



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

Corso di Laurea Magistrale in

Biologia Marina

**Malacofauna associata allo strato rizomiale di *Posidonia oceanica* L. (Delile)
nel Ponente Ligure**

**Malacofauna associated to the rhizomes of *Posidonia oceanica* L. (Delile) in
the Western Ligurian Sea**

Tesi di Laurea Magistrale di:

Agnese Riccardi

Relatore:

Prof. Carlo Cerrano

Correlatore:

Dott. ssa Daniela Pica

Sessione estiva

Anno Accademico 2018/2019

INDICE

1. INTRODUZIONE	6
1.1 <i>Posidonia oceanica</i>	6
1.1.1 Origine e distribuzione	6
1.1.2 Fattori fisici di controllo sulla diffusione	8
1.1.3 Morfologia	10
1.1.4 Riproduzione	15
1.1.5 Formazione e dinamica delle praterie	17
1.1.6 Caratterizzazione delle praterie	18
1.1.7 Importanza ecologica e tutela dell'ecosistema <i>P. oceanica</i>	24
1.1.8 Comunità associata	26
1.2 Gasteropodi marini	32
1.2.1 Cenni di sistematica	32
1.2.2 Morfologia della conchiglia	33
1.2.3 Locomozione	34
1.2.4 Habitat	35
1.2.5 Riproduzione e sviluppo	36

1.2.6 Specializzazione trofica	37
1.2.7 Gasteropodi dello strato rizomiale	41
2. SCOPI	46
3. MATERIALI E METODI	48
3.1 Aree di studio	48
3.1.1 Isola di Bergeggi	49
3.1.2 Isola della Gallinara	56
3.2 Attività di campo	66
3.3 Disegno di campionamento	67
3.4 Analisi di laboratorio	71
3.4.1 Analisi lepidocronologiche	71
3.4.2 Analisi sedimentologiche	71
3.4.3 Analisi della malacofauna	72
3.5 Elaborazione dei dati	75
4. RISULTATI	77
4.1 Caratterizzazione delle praterie	77
4.1.1 Isola di Bergeggi	77

4.1.2 Isola della Gallinara	79
4.1.3 Descrittori strutturali, funzionali e derivati	80
4.2 Sedimento	84
4.2.1 Granulometria	84
4.2.2 Sostanza organica totale, carbonati e silicati	87
4.3 Studio della malacofauna	89
4.3.1 Biocenosi di strato rizomiale	89
4.3.1.1 Diversità	89
4.3.1.2 Dominanze specifiche	92
4.3.1.3 Struttura trofica	94
4.3.2 Biocenosi di strato fogliare	98
4.3.2.1 Diversità	98
4.3.2.2 Dominanze specifiche	101
4.3.2.3 Struttura trofica	103
4.3.3 Tanatocenosi	106
4.3.3.1 Diversità	106
4.3.3.2 Dominanze specifiche	109
4.3.4 Confronto tanatocenosi – biocenosi di strato rizomiale e fogliare	111
5. DISCUSSIONI	119
5.1 Prateria di Bergeggi	119
5.2 Prateria della Gallinara	121

5.3 Sedimento	123
5.4 Malacofauna	124
5.4.1 Biocenosi di strato rizomiale	124
5.4.2 Confronto biocenosi di strato rizomiale e fogliare	131
5.4.3 Tanatocenosi	133
5.4.4 Confronto cenosi strato rizomiale – fogliare – tanatocenosi	134
6. CONCLUSIONI	136
BIBLIOGRAFIA	138

1. INTRODUZIONE

1.1 *Posidonia oceanica*

1.1.1 Origine e distribuzione

Posidonia oceanica (L.) Delile, 1813 è una fanerogama marina endemica del Mar Mediterraneo descritta da Linneo nel “*Systema naturae*” nel 1758; nel corso del tempo ha subito varie modificazioni sistematiche. L’“*International Association for Plant Taxonomy*” (IAPT) riconosce ed attribuisce ufficialmente alla specie il nome di *Posidonia oceanica* (L.) Delile, 1813 (Mazzella *et al.*, 1986) e L’“*Integrated taxonomy information system*” (www.itis.gov, 2014) la classifica come segue:

Regno: Plantae

Divisione: Tracheophyta

Sottodivisione: Spermatophyta

Infradivisione: Angiospermae

Classe: Magnoliopsida

Sottoclasse: Alismatidae

Superordine: Liliopsidae (Monocotyledones)

Ordine: Alismatales

Famiglia: Posidoniaceae

Genere: *Posidonia*

Le piante vascolari marine mediterranee sono rappresentate da 6 specie autoctone e 2 alloctone: *Halophila stipulacea* iperalina di origine lessepsiana (Por, 1971) e *Halodule uninervis* segnalata nei pressi del canale di Suez lungo le coste egiziane ed in Mar di Levante lungo le coste israeliane (Green *et al.*, 2003). *Posidonia oceanica* rientra nella famiglia delle Posidoniaceae in

cui è presente un unico genere (*Posidonia*) comprendente 7 specie: *P. angustifolia* Cambridge & Kuo 1979, *P. australis* J.D. Hooker 1858, *P. denhartogii* Kuo & Cambridge 1984, *P. kirkmannii* J.Kuo & Cambridge 1984, *P. ostenfeldii* Hartog 1970, *P. sinuosa* Cambridge & Kuo 1979 e *P. oceanica* (L.) Delile 1813.

L'origine del genere *Posidonia* è da collocare al Cretacico grazie ad alcuni ritrovamenti fossili (Aires *et al.*, 2011): la *Posidonia oceanica* si sviluppò circa 60 milioni di anni fa nel Mar Tetide e dalla sua comparsa è stata in grado di sopravvivere ed adattarsi non solo ai movimenti tettonici che portarono all'apertura del bacino della Tetide e alla frammentazione delle terre emerse, ma anche alla chiusura del medesimo bacino e alla Crisi di Salinità del Messiniano caratterizzata dal parziale disseccamento del Mar Mediterraneo che avvenne circa 6 milioni di anni fa (Miocene): questo evento determinò uno sbarramento naturale alla circolazione delle acque atlantiche nel Mediterraneo e la limitazione dell'apporto idrico contrapposta all'evaporazione avrebbe reso il Mediterraneo un grande lago salato. I numerosi eventi paleoclimatici e geodinamici avvenuti a partire dal Miocene fino al Pliocene permettono di considerare alcune delle specie vegetali dominanti e/o caratteristiche del bacino Mediterraneo come paleoendemismi o "reliqui tetidei", tra cui anche *Posidonia oceanica* e *Zostera marina* (Giaccone & Di Martino, 1997). La distribuzione di *P. oceanica* in Mediterraneo (Fig.1) è uniforme ad eccezione delle coste italiane dell'Alto e Medio Adriatico profondamente influenzate dalla presenza della foce del Po e lungo le quali si ha un decremento della salinità ed un elevato apporto di sedimenti fluviali che ne ostacolano la crescita; la fanerogama non è segnalata all'estremità orientale e occidentale del bacino probabilmente a causa, rispettivamente, delle elevate temperature e delle forti correnti provenienti dall'Oceano Atlantico che ne impediscono l'attecchimento.

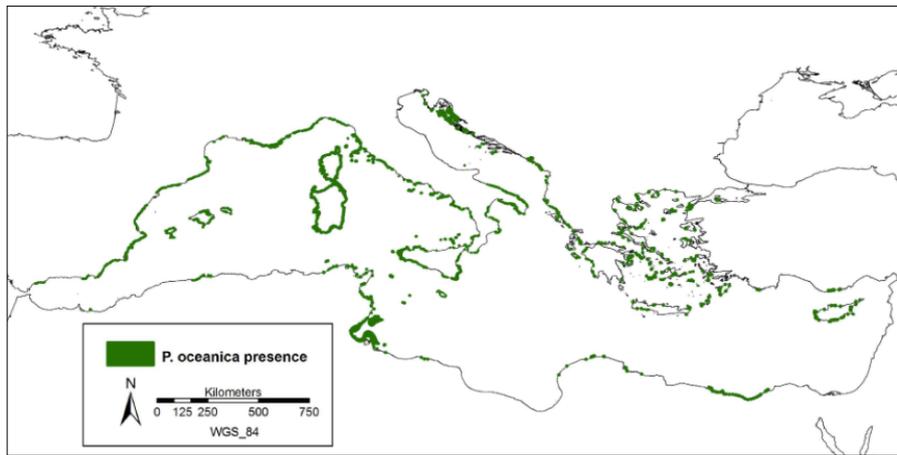


Fig. 1: Distribuzione di *Posidonia oceanica* nel Mar Mediterraneo (Telesca *et al.*, 2015)

1.1.2 Fattori chimico-fisici di controllo sulla diffusione

La diffusione delle piante acquatiche è prettamente legata a fattori fisici e chimici quali luce, idrodinamismo, substrato, temperatura e salinità. Essendo fotofile, la loro capacità di crescita è completamente dipendente da quella di penetrazione della luce nella colonna d'acqua che si spinge fino al punto di compensazione la cui profondità varia quindi stagionalmente. In questo limite il bilancio tra resa fotosintetica e respirazione è pari a zero (l'ossigeno prodotto dalla fotosintesi in un dato periodo è uguale all'ossigeno consumato dalla respirazione nello stesso intervallo di tempo) e al di sotto del quale la crescita si arresta. Per quanto riguarda *P. oceanica*, il limite è fissato a 40 metri e convenzionalmente segna il limite inferiore del piano infralitorale. La trasparenza delle acque è quindi il parametro determinante per lo sviluppo della farenogama ed è influenzato dalla presenza di sedimento fine in sospensione, dagli scarichi fluviali ricchi di sedimenti terrigeni e particolato organico e dai *boom* algali i quali diminuiscono la capacità di penetrazione della luce, motivo per cui la profondità di compensazione in colonna d'acqua varia localmente oltre che stagionalmente. Studi condotti su diverse specie di piante marine, compresa *Posidonia oceanica* (Ott, 1979, 1980; Dalla Via *et al.*, 1998), hanno dimostrato l'importante influenza della luce sulla loro crescita e che questa influenza è specie-specifica.

I movimenti delle acque influenzano la colonizzazione e l'attecchimento al substrato delle *seagrasses*: forti escursioni di marea inducono all'esposizione diretta causando stress fisiologici determinati da fotoinibizione, disseccamento e danni da UV-B sulle foglie confermati da studi condotti su *Zostera marina* (Koch & Beer, 1996). La presenza di correnti di fondo può alterare la geomorfologia del substrato mobile ed avere effetti diretti sulla struttura della pianta e quindi dell'habitat (Fonseca *et al.*, 1983); una elevata intensità di corrente può influenzare la riproduzione impedendo l'attecchimento al substrato dei semi, ma permette anche il trasporto e la diffusione a più ampio raggio dei frutti. Inoltre, un eccessivo idrodinamismo può causare rimescolamento delle acque portando a risospensione di sedimento ed aumento della torbidità influenzando negativamente la capacità fotosintetica della pianta e la produzione primaria; a flussi moderati di correnti sono state invece associate maggiori capacità fotosintetiche (Koch, 1994). La penetrazione della luce e l'intensità delle correnti concorrono quindi a definire la distribuzione verticale delle praterie: in aree con idrodinamismo limitato è l'intensità luminosa ad avere un ruolo preponderante nello stabilire la profondità del limite inferiore, mentre in zone più riparate l'agente maggiormente limitante è l'idrodinamismo (Vacchi *et al.*, 2012).

A differenza delle numerose fanerogame marine eurialine (es. genere *Ruppia*, presente in lagune salmastre, foci fluviali o bacini ipersalini), *Posidonia oceanica* è una specie rigorosamente stenoalina con un *optimum* di crescita compreso tra 37 e 39 ‰ (Relini, 2008) ed è stato osservato che un decremento rispetto alla concentrazione salina ideale implica un minor stress rispetto ad un incremento della stessa: gli effetti dell'alterazione della salinità si manifestano attraverso una diminuzione nella capacità riproduttiva sia per via sessuata sia per stolonizzazione, il che si ripercuote nella capacità di diffusione della pianta (Fernández-Torquemada & Sánchez-Lizaso, 2005; Fernández-Torquemada & Sánchez-Lizaso, 2013).

Per quanto riguarda la temperatura, l'*optimum* di crescita è compreso nel range 17 – 22°C con sofferenza al di sotto dei 10°C e al di sopra dei 29°C (Relini, 2008). Variazioni estreme di questo

fattore comportano, oltre a modificazioni nel rapporto tra respirazione e resa fotosintetica, anomalie nella capacità riproduttiva della pianta, in particolare sulla possibilità di fioritura e germinazione dei semi.

1.1.3 Morfologia

Posidonia oceanica è una pianta superiore costituita dalle strutture vegetative che caratterizzano le Spermatofite terrestri: radici, rizoma e foglie.

Radici e rizomi

Le radici avventizie si sviluppano ventralmente dal rizoma (Fig. 2), generalmente in corrispondenza delle zone nodali, affondano nel substrato per alcuni centimetri (fino a 70) assicurando un saldo ancoraggio e l'assorbimento delle sostanze nutritive che attraverso i tessuti xilematici e floematici raggiungono rizomi e foglie consentendo l'accrescimento fogliare. Fungono inoltre da riserva di ossigeno prodotto per fotosintesi dalle foglie e trasportato dal parenchima aerifero.



Fig. 2 a.: Radici; b.: rizomi di *P. oceanica*. (foto di N. Nurra).

Il rizoma, insieme con le radici, concorre all'assorbimento delle sostanze nutritive e all'ancoraggio della pianta al substrato ed è la sede di immagazzinamento delle sostanze di riserva. In praterie di fondo mobile le radici possono infossarsi in profondità e la porzione ipogea

può costituire circa l'80% della biomassa totale, pur mostrando una lieve variabilità stagionale del partizionamento tra biomassa ipogea ed epigea (Guidetti *et al.*, 2002). I rizomi possiedono una peculiare caratteristica di crescita: sono in grado di svilupparsi sia con orientamento orizzontale (plagiotropo) che verticale (ortotropo) (Fig. 3). Questa particolare modalità di morfogenesi è doppiamente funzionale per la pianta: i rizomi plagiotropi, con numerose radici avventizie, permettono di espandere lateralmente la superficie di colonizzazione del substrato (Molenaar *et al.*, 2000) mentre gli ortotropi, con numero limitato di radichette, evitano l'affossamento del vegetale contrastando il tasso di sedimentazione. Le condizioni ambientali a cui la prateria è sottoposta influenzano la crescita e l'orientamento dei rizomi: un rizoma plagiotropo può cambiare il suo sviluppo in ortotropo e viceversa, a seconda del substrato disponibile e del tasso di sedimentazione (Caye, 1980); la crescita ortotropa indotta in condizioni di elevata sedimentazione e scarsa intensità luminosa porta a ridurre il probabile affossamento dello strato fogliare e la competizione per la luce (Boudouresque *et al.*, 1984; Duarte *et al.*, 1997). Il tasso di allungamento dei rizomi orizzontali è più veloce rispetto a quelli a crescita verticale (Marbà & Duarte, 1998), ciò permette alla pianta una particolare efficienza nella colonizzazione dei substrati, anche se la velocità di propagazione è massima in specie pioniere come *Halophila ovalis*. La progressiva sedimentazione e l'alternanza dei due tipi di crescita del rizoma si traducono in una tipica formazione "a terrazzata" chiamata *matte*, costituita dall'intreccio di radici, rizomi e sedimenti.

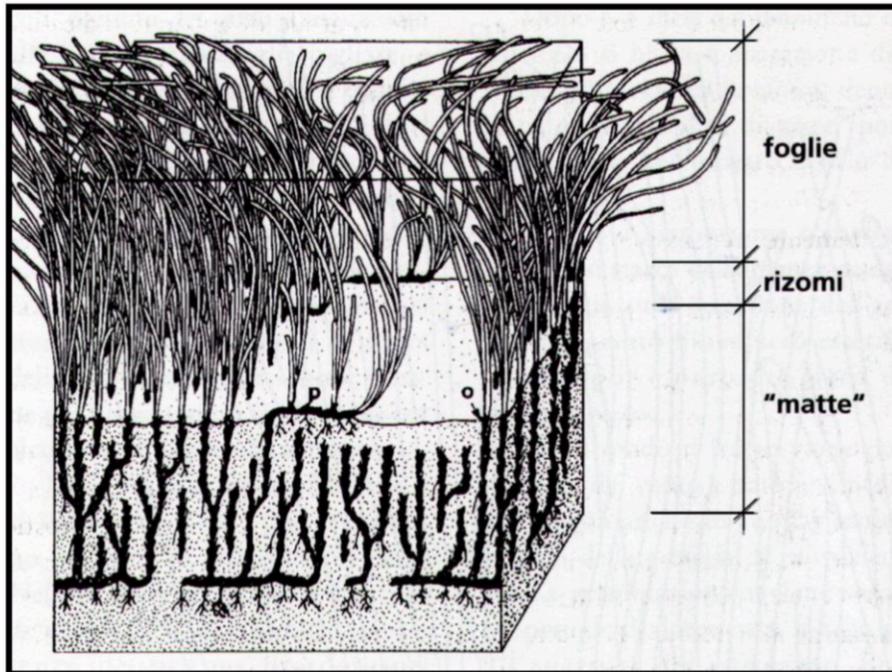


Fig. 3: Bloccodiagramma di una prateria in fase di crescita (o=rizoma ortotropo, p=rizoma plagiotropo; Boudouresque & Meinesz 1982)

Durante tutto il ciclo vitale della pianta si assiste alla continua deposizione di composti fenolici: nei tessuti di radici e rizomi viene depositata lignina la quale protegge la pianta da numerosi organismi patogeni e microbi; nelle cellule della lamina fogliare vengono accumulati in particolar modo tannini i quali fungono da deterrente contro gli erbivori riducendo drasticamente l'azione di *grazing* sulle pagine (lamine) fogliari.

Foglie

Le foglie di *P. oceanica* hanno aspetto nastriforme con apice arrotondato e sono organizzate in fasci o ciuffi, ciascuno dei quali comprende 6-7 foglie che originano all'apice del rizoma (Fig. 4). Sono distribuite sul fascio con modalità ripetuta ed alternata detta a fillotassi distica; hanno una larghezza media di 1 cm (Den Hartog, 1970; Buia *et al.*, 2003) e possono raggiungere oltre 1 metro di lunghezza (Pessani *et al.*, 1987). Secondo la classificazione di Giraud (1979) sono distinte in:

- Adulte: le più esterne al fascio con piena capacità fotosintetica su entrambe le pagine fogliari e lunghezza variabile da 2 a 70 mm
- Intermedie: lunghe circa 50 mm e in grado di compiere fotosintesi
- Giovanili: le più interne al fascio, lunghe sempre meno di 50 mm, non fotosintetiche e con colorazione verde-biancastra.

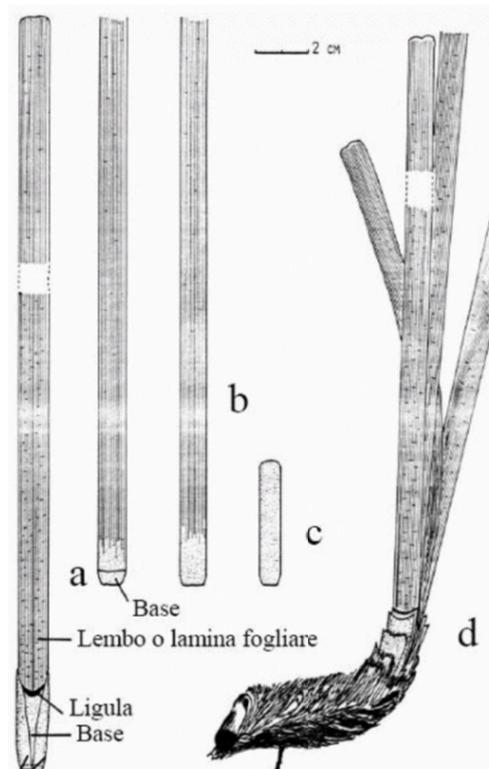


Fig. 4: Schema della parte epigea della pianta *Posidonia oceanica*: a: foglie adulte, b: foglia intermedia, c: giovanile, d: rizoma ricoperto da scaglie e fascio fogliare (Gambi *et al.* 2003)

La base delle foglie adulte ha una colorazione brunastra e termina con una forma ad arco di cerchio concavo, detta ligula, alla quale è annesso il lembo fogliare. In autunno le foglie si staccano ma le basi rimangono fissate al rizoma per lunghi periodi e persistere per secoli all'interno della *matte* (Boudouresque *et al.*, 1980); la decomposizione è lenta grazie alla presenza di tannini e con il tempo le guaine fogliari si decompongono riducendosi a sottili “scaglie” che avvolgono il rizoma.

Lo spessore delle “scaglie” varia ciclicamente lungo il rizoma (Pergent *et al.*, 1989), raggiungendo un massimo estivo-autunnale ed un minimo invernale-primaverile; l’individuazione di due minimi successivi identifica un ciclo, detto “anno lepidocronologico” (Buia *et al.*, 2003). Lo studio di questi cicli è definito "lepidocronologia" (Pergent *et al.*, 1989); oltre a permettere la retrodatazione dei rizomi, si può risalire ad una stima della produzione fogliare (n. foglie ciuffo⁻¹ anno⁻¹) e del tasso di allungamento del rizoma (cm ciuffo⁻¹ anno⁻¹). Grazie alla lepidocronologia è dunque possibile risalire all’età della pianta (e più approssimativamente a quella della prateria, Mazzella *et al.*, 1986) e datare e comprendere il ritmo delle passate fioriture mediante l’individuazione dei resti dei peduncoli florali (Pergent *et al.*, 1989).

L’abscissione fogliare avviene durante tutto l’anno ma raggiunge un picco massimo in autunno e con le mareggiate le foglie morte depigmentate raggiungono le spiagge dove si accumulano formando cumuli, chiamati *banquettes* (Fig. 5), importanti nel contenimento dei processi erosivi litorali (Chessa *et al.*, 2000; Mateo *et al.*, 2003). Il rinnovamento fogliare procede da giugno a gennaio con la nascita delle foglie giovanili al centro del fascio che compensano la caduta di quelle adulte, garantendo un numero più o meno costante di foglie per fascio e permettendo così il mantenimento delle funzioni ecosistemiche della prateria durante tutto l’anno. Il ritmo di crescita delle foglie varia stagionalmente aumentando progressivamente dall’autunno fino alla primavera dove raggiunge il picco per poi diminuire con l’estate (Wittmann, 1984).



Fig. 5: Banquette di *Posidonia oceanica* (www.medonialab.com)

Questo ciclo di caduta e rinnovamento fogliare produce un'elevata biomassa per unità di tempo sulla stessa superficie (Produzione Primaria: PP), portando l'ecosistema *Posidonia* ad essere il più produttivo del piano infralitorale. La maggior parte della PP viene degradata *in situ* (42%), il restante viene o esportato in altri ecosistemi (29%) dove rappresenta un importante input trofico, o sepolto nella *matte* (29%) con un lento andamento di decomposizione (Pergent *et al.*, 1994). Il ciclo di caduta e rinnovamento fogliare è fondamentale per le comunità vegetali e animali associate: numerose specie hanno adattato, nel corso dell'evoluzione, il proprio ciclo vitale al *turn-over* fogliare in modo da poter ottimizzare l'occupazione del substrato disponibile e lo sfruttamento delle risorse trofiche che lo strato fogliare supporta.

1.1.4 Riproduzione

Posidonia oceanica possiede due strategie riproduttive: agamica per stolonizzazione e sessuata tramite produzione di fiori e frutti (Fig. 6).

Il processo di stolonizzazione è favorito dall'elevata efficienza di ramificazione del rizoma principale da cui si sviluppano i rizomi secondari e, incontrando quelli delle piante adiacenti, si formano intrecci nei quali è difficile distinguere i singoli. Frammenti di stoloni possono essere

dispersi grazie all'azione meccanica del moto ondoso e in presenza di condizioni ambientali favorevoli possono radicare e dare origine alla plantula (Picard & Molinier, 1952). Nonostante la stolonizzazione sia la modalità favorita di riproduzione dalla fanerogama, il fenomeno è piuttosto lento: Buia *et al.*, (2003) hanno osservato un allungamento dei rizomi compreso tra 1.1 e 7.4 cm l'anno.

La riproduzione sessuata avviene tra ottobre e novembre con la produzione di fiori: l'infiorescenza è spigata, omotipica e avvolta da due brattee florali clorofilliane; è composta in media da 3-7 (4-10) fiori apetalati, verdi, acclamidati: quelli apicali (solitamente 2) sono maschili e gli inferiori ermafroditi (Caye & Meinesz, 1984). Il polline ha consistenza viscosa e filamentosa che ne facilita la dispersione e il trasporto ad opera delle correnti. I frutti sono drupe con aspetto tondeggiante ad oliva e sono caratterizzati da un pericarpo voluminoso e poroso contenente sostanze oleose che ne facilitano il galleggiamento e la diffusione in zone anche molto distanti dal punto di distacco.

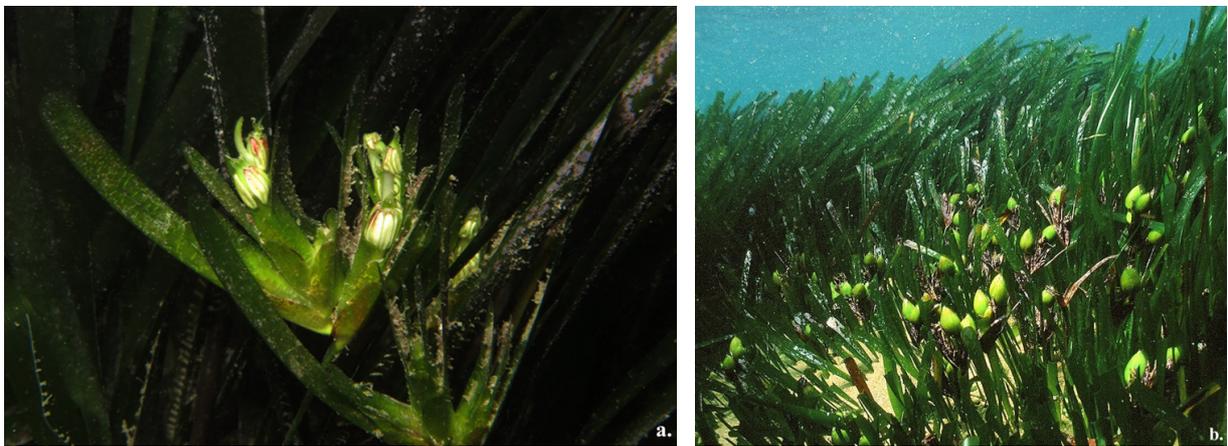


Fig. 6: a.: infiorescenza di *P. oceanica* (foto di E. Ricchitelli); b.: fruttificazione (foto di A. Tomasello)

Questa modalità sembra avvenire sporadicamente, in particolari aree del Mediterraneo in cui le condizioni ambientali (principalmente temperatura, fotoperiodo e disponibilità dei nutrienti) sono molto favorevoli (Giraud, 1979). La buona riuscita del ciclo sessuale dipende da numerose

condizioni come il numero e la frequenza dei fiori prodotti, la capacità di galleggiamento e maturazione dei frutti, la percentuale di successo della germinazione in siti idonei allo sviluppo delle plantule. Inoltre, l'azione diretta di *grazing* (*Sarpa salpa*) durante il periodo riproduttivo, porta a danneggiamento di frutti e infiorescenze e riduce drasticamente il successo della riproduzione sessuale.

1.1.5 Formazione e dinamica delle praterie

La condizione essenziale per cui *Posidonia* riesca a formare una prateria su substrati sabbiosi, fangosi, detritici grossolani o rocciosi è la precedente colonizzazione del “suolo” da parte di alghe fotofile pioniere (alcune *Caulerpales*, principalmente) che, tramite un fenomeno detto umificazione, preparano il substrato compattandolo e arricchendolo di sostanza organica. Questo fenomeno dà il via ad una successione ecologica in cui le alghe modificano il substrato al punto da permettere l'attecchimento di altre fanerogame marine (*Cymodoceaceae* e *Zosteraceae*) più opportuniste, alle quali si sostituisce gradualmente *P. oceanica* grazie all'arrivo di talee da praterie adiacenti o di semi portati dalle correnti che riescono a germinare con successo. Questo processo evolutivo può durare centinaia di anni e avere come stadio finale una prateria monospecifica a *Posidonia oceanica*, definita come il raggiungimento del *climax* della successione ecologica (Picard & Molinier, 1952).

La *canopy* fogliare urta le particelle fini in sospensione facendole decantare al fondo e fungendo da trappola sedimentaria; in condizioni di elevata densità fogliare la pianta riesce ad evitare il seppellimento inducendo i rizomi ad una crescita ortotropa anziché plagiotropa. In questo modo viene costruita la componente più caratteristica della prateria a *Posidonia*, la *matte*, all'interno della quale viene intrappolata una cospicua quantità di sedimento autoctono e alloctono (Jeudy de Grissac, 1984) che ne aumenta progressivamente lo spessore; il processo, molto lento, è dovuto all'equilibrio tra i fattori che regolano la crescita delle piante e quelli che determinano il

tasso di sedimentazione (idrodinamismo e granulometria): Boudouresque e Jeudy De Grissac (1983) hanno stimato un aumento in spessore della *matte* di 0,5 – 1,8 metri al secolo in condizioni ambientali stabili.

Le praterie sono sensibili a vari impatti naturali e antropogenici e negli ultimi decenni, numerose praterie nel Mediterraneo settentrionale sono state gravemente minacciate subendo una notevole regressione (Peres & Picard, 1975) soprattutto per quanto riguarda praterie in corrispondenza dei grandi centri industriali e portuali come Atene, Napoli, Genova, Nizza, Barcellona (Montefalcone *et al.*, 2007) ma non solo (Augier & Boudouresque, 1970; Ramos-Esplà, 1984). Oltre ai danni provocati da accidentali disastri ambientali, questo fenomeno è dovuto, a lungo termine, all'azione diretta di imbarcazioni da pesca e da diporto (Francour *et al.*, 1999; Milazzo *et al.*, 2004) che asportano grandi superfici di prateria e dalle variazioni degli apporti sedimentari legate ad attività umane che provocano un aumento della torbidità dell'acqua. A tutto ciò si somma il progressivo processo di eutrofizzazione delle acque provocato dagli apporti fluviali e dagli scarichi reflui urbani, i quali aumentano lo sviluppo fitoplanctonico e la risospensione di particolato con conseguente aumento della torbidità dell'acqua.

1.1.6 Caratterizzazione delle praterie

L'importanza dell'ecosistema *Posidonia* e i rischi a cui è sottoposta, rendono necessario lo studio delle praterie attraverso un costante monitoraggio. Si è resa quindi indispensabile la stesura di metodologie di studio omogenee e ripetibili da tutti i ricercatori, così da poter confrontare studi analoghi. In questo senso, il manuale di “Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo” di Gambi (2003), è il lavoro più aggiornato a cui si possa fare riferimento.

Per caratterizzare e descrivere una prateria è opportuno ricorrere ad una serie di descrittori: fisici, fisiografici, strutturali e funzionali.

Descrittori fisici

Lo sviluppo della prateria dipende strettamente dalle caratteristiche fisiche dell'ambiente. Per descrittori fisici si intendono la geomorfologia e profilo della costa, l'estensione batimetrica, la geomorfologia del fondale, la sedimentologia all'interno della prateria e sui limiti e il regime idrodinamico locale. Questi parametri devono essere acquisiti nelle fasi preliminari della ricerca e, nel loro insieme, ci permettono di caratterizzare l'ambiente in cui la prateria è insediata e di comprendere alcune dinamiche.

Descrittori fisiografici

A seconda delle caratteristiche dei siti colonizzati e delle specie strutturanti, le fanerogame marine possono dare origine a diverse tipologie di praterie. Le caratteristiche da esaminare e descrivere sono:

- Natura del substrato sul quale le fanerogame sono impiantate: sabbia, roccia o coralligeno, concrezione biogenica (*matte*) (Picard & Molinier, 1952)
- Numero di fanerogame che compongono il sistema: si distinguono praterie "pure", se costituite da una sola specie (monospecifica), da praterie "miste", nel caso in cui più specie concorrano alla sua formazione (plurispecifica) (Buia & Marzocchi, 1995). In zone riparate sottocosta sono frequenti praterie di *Posidonia oceanica* miste con *Cymodocea nodosa* e/o Zosteraceae mentre a maggiori profondità sono maggiormente presenti praterie pure.
- Distribuzione della pianta sul fondo: è omogenea quando la distribuzione è uniforme su tutta l'estensione della prateria, disomogenea quando è difforme
- Distribuzione della pianta in relazione alla natura del fondo: è detta continua, discontinua o discreta a seconda che il fondo sia rispettivamente interamente colonizzato dalla pianta,

interrotto da canali o radure (*intermatte*), o se la distribuzione è a *patch*. La discontinuità di una prateria può essere dovuta non solo a fattori naturali come l'idrodinamismo o la pendenza del fondale, ma anche da fattori antropici come l'impatto della pesca a strascico o degli ancoraggi.

In considerazione del diffuso fenomeno di regressione in atto in tutto il bacino del Mediterraneo, è importante osservare i confini della prateria e la loro morfologia. In una prateria si distinguono due margini: un limite superiore e uno inferiore. Il limite superiore si colloca nel punto in cui ha inizio la prateria, dipende principalmente dalla pendenza del fondale e dal regime idrodinamico e appare sempre netto. *Posidonia oceanica* è l'unica fanerogama ad avere un limite inferiore con aspetto differente a seconda delle caratteristiche fisiche e geomorfologiche dell'ambiente e della profondità di compensazione della pianta, quindi della trasparenza dell'acqua (Meinesz & Laurent, 1978; Pergent *et al.*, 1995); per questo è stato necessario definirne quattro tipologie (Fig. 7):

(1) progressivo: caratterizzato dalla mancanza di *matte* e da una maggioranza di rizomi plagiotropi disposti parallelamente secondo la direzione della pendenza; questa morfologia indica che la prateria è in progressione batimetrica e la luce non è un fattore limitante

(2) netto: caratterizzato da una brusca interruzione della prateria e dalla presenza di rizomi sia ortotropi che plagiotropi; la riduzione dell'intensità luminosa sembra essere il fattore condizionante

(3) erosivo: caratterizzato dalla presenza di un netto gradino di "*matte*" esposta, con prevalenza di rizomi ortotropi; l'idrodinamismo sembra essere il fattore di controllo nella progressione della prateria

(4) regressivo: caratterizzato dalla presenza di “matte” morta su cui persistono ciuffi vivi isolati; questo tipo di limite indica una regressione della prateria dovuta ad un aumento della torbidità (Buia *et al.*, 2003).

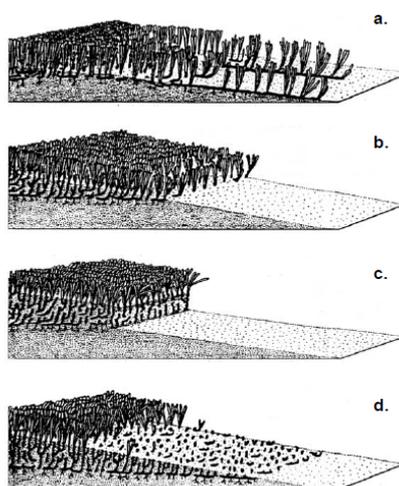


Fig. 7: Tipologie di limite inferiore: progressivo (a.), netto (b.), erosivo (c.), regressivo (d.) (Buia *et al.*, 2003)

Oltre alla morfologia del limite inferiore, è importante anche definirne anche la profondità, non solo per segnalare cambiamenti nel tempo ma perché la profondità massima della prateria può fornire anche indicazioni sulla trasparenza delle acque. E' stata per questo definita una scala di valutazione della trasparenza dell'acqua (Tab. 1) basata sulla batimetria del limite inferiore di *P. oceanica* (Pergent *et al.*, 1995).

Tab. 1: Scala di valutazione della trasparenza dell'acqua in funzione della profondità media del limite inferiore (Pergent *et al.*, 1995)

Profondità limite inferiore	Valutazione
< 15 m	Acque torbide
> 15 m e < 25 m	Acque poco trasparenti
> 25 m e < 35 m	Acque trasparenti
> 35 m	Acque molto trasparenti

Uno dei metodi di indagine per la caratterizzazione dei limiti è l'osservazione diretta sul campo da parte di operatori subacquei, effettuata tramite utilizzo di attrezzatura video/fotografica e rilevatore di coordinate GPS o, nel caso di praterie particolarmente estese, di veicoli teleguidati e dotati di telecamere subacquee (ROV: *Remotely Operated Vehicle*).

Descrittori strutturali

Per descrittore strutturale si fa riferimento alla densità della prateria che è uno dei più importanti parametri per valutare le dinamiche evolutive e le variazioni spazio-temporali della prateria, soprattutto attraverso un monitoraggio pluriennale. Per densità della prateria si intende il numero di fasci fogliari per unità di superficie (convenzionalmente 1m^2): il conteggio viene effettuato in laboratorio in seguito all'esportazione di una zolla di prato tramite carotatore (metodo distruttivo), oppure direttamente *in situ* da un operatore subacqueo con l'ausilio di un quadrato (*frame*) standard di 40x40 cm (metodo non distruttivo). Per avere una stima valida della variabilità della densità, devono essere effettuate repliche con lanci casuali, da un minimo di 2 ad un massimo di 12 (Pergent *et al.*, 1995). Effettuare i conteggi in funzione della batimetria è importante al fine di rilevare eventuali situazioni di disturbo: uno stesso valore di densità fogliare misurato a diverse profondità può essere indice di una situazione di disturbo in quanto le fasce batimetriche profonde presentano generalmente valori di densità minori rispetto a quelle superficiali, a causa della più limitata intensità luminosa. Sulla base di questo principio, è stata formulata una nuova classificazione delle praterie in cui la densità è rapportata alla profondità e ad altri fattori ambientali, come torbidità e disturbo antropico, distinguendo così praterie in equilibrio con densità eccezionale (DE) o normale (DN), praterie disturbate con densità bassa (DB) e praterie molto disturbate con densità anomala (DA) (Tab. 2) (Pergent *et al.*, 1995; Pergent-Martini & Pergent, 1996).

Tab. 2: Classificazione delle praterie *sensu* Pergent *et al.*, 1995 (indicati solo i primi 20 metri)

Prateria molto disturbata		Prateria disturbata		Prateria in equilibrio			
Prof. (m)	DA		DB		DN		DE
1	←	822	↔	934	↔	1158	→
2	←	646	↔	758	↔	982	→
3	←	543	↔	655	↔	879	→
4	←	470	↔	582	↔	806	→
5	←	413	↔	525	↔	749	→
6	←	367	↔	479	↔	703	→
7	←	327	↔	439	↔	663	→
8	←	294	↔	406	↔	630	→
9	←	264	↔	376	↔	600	→
10	←	237	↔	349	↔	573	→
11	←	213	↔	325	↔	549	→
12	←	191	↔	303	↔	527	→
13	←	170	↔	282	↔	506	→
14	←	151	↔	263	↔	487	→
15	←	134	↔	246	↔	470	→
16	←	117	↔	229	↔	453	→
17	←	102	↔	214	↔	438	→
18	←	88	↔	200	↔	424	→
19	←	74	↔	186	↔	410	→
20	←	61	↔	173	↔	397	→

Stime visive *in situ* della copertura della prateria, espressa come percentuale di fondale ricoperto dalle piante rispetto a quello non coperto e costituito da sabbia, roccia o *matte*, possono aiutare ad integrare le stime di densità nella descrizione strutturale di una prateria.

Descrittori funzionali

I descrittori funzionali riguardano le caratteristiche fenologiche della pianta e prevedono pertanto l'asportazione del fascio fogliare che rappresenta l'unità funzionale più comoda per la descrizione della prateria. Una volta campionati i fasci (in numero variabile da 3 a 10 repliche per ciascun ecotono della prateria) e conservati in fissativo o congelati, in laboratorio si procede all'analisi biometrica. Le misure sulle foglie prevedono: numero di foglie per fascio, tipologia di foglie (adulta, intermedia, giovanile), lunghezza e larghezza delle foglie lunghe e intermedie,

apice fogliare integro o eroso, lunghezza e larghezza di rizoma e radici e lunghezza degli internodi. E' bene segnalare l'eventuale presenza di peduncolo florale e/o infiorescenza per determinare il tasso di fioritura.

Descrittori derivati

Dalle misurazioni morfometriche ottenute analizzando i fasci fogliari è possibile ricavare una serie di parametri, detti descrittori derivati, quali: superficie fogliare media per fascio ($\text{cm}^2/\text{fascio}$), biomassa media per fascio (mg peso secco/fascio), indice di superficie fogliare LAI (m^2/m^2), indice di superficie radicale RAI (m^2/m^2), indice di biomassa fogliare ($\text{g ps}/\text{m}^2$), biomassa comparto epigeo e ipogeo ($\text{g ps}/\text{m}^2$), coefficiente A (% apici erosi). Il LAI indica la superficie media fogliare per m^2 ed è calcolato moltiplicando superficie media fogliare dei fasci per la densità dei fasci in 1 m^2 ; per gli scopi del presente studio, è di particolare importanza rispetto agli altri descrittori derivati poiché, integrando i valori di densità con i parametri lepidocronologici, può rappresentare un valido mezzo (seppure non sufficiente considerato da solo) di valutazione dello stato di salute delle praterie (Paticchio *et al.*, 2011). Il confronto con i dati ottenuti tramite lo studio di altri posidonieti deve tenere conto della variazione del LAI con la profondità e con le stagioni (Pergent & Pergent-Martini, 1988).

1.1.7 Importanza ecologica e tutela dell'ecosistema *P. oceanica*

Nella dinamica costiera *Posidonia oceanica* esercita un ruolo ecologico multifunzionale molto importante ormai largamente riconosciuto dalla comunità scientifica: l'elevata resa fotosintetica, data dalla capacità della pianta di captare la luce da entrambe le pagine fogliari, assicura buoni livelli di ossigenazione delle acque (Bay, 1978; Ott, 1980; Frankignoulle & Distèche, 1984; Frankignoulle & Distèche, 1987). L'accumulo lungo i litorali di foglie morte, in particolare in autunno, porta alla formazione di *banquettes* che riducono l'azione erosiva esercitata

dal moto ondoso sulla spiaggia emersa (Mateo & Romero, 1997; Chessa *et al.*, 2000; Mateo *et al.*, 2003). Le lunghe foglie nastriformi (*canopy*) attenuano l'energia cinetica delle particelle sedimentarie risospese facendole decantare al fondo dove contribuiscono alla formazione della *matte* (intreccio di rizomi e radici viventi e non viventi) (Short & Short, 1984); inoltre, le strutture ipogee della pianta fungono da “trappole sedimentarie” durante le mareggiate impedendo l'eccessiva dispersione della frazione sedimentaria fine (De Grissac, 1984; Terrados & Duarte, 2000).

Le praterie di *P. oceanica* ospitano un'ampia biodiversità rispetto alle zone in cui non è presente, offrendo un sito ideale per riproduzione ed accrescimento (*nursery* naturale) di moltissimi invertebrati e vertebrati marini (Khoury, 1984; Harmelin, 1984); è definita *ecosystem engineer* cioè in grado di modificare il substrato, ampliare la superficie di insediamento e renderla idonea alla colonizzazione di altre specie vegetali e animali (Boudouresque *et al.*, 2006). In particolare, la varietà dei popolamenti associata ai posidonieti è strettamente legata alla presenza di microhabitat (Den Hartog, 1977) con caratteristiche ecologiche peculiari (strato fogliare, strato rizomiale e *matte*) che portano a considerare questo sistema come ad un'unica e integrata “stratocenosi” (Kerneis, 1960; Ballesteros *et al.*, 1984; Templado, 1984 a; Mazzella *et al.*, 1992) in cui ogni microhabitat sviluppa flora e fauna differente. Ogni stratocenosi offre particolari nicchie ecologiche che permettono la coesistenza di un elevato numero di specie a diverso grado di specializzazione.

Le importanti caratteristiche ecologiche sopra citate hanno portato alla tutela di questo habitat inserito come SIC (Sito di Importanza Comunitaria) nella Direttiva Habitat 92/43CEE; inoltre, la sua conservazione è considerata una priorità dal “Protocollo relativo alle aree specialmente protette e alla diversità biologica nel Mediterraneo” della Convenzione di Barcellona (1995). Nonostante ciò, negli ultimi decenni la crescente pressione antropica costiera e lo sviluppo turistico e industriale hanno contribuito ad una generale regressione delle praterie in

Mediterraneo, fenomeno evidenziato nella costa ligure in cui si è stimata una perdita del 30% dei posidonieti dagli anni '60 ad oggi (Bianchi & Morri, 2000). Il declino subito da questo ecosistema è da ricondurre a molteplici cause naturali e antropiche (Pérès & Picard, 1975; Short & Wyllie-Echeverria, 1996) come l'eutrofizzazione e l'aumento della torbidità dell'acqua, l'ingresso di specie aliene invasive, l'inquinamento, la pesca a strascico e gli ancoraggi delle imbarcazioni i quali causano un rapido e forte impatto diretto negativo (Walker *et al.*, 1989; Hastings *et al.*, 1995; Milazzo *et al.*, 2004; Montefalcone *et al.*, 2006).

In quest'ottica, l'istituzione di Aree Marine Protette risulta fondamentale per la salvaguardia di questo importante ecosistema costiero anche se, come dimostrato da Lasagna *et al.*, (2008) e Montefalcone *et al.*, (2009) nell'ambito della costa ligure, da sola non è sufficiente a garantire la protezione delle praterie ed è necessario un maggiore sforzo gestionale delle aree a minor grado di protezione. Per comprendere l'entità e far fronte ai numerosi fattori di stress a cui è sottoposto l'ecosistema *Posidonia* e la moltitudine di organismi animali e vegetali che ne fanno parte, è importante apprendere lo stato di salute delle praterie attraverso una costante attività di monitoraggio sul campo, che dia anche le basi per future indagini di confronto con i dati pregressi e tra praterie soggette a diverse condizioni ambientali e antropiche.

1.1.8 Comunità associata

Il posidonieto rappresenta uno degli ecosistemi con maggiore biomassa e produttività del Mediterraneo (Ott, 1980; Wittmann, 1984; Buia *et al.*, 1992): la grande quantità di materia organica prodotta costituisce una fonte di cibo diretta e indiretta per numerosi organismi e permette l'instaurarsi di una complessa rete trofica che coinvolge sia la catena del detrito sia quella del pascolo (Mazzella *et al.*, 1992). Oltre che da carnivori, onnivori e sospensivori, la comunità dominante è formata da erbivori ed erbivori-detritivori (nutrimento diretto dalla pianta e indiretto dagli epifiti algali). I tessuti fogliari della pianta (meno del 10% della PP) vengono

utilizzati direttamente dallo Sparidae *Sarpa salpa*, dagli Echinoidi regolari *Paracentrotus lividus* e *Psammechinus microtuberculatus*, e dall'isopode *Synischia hectica* (Boudouresque & Meinesz, 1982; Wittmann & Ott, 1982; Pergent *et al.*, 1994). L'esiguo consumo diretto delle foglie è dovuto alla presenza di composti fenolici che le rendono inappetibili; una volta cadute, la loro struttura chimica viene progressivamente modificata grazie all'azione di remineralizzazione della materia organica operata da batteri e funghi, rendendole così disponibili al consumo *in situ* da parte di altri organismi.

Il popolamento vegetale associato, insieme a quello animale, costituiscono una comunità complessa che è possibile suddividere in due componenti: quella di strato fogliare e quella appartenente alla fascia dei rizomi. Questa suddivisione è possibile sia nel caso in cui venga considerata la prateria di *P. oceanica* come una biocenosi unica costituita da differenti stratocenosi (Kerneis, 1960; Templado, 1984 a), sia considerando i due strati come vere e proprie biocenosi distinte (Molinier, 1960; Pérès & Picard, 1964; Picard, 1985).

Gli organismi epifiti, vegetali e animali, colonizzano sia i tessuti fogliari sia i rizomi: lo strato fogliare mostra sempre un maggior numero di specie caratteristiche rispetto ai rizomi in cui è invece più alta la possibilità di trovare specie occasionali o accidentali; per questa ragione, la biocenosi dello strato fogliare è considerata più rappresentativa nella descrizione della comunità dell'ecosistema *Posidonia* (Templado, 1984 b). Nonostante questo, molti studi suggeriscono che lo strato dei rizomi è un habitat molto ricco che merita maggiore attenzione e studi in diversi contesti batimetrici, geografici e antropogenici. Trascurare questo strato influenza seriamente qualsiasi valutazione della biodiversità delle praterie di *Posidonia oceanica*. I rizomi sono strutture longeve che permettono la colonizzazione di specie perenni, mentre le foglie, a causa del loro ciclo vitale, ospitano comunità epifitiche caratterizzate da specie effimere (Piazzi *et al.*, 2002).

La comunità vegetale epifita delle foglie comprende alghe macrofite e unicellulari oltre che una frazione batterica e fungina. Da un punto di vista quantitativo, le microalghe sono rappresentate maggiormente dalle Diatomee, le quali colonizzano i tessuti fogliari in modo continuo e progressivo durante tutto il loro ciclo vitale. Insieme ai batteri, le diatomee costituiscono un'importante risorsa trofica per molti micro e meso-*grazers* (Mazzella *et al.*, 1986; Templado, 1984 b). I funghi su foglie, rizomi e radici, oltre che nel detrito fogliare, sono rappresentati da Ascomiceti e Deuteromiceti (Cuomo *et al.*, 1982). Alla prima colonizzazione da parte di Batteri e Diatomee segue quella della componente macroalgale: la più precoce e abbondante frazione è rappresentata da alghe rosse (Rhodophyceae, 66.6% della flora totale), in particolar modo dalla famiglia Corallinaceae, e dalle brune (classe Phaeophyceae, 28.6%); le Chlorophyceae compaiono solo in stadi successivi e sono scarsamente presenti (Mazzella *et al.*, 1989). Il lento accrescimento delle foglie consente lo sviluppo di una complessa comunità algale epifita (Buia *et al.*, 2000): la massima copertura fogliare si ha in autunno mentre la ricchezza specifica raggiunge il suo picco in primavera; ricoprimento fogliare e ricchezza specifica mostrano un generale decremento all'aumentare della profondità (Mazzella *et al.*, 1986).

La componente vegetale che colonizza i rizomi è più abbondante ma meno caratteristica rispetto a quella di strato fogliare (Buia *et al.*, 2000) ed è composta da specie sciafile presenti anche in altre biocenosi (Templado, 1984 a). I generi più comuni sono *Peyssonelia*, *Ceramium* e *Laurentia* tra le Rhodophyceae, *Halopterys* e *Dictyopteris* tra le Phaeophyceae e *Cladophora* e *Udotea* tra le Chlorophyceae (Mazzella *et al.*, 1986; Mabrouk *et al.*, 2013; Mabrouk *et al.*, 2014). E' da sottolineare la dominanza di specie algali introdotte quali *Womersleyella setacea* e *Acrothamnion preissii*, due Rhodophyta filamentose considerate invasive, le quali hanno sui rizomi di *P. oceanica* un habitat di elezione: costituiscono densi feltri in grado di influenzare la struttura e la biodiversità del popolamento macroalgale (Piazzi & Cinelli, 2001; Balata *et al.*, 2009).

Il popolamento sessile epifita del tessuto fogliare è costituito principalmente da Briozoi e Idroidi (Pérès & Picard, 1964; Boero, 1981) seguiti da alcune specie frequenti, ma non esclusive, di Policheti sedentari (Kerneis, 1960; Pérès & Picard, 1964) e da poche specie di Porifera appartenenti alle classi Demospongiae e Calcispongiae (Pansini & Pronzato, 1985). Alcune specie di Idroidi sembrano avere un gradiente verticale di distribuzione sulla foglia: alcune colonizzano preferenzialmente la parte distale o quella basale mostrando specializzazione ecologica (Boero, 1981). Sono frequenti anche ascidie e varie specie di Foraminiferi.

La comunità epifita animale sessile dei rizomi, come pure quella vegetale, presenta un'elevata ricchezza specifica, ma un popolamento meno caratteristico di quello fogliare (Balata *et al.*, 2009). La *canopy* attenua la luce incidente sui rizomi rendendo l'ambiente sciafilo, questa caratteristica fa sì che l'associazione di fauna e flora sui rizomi sia, anche se in modo minore, affine alle *facies* presenti in biocenosi coralligene (Pérès & Picard, 1964; Boudouresque, 1970).

La frazione più importante del popolamento, sia da un punto di vista qualitativo che di abbondanza quantitativa, è rappresentata principalmente da Ascidiacei, Briozoi e Poriferi (Occhipinti Ambrogi, 1986; Pansini & Pronzato, 1985, Mabrouk *et al.*, 2014) e in minor misura da Idroidi (Boero, 1981) e Foraminiferi tra cui è molto abbondante e caratteristico il “corallinoide” *Miniacina miniacea*. Alcune specie di Poriferi, come *Ascandra contorta*, *Dysidea avara*, *Oscarella lobularis* e *Sycon raphanus*, e di Briozoi, come *Beania hirtissima*, *B. mediterranea*, *Caberea boryi*, *Cellepora pumicosa*, *Cryptosula pallasiana*, *Plagioecia patina*, *Escharoides coccinea*, *Margaretta cereoides*, *Microporella ciliata* e *Reteporella* sp., sono state trovate quantitativamente dominanti solo sui rizomi (Balata *et al.*, 2007; Balata *et al.*, 2009; Nesti *et al.*, 2009).

Oltre alla fauna epifita sessile, troviamo associata alla prateria di *P. oceanica* una fauna vagile e nectonica: quella vagile è strettamente legata al substrato e comprende specie quasi sempre stanziali, mentre la fauna nectonica comprende specie sia stanziali, sia migratorie, sia

frequentatrici. dimostrando un elevatissimo grado di biodiversità associata a questo ecosistema. Tra gli organismi frequentatori troviamo cefalopodi, predatori di pesci e crostacei, come *Sepia officinalis*, della quale è possibile trovare le ovature innestate sui rizomi (*nursery*), e *Sepiola rondeletii*. Pesci frequentatori sono alcuni Syngnathidae predatori di crostacei, come *Syngnathus acus*, *S. typhle* e *Hippocampus guttulatus*, Labridi predatori essenzialmente di Molluschi come *Symphodus ocellatus*, *S. rostratus* e il Gobide *Opeatogenys gracilis*, ritenuti preferenziali. Altri pesci comuni nelle praterie di *P. oceanica* sono alcune specie carnivore come *Chromis chromis*, *Scorpaena* spp., *Conger conger* e alcuni Sparidae come *Sparus aurata* e *Diplodus* spp., onnivori e predatori, oltre a *Sarpa salpa*, specie particolarmente importante poiché unico vertebrato in grado di nutrirsi direttamente delle foglie della pianta. In colonna d'acqua tra le foglie vivono alcuni Crostacei come il Decapode *Processa edulis* e il Misidaceo *Siriella clausii* considerata specie caratteristica della prateria (Pérès & Picard, 1964). Tra i molti studi sulla conoscenza di questo importante ecosistema e dei popolamenti ad essa associati solo pochi prendono in esame la comunità di organismi associata ai rizomi (Fig. 8) (Boero, 1981; Giangrande, 1985; Pansini & Pronzato, 1985; Bianchi *et al.*, 1989; Somaschini *et al.*, 1994; Bonfitto *et al.*, 1998; Kocak *et al.*, 2002; Balata *et al.*, 2008; Balata *et al.*, 2009; Albano, 2011; Belgacem *et al.*, 2011; Albano & Sabelli, 2012; Cocito *et al.*, 2012; Mabrouk *et al.*, 2013; Urra *et al.*, 2013; Mabrouk *et al.*, 2014) mentre si ha una più ampia conoscenza sullo strato fogliare (Russo *et al.*, 1984; Chessa *et al.*, 1989; Mazzella *et al.*, 1989; Russo *et al.*, 1991; Gambi *et al.*, 1992; Mazzella *et al.*, 1992; Gambi *et al.*, 1995; Scipione *et al.*, 1996; Takada *et al.*, 1999; Buia *et al.*, 2000; Sanchez-Jerez *et al.*, 2000; Giovannetti *et al.*, 2006; Balata *et al.*, 2009; Giovannetti *et al.*, 2010; Albano, 2011; Bedini *et al.*, 2011; Belgacem *et al.*, 2011; Donnarumma *et al.*, 2018 a).



Fig. 8: Comunità associata allo strato rizomiale; a: stazione di Bergeggi (foto di A. Colletti), b: e c: stazione della Gallinara (c: foto di A. Colletti)

La fauna vagile è principalmente composta da Molluschi, Crostacei e Policheti. Gambi *et al.*, (1982) indagarono la possibilità di individuare a priori eventuali *taxa* sufficienti, da soli, a descrivere l'intera comunità in base al tipo di ambiente in cui si opera, al fine di aumentare l'intensità di campionamento limitando lo sforzo nelle fasi di determinazione ed enumerazione delle specie presenti: i risultati mostrano come la sola analisi del *taxon* a Molluschi abbia fornito un'immagine strutturale della comunità della fauna vagile praticamente identica a quella ottenuta con l'impiego dei dati relativi all'insieme di tutto il popolamento (Molluschi, Crostacei, Policheti). E' stato possibile affermare quindi la validità del *taxon* a Molluschi quale "descrittore

efficace di comunità bentoniche”. Associato allo strato dei rizomi è stato di recente trovato e descritto un nuovo gruppo ecologico di cui fanno parte organismi perforatori definiti *borers*: si tratta di Policheti Eunicidi ed Isopodi Limnoriidi i quali scavano gallerie nelle scaglie persistenti dei rizomi (Buia *et al.*, 2000; Gambi & Cafiero, 2001; Gambi & Cigliano, 2006).

1.2 Gasteropodi marini

1.2.1 Cenni di sistematica

I Molluschi rappresentano il *Phylum* che ha avuto il maggior successo evolutivo e costituisce uno dei gruppi animali più diversificati. La sola classe dei Gasteropodi conta circa 100.000 specie viventi (Oliverio, 2008) di cui 2000 appartenenti al bacino mediterraneo (Nurra, 2009). I primi studi filogenetici riguardanti i gasteropodi vennero basati su caratteri morfologici e anatomici, come le caratteristiche di conchiglia, opercolo, mantello, piede, la tipologia di muscolatura e il complesso sistema nervoso, quello renale e circolatorio, ed ecologici come le strategie riproduttive, la tipologia della radula e le caratteristiche dello stadio larvale. Data la complessa diversità di questo gruppo, è stata proposta da Ponder (1988) la divisione della Classe Gastropoda in due sottoclassi: Prosobranchia ed Heterobranchia (= opistobranchi). Questa suddivisione è stata utilizzata per diversi anni e nonostante la Classe sia stata revisionata a seguito dello sviluppo di nuove tecniche molecolari per l'analisi filogenetica, i termini prosobranchi e opistobranchi sono ancora comunemente utilizzati per indicare rispettivamente i gasteropodi provvisti di conchiglia esterna in cui l'animale può interamente ritrarsi, e gasteropodi con conchiglia assente, ridotta o interna. Anche in questo lavoro si farà per comodità riferimento ai termini “prosobranchi” e “opistobranchi” seppur senza una valenza sistematica. Il *World Register of Marine Species* *WORMS* (www.marinespecies.org) divide attualmente i Gasteropodi in sette sottoclassi: Caenogastropoda, Cocculiniformia, Neomphalina, Neritimorpha,

Patellogastropoda e Vestigastropoda che comprendono prosobranchi, ed Heterobranchia. Le specie trattate in questo studio faranno riferimento alla classificazione proposta WORMS.

1.2.2 Morfologia della conchiglia

La conchiglia dei gasteropodi (Fig. 9) rappresenta lo scheletro dell'organismo e la sua creazione ha inizio allo stato embrionale con la formazione di una sottile protezione dorsale ad opera di secrezioni ghiandolari. Questo primo abbozzo di conchiglia viene completato poi da secrezioni ghiandolari da parte di cellule epidermiche specializzate situate su alcune pieghe del mantello, le quali depositano conchiolina, una proteina che viene successivamente impregnata di Sali di calcio. Una conchiglia adulta è composta da tre strati principali: partendo dall'esterno troviamo il periostraco che è un sottile strato di sostanza organica (conchiolina) di vario spessore, il quale funge da base strutturale per la deposizione dello strato mediano, detto ostraco, formato da prismi di carbonato di calcio (CaCO_3) o aragonite. Lo strato più esterno, l'ipostraco, è composto da cristalli di aragonite racchiusi in una matrice organica a formare delle lamelle. L'apice della conchiglia è detto protoconca, ossia l'originaria conchiglia del veliger, mentre la conchiglia giovanile e quella adulta insieme formano la teleoconca. La tipica conchiglia dei gasteropodi è un cono avvolto a spirale attorno ad un asse centrale detto columella; l'avvolgimento avviene solitamente in senso orario con un numero di spire (giri) variabile quindi la crescita della teleoconca comporta un aumento del numero di giri attorno alla columella. Questo processo avviene con l'alternanza di fasi di secrezione a periodi di quiescenza, in funzione delle condizioni ambientali più o meno favorevoli.

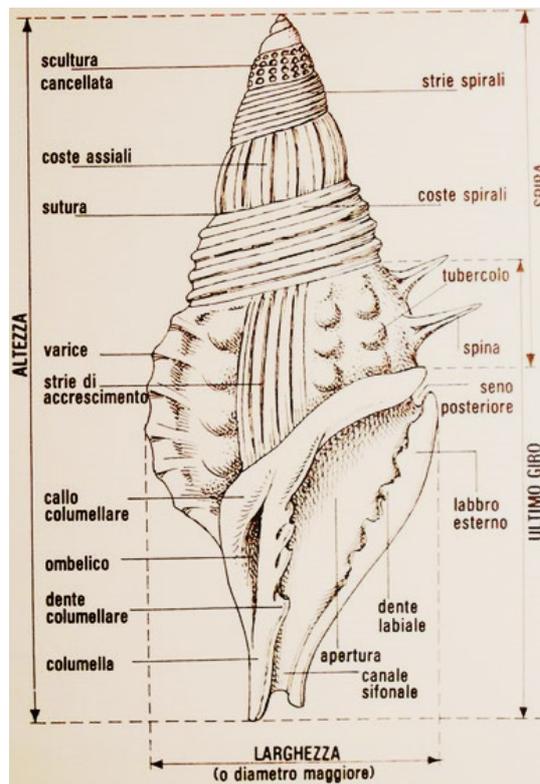


Fig. 9: Schema di conchiglia di Prosobranco (D'Angelo e Gargiulo, 1978)

La conchiglia di un gasteropode può essere spiralata in senso orario (destrorsa) o antiorario (sinistrorsa); la conchiglia è destrorsa quando, se posta con l'apice verso l'alto e l'apertura verso l'osservatore, l'apertura è situata a destra della columella, ed è sinistrorsa quando si apre sulla sinistra. Il senso di rotazione è regolato da un gene che presenta due alleli, quello che determina l'avvolgimento destrorso è il dominante infatti la maggior parte dei gasteropodi è caratterizzato da avvolgimento destrorso.

1.2.3 Locomozione

L'organo adibito alla locomozione è il piede, una suola piatta adatta a strisciare su una grande varietà di substrati, cigliata e munita di numerose cellule ghiandolari secernenti muco sul quale l'animale scivola. Il movimento è dato da onde di contrazione che possono essere monotassiche se si propagano per tutta la larghezza del piede, ditassiche se impegnano solo per

metà la larghezza del piede; le onde del lato destro si muovono alternandosi a quelle del lato sinistro. Tali onde possono essere dirette nel caso in cui comportano la contrazione della muscolatura longitudinale e dorsoventrale partendo dall'estremità posteriore del piede, oppure possono essere retrograde, quando comportano la contrazione dei muscoli trasversali che, insieme alla pressione sanguigna, spinge in avanti la parte frontale del piede. Il modello più comune tra i Prosobranchi è il retrogrado ditassico (Ruppert *et al.*, 2007). Alcuni gasteropodi sono adattati alla vita sessile (Vermetidae), altri utilizzano il piede per scavare ed infossarsi nel sedimento fine (es. *Natica* spp.), per effettuare piccoli balzi (es. *Strombus* spp.) o per nuotare attivamente (es. *Aplysia* spp.).

1.2.4 Habitat

Nonostante i gasteropodi si siano evoluti su fondali rocciosi marini, nel corso del tempo sono riusciti a colonizzare diverse tipologie di habitat, portando a sviluppare, secondo selezione naturale, forme di conchiglie e tipi di locomozione vari. Generalmente, conchiglie con spire basse sono più stabili e adatte al movimento dell'animale su superfici verticali di rocce o vegetazione, mentre conchiglie con spire lunghe risultano più semplici da trasportare orizzontalmente su fondi incoerenti. Alcune specie di fondali sabbiosi, come ad esempio quelle appartenenti al genere *Natica*, hanno un opercolo rigido calcareo simile ad uno spesso uncino perfetto per scavare nella sabbia con una rapida estensione del piede. Alcuni gasteropodi hanno evoluto particolari adattamenti che gli hanno permesso di colonizzare l'ambiente planctonico: *Janthina* spp. e *Glaucus* spp. producono bolle di gas che gli permettono il galleggiamento all'interfaccia aria/acqua, *Carinaria* spp. e *Cymbula* spp. vivono sospese in colonna d'acqua grazie a particolari morfologie del mantello, presenza di pinne derivate dal piede per direzionare il movimento e conchiglie sottili cartilaginee.

1.2.5 Riproduzione e sviluppo

I Gasteropodi possono essere gonocorici o ermafroditi ma in entrambi i casi permane solo la gonade destra. La fecondazione è interna e i gameti maschili sono incanalati da un pene nella cavità del mantello attraverso il dotto genitale. Nei Prosobranchi ermafroditi, durante la copulazione, l'uno agisce da maschio e l'altro da femmina oppure avviene uno scambio sincrono e reciproco di spermatozoi. Le uova vengono liberate in colonna d'acqua o, più comunemente, molti Prosobranchi producono ooteche o involucri di varie forme a seconda della specie, le quali vengono poi ancorate a vari substrati, tra cui i rizomi di *Posidonia oceanica*. Lo sviluppo embrionale avviene attraverso segmentazione determinativa a spirale con l'apertura boccale che si sviluppa dal blastoporo, comunemente a tutti i protostomi. Le uova vengono incluse in una massa d'albume e circondate da un involucro proteico. In questo stadio l'embrione rappresenta lo stadio di trocofora che viene superato alla schiusa con lo sviluppo dello stadio larvale chiamato veliger, liberamente natante grazie a due espansioni ciliate che ne permettono il movimento. I veliger possono essere planctotrofici se hanno una vita larvale di circa tre mesi e sono in grado di alimentarsi, o lecitotrofici, se si nutrono di del loro vitello e hanno vita breve. Durante lo stadio a veliger avviene la torsione durante la quale conchiglia e massa viscerale compiono una rotazione di 180° rispetto al capo e al piede. Quando il piede risulta sufficientemente sviluppato per strisciare, il veliger abbandona l'ambiente planctonico e procede con l'insediamento e la metamorfosi. A questo punto il *velum* (organo natatorio, da cui il nome della larva) scompare e l'animale raggiunge la forma adulta.

1.2.6 Specializzazione trofica

La dieta e le abitudini alimentari dei gasteropodi si diversificarono enormemente in concomitanza con la loro radiazione adattativa in habitat incoerenti e pelagici. In questa Classe possiamo trovare praticamente tutti i tipi di abitudini alimentari: i gasteropodi possono essere brucatori microfagi, fitofagi, carnivori, onnivori, spazzini, detritivori, sospensivori e parassiti e alcuni possono nutrirsi aspirando il citoplasma cellulare. Nonostante questo e al di là della grande varietà di morfologie e fisiologie del sistema digerente, possiamo riscontrare alcune caratteristiche comuni alla maggior parte dei gasteropodi, come ad esempio la presenza di un intestino costituito da bocca, cavità boccale, esofago, stomaco, intestino, retto e ano, l'impiego di una radula e una digestione almeno parzialmente extracellulare attuata grazie all'azione di enzimi prodotti dalle ghiandole salivari, dalle tasche esofagee e/o dai cecchi digerenti. La forte specializzazione trofica conseguita dai Molluschi Gasteropodi ha permesso di limitare la sovrapposizione delle nicchie trofiche abbassando il grado di competizione interspecifica e consentendo a più specie di condividere la stessa nicchia ecologica. L'allocazione dei gruppi trofici di appartenenza risulta complessa per alcune specie di gasteropodi in grado di utilizzare un'ampia tipologia di risorse (come ad esempio i Cerithiidae con dieta erbivora-detritivora) andando a sovrapporsi in più gruppi trofici, rispetto ad altre più selettive, come alcuni erbivori specializzati al consumo di particolari porzioni di talli algali, i più teneri, o consumare una determinata alga solo in una fase del ciclo vitale. In generale, possiamo definire i seguenti gruppi trofici nella Classe Gastropoda:

- MG: erbivori di microalghe filamentose spazzolando il substrato
- AG: erbivori di macroalghe
- HeD (erbivori-detritivori): gasteropodi che si nutrono di microalghe bentoniche e detrito
- D (detritivori): gasteropodi che si nutrono di materia organica particolata

- CS: carnivori si nutrono di prede sessili
- CV: carnivori che si nutrono di prede mobili
- E: ectoparassiti
- S (*scavengers*): gasteropodi che si nutrono di resti di animali morti
- SG (*seagrass feeders*): erbivori di tessuto vivo di fanerogame
- F (*filter feeders*): gasteropodi che si nutrono di particelle organiche in sospensione per filtrazione o produzione di muco
- O (oofagi): si nutrono di ovature di altri organismi
- SY (*symbiont bearing species*): gasteropodi nei quali le simbiosi batteriche forniscono una fondamentale risorsa energetica complementare.

Questa selettività è stata resa possibile dalla differenziazione subita dall'apparato radulare permettendo un diverso utilizzo delle risorse. Le caratteristiche anatomiche, morfologiche e funzionali della radula rappresentano uno dei principali caratteri distintivi per la ricostruzione filogenetica dei Gastropoda. La radula è contenuta nel sacco radulare ed agisce come una raspa, una grattugia o un nastro trasportatore su cui sono posizionate numerose file trasversali e simmetriche di denti, generalmente di chitina; forma, numero e disposizione dei denti sono specie-specifici e spesso possono risultare utili nella classificazione e nell'identificazione. La radula poggia su di un tessuto connettivo detto odontoforo, la contrazione dei muscoli protrattori e retrattori del tessuto e della radula determinano insieme l'estroffessione di quest'ultima e lo scorrimento dei denti contro il substrato che viene così ripulito per trarne il nutrimento (Fig. 10).

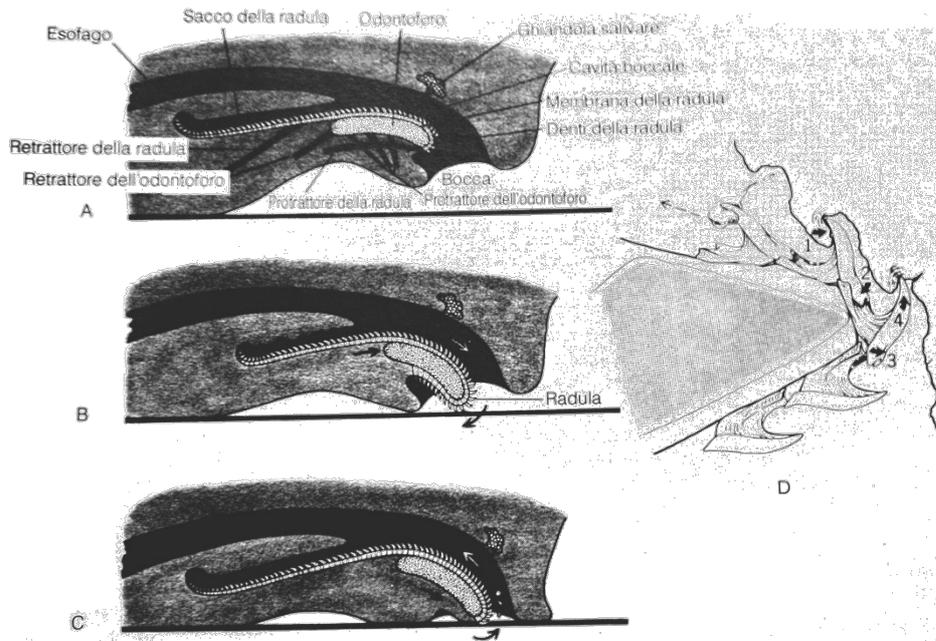


Fig. 10: A: cavità boccale e radula in visione laterale; B: protusione della radula contro il substrato; C: retrazione della radula coi denti che raschiano il substrato; D: azione di taglio dei denti

Troschel e altri autori (1856), divisero i prosobranchi, senza nessun significato evolutivo o filogenetico, in diversi gruppi a seconda del tipo prevalente di radula:

- Rhipidoglossa: presente nei prosobranchi più primitivi (es. Trochidae), è caratterizzata da un dente centrale (rachidiano) largo simile ai 5 denti laterali e da numerosi denti marginali, lunghi, stretti e falciformi. Questi ultimi, con il loro movimento a mulinello, sono deputati al distacco e alla raccolta del cibo, mentre i denti laterali e il rachidiano convogliano le particelle di cibo staccate dal substrato e le portano all'interno. Questo tipo di radula non esercita una forte pressione sulla superficie ed è quindi adatta ad un'alimentazione a base di microalghe, detrito e alghe filamentose.
- Docoglossa: presente in tutti i Patellogastropoda, è caratterizzata da un numero ridotto di denti per fila, generalmente corti, a base larga e formati da chitina con

l'aggiunta di composti di silice e ferro che rafforzano i denti e li rendono di colore scuro. Questo tipo radulare ha azione differente rispetto agli altri in cui solo una o due file di denti è operativa di volta in volta; nei docoglossa, buona parte della radula viene posta contemporaneamente sul substrato ed il movimento è simile a quello di una lima anziché semicircolare. Questo movimento necessita di una maggiore forza applicata infatti, i muscoli della massa buccale sono particolarmente sviluppati e consentono alle patelle di lasciare evidenti segni sulle rocce e di nutrirsi delle alghe a tallo più duro come macroalghe coriacee e alghe coralline incrostanti (Steneck & Watling, 1982).

- Taenioglossa: probabilmente derivata dalla radula rhipidoglossa per perdita dei denti marginali. E' generalmente composta da sette denti per fila e da un numero ridotto di muscoli buccali rispetto alla rhipidoglossa; questo ne limita il movimento ma consente di esercitare una forza maggiore raschiando il substrato anziché spazzolarlo. Questa tipologia di radula è la più versatile per quanto riguarda il tipo di risorse sfruttate: molluschi erbivori dotati di radula taenioglossa possono nutrirsi di microalghe, alghe filamentose, macroalghe e alghe coralline articolate (Steneck & Watling, 1982). *Cerithiopsis* e *Triphora* si nutrono del tessuto delle spugne penetrando in un osculo e raggiungendo le parti molli che vengono strappate da un paio di mascelle poste all'estremità della proboscide; il cibo viene poi convogliato all'interno della massa buccale dai denti radulari.
- Ptenoglossa: formata da un elevato numero di lunghi denti falciformi, tutti molto simili tra loro i quali formano una struttura adatta ad afferrare e trattenere il cibo. La radula ptenoglossa è tipica di molluschi ectoparassiti come Epitonidae (es.

Janthina ingoia sifonofori interi del genere *Veleva*) ed Eulimidae (Giannuzzi-Savelli; 1987).

- Rachiglossa: composta da pochi denti per fila dalla caratteristica forma “a rastrello” data dalle numerose cuspidi. Questa radula è presente in molluschi carnivori come Muricidae e Buccinidae; nelle specie perforatrici, il dente centrale è pluricuspidato e in grado di perforare la conchiglia di altri molluschi (Giannuzzi-Savelli; 1987).
- Toxoglossa: forse derivata dal tipo taenioglossa, formata da uno o una coppia di denti a forma di arpione, spesso associati ad una ghiandola velenifera (*Conus* spp., *Mangelia* spp.). Questi denti hanno la funzione di “arpionare” la preda e iniettare il veleno paralizzante mentre l’assunzione di cibo avviene in seguito, grazie alla proboscide estendibile (Giannuzzi-Savelli, 1987). Le prede preferite dai toxoglossi sono policheti, sipunculidi, piccoli pesci e altri gasteropodi. Questo tipo radulare è altamente evoluto e innovativo rispetto alle altre radule.

1.2.7 Gasteropodi dello strato rizomiale

Come già evidenziato da Pérès e Picard (1964) e, più tardi, da Bianchi *et al.* (1989), non è possibile considerare le praterie di *Posidonia oceanica* come unica biocenosi bensì è necessario considerarle come composte da tre stratocenosi (superiore fotofilo di strato fogliare, inferiore sciafite dei rizomi e quello della *matte*) in cui si possono distinguere quattro assemblaggi: epifauna fogliare, epifauna dei rizomi, infauna dei sedimenti associata alle radici e fauna vagile. Foglie e rizomi rappresentano un *continuum* di substrato per le specie mobili (come i gasteropodi) che si arrampicano su e giù per l’asse della pianta, con cadenza principalmente controllata dal ciclo giorno-notte (migrazioni nictemerali, Russo *et al.*, 1984). I Molluschi sono il

taxon più rappresentativo della fauna vagile delle praterie, sia per ricchezza specifica sia per abbondanza, seguito da Crostacei e Policheti (Mazzella *et al.*, 1989; Gambi *et al.*, 1992). Lo strato fogliare rappresenta la biocenosi più selettiva in relazione alle specie animali che ospita, grazie ad alcune peculiari caratteristiche come il ciclo di rinnovamento fogliare e la sua complessità spaziale; di conseguenza, lo studio della fauna vagile epifita di strato fogliare ha goduto negli anni di una particolare attenzione da parte della comunità scientifica. Dalle numerose ricerche malacologiche di strato fogliare è emerso come il popolamento mostri importanti differenze di composizione specifica dipendenti principalmente da gradienti latitudinali e batimetrici (e stagionali, in minor misura), i quali non consentono di individuare e definire un'associazione caratteristica universalmente valida per tutti i posidonieti che sono quindi da mettere in relazione alle diverse variabili ambientali. Gli studi effettuati da Russo (1986; 1989) sulla malacofauna fogliare del posidonieto di Lacco Ameno d'Ischia, evidenziano come il gradiente batimetrico influenzi indirettamente la variabilità specifica degli *stock* malacologici a causa di due fattori ambientali ad esso correlati: idrodinamismo e disponibilità dei nutrienti. L'idrodinamismo è il principale fattore strutturante il popolamento fogliare andando a selezionare adattamenti morfo-funzionali dei prosobranchi come la morfologia della conchiglia (taglia, angolo di elevazione e detorsione delle spire) e delle parti molli (morfologia del piede, determinante locomozione e adesione al substrato); il controllo della batimetria sulla disponibilità trofica è dovuto invece ai gradienti di luce osservabili alle diverse profondità e regolamentanti la biomassa algale epifita delle foglie, principale fonte alimentare dei molluschi. Inoltre, Nurra (2009) osserva come anche lo stato di conservazione della prateria concorra a determinare la composizione qualitativa della comunità a molluschi: la presenza di uno o più agenti di disturbo come gli ancoraggi o la pesca a strascico possono alterare la struttura della prateria o i flussi trofici dell'ecosistema portando all'apertura di nuove nicchie trofiche che favoriscono la presenza di specie più opportuniste o provenienti da altre biocenosi, diminuendo

la competizione con le specie caratteristiche ed aumentando la biodiversità, oppure portando il sistema al collasso. Per questo motivo, le indagini sui popolamenti associati ai posidonieti dovrebbero essere sempre integrate con quelle sulla salute della prateria.

Il *canopy* fogliare attenua la luce incidente sullo strato sottostante permettendo ai rizomi di ospitare una biocenosi coralligena impoverita: questo strato è considerato un'enclave del livello circalitorale nell'infra-litorale. Probabilmente, l'approccio di Pérès e Picard (1964) di considerare la comunità dei rizomi strettamente correlata alla comunità coralligena, potrebbe essere stata una delle cause che distolse l'attenzione della comunità scientifica dai rizomi. Infatti, la letteratura inerente alla malacofauna di strato rizomiale di *P. oceanica* è rappresentata da pochi studi (Templado, 1984 b; Bonfitto *et al.*, 1998; Russo & Terlizzi, 1998; Martini *et al.*, 2000; Albano, 2011; Albano & Sabelli, 2012), pochi dei quali affrontano il confronto tra la stratocenosi delle foglie e quella dei rizomi. Grazie a questi lavori, ho potuto effettuare delle ricerche ed un confronto originale tra le liste specie disponibili e da cui ho potuto estrapolare in modo sintetizzato ciò che segue nel testo. I Molluschi gasteropodi sono rappresentati da un elevato numero di specie sui rizomi, anche maggiore rispetto alle foglie, ma meno preferenziali rispetto all'ecosistema *Posidonia* e con una maggiore frequenza di specie frequentatrici. E' confermata la presenza sui rizomi di gasteropodi affini alle biocenosi coralligene (Pérès & Picard, 1964; Boudouresque, 1970); alcuni esempi sono *Marshallora adversa*, *Monophorus erythrosoma*, carnivore che si cibano di spugne, *Muricopsis cristata*, *Pusia tricolor*, *Pollia scabra*, *Fusinus pulchellus* e *Raphitoma linearis*, carnivore che si cibano di specie mobili (Sabelli, 2011; Albano & Sabelli, 2012). Le specie trovate solamente sullo strato rizomiale sono: *Pogonodon pseudocanaricus*, *Parvioris ibizenca*, *Erosaria spurca*, *Payraudeautia intricata*, *Mitrella minor*, *Mitromorpha karpathoensis* e *Mathilda gemmulata*, tutte specie carnivore di spugne o di organismi mobili. Alcune delle specie caratteristiche esclusive dei rizomi sono *Mitromorpha olivoidea* e *Crisilla beniamina*, mentre tra le preferenziali troviamo *Cheirodonta pallescens*,

Cerithiopsis tubercularis, *Crisilla semistriata*, *Gibberula miliaria* e *G. philippi*; tra le specie accompagnatrici di strato rizomiale ci sono *Jujubinus exasperatus*, *Calliostoma laugeri* e *Smaragdia viridis* e tra le accidentali *Jujubinus gravinae*, *Gibbula ardens* e *Pusia ebenus*. Rispetto allo strato fogliare, dove sono più abbondanti specie erbivore di micro e macroalghe, tra i gasteropodi che abitano lo strato dei rizomi prevalgono carnivori (ectoparassiti, carnivori di prede sessili e carnivori di prede mobili) come Cerithiopsidae, Raphitomidae e Triphoridae, e detritivori come *Crisilla* spp.

L'alta diversità in specie associata ai rizomi nelle praterie di *Posidonia oceanica* è da imputare alla loro particolare modalità di sviluppo e di crescita: i rizomi possono diffondersi sia orizzontalmente che verticalmente costruendo una complessa struttura tridimensionale in cui sono presenti una significativa componente sedimentaria e un substrato duro costituito sia dai rizomi stessi, che da fauna e flora epibionte. Lo strato di rizomi di *P. oceanica* può quindi aumentare la complessità e la disponibilità di diversi microambienti e consentire la coesistenza di più specie. Le altre specie mediterranee di fanerogame marine hanno solo rizomi a crescita orizzontale (*Zostera marina*, *Z. noltii*) o sono più piccole con rizomi più corti e sottili (*Cymodocea nodosa*), quindi non in grado di costruire il complesso ambiente a rizoma tipico di *Posidonia oceanica* (Borum, 2004). Sullo strato rizomiale le correnti e l'incidenza della luce agiscono in modo trascurabile venendo attenuate dal *canopy* fogliare, creando un ambiente riparato (Mazzella *et al.*, 1992; Balata *et al.*, 2007) e minimizzando così le differenze di intensità luminosa da una batimetria all'altra. Pochi studi sono presenti in letteratura riguardanti la variabilità dei popolamenti a gasteropodi associati ai rizomi in relazione alla profondità (Idato *et al.*, 1983; Russo & Terlizzi, 1998; Belgacem, 2011). Martini *et al.*, (2000) hanno analizzato l'andamento annuale della malacofauna associata ai rizomi di *P. oceanica* da un punto di vista quali-quantitativo campionando con cadenza bimestrale tramite utilizzo della sorbona: la media dei valori del numero di specie mostra i valori più elevati nei mesi di gennaio e marzo, mentre il

minimo si ha in settembre; l'andamento annuale della media dei valori dell'abbondanza mostra un picco in novembre, mentre il valore minimo si registra in gennaio. Le specie più abbondanti risultano *Bittium latreillii*, *Alvania lineata*, *Tricolia pullus* e *Bittium reticulatum*, tutte con un picco di abbondanza nel mese di novembre. Sia per le specie più rappresentative che per la malacofauna in generale si confermano i più alti valori di abbondanza (numero di individui) precedentemente trovati in altri studi (Terlizzi & Russo, 1996). Questo *trend* è dovuto principalmente dal ciclo vitale delle specie che compongono la comunità malacologica ma anche da altri fattori: lo strato fogliare normalmente ha un “effetto filtro” sull’azione della sorbona che va ad agire principalmente sullo strato dei rizomi; a novembre la fanerogama ha già perso la maggior parte delle foglie per cui “l’effetto filtro” ha una minor influenza sul campionamento rispetto ad altri periodi dell’anno (Terlizzi & Russo, 1996; Bonfitto *et al.*, 1998).

Mojetta (1981), durante le sue ricerche riguardanti i molluschi conchiferi di una prateria nei pressi del Promontorio di Portofino, notò la presenza di specie comuni allo strato fogliare e a quello dei rizomi e tra i rizomi e il fondale, mentre sono quasi assenti specie comuni tra foglie e fondo, ad esclusione di poche specie comuni a tutte e tre le stratocenosi. Ipotizzò che i rizomi possano costituire un complesso filtrante tra foglie e fondo piuttosto che un ponte tra le due stratocenosi estreme.

2. SCOPI

Gli studi disponibili sulla comunità animale vagile associata alle praterie di *Posidonia oceanica* si concentrano: sulle coste spagnole (Sud della Spagna: Templado, 1984 a, b; Sánchez-Jerez *et al.*, 2000; Urra *et al.*, 2013), maltesi (Dimech *et al.*, 2002), tunisine (Belgacem *et al.*, 2011), e tra le coste italiane gli studi si concentrano nei pressi di Ischia (Russo *et al.*, 1984; Mazzella *et al.*, 1989; Russo, 1989; Scipione *et al.*, 1996; Gambi & Cafiero, 2001; Gambi & Cigliano, 2006), sulle coste toscane (Bonfitto *et al.*, 1998; Martini *et al.*, 2000; Bedini *et al.*, 2011), sarde (Chessa *et al.*, 1989; Gambi *et al.*, 1992; Gambi *et al.*, 1995; Gambi & Cigliano, 2006) e romane (AMP Secche di Tor Paterno, Albano, 2011). I posidonieti presenti nel Mar Ligure rimangono quindi poco conosciuti, per quanto riguarda lo studio della comunità animale associata, ad eccezione dei lavori di Mojetta (1981; baia di San Fruttuoso nel Promontorio di Portofino) e Nurra (2009; Punta Manara a Riva di Trigoso), entrambi riguardanti i gasteropodi di posidonieti nel versante di Levante.

I molluschi gasteropodi sono rappresentati da un elevato numero di specie sui rizomi, normalmente maggiore rispetto alle foglie, seppur più generaliste della biocenosi (Templado, 1984 a, b; Bonfitto *et al.*, 1998; Martini *et al.*, 2000; Albano, 2011; Albano & Sabelli, 2012): le peculiari caratteristiche dello strato rizomiale (già espresse nel par. 1.2.7) rendono questo ambiente unico rispetto alle altre stratocenosi presenti e permettono di ospitare una diversa comunità a gasteropodi rispetto allo strato fogliare, ormai largamente studiato dalla comunità scientifica in tutti i suoi aspetti.

Questa ricerca si pone quindi l'obiettivo di caratterizzare per la prima volta la malacocenosi di strato rizomiale in due siti sottoposti a diverso grado di tutela ambientale (l'Area Marina Protetta di Bergeggi (SV) istituita nel 2007 e la Riserva Naturale Regionale dell'Isola Gallinara (SV), (inserita tra le aree di reperimento della legge 394/91, titolo V articolo 36)), a due diverse profondità, allo scopo di confrontare quali-quantitativamente la struttura trofica dei due

popolamenti. Per una più completa analisi del popolamento, i dati raccolti sono stati utilizzati per effettuare un confronto con la comunità di molluschi gasteropodi associati allo strato fogliare parallelamente campionato in uno studio affine tramite la tecnica del retino manovrato a mano (Russo *et al.*, 1985).

E' stata inoltre analizzata la tanatocenosi a gasteropodi e confrontata con gli *stock* delle cenosi di foglie e rizomi al fine di individuare l'apporto da biocenosi limitrofe la prateria (*lateral supply*) o specie presenti in altri periodi dell'anno.

3. MATERIALI E METODI

3.1 Aree di studio

Le praterie di *P. oceanica* analizzate e confrontate ricadono all'interno dell'Area Marina Protetta di Bergeggi e nella Riserva Naturale Regionale dell'Isola Gallinara. Le praterie sono quindi incluse in aree sottoposte a un diverso grado di tutela ambientale e un loro confronto a diversi livelli ecosistemici potrebbe pertanto evidenziare l'efficienza della gestione dei siti e valorizzare l'uso dei molluschi come descrittori dello stato di conservazione dei posidonieti.

Entrambi i siti sono collocati nel settore biogeografico 1 dei mari italiani (Fig. 11), quello del Mar Ligure; questo permette di escludere il gradiente latitudinale come causa di eventuali differenze negli *stock* malacologici, sia in termini di composizione specifica, sia di ciclo vitale (rapporto giovanili/adulti), e di poter considerare, su grande scala, le due praterie sottoposte alle stesse caratteristiche climatico-ambientali che contraddistinguono questo settore biogeografico.

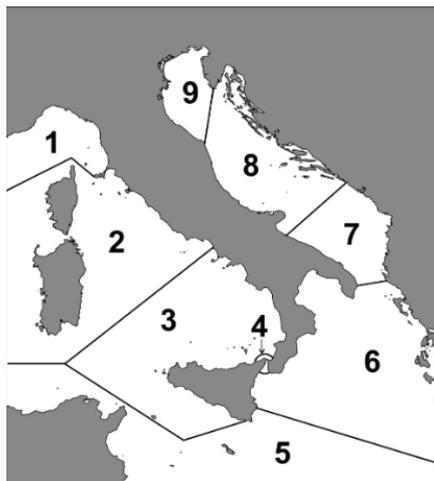


Fig. 11: Settori Biogeografici dei mari italiani (www.sibm.it)

Nonostante la fragilità dell'ecosistema posidonia e il grande valore naturalistico e turistico delle aree di studio, scarseggiano in letteratura studi riguardanti i due posidonieti o sono spesso limitati a mappature e confronti dell'estensione delle praterie nel tempo (Balduzzi *et al.*, 1992;

Montefalcone *et al.*, 2007; Tunesi *et al.*, 2008; Rovere *et al.*, 2010). Si avverte quindi la necessità di programmi di monitoraggio più costanti e dettagliati, che prendano in esame sia i parametri fenologici e lepidocronologici della pianta, sia la componente faunistica ad essa associata e per i due siti mai investigata.

3.1.1 Isola di Bergeggi

Inquadramento geografico e urbanizzazione costiera

L'isola di Bergeggi (SV) è un affioramento calcareo di forma triangolare situato nella Riviera Ligure di Ponente. Si erge a circa 250 m dalla costa, ha una superficie di 0,02 km² e un'altitudine di 53 m. s.l.m. Il versante Est dell'isola è caratterizzato da falesie ripide che terminano con depositi rocciosi gravitativi mentre il versante Ovest degrada più dolcemente. Il tratto di costa al quale si affaccia è formato dalle Dolomie di S. Pietro dei Monti (Trias Inferiore) che compongono una morfologia varia e articolata. Al termine della spiaggia di Spotorno-Noli inizia la falesia di Punta del Maiolo, classificabile come "*plunging cliff*" (Carobene, 2004), ovvero una falesia che si raccorda con un fondale profondo. La spiaggia delle Sirene separa Punta del Maiolo con il promontorio di Punta Predani, una falesia rocciosa che presenta una brusca diminuzione della pendenza in corrispondenza del livello del mare e riaffiora in due punti distinti (scoglietti di Punta Predani) a poca distanza dalla terraferma. Nella sua parte occidentale, la falesia si presenta leggermente arretrata rispetto alla linea di costa e in questa zona si apre una grotta marina denominata Grotta dei Predani. Tra Punta Predani e Punta Grotte è situata la spiaggia dei Predani formata naturalmente dal Rio dei Preni. La falesia rocciosa di Punta Grotte si estende sino alla spiaggia di Bergeggi e in questo promontorio si apre la Grotta Marina di Bergeggi, di grande valenza naturalistica e facente parte di un più vasto e complesso sistema carsico (Bianchi *et al.*, 2009b). La spiaggia di Bergeggi (Fig. 12) e la spiaggia delle Sirene sono state formate artificialmente alla fine degli anni '60, utilizzando in origine sedimento di natura

alluvionale prevalentemente costituito da quarzo e feldspati, con granulometria compresa tra la ghiaia medio-fine e la sabbia fine, associato ad una frazione argillosa variabile tra il 10 e 12% (Fierro *et al.*, 2010). Entrambe le spiagge sono mantenute *in situ* con periodici interventi di ripascimento.



Fig. 12: Sopra: litorale di Bergeggi nel 1969. Sotto: stesso tratto di litorale nel '72 in seguito agli interventi da parte del Comune (Fierro *et al.*, 2010).

A circa 3 km di distanza dall'Isola si colloca il comune di Vado Ligure che rappresenta il più importante sito industriale nella provincia di Savona contando circa 600 piccole e medie industrie e nel quale territorio si sviluppa a partire dagli anni '60 il porto di Vado, che gode di un elevato traffico marittimo, commerciale e turistico e che in questi ultimi anni sta subendo imponenti opere di ampliamento. La vicinanza di Bergeggi con questo tratto di costa, altamente urbanizzato e industrializzato, unitamente alle correnti liguri che operano un trasporto *longshore*

in direzione sud-ovest, comportano la presenza di una fonte di disturbo per gli habitat marini dell'Area Marina Protetta rappresentato dall'aumento di torbidità delle acque legato alle attività portuali e ai periodici ripascimenti dei litorali. L'influenza delle attività industriali sulle specie marine di Bergeggi è stata confermata da un recente studio (Squadrone *et al.*, 2018) nel quale è stata osservata una contaminazione da metalli pesanti in diverse specie di macroalghe presenti nell'AMP.

Stato delle conoscenze e gestione dell'ambiente marino

Nel 1985 viene riconosciuto l'importante valore naturalistico e paesaggistico di quest'area con l'istituzione della Riserva Naturale Regionale di Bergeggi che comprende l'isola e il tratto di costa ad essa prospiciente. Nel 2001 il Comune di Bergeggi formula la richiesta di istituzione dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi" che, in seguito alle analisi ambientali effettuate dalla Regione Liguria e dall'ICRAM (Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica Applicata al Mare), viene istituita nel Maggio del 2007. L'area comprende più di 2 km² suddivisi in tre zone sottoposte a diverso regime di tutela ambientale (Fig. 13).

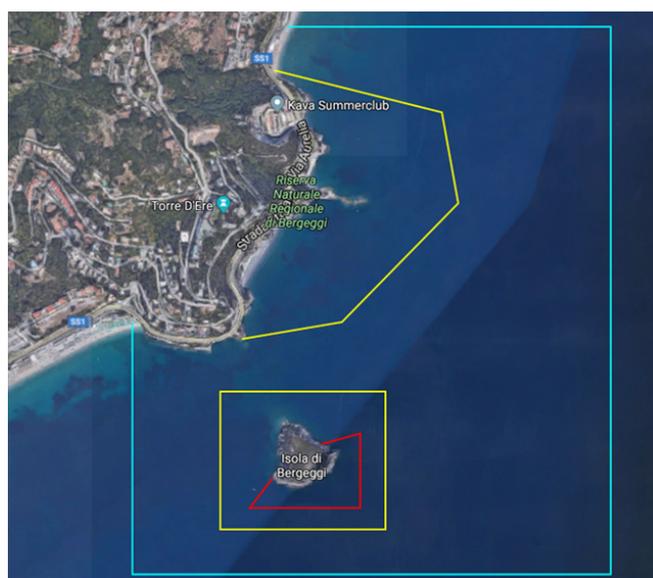


Fig. 13: Suddivisione delle tre zone dell'AMP (www.ampisolabergeggi.it)

Il regolamento di esecuzione e organizzazione dell'AMP disciplina le attività non consentite nelle diverse zone; tra queste, gli ancoraggi e la pesca a strascico rappresentano la principale minaccia alla conservazione delle praterie. Gli ancoraggi sono vietati dal regolamento all'interno delle zone A e B, mentre nella zona C sono consentiti ad eccezione delle aree particolarmente sensibili dove sono presenti praterie di *Posidonia oceanica* e/o fondali rocciosi a coralligeno, individuate e segnalate dal medesimo ente gestore. La pesca a strascico è vietata all'interno di tutta l'Area Marina Protetta ed è stata limitata nelle praterie antistanti Spotorno tramite il posizionamento, risalente a circa 20 anni fa, di barriere artificiali antistrascico per il popolamento ittico (Fig. 14).



Fig. 14: Una delle barriere artificiali di Spotorno tra *P. oceanica* a -18 m

Per la sua posizione, la qualità delle acque e la ricchezza della fauna marina, Bergoggi rappresenta una delle principali mete per il turismo subacqueo dell'Italia Nord-occidentale ed in particolare per i subacquei liguri della provincia di Savona, quelli piemontesi e lombardi che

ogni anno praticano immersioni ricreative con flusso contenuto da giugno a settembre nelle acque dell'Area Marina Protetta (Ferrando, 2018).

I fondali di Bergeggi godono della presenza di numerose specie particolarmente sensibili e protette da convenzioni internazionali (Convenzione di Berna, Direttiva Habitat, Convenzione di Barcellona, 1999) tra le quali:

Axinella cannabina, *A. polypoides*, *Aplysina aerophoba*, *Corallium rubrum*, *Antipathella subpinnata*, *Centrostephanus longispinus*, *Charonia lampas*, *Cymodocea nodosa*, *Cystoseira amentacea*, *C. zosteroides*, *Epinephelus marginatus*, *Erosaria spurca* (= *Naria spurca*), *Hippocampus guttulatus*, *H. hippocampus*, *Homarus gammarus*, *Lithophaga lithophaga*, *Lithophyllum byssoides*, *Luria lurida*, *Maya squinado*, *Mitra zonata*, *Paracentrotus lividus*, *Petrobiona massiliana*, *Palinurus elephas*, *Pholas dactylus*, *Pinna nobilis*, *Posidonia oceanica*, *Sarcotragus foetidus*, *Savalia savaglia*, *Scyllarides latus*, *Sciaena umbra*, *Ranella olearia*, *Zonaria pyrum* (Rovere *et al.*, 2007; Betti 2014).

Ad incremento del suo valore naturalistico, sono presenti nell'area tre habitat protetti inseriti nell'allegato I della Direttiva Habitat, DPR 357/1997: le scogliere, le grotte marine sommerse o semisommerse e le praterie di *Posidonia oceanica*.

Gli studi sulle biocenosi infralitorali di scogliera di Bergeggi (Parravicini *et al.*, 2006 a, b) hanno messo in luce il degrado causato dalla pesca illegale del dattero di mare *Lithophaga lithophaga* in molte zone delle falesie contenute nell'AMP. Questa attività provoca la "desertificazione" (Bianchi & Morri, 2000) di vaste aree di scogliera infralitorale causata dalla distruzione delle rocce per la raccolta del bivalve, con conseguente rimozione della fauna sessile associata e danno diretto agli organismi sottostanti le rocce smantellate. Monitoraggi successivi nell'area (Bianchi *et al.*, 2009b) hanno mostrato l'avvio di una lenta ripresa della colonizzazione delle rocce nude danneggiate, in particolare dovuta alle alghe corallinacee incrostanti, considerate colonizzatrici pioniere in situazioni di bassa copertura biologica.

Nella falesia di Punta Grotte si apre la Grotta Marina di Bergeggi che si sviluppa in parte in ambiente sommerso e in parte in ambiente emerso. Le grotte marine costituiscono ambienti molto particolari da un punto di vista ecologico; la riduzione dei parametri abiotici quali luce, idrodinamismo e nutrienti spostandosi dall'imboccatura verso l'interno della grotta permette a specie tipiche di ambienti profondi di trovare condizioni ideali alla loro crescita anche a batimetrie comprese nella zona eufotica, consentendo più ampia diffusione nell'ambiente marino. Queste caratteristiche rendono le grotte un importante laboratorio naturale nel quale è possibile studiare l'importanza e l'effetto che queste condizioni ecologiche hanno sugli organismi marini. La Grotta Marina di Bergeggi rappresenta la parte finale di un sistema carsico comprendente anche la Grotta del Treno che si apre lontano dalla costa, sul lato a monte della galleria ferroviaria in disuso che attraversa il promontorio di Bergeggi. La tortuosità e la complessità della parte sommersa della Grotta Marina di Bergeggi, determinano la presenza di gradienti di luce, di idrodinamismo, di sedimentazione e, a causa dell'infiltrazione di acque dolci, di salinità che si traducono in una particolare distribuzione della fauna, con la zona dell'ingresso della grotta caratterizzata da popolamenti bentonici riferibili alla biocenosi delle grotte semi-oscuere e parzialmente affine ai popolamenti della falesia esterna, mentre allontanandosi dall'entrata il ricoprimento del substrato da parte della fauna sessile si riduce e i popolamenti diventano affini alla biocenosi delle grotte oscure e degli ambienti profondi (Bianchi *et al.*, 2009b).

Le praterie di *P. oceanica* di Bergeggi sono state oggetto di studi e mappature a partire dalla fine degli anni '80 (Bianchi *et al.*, 1988; Ferretti & Michelozzi, 1989; Vetere & Pessani, 1989). Da queste prime ricerche, si evince la presenza di tre distinte aree di prateria: la più vasta (Fig. 15) si insedia su sabbia e matte morta davanti alla spiaggia di Spotorno fino all'isola di Bergeggi dove ricade all'interno delle tre zone di protezione dell'AMP Tra Punta Maiolo e Punta Predani è presente una prateria piccola e frammentata contenuta interamente all'interno della zona B e

infine una prateria è presente di fronte alla spiaggia di Bergeggi. Queste praterie hanno subito negli ultimi 50 anni gli effetti dell'urbanizzazione e dello sviluppo industriale in questo tratto di costa e, in particolare, i periodici ripascimenti per alimentare la spiaggia di Bergeggi e le attività del vicino porto di Vado hanno rappresentato le principali cause della loro regressione.

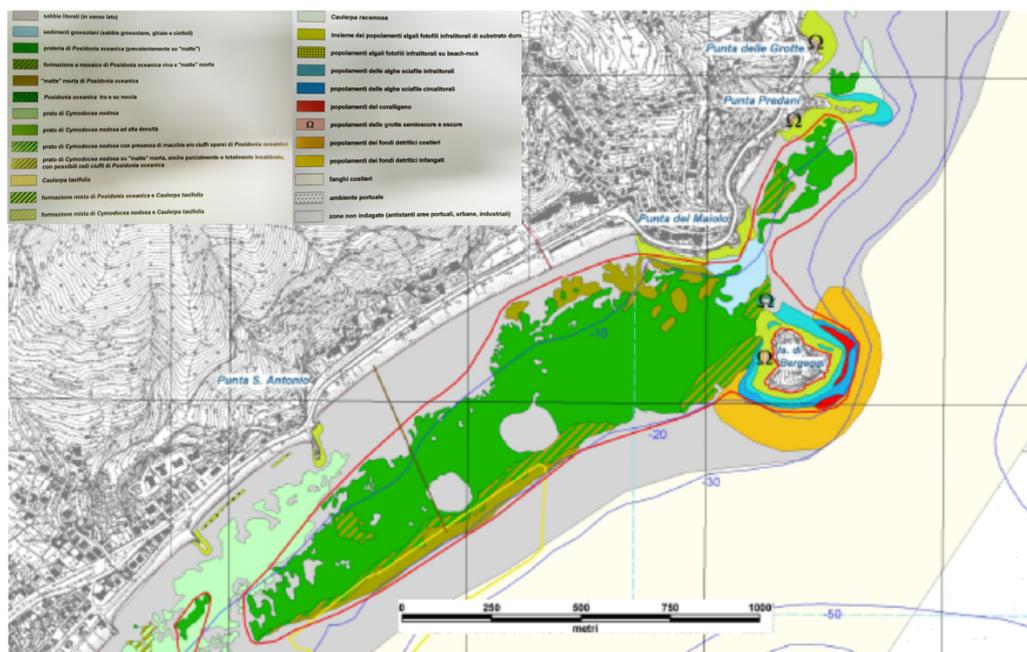


Fig. 15: Praterie di *P. oceanica* a Bergeggi (Diviacco & Coppo, 2006).

Il posidonieto tra Spotorno e l'Isola ha goduto negli anni di particolare attenzione, a partire dallo studio effettuato da Vetere e Pessani, 1989 nel quale il posizionamento di un transetto permanente sul lato occidentale dell'Isola (davanti al tratto di spiaggia rientrante nel comune di Bergeggi) per il monitoraggio della prateria, ha permesso lo sviluppo di successivi monitoraggi per confronti diacronici (Sandulli *et al.*, 1994; Montefalcone *et al.*, 2007; Bianchi *et al.*, 2009a, Oprandi, 2012). Questa serie storica mostra come il limite superiore ed inferiore della prateria si siano mantenuti pressoché invariati rispettivamente intorno ai 7 m il primo e 20 m il secondo. Lo stesso si può dire del ricoprimento del fondale da parte della fanerogama stimato tra 80 e 100% tramite osservazione in immersione subacquea. Il monitoraggio del transetto nelle pubblicazioni

del 1989, 1994 e 2007 mostra la presenza di una piccola prateria di *Cymodocea nodosa* su mosaico di sabbia e *matte* morta nel tratto iniziale del posidonieto prima del limite superiore, ma non è più stata osservata negli studi successivi. La presenza dell'alga invasiva *Caulerpa cylindracea* lungo il transetto è documentata da Montefalcone *et al.*, (2007) in canali *intermatte* e oltre il limite inferiore su *matte* morta, l'alga sembra scomparire nel 2009 per poi ritornare nel 2012 su una parte di *matte* morta presente oltre il limite inferiore della prateria di *P. oceanica*, tra 20 e 23 m di profondità circa.

L'analisi diacronica è uno strumento efficace per la valutazione delle dinamiche temporali delle fanerogame marine, tuttavia la focalizzazione delle ricerche a uno specifico transetto pone grandi limiti alla valutazione dello stato di salute dell'intera prateria. Lo studio di Bianchi *et al.*, (2009 a) rappresenta probabilmente il lavoro più completo sulla conservazione dell'ecosistema Posidonia in quest'area, in quanto, oltre al transetto permanente, vengono investigate la prateria di fronte alla spiaggia di Bergeggi, quella tra Punta Maiolo e Punta Predani e quella più vasta a ovest dell'isola. I risultati ottenuti dall'analisi dei descrittori strutturali (densità assoluta, densità relativa e ricoprimento del fondo) evidenziano il generale stato di sofferenza delle praterie che risultano quasi sempre in una condizione di densità bassa o anormale, densità che rispecchiano situazioni di praterie disturbate o molto disturbate.

3.1.2 Isola della Gallinara

Inquadramento geografico e urbanizzazione costiera

L'isola della Gallinara è situata nella Riviera di Ponente Ligure tra i centri urbani di Alassio ed Albenga a cui appartiene. Ha una superficie di 0,11 km² che compone una morfologia subtriangolare, dista 150m dalla costa e raggiunge un'altitudine massima di 87m. La sua composizione geologica (quarziti grigio chiare intercalate a peliti e conglomerati poligenici) e la direzione degli strati sono le stesse dell'antistante Capo S. Croce, da cui l'isola si è probabilmente

separata a causa di un'ingressione marina quaternaria che ha provocato la sommersione dei terrazzi più bassi e probabilmente facilitata dell'erosione provocata dal trasporto di materiale sabbioso fortemente abrasivo, proveniente dal vicino fiume Centa (Orsino, 1975). Il Centa è un corso d'acqua a carattere perenne che attraversa il centro urbano di Albenga per poi sfociare nel mare presso Capo Lena, a circa 1,5 km di distanza dall'isola. È responsabile della formazione della piana alluvionale di Albenga generata negli anni dai fenomeni alluvionali e del modellamento della linea di costa: la foce del fiume ha subito diversi spostamenti nei secoli determinando un continuo cambiamento nella distribuzione dei sedimenti lungo la costa, i quali causarono, insieme alle mareggiate, fenomeni di arretramento e avanzamento dei litorali. Attualmente sembra che gli apporti sedimentari del fiume Centa non alimentino i litorali a sud della foce ma che le perdite di sedimento di questo tratto di costa siano per lo più trasversali e non laterali (Fierro *et al.*, 2010). Il basso contributo dei silicati provenienti dal Centa nei sedimenti campionati dai fondali dell'isola, testimoniano un ridotto effetto del trasporto sedimentario del fiume verso la Gallinara (Riva, 2016).

L'isola presenta una linea di costa interamente rocciosa, non sono presenti corpi detritici significativi e l'evoluzione è quella naturale delle falesie attive, in cui l'erosione da parte del moto ondoso provoca crolli saltuari di blocchi e arretramento graduale. Il fenomeno è particolarmente evidente lungo il lato meridionale dell'isola, tra Punta Falconara e Punta Sciusciaù, maggiormente esposto al moto ondoso. Il versante che si affaccia alla costa è occupato da un piccolo porto privato costruito negli anni '60 del secolo scorso, inglobando la vecchia darsena ricavata da un piccolo riparo naturale scavato nella roccia.

Poco più del 50% del tratto litorale che separa Albenga da Alassio è interessato dall'urbanizzazione relativa alla fascia tra 50 e 100 m dalla riva. Un accenno va fatto al Porto di Alassio che fu costruito nel 1950 e che subì modifiche venti anni dopo, le quali comportarono

uno scompensamento negli equilibri sedimentari della spiaggia tra il porto e Punta Murena. Questo *decifit* sedimentario venne compensato da ripascimenti artificiali negli anni successivi.

La forte antropizzazione costiera ha portato alla costruzione di diverse condotte fognarie sottomarine da parte dei due comuni. Una di queste (Fig. 16) è particolarmente vicina all'isola: il punto di scarico è collocato a 13 m di profondità all'interno di una prateria di *Posidonia oceanica* e a circa 350 m di distanza dall'approdo dell'Isola Gallinara.

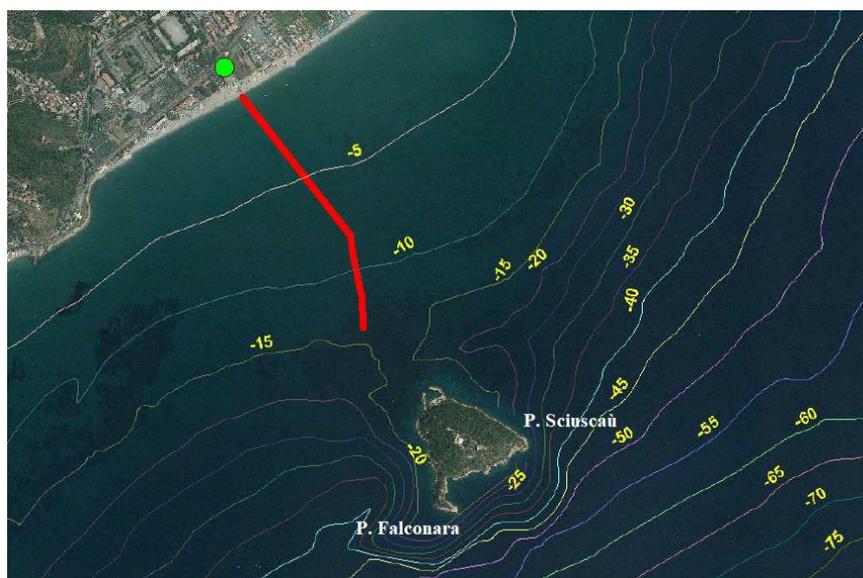


Fig. 16: Isola Gallinara e scarico fognario di Vadino (www.ambienteliguria.it)

Le acque reflue che interessano questo condotto vengono convogliate presso un centro di trattamento sito presso la costa in località Vadino che effettua una semplice grigliatura senza depurazione; le acque trattate vengono poi scaricate dal condotto privo di diffusore. La profondità e la vicinanza al posidonieto rendono lo scarico non adeguato; nonostante questo, i monitoraggi istituzionali sulle acque costiere evidenziano un buono stato di qualità alla scala di corpo idrico per quanto riguarda lo stato trofico, l'ossigenazione e la trasparenza (Regione Liguria, 2008).

Stato delle conoscenze e gestione dell'ambiente marino

Nel 1989 la Regione Liguria istituì il Parco Naturale Regionale dell'Isola Gallinara, affidando la gestione al Comune di Albenga con il fine di garantire la tutela e la riqualificazione dell'ambiente naturale e delle caratteristiche paesaggistiche del territorio.

L'isola fu abitata per molto tempo dai Benedettini che vi fondarono un convento e una chiesa e dal 1869 divenne territorio privato. Questo fatto ha messo l'isola in una fortunata situazione ambientale che ha rafforzato il proprio valore naturalistico grazie ai divieti di sviluppo edilizio e sbarco di visitatori; inoltre la presenza di ordigni bellici e la scoperta di reperti archeologici sui fondali hanno comportato in passato il divieto di immersione in alcune zone dell'isola permettendo di conservare la sua elevata biodiversità.

L'isola gode della presenza di importati specie floristiche come *Campanula sabatia* di interesse prioritario, specie endemiche *Rosa gallinariae* e *Centaurea aplolepa gallinariae*, e faunistiche come il non comune colubro lacertino *Malpolon monspessulanus* e il gabbiano reale *Larus michahellis*, il quale ha reso l'isola sede di una delle maggiori colonie di nidificazione della Liguria.

Per quanto concerne l'ambiente marino, i primi studi sulle comunità bentoniche della Gallinara sono stati effettuati da Balduzzi *et al.*, (1992) mediante osservazioni in immersione subacquea e con veicoli filoguidati (ROV). Lo studio evidenzia come la conformazione sub-triangolare dell'isola identifichi tre versanti (occidentale, nord-orientale, sud-orientale) aventi caratteristiche geomorfologiche ed oceanografiche distinte che influenzano in modo diverso la biodiversità.

I fondali del versante occidentale, compresi tra il porticciolo e Punta Falconara, hanno una lieve pendenza e sono occupati da massi e ciottoli nella prima parte e successivamente sabbia. La breve parete di questo lato dell'isola è caratterizzata da una comunità algale infralitorale fotofila eterogenea, con specie di moda battuta (*Lithophyllum byssoides*, *Cystoseira amentacea* var. *stricta*) nella fascia più superficiale, semibattuta (*Ellisolandia elongata*, *Cystoseira compressa*) e

calma (*Halopteris scoparia*, *Padina pavonica*) nelle fasce sottostanti. Nei tratti più ombreggianