotto di permutazioni disponibili si ricorre alla distribuzione teorica di Monte Carlo (P(MC)). I test sono considerati significativi per $\alpha < 0.05$. In caso di differenze significative per il fattore Sito, è stato condotto un *pair-wise* test a posteriori per identificare le differenze tra i singoli siti.

2.5.2 Diversità specifica

La più semplice maniera di misurare la diversità di una comunità ecologica è forse quella di contare il numero di specie che ne fanno parte. Questo può essere molto riduttivo, tuttavia va notato che anche la semplice attribuzione di questo solo numero a un ecosistema implica comunque uno sforzo notevolissimo, ovvero la raccolta di un campione di organismi sufficientemente rappresentativo di tutte le specie della comunità e il riconoscimento delle specie cui appartengono i diversi organismi. Il campione stesso, però, fornisce delle ulteriori informazioni e precisamente le abbondanze relative delle diverse specie, cioè le percentuali con cui le varie specie sono presenti nel campione e quindi, se il campione è statisticamente significativo, nella comunità. È facile capire che anche le abbondanze relative, oltre al numero di specie, concorrono a definire il grado di diversità di un ecosistema.

Le comunità quindi possono differire sia nel numero di specie, si parlerà quindi di ricchezza specifica, oppure per abbondanza intesa come numero complessivo di individui, e per ripartizione del numero di individui tra le diverse specie.

Le caratteristiche della comunità possono essere sintetizzate ed espresse attraverso gli indici di diversità (Krebs, 1989). Per la nostra indagine sono stati utilizzati i seguenti indici:

Ricchezza specifica (S)

Numero di specie complessivamente trovato nel campione.

Diversità di specie o eterogeneità complessiva ($H'(\log_2)$).

Utilizzando l'indice di Shannon, dato dalla formula:

$$H' = - \sum_{j=1}^s p_j \log p_j$$

Dove S è il numero totale di specie e P la frequenza dell'i-esima specie. Esprime l'eterogeneità complessiva, aumenta all'aumentare dell'equidistribuzione degli organismi fra le specie e all'aumentare di S.

Equidistribuzione o indice di Pielou (J)

Calcolata tramite l'indice di Pielou tiene conto della ripartizione delle abbondanze degli individui all'interno delle specie presenti nel campione, varia da 1 a 0.

$$J = H'/H'_{MAX} = H'/\log_2 S$$

Dove H' è dato dall'indice di Shannon e S è il numero totale di specie (ricchezza di specie).

Indice di Simpson (1- λ)

L'indice di Simpson è una misura di diversità ed esprime la probabilità di estrarre due organismi che non appartengono alla stessa specie. Viene calcolato con la formula :

$$H_{SI} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Dove S è il numero totale di specie e P la frequenza dell' i-esima specie.

Il valore di ogni indice e per ogni campione è stato calcolato utilizzando il programma PRIMER6+, successivamente è stato calcolato il valore medio per ogni sito. Le differenze tra i valori medi degli indici è stata analizzata con l'analisi

permutazionale della varianza ad una via (PERMANOVA, Anderson, 2005). I test sono considerati significativi per $\alpha < 0.05$.

2.5.3 Distribuzione dei popolamenti

Il punto di partenza di queste analisi consiste nell'esprimere tramite indici di similarità o dissimilarità le relazioni esistenti fra i campioni in termini di abbondanza dei taxa considerati.

Molto spesso la matrice di dati grezzi iniziali non trasformati porta ad un'interpretazione dei dati in cui viene rappresentata solo la distribuzione delle specie più comuni. Per questo motivo occorre effettuare delle trasformazioni prima di calcolare la similarità. La trasformazione dei dati mediante radice quadrata permette di ridurre il peso delle specie più abbondanti in modo che alla similarità contribuiscano anche le specie meno comuni che molto spesso giocano un ruolo chiave nella caratterizzazione dei popolamenti. Il coefficiente di similarità usato è quello di Bray-Curtis. Le relazioni esistenti fra i popolamenti dei diversi siti sono state rappresentate graficamente su di un piano utilizzando il metodo di ordinamento PCO (*Principal Coordinate analysis*) in cui i punti relativi a ciascun campione sono ordinati sulla base delle misure di similarità (Anderson, 2003). L'ipotesi che non esistano differenze nei popolamenti che caratterizzano i diversi siti viene valutata con l'analisi permutazionale della varianza (PERMANOVA, Anderson, 2005). I test sono considerati significativi per $\alpha < 0.05$.

3 RISULTATI

3.1 Fauna associata a *Geodia cydonium*

In totale sono stati collezionati 463 individui divisi in 28 taxa, riportate di seguito in Tabella 2. In media sono stati rinvenuti $273 \pm 56 \text{ dm}^{-3}$ (\pm e.s.) di inquilini in media per campione.

Tabella 2 Elenco dei *taxa* rinvenuti all'interno della spugna *Geodia cydonium*.

Classe	Ordine	Famiglia	Genere	Taxa	
Polychaeta	Phyllodocida	Nereididae	<i>Ceratonereis</i>	<i>Ceratonereis costae</i>	
		Syllidae	<i>Syllis</i>	<i>Syllis</i> cfr <i>vittata</i>	
			<i>Exogone</i>	<i>Exogone</i> cfr. <i>verugera</i>	
			<i>Sphaerosyllis</i>	<i>Sphaerosyllis bulbosa</i>	
		Polynoidae		Polynoidae n.i.	
	Spionida	Spionidae		Spionidae n.i.	
			<i>Polydora</i>	<i>Polydora</i> sp.	
			Cirratulidae		Cirratulidae n.i.
		Sabellida	Sabellidae		Sabellidae n.i.
		Terebellida	Terebellidae		Terebellidae n.i.
Priapulida				Priapulida n.i.	
Sipuncula				Sipuncula n.i.	
Gastropoda	Thecosomata	Cavoliinidae	<i>Cavolinia</i>	<i>Cavolinia gibbosa</i>	
Bivalvia	Mytiloidea	Mytilidae	<i>Musculus</i>	<i>Musculus subpictus</i>	
			<i>Modiolus</i>	<i>Modiolus barbatus</i>	
	Euheterodonta	Hiattellidae	<i>Hiatella</i>	<i>Hiatella arctica</i>	
	Veneroidea	Cardidae		Cardidae n.i.	
	Arcoida	Arcidae	<i>Scapharca</i>	<i>Scapharca demiri</i>	
	Pectinoidea	Pectinidae	<i>Chlamys</i>	<i>Chlamys glabra</i>	
				<i>Chlamys varia</i>	
Pycnogonida	Pantopoda			Pantopoda n.i.	
Malacostraca	Isopoda	Janiridae	<i>Janira</i>	<i>Janira maculosa</i>	
	Tanaidacea	Apseudidae	<i>Apseudopsis</i>	<i>Apseudopsis acutifrons</i>	
	Tanaidacea	Leptocheliidae	<i>Leptochelia</i>	<i>Leptochelia savignyi</i>	
	Amphipoda	Aoridae	<i>Microdeutopus</i>	<i>Microdeutopus</i> cfr. <i>obtusatus</i>	
		Coroppiinae	<i>Corophium</i>	<i>Monocorophium sextonae</i>	
			Gammaridea sp.1		
			Gammaridea sp.2		

Tra i taxa maggiormente rappresentativi ritroviamo nereidi, sillidi, tanaidacei e anfipodi. Di seguito sono descritti ed analizzati i taxa più abbondanti.

3.1.1 *Ceratonereis costae* (Grube, 1840)

Caeratonereis costae è un polichete della famiglia dei nereididi. I nereididi sono organismi che hanno dimensioni variabili da pochi millimetri a grandi dimensioni, per lo più predatori erranti con parapodi ben sviluppati, dotati di mascelle ben visibili nel faringe. Vivono in habitat protetti, in fessure sotto le rocce, tra le radici delle alghe in associazione con mitili e spugne (Brusca, 2003). Nei campioni sono stati ritrovati in media $52,1 \pm 2,3$ individui dm^{-3} (\pm e.s.). Gli individui sono stati rinvenuti sia all'interno che all'esterno della spugna.

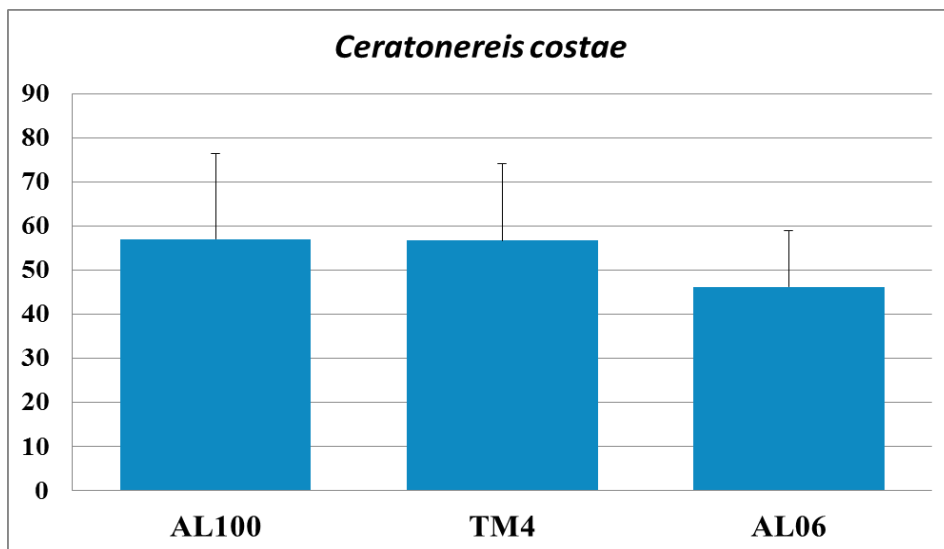


Figura 13 Abbondanze media per *Ceratonereis costae* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Ceratonereis costae non mostra differenze significative tra i siti di studio campionati (Figura 13, Tabella 3).

Tabella 3 Risultati del test PERMANOVA per *Ceratonereis costae*.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Si	2	506.04	253.02	0.16383	0.8503	9903
Res	15	23167	1544.5			
Total	17	23673				

3.1.2 *Syllis* cfr *vittata* Grube, 1840

I sillidi sono considerati una delle famiglie di policheti più ricche e diversificate, in termini di numero di specie e abbondanza, nei popolamenti marini costieri. La maggior parte dei sillidi sono a vita libera, principalmente in associazioni con rocce, alghe, fanerogame, spugne, idroidi, coralli e tunicati oppure dentro i sedimenti di fondo mobile. Alcune specie possono essere anche parassite su alcuni animali, dai Poriferi ai Tunicati (Cinar, 2003). Nei campioni sono stati ritrovati in media $6,4 \pm 1,5$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

Questa specie, nei campioni è stata ritrovata come endobionte all'interno dei canali principali di *Geodia cydonium*.

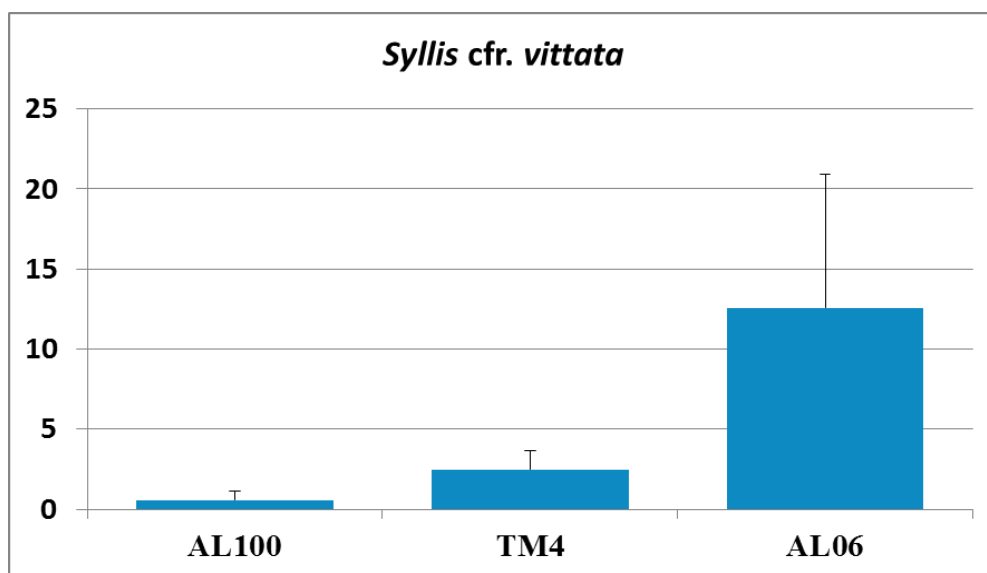


Figura 14 Abbondanze media per *Syllis* cfr. *vittata* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Syllis cfr. *vittata*, non mostra differenze significative tra i siti di studio campionati. a (Figura 14; Tabella 4).

Tabella 4 Risultati del test PERMANOVA per *Syllis* cfr. *vittata*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Si	2	553.27	276.63	1.661	0.1687	1700
Res	15	2498.3	166.55			
Total	17	3051.5				

3.1.3 *Sphaerosyllis bulbosa* Southern, 1914

La maggior parte dei Syllidae, come detto in precedenza, sono a vita libera, e vengono ritrovati soprattutto in associazione con rocce, alghe, fanerogame, spugne, idroidi, coralli e tunicati. (Cinar,2003) Anche *Sphaerosyllis bulbosa* come *Syllis* cfr. *vittata*, viene considerato commensale tipico di poriferi, cnidari, decapodi, asteroidi e ophiuroidi. (Cinar, 2003).

Nei campioni sono stati ritrovati in media $10,2 \pm 2,4$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

Sphaerosyllis bulbosa, è stato ritrovato all'interno dei canali principali di *Geodia cydonium*.

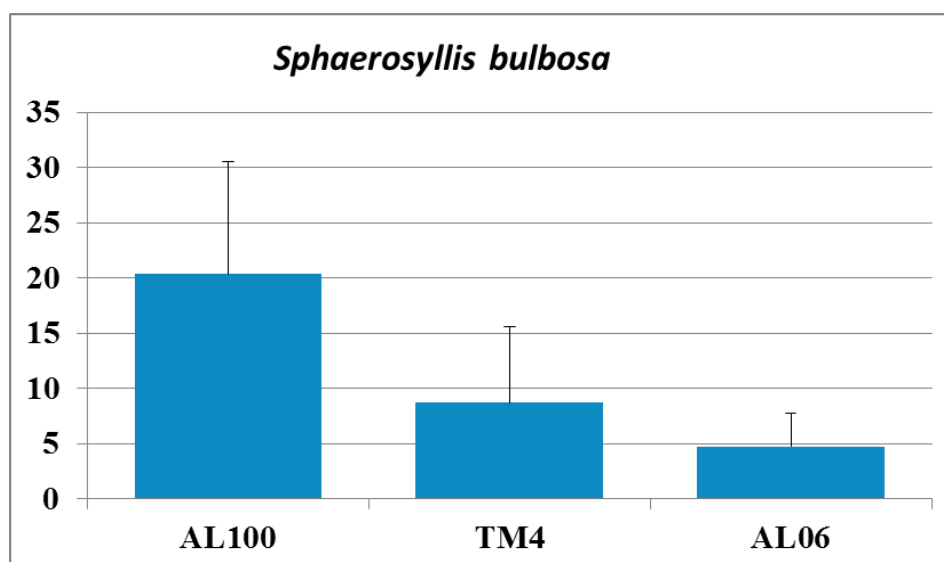


Figura 15 Abbondanza media per *Sphaerosyllis bulbosa* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Sphaerosyllis bulbosa, osservando il grafico, sembrerebbe mostrare un gradiente di abbondanza nord-sud all'interno dei siti ma, dall'analisi PERMANOVA, non risultano differenze significative fra i siti (Figura 15, Tabella 5).

Tabella 5 Risultati del test PERMANOVA per *Sphaerosyllis bulbosa*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	762.84	381.42	14.675	0.2494	996	0.248
Res	15	3898.5	259.9				
Total	17	4661.4					

3.1.4 *Apseudopsis acutifrons* G.O. Sars, 1882

Apseudopsis acutifrons è un piccolo tanaidaceo (2-3 mm di lunghezza) dal corpo snello. È stato raccolto su sabbie fangose e fanghi sabbiosi con residui vegetali terrigeni fino a 50 metri di profondità e su sabbie dell'infralitorale inferiore (Albertelli et al., 1992) Distribuzione: circummediterranea, Mar Nero, coste Atlantiche nordafricane, fra i 10 e 300 m di profondità.

Nei campioni sono stati ritrovati in media $45 \pm 10,7$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

Nei campioni analizzati è risultato abbondante all'interno dei canali principali di *Geodia cydonium*.

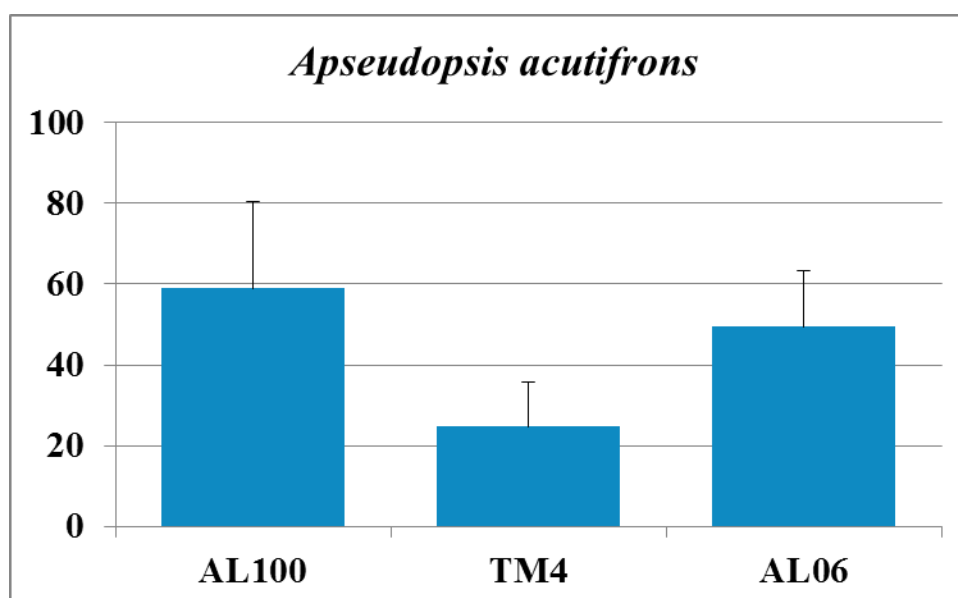


Figura 16 Abbondanza media per *Apseudopsis acutifrons* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Nessuna differenza significativa fra i siti, distribuzione più o meno omogenea nell'area di studio.

Tabella 6 Risultati del test PERMANOVA per *Apseudopsis acutifrons*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	3175.9	1587.9	1.203	0.3251	9921	0.3329
Res	15	19800	1320				
Total	17	22976					

3.1.5 *Leptochelia savignyi* (Kroyer, 1942)

Leptochelia savignyi è un piccolo tanaidaceo (2-3 mm di lunghezza) molto frequente nelle acque nord atlantiche e nei mari tropicali. Vive prevalentemente in acque poco profonde e nell'intertidale all'interno di tubi realizzati tra radici ed alghe presenti su substrati rocciosi (Lewis J.B. 1988).

Nei campioni sono stati ritrovati in media $3,4 \pm 0,8$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

Nei campioni analizzati è stato ritrovato all'interno dei canali principali di *Geodia cydonium*.

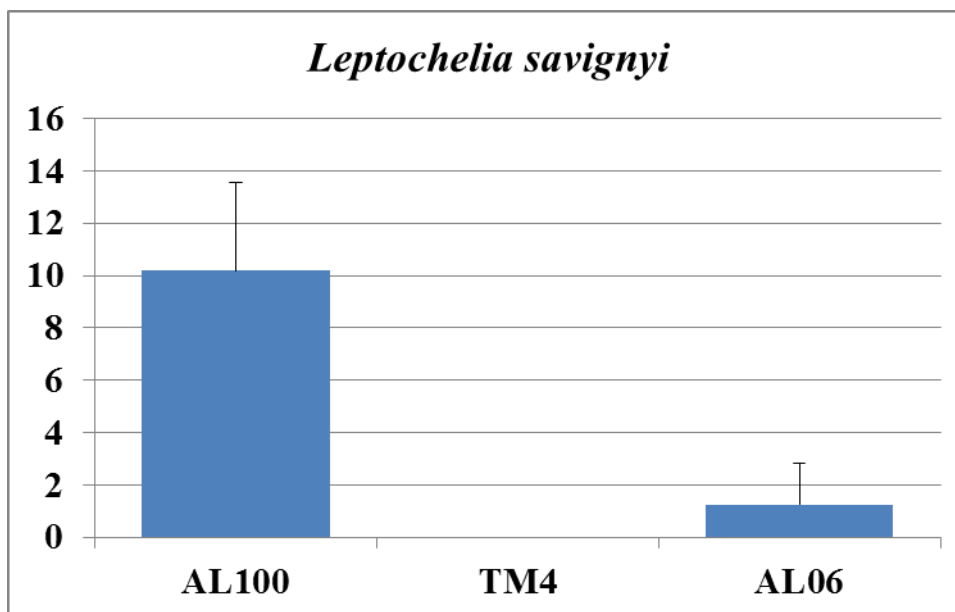


Figura 17 Abbondanza media per *Leptochelia savignyi* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Da un primo sguardo al grafico risulta esserci una differenza fra i siti, infatti, troviamo conferma dal test PERMANOVA dove risultano esserci differenze significative fra i siti.

Tabella 7 Risultati del test PERMANOVA per *Leptochelia savignyi*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	325.33	162.66	7.702	0.011	69	0.0053
Res	15	316.8	21.12				
Total	17	642.13					

Nonostante risultino differenze significative, il *pair-wise* test non risulta efficace nell'evidenziare tali differenze per via delle poche permutazioni disponibili.

3.1.6 *Ophiothrix fragilis* (Abildgaard, in O.F. Müller, 1789)

Ophiothrix fragilis è un echinoderma della classe degli ofiuroidi. Ha braccia lunghe anche oltre 10 cm, molto fragili che portano aculei branchiali lunghi e dentellati. La forma ed il colore sono molto variabili, il disco può essere più o meno ricoperto da aculei. Le braccia possono essere ripiegate in verticale e, oltre a conferire una notevole mobilità all'organismo permettendo rapide fughe, vengono utilizzate per catturare le prede e le particelle in sospensione. Queste ofiure sono molto comuni nei litorali, ma possono spingersi anche in profondità, fino ad oltre 1000 m. Non hanno un habitat ben definito, ritrovandosi dai bassifondi sassosi alle scogliere, dai fondi detritici a quelli sabbiosi e fangosi, dagli ambienti coralligeni alle praterie. Sono euriterme ed eurialine, così sopportano bene le variazioni di temperatura e salinità. Spesso vivono come epibionti ed endobionti di spugne ed ascidie (Ponti e Franceschini, 2008). Gli individui più grandi vivono sotto le pietre, tra i rizoidi di *Posidonia*, tra le Corallinacee e in *Geodia* sui fondi duri secondari e sui fondali sabbiosi e fangosi presenti fra questi (Riedl, 1991). Nei campioni sono stati ritrovati in media $22,2 \pm 5,2$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

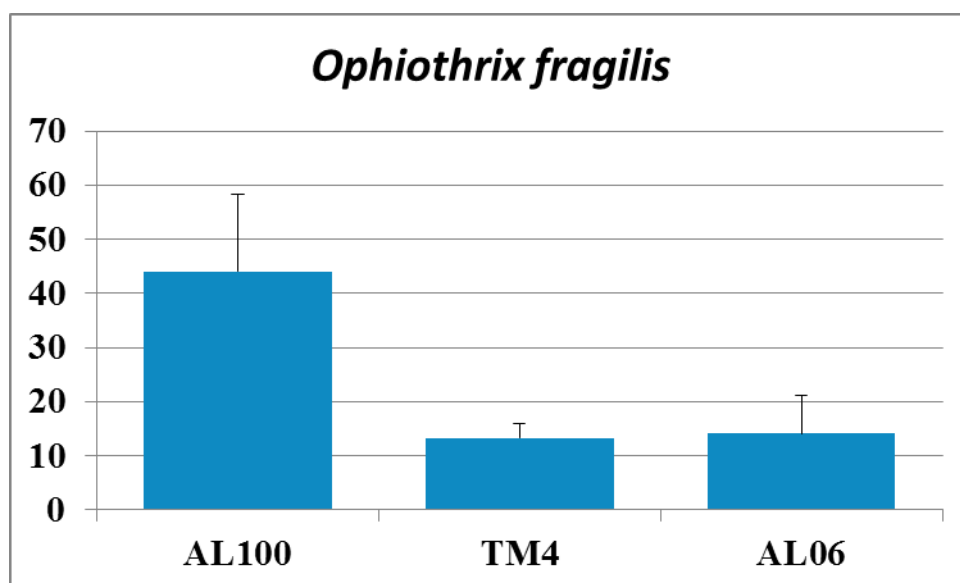


Figura 18 Abbondanza media per *Ophiothrix fragilis* (individui dm^{-3} , \pm e.s.) nei siti di studio.

Sia graficamente che con l'ausilio dell'analisi PERMANOVA risultano esserci delle differenze significative fra i 3 siti.

Tabella 8 Risultati del test PERMANOVA per *Ophiotrix fragilis*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	3316.2	1658.1	41.174	0.0301	9573	0.0401
Res	15	6040.6	402.71				
Total	17	9356.8					

Applicando il test pair-wise risultano maggiormente significative le differenze tra il sito AL06 e TM4.

Tabella 9 Risultati Pire-wise test per *Ophiotrix fragilis*.

Groups	t	P (perm)	perms	P (MC)
AL06, AL100	21.052	0.0741	103	0.0658
AL06, TM4	22.882	0.0381	354	0.0434
AL100, TM4	0.10603	0.9185	385	0.9155

3.1.7 *Musculus subpictus* (Cantraine, 1835)

Musculus subpictus appartenente alla classe dei Bivalvia ha dimensioni comprese tra i 6-17 mm. Presenta una forma globosa, valve sottili, con 15-20 costoline radiali nella parte anteriore, la zona centrale liscia e circa 30 strie più leggere nella parte posteriore. Colore tra il verde e il marrone. Può essere confusa con *Musculus costulatus* (Risso, 1826) e *M. discors* (Linnaeus, 1767), segnalate per le aree biogeografiche dell'Alto e Medio Adriatico. È una Specie che vive attaccata su rocce e conchiglie morte o all'interno di Ascidie (Rinaldi, 1991). Indicata come comune nel Medio e parte dell'Alto Adriatico (Cossignani et al., 1992). Considerata (come *Musculus subpictus*) piuttosto rara per la costa romagnola, dove sono stati rinvenuti esemplari vivi tra i Mitili di una diga foranea e dentro la tunica di una ascidia (Rinaldi, 1991).

Nei campioni sono stati ritrovati in media $12,2 \pm 2,9$ individui dm^{-3} (\pm e.s.).

Questa specie nei campioni è stata ritrovata come endobionte con abbondanze significative, all'interno dei canali principali di *Geodia cydonium*.

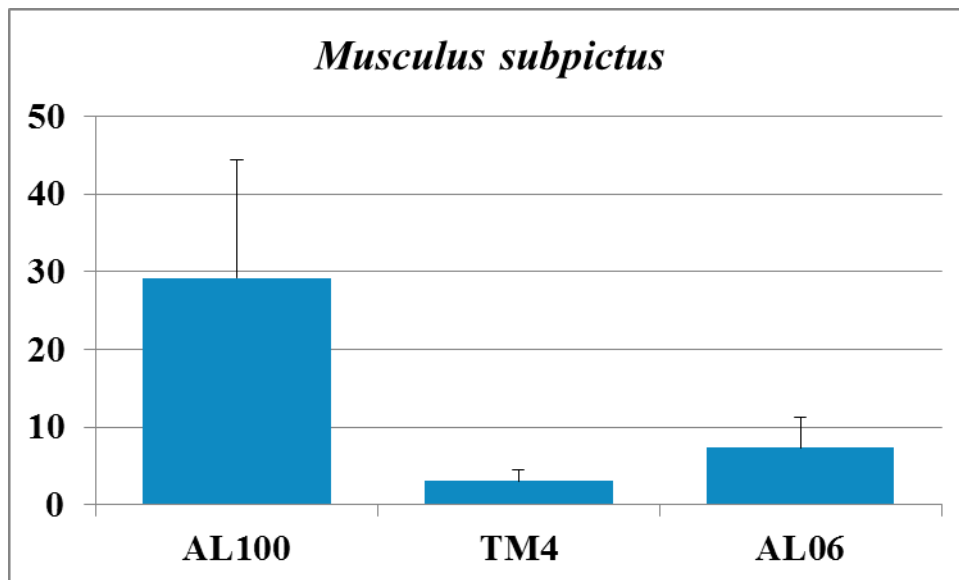


Figura 19 Abbondanza media per *Musculus subpictus* (individui dm⁻³, +e.s.) nei siti di studio.

Tabella 10 Risultati del test PERMANOVA per *Musculus subpictus*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	2062.1	1031	29.632	0.0539	7054	0.0797
Res	15	5219.1	347.94				
Total	17	7281.1					

Anche per *Musculus subpictus* non risultano differenze significative fra i siti.

3.1.8 *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767)

Hiatella arctica è un bivalve della famiglia degli iatellidi, la sua conchiglia ha una forma allungata e distorta abbastanza caratteristica; è visibilmente inequivalve: la valva destra sporge oltre il margine della sinistra. Le strie di accrescimento sono rilevate e lamellose. Dovrebbero comparire in questa specie due costole rilevate dall'ombone verso l'angolo postero-ventrale; non si tratta però di un carattere regolare. Dimensioni medie: 12 mm di larghezza, 7 mm di altezza e 4 mm di spessore. La conchiglia si può reperire su oggetti che siano stati immersi a lungo in acque profonde come reti da pesca, cavi d'ancoraggio; preferisce vivere in fessure o depressioni o come in questo caso all'interno dei canali maggiori di *Geodia cydonium*. Nei campioni sono stati ritrovati in media $8,2 \pm 1,9$ individui dm⁻³ (\pm e.s.).

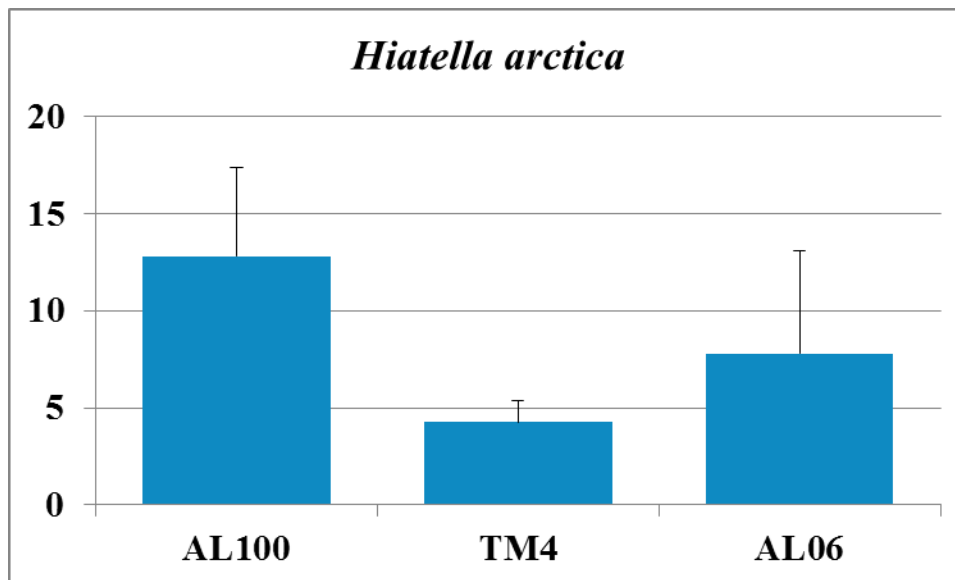


Figura 20 Abbondanza media per *Hiatella arctica* (individui dm⁻³, +e.s.) nei siti di studio.

Non risultano esserci differenze significative fra i siti.

Tabella 11 Risultati del test PERMANOVA per *Hiatella arctica*

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	185.56	92.782	0.97276	0.4038	8072	0.4008
Res	15	1430.7	95.38				
Total	17	1616.3					

3.2 Analisi della diversità specifica

Analizzando il numero medio di taxa presenti all'interno dei siti, sembra che non ci siano differenze significative né fra i campioni né all'interno dei siti. Troviamo conferma anche con il test PERMANOVA. In media sono state rinvenute $9,61 \pm 2,3$ (\pm e.s.) specie per campione.

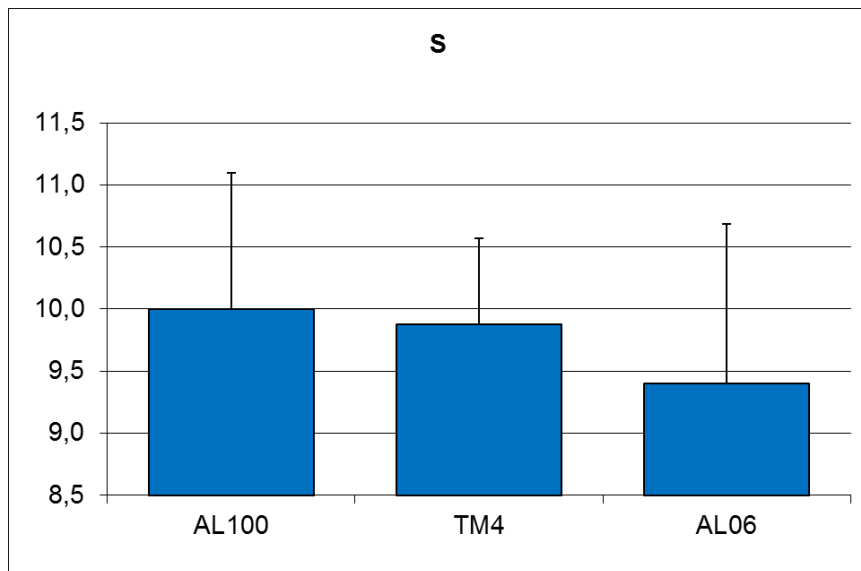


Figura 21 Ricchezza specifica (taxa dm⁻³,+ e.s.).

Tabella 12 Risultati del test PERMANOVA per ricchezza specifica.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	10.361	0.51806	9,24E+02	0.934	220	0.9078
Res	15	84.075	5.605				
Total	17	85.111					

J'(indice di Pielou) è una misura di equidistribuzione che esprime il grado di omogeneità con il quale gli individui sono distribuiti nelle varie specie che compongono una comunità. L'indice di Pielou prende in considerazione la modalità di distribuzione dei singoli individui nelle varie specie. L'equidistribuzione tende a 1 quanto più gli organismi sono distribuiti uniformemente fra le specie. Tende a 0 quanto più alcune specie dominano numericamente sulle altre.

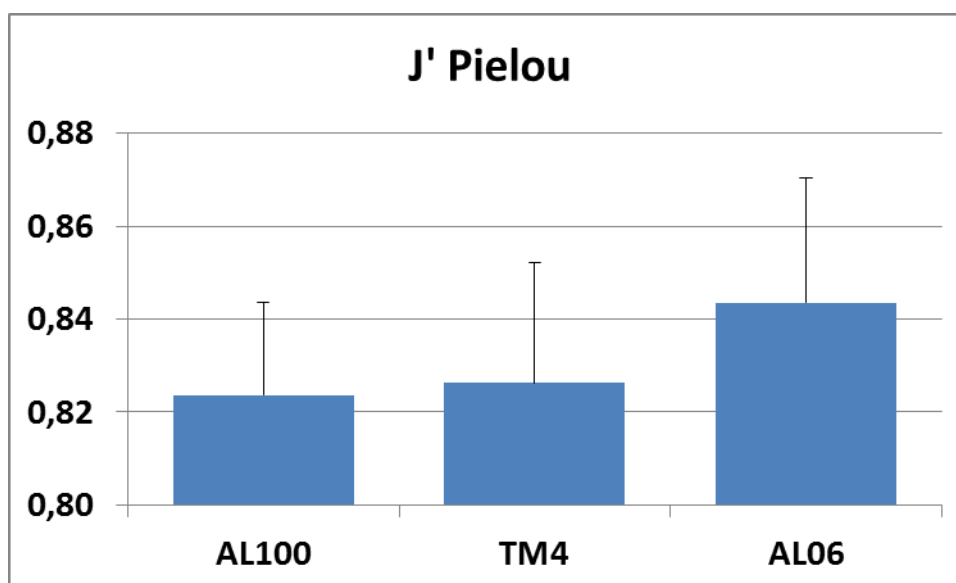


Figura 22 Indice di Pielou (+ e.s.).

Dal grafico gli organismi risultano essere equidistribuiti fra i vari campioni. Anche nel test PERMANOVA troviamo conferma del fatto che non esistano differenze significative fra i siti.

Tabella 13 Risultati del test PERMANOVA per Indice di Pielou

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	1,22E+01	6,08E+00	0.15179	0.8609	9954	0.8585
Res	15	6,01E+02	4,01E+01				
Total	17	6,13E+02					

H' (indice di Shannon) esprime la diversità complessiva e aumenta all'aumentare dell'equidistribuzione degli organismi fra le specie e all'aumentare di S .

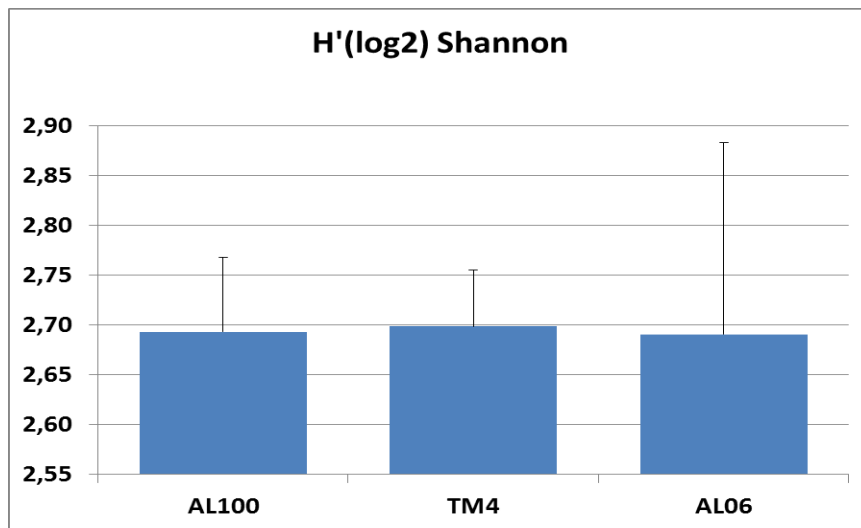


Figura 23 Indice di Shannon.

Anche per quanto riguarda la diversità complessiva non si riscontra una variabilità fra i siti.

Tabella 14 Risultati del test PERMANOVA per l'indice di Shannon.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	perms	P(MC)
Si	2	2,18E+00	1,09E+00	1,58E+01	0.998	9951	0.9981
Res	15	10.374	6,92E+02				
Total	17	10.376					

1-Lambda (indice di Simpson) misura di diversità che esprime la probabilità di estrarre due organismi che non appartengono alla stessa specie.

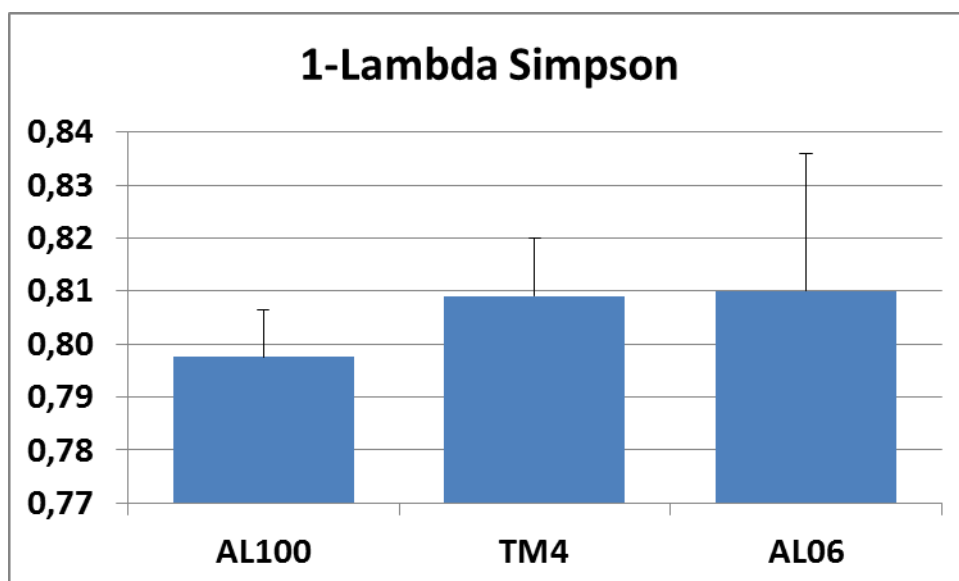


Figura 24 Indice di Simpson.

Anche in questo caso non si notano differenze significative.

Tabella 15 Risultati del test PERMANOVA per l'indice di Simpson.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms	P (MC)
Si	2	5,10E-01	2,55E-01	0.17555	0.8365	9948	0.8473
Res	15	2,18E+01	1,45E+00				
Total	17	2,23E+01					

3.3 Variazioni spaziali dei popolamenti

La similarità tra i popolamenti dei diversi siti è stata calcolata mediante l'indice di Bray-Curtis. I risultati sono rappresentati graficamente mediante un grafico PCO.

I punti relativi a ciascun campione sono ordinati sulla base delle misure di similarità.

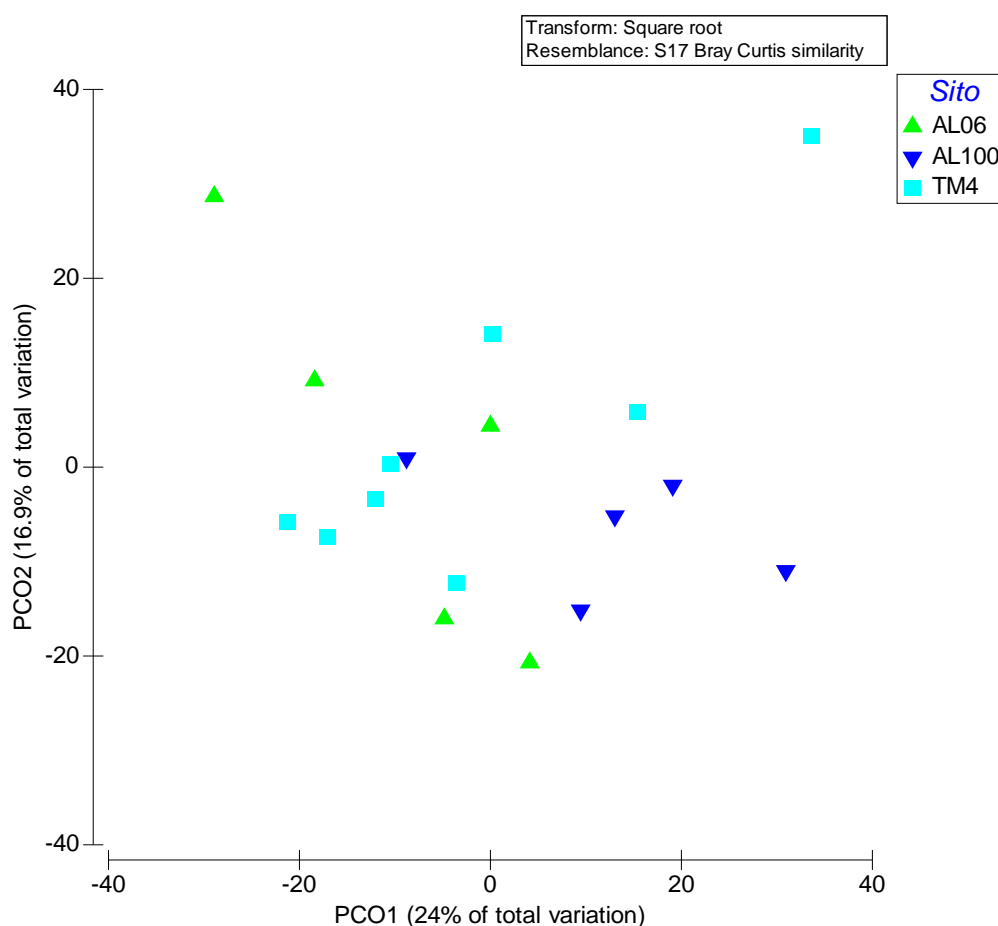


Figura 25 Grafico di ordinamento PCO relativo ai pattern di similarità dei popolamenti nei siti (Indice di similarità di Bray-Curtis).

Dal grafico PCO si vede che tra i popolamenti presenti nelle spugne provenienti dai diversi siti non c'è una netta distinzione. Troviamo conferma nel Test PERMANOVA dove non sono presenti differenze significative in relazione al fattore sito.

Tabella 16 Test PERMANOVA per Bray-Curtis.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)	perms
Si	2	3450.5	1725.3	14.049	0.1093	9903
Res	15	18420	1228			
Total	17	21870				

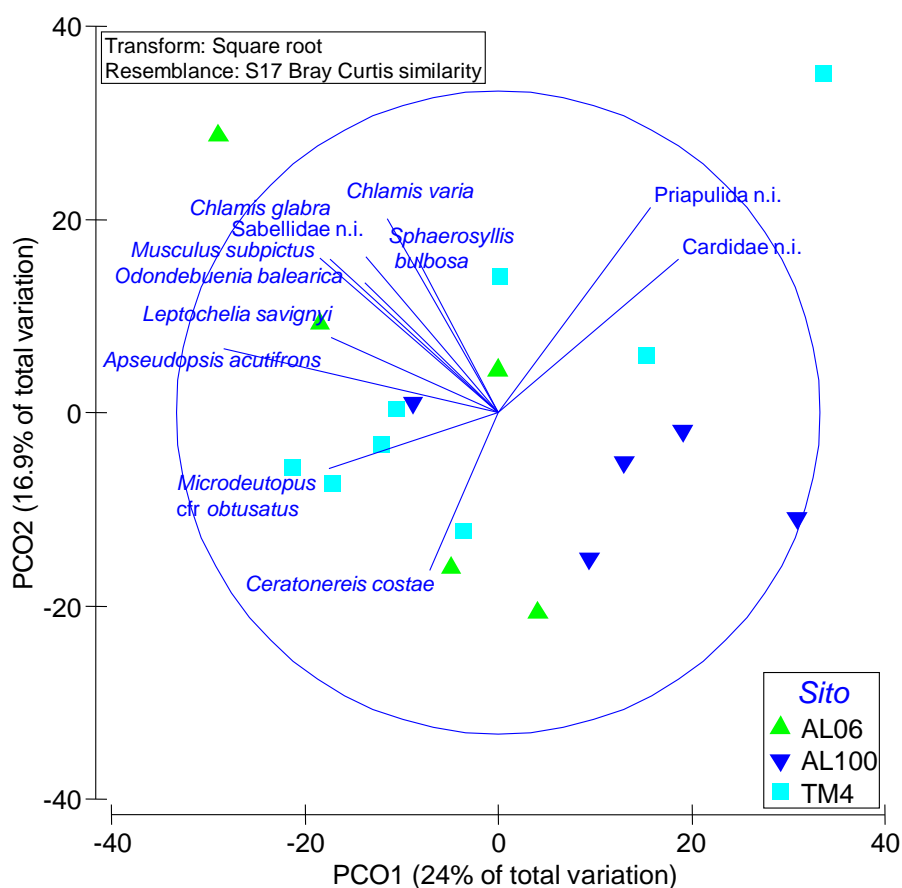


Figura 26 Grafico di ordinamento PCO relativo ai pattern di similarità dei popolamenti nei siti su cui sono riportati i vettori di correlazione delle specie che maggiormente contribuiscono al loro differenziamento.

3.4 Relazioni tra dimensioni delle colonie e fauna associata

Esiste una molteplicità di fattori che potrebbero influenzare la maggiore o minore quantità di inquilini nei campioni prelevati; è comunque possibile vedere se esiste una relazione tra la densità degli inquilini trovati e le dimensioni dell'esemplare di provenienza. Ovvero, individui più grandi ospitano una maggiore o minore quantità di inquilini? Per calcolare il volume si è assunto che la spugna abbia una forma sferica. Quindi è stato utilizzato il diametro per ottenere il volume totale della spugna campionata.

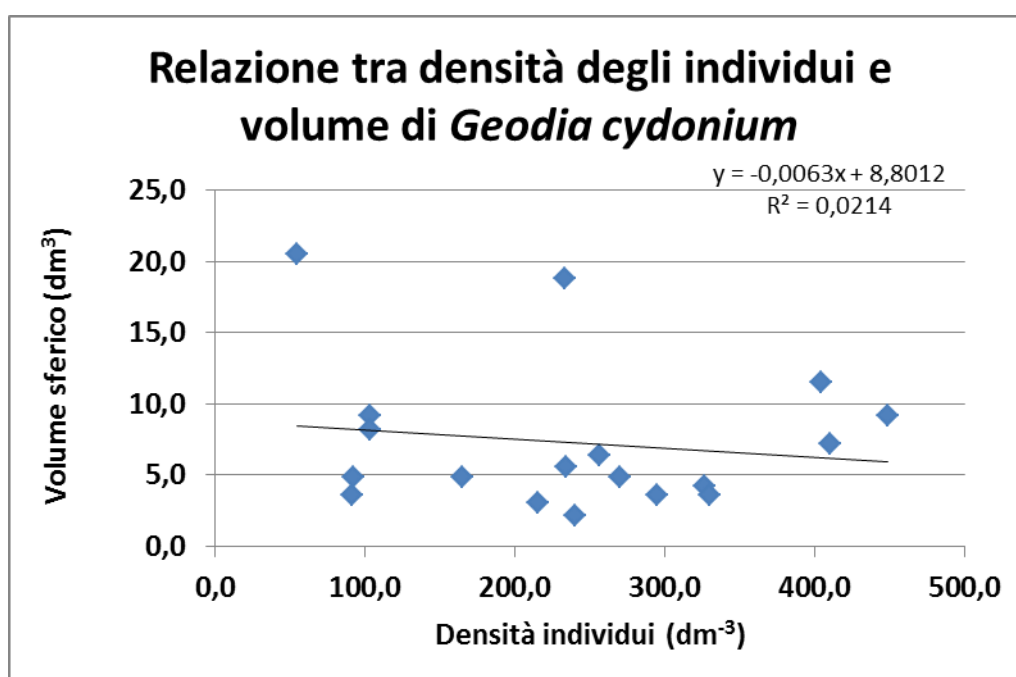


Figura 27 Relazione tra fauna associata (individui dm⁻³) e volume sferico (dm³) di *Geodia cydonium*.

Come può dedursi dal grafico non è presente una relazione tra volume della spugna e la densità degli individui.

Questa possibile correlazione è stata analizzata con i taxa più abbondanti e anche in questo caso non risulta essere presente alcun tipo di relazione taglia-abbondanza.

4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Lo scopo di questa tesi è stato quello di caratterizzare la diversità della fauna associata alla demospongia *Geodia cydonium*. Gli esemplari sono stati campionati sulle “tegnùe” di Chioggia, dove sono noti per le notevoli dimensioni che possono raggiungere.

Studi precedenti hanno messo in evidenza l'importante ruolo ecologico che le spugne rivestono, legato proprio all'elevato numero di commensali che molte specie ospitano, proteggendoli dalla predazione, offrendo rifugio, costituendo delle vere e proprie aree di *nursery*. Secondo alcuni autori (Santucci, 1922; Amourex et al., 1980; Pansini et al., 1980; Peattie et al., 1981; Voultziadou et al., 1981; Gherardi et al., 2000; Fiore et al., 2010) i rapporti tra i poriferi e la loro endofauna hanno soprattutto carattere di inquilinismo e determinate specie di spugne, costituirebbero una nicchia ecologica altamente efficiente per gli organismi interstiziali (Pansini et al., 1980).

All'interno dei campioni analizzati sono stati trovati complessivamente 28 taxa. I popolamenti associati a queste spugne si mantengono simili tra di loro, senza differenziarsi tra i siti. Anche le dimensioni degli esemplari non sembrano influire sulla densità e specie di endobionti presenti. Tutto questo denota un legame tra spugna e fauna associata più forte di quanto non sia la variabilità spaziale osservata nei popolamenti sessili e vagili circostanti

Studi precedenti hanno, infatti, mostrato chiare differenze nei popolamenti vagili e sessili fra i diversi reef delle tegnùe di Chioggia (Ponti et al., 2010; Ponti et al., 2011).

In genere, una maggiore ricchezza in specie è generalmente associata ad habitat morfologicamente complessi (Bergeron and Bourget 1986; Johnson et al. 2003), ma negli studi condotti su quest'area, complessità degli habitat e ricchezza di specie mostrano una correlazione negativa (Ponti et al., 2011). Nell'area di studio, gli affioramenti morfologicamente più complessi si trovano vicino alla riva, dove il turf algale ha il monopolio, riducendo così la scala spaziale locale della diversità specifica (Ponti et al., 2011).

Anche l'alta variabilità spaziale e temporale delle condizioni geologiche ed oceanografiche influiscono sull'alta variabilità osservata nelle comunità bentoniche di quest'area (Casellato et al., 2008).

Gli inquilini di *Geodia cydonium* più numerosi risultano essere il polichete *Ceratonereis costae*, il tanaidaceo, *Apseudopsis acutifrons*, l'anfipode *Microdeutopus* cfr *obtusatus* e l'ofiura *Ophiothrix fragilis*. Policheti, anfipodi gammaridi e ofiure sono organismi che sono stati ritrovati con frequenza pressoché immutata nella maggior parte degli studi condotti su queste associazioni. C'è da dire però che in alcuni di essi è presente una certa variabilità stagionale (Pansini, 1970). Non è facile, data l'eterogeneità dei gruppi animali considerati, riconoscere un ciclo annuale valido per tutti tuttavia; si può osservare, una leggera riduzione del numero complessivo di inquilini nei mesi freddi, secondo il trend generale di impoverimento di tutti i popolamenti marini in seguito all'abbassamento della temperatura dell'acqua (Pansini, 1970).

I nostri campionamenti sono stati condotti nel mese di agosto, periodo nel quale i crostacei generalmente presentano massimi annuali, i policheti abbondano anche se comunque non mostrano una sensibile variabilità stagionale (Pansini, 1970).

Gli esemplari giovani di *Ceratonereis costae* sono stati rinvenuti profondamente all'interno della spugna, mentre la maggior parte degli adulti sulla superficie esterna. Sembra quindi che questi policheti utilizzino la spugna soprattutto come rifugio, al quale sono più strettamente legate le forme giovanili. L'abitabilità di *Geodia cydonium* in un certo senso sorprende, in quanto il feltro compatto costituito dai suoi filamenti e le innumerevoli spicole non permettono agli inquilini di usufruire di cavità ampie ed omogenee all'interno della spugna, eccetto che negli ampi canali. Forse è proprio la maggior protezione assicurata da cavità poco spaziose e difficilmente accessibili a favorire l'insediamento degli inquilini (Pansini, 1970).

Studi precedenti hanno messo in evidenza il fatto che la maggior parte delle specie presenti all'interno della spugna siano comuni anche nei substrati circostanti (Castelli et al., 1988; Cicciari et al., 1996). Questo in parte potrebbe essere vero anche nel nostro studio, in considerazione del fatto che la maggior parte degli organismi rinvenuti all'interno della spugna sono presenti anche sui substrati coralligeni del nord Adriatico (Casellato et al., 2008). Questo potrebbe suggerire che i policheti per esempio utilizzino la spugna come substrato senza specificità;

ciò in accordo con la maggior parte degli studi condotti sulle diverse specie di spugne (Peattie et al., 1981; Alos et al., 1982; Koukouras et al., 1985, 1996).

I policheti e la stragrande maggioranza degli organismi trovati all'interno dei campioni erano individui molto piccoli e questo porterebbe ad ipotizzare un effetto "vivaio" (Alos et al. 1982). Inoltre, le dimensioni dei canali della spugna possono esercitare una selezione delle specie di policheti, ma non escludere la possibilità che i policheti più piccoli, una volta cresciuti, possano lasciare la spugna.

L'utilizzo della spugna come rifugio è stato evidenziato anche da Pattie et al. (1981) per *Halichondria* sp. La maggioranza della fauna trovava rifugio dallo stress meccanico causato dalle correnti.

Per quanto riguarda il rapporto tra la dimensione della spugna e l'abbondanza degli organismi trovati, precedenti studi condotti su *Geodia cydonium* non mostrano relazioni significative al riguardo. Tuttavia è stata riscontrata una correlazione positiva con le dimensioni della spugna nello studio condotto da Gherardi et al. (2000) in due siti differenti, Marsala e Porto Cesareo; le densità di policheti endobionti erano quasi sempre in funzione delle dimensioni dei canali acquiferi. L'aumento della ricchezza specifica osservata nelle spugne di maggiori dimensioni potrebbe essere spiegata considerando che i campioni più grandi erano ricoperti da uno strato più ricco di alghe che i policheti potevano colonizzare. Questo inoltre viene avvalorato dal fatto che a Marsala la copertura algale non era presente. È possibile, pertanto, dedurre che l'aumento in ricchezza di specie e l'abbondanza nei rapporti spugna polichete segua un modello comune trovato su substrati duri, dove l'aumento in densità ma non ricchezza di specie è legato all'aumento di superficie disponibile (Weinberg, 1978).

I poriferi, nonostante il loro limitato livello di complessità sono riusciti a colonizzare un ampio range di habitat divenendo fondamentali componenti delle comunità bentoniche. Il loro ruolo diventa così fondamentale nei processi di formazione e differenziamento delle comunità insistenti andando a costituire un habitat favorevole per numerosi organismi (offrendogli rifugio, protezione e cibo). Organismi transitori ma anche organismi che manifestano una notevole costanza e per i quali l'esistenza associata alla spugna sembra rappresentare la norma.

Per l'importante ruolo ecologico che il macrobenthos riveste nell'ambito dell'ecosistema marino, la conoscenza dei *pattern* di diversità che caratterizzano

tali popolamenti diventa indispensabile, al fine di identificare aree prioritarie per la loro conservazione e per la regolamentazione delle attività antropiche che insistono in tali zone. *Geodia cydonium* è inserita nell'Annesso II del Protocollo delle Aree Specialmente Protette d'Importanza Mediterranea (ASPIM, Convenzione di Barcellona)(Relini et al., 2009). La sua distribuzione è fortemente frammentata, anche se localmente può risultare abbondante. L'importante ruolo ecologico che riveste come habitat per numerosi organismi rende tale specie estremamente importante. Tuttavia è difficile capire la fitta rete di interazioni che intercorrono nella strutturazione della comunità, per questo sarebbero necessari ulteriori studi più specifici a carattere sperimentale.

Ringraziamenti

Al Dott. Massimo Ponti per la pazienza, il supporto e la grande professionalità dimostrata in questo lunghissimo lavoro.

Al Prof. Marco Abbiati per avermi dato la possibilità di lavorare a questo studio.

A tutti coloro che per mesi o anche solo per pochi giorni hanno lavorato in laboratorio tenendomi compagnia e facendomi sentire meno la fatica del lavoro, in particolare Davide ed Eva.

Ai miei genitori che erano sempre pronti a tirarmi su di morale e che mi hanno sempre sostenuto in questa impresa.

A Elisabetta e ai miei più cari amici che anche a distanza mi sono sempre stati accanto ed erano sempre pronti a darmi una mano.

Bibliografia

- Abbiati M., Bianchi C.N., Castelli A. (1987) Polychaete vertical zonation along a littoral cliff in Western Mediterranean P.S.Z.N. Mar. Ecol., 8(1): 33-48.
- Albertelli G., Chiantore M., Della Croce N., Drago N. 1992. Pantelleria ed isole Pelagie: macrobenthos. Università di Genova, Istituto di Scienze Ambientali Marine, rapporto tecnico 43: 16 pp.
- Alos C., Campoy A., Pereira F. (1982) Contribucion al conocimiento de los Anèllidos Poliquetos endobiontes de Esponjas. Actas del II Simposio Ibérico de estudios del benthos marino 3: 139-159.
- Amourex L., Josef G., O'Connor B. (1980) Annélides polichètes de l'éponge *Fasciospongia cavernosa* schmidt. Cariers de Biologie marine Tome XXI pp. 387-392
- Anderson M.J. (2003) PCO: a FORTRAN computer program for principal coordinate analysis. Department of Statistics, University of Auckland, Auckland. Available at: <http://www.stat.auckland.ac.nz/uo/>
- Anderson M.J. (2005) PERMANOVA. Permutational multivariate analysis of variance. Department of Statistics, University of Auckland, Auckland. Available at: <http://www.stat.auckland.ac.nz/uo/>
- Artegiani A., Bregant D., Paschini E., Pinardi N., Raicich F., Russo A. (1997) The Adriatic Sea general circulation. Part 2: baroclinic circulation structure. Journal of Physical Oceanography 27:1515-1532.
- Bergeron P, Bourget E (1986) Shore topography and spatial partitioning of crevice refuges by sessile epibenthos in an ice disturbed environment. Mar Ecol Prog Ser 28:129–145.
- Brusca R.C., Brusca J.G.(2003). Invertebrates second edition. Sinaur Associates, inc., Publisher. Sunderland, Massachusetts.
- Casellato S., Masiero L. Sichirollo E., Soresi S. (2007) Hidden secrets of the northern Adriatic: “Tegnue”, peculiar reefs. Central European Journal of Biology 2(1):122-136.
- Casellato S. Stefanon A. (2008) Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. Marine Ecology and Evolutionary Perspectives 29: (3): 321-341.
- Cattaneo-Vietti R., Bavestrello G., Cerrano C., Sarà M., Benatti U., Giovine M., Gaino E. (1996) Optical fibres in an Antarctic sponge. Nature 383:397-398.
- Castelli A., Curini Galletti M., Lardicci C. (1988). Structure of benthic communities of brackish-water microhabitats: spatial and temporal variations. MAP Technical Report Series 22:19-46.
- Cerrano C., Bertolino M., Bo M., Di Camillo C., Fava F., Palma M., Pantaleo U., Previati M., Scinto A., Valisano L., Ponti M. (2008) Monitoraggio dell'Ambiente Costiero (MAC): il contributo dei subacquei sportivi. CNR-ibimet.

- Cicciari A., Badalamenti F., Chemello R., Gianguzza P., Riggio S. (1996). Struttura del popolamento a Policheti della vasca di fredda di una salina marsalese. S.I.t.E. Atti, 17: 423-426.
- Cinar M.E. (2003) Ecological features of Syllidae (Polychaeta) from shallow-water benthic environments of the Aegean Sea, eastern Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83 (4): 737-745.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L., (1997) Methane venting and authogenic carbonate formation in the Adriatic Sea. 56. In: Proceeding of Int. Field Workshop "Cold-e-vent : Hydrocarbon seepage and chemiosynthesis". Bologna.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L., Ceccolini C., Ricchiuto T., (1998) Bottom features and gas seepages in the Adriatic Sea. 28-31. In Curzi P.V., Judd A.G. Proceeding of V International conference on gas in marine sediments. Bologna, 9-12 September 1998.
- Corriero G., Pansini M., Sarà M. (1984) Sui poriferi della insenatura della Strea Porto Cesareo (Lecce).
- Cossignani T., Cossignani V., Di Nisio A., Passamonti M. (1992) Atlante delle conchiglie del Medio Adriatico.
- D'Angelo G., Gargiullo S. (1991) Guida alle conchiglie mediterranee
- Fava F., Ponti M., Abbiati M. (2008) Possible effects of different protection levels on the epibenthic assemblages: the tegrùe of Chioggia. *Biologia Marina Mediterranea* 15 (1), 158-159.
- Fiore Cara L., Cox Jutte P. (2010) Characterization of macrofaunal assemblages associated with sponges and tunicates collected off southeastern United States. *Invertebrate Biology* 129 (2): 105-120.
- Franco P.(1982) L'Adriatico Settentrionale: Caratteri oceanografici e problemi. Atti del 5°Congresso della Associazione Italiana Oceanologica e Limnologica, 1-27.
- Gabbianelli G. Colantoni P., Degetto S., Dinelli E., Lucchini F., (1997). Contributi sedimentologici, geochimici ed isotopici per una caratterizzazione ambientale dell'Adriatico settentrionale. 242-243. In: Atti 1° Forum Italiano delle Scienze della Terra. Bellaria, Settembre 1997.
- Gherardi M., Giangrande A., Corriero G. (2000) Epibiotic and endobiotic polychaetes of *Geodia cydonium* (Porifera, Deospongiae) from the Mediterranean Sea. *Hydrobiologia* 443: 87-101.
- Giovanardi O., Cristofalo G., Manzueto L., Franceschini G.(2003) New data on biogenic reefs (Tegnue of Chioggia) in Adriatic. 1895-1904. In Ozhan E. Proceedings of thr Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03. Ravenna, Italy, 7-11 October 2003. Middle East Technical University, Ankara, Turkey. 2374 pp.
- Johnson MP, Frost NJ, Mosley MWJ, Roberts MF, Hawkins SJ(2003) The area-independent effects of habitat complexity on biodiversity vary between regions. *Ecol Lett* 6:126–132

- Krebs C.J. (1989) Ecological methodology. Harper Collins Publisher, New York. 654 pp.
- Koukouras A., Voultziadou-Koukoura E., Chintiroglou H., Dounas C. (1985). Benthic bionomy of the North Aegean Sea. III. A comparison of the macrobenthic animal assemblages associated with seven sponge species. Cah. Biol. mar. 26: 301–319.
- Koukouras A., Russo A., Voultziadou-Koukoura E., Dounas C., Chintiroglou H. (1992). Relationship of sponge macrofauna with the morphology of their hosts in the North Aegean Sea. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. 77: 609–616.
- Koukouras A., Russo A., Voultziadou-Koukoura E., Arvanitidis C., Stefanidou D. (1996). Macrofauna associated with sponge species of different morphology. P.S.Z.N.I:Mar. Ecol. 17: 569–582.
- Lewis J.B. (1998) Occurrence and distribution of the tanaid crustacean *Leptochelia savignyi* on the calcareous hydrozoan *Millepora complanata*. Bulletin of Marine Science vol. 63, n°3 pp. 629-632 (6 ref).
- Mizzan L. (1995) Le “Tegnùe”. Substrati solidi naturali del litorale veneziano: potenzialità e prospettive. ASAP Azienda Sviluppo Acquacoltura Pesca, Venezia. 46pp.
- Mosetti F. (1984) Caratteristiche fondamentali dell'idrologia dell'Adriatico. Bollettino di Oceanologia Teorica ed Applicata 2:169-194.
- Newton R.S., Stefanon A. (1976) Primi risultati dell'uso simultaneo in Alto Adriatico di Side-Scan Sonar, subbottom profiler ed ecografo. Mem di Biogr. Adriat. Suppl. V9: 33-60.
- Olivi G. 1972 Zoologia Adriatica. R. Accademia Sc. Lettere Arti, 344 pp.
- Pansini M., Daglio S. (1980-1981) Osservazione sull'inquinamento di Policheti erranti in alcune Demospongia del litorale ligure. Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova, 8-49, 55-60.
- Pansini M. (1970) inquinamento in *Spongia officinalis*, *Ircinia fasciculata* e *Petrosia ficiformis* della riviera ligure di levante. Estratto dal Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova, Vol. XXXVIII N.258.
- Peattie M.E., Hoare R. (1981) The sublittoral Ecology of the Menai Strait. II The Sponge *Halicondria panacea* (Pallas) and its Associated Fauna.
- Ponti M., Mastrototaro F. (2006) Distribuzione dei popolamenti ad ascidie sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). Biologia Marina Mediterranea 13 (1): 621-624.
- Ponti M., Fava F., Cannillo F., Colosio F., Abbiati M. (2007a) Colonization patterns of epibenthic invertebrates on subtidal hard bottoms in the northern Adriatic Sea. 95. In: Ecologia, limnologia e oceanografia: Quale futuro per l'ambiente? Riassunti del XVII Congresso Nazionale S.It.E: e del XVIII Congresso Nazionale A.I.O.L. Ancona, 18-20 September 2007, 206 pp.

- Ponti M., Fava F., Colosio F., Abbiati M. (2007b) Spatial distribution and temporal variation of epibenthic assemblages on subtidal hard bottoms in the northern Adriatic Sea. 95. In: Ecologia, limnologia e oceanografia: Quale future per l'ambiente? Riassunti del XVII congresso nazionale S.It.E. e del XVIII Congresso Nazionale A.I.O.L. Ancona, 18-20 September 2007. 206 pp.
- Ponti M., Fava F., Abbiati M. (2011) Spatial-temporal variability of epibenthic assemblages on subtidal biogenic reefs in the northern Adriatic Sea. *Marine Biology* 158 (7): 1447-1459.
- Ponti M., Fava F., Gori R., Abbiati M. (2010) Benthic vagile fauna associated to colonization processes in the northern Adriatic coralligenous habitats. Rapport du 39e Congrès de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la mer Méditerranée, Venice (Italy), 10-14 May 2010, CIESM.
- Ponti M., Franceschini G. (2008) Echinodermi. In Ponti M., Mescalchin P. (eds) *Meraviglie Sommerse delle "Tegnùe"*. Guida alla scoperta degli organismi marini. Associazione "Tegnùe di Chioggia" –onlus, Editrice la Mandragora, Imola (Bo), 424 pp: 281-302.
- Riedl R. (1991) *Flora e fauna del Mediterraneo*. Franco Munzio editore, Padova. 777pp.
- Rinaldi E. (1991) *Le conchiglie della costa romagnola*. Essegi editore. 192 pp.
- Relini C., Tunesi L. (2009) Specie protette del protocollo SPA/BIO (Convenzione di Barcellona) presenti in Italia. Schede descrittive per l'identificazione S.I.B.M. Erredi Grafiche editoriali, Genova. 434 pp. 81-83.
- Santucci R. (1922) *La Geodia Cydonium* come centro di associazione biologica. Memorie comitato Talassografico Italiano.
- Sarà, M., G. Bavestrello, R. Cattaneo-Vietti, and C. Cerrano. 1998. Endosymbiosis in sponges: relevance for epigenesis and evolution. *Symbiosis* 25:57–70.
- Tagliapietra D., Bianchi F., Franceschini G., Ponti M. (2008) Caratteristiche dell'Adriatico settentrionale, 13-63. In: Ponti M., Mescalchin P. (eds) *Meraviglie Sommerse delle "Tegnùe"*. Guida alla scoperta degli organismi marini. Associazione "Tegnùe di Chioggia" –onlus, Editrice la Mandragora, Imola (Bo), 424 pp.
- Voultsiadou-Koukoura H.E., Koukouras A., Eleftheriou A. (1987) Macrofauna Associated with the Sponge *Verongia aerophoba* in the North Aegean Sea. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 24, 265-278.
- Weinberg, S., 1978. The minimal area problem in Invertebrate communities of Mediterranean rocky substrata. *Mar. Biol.* 49:33–40.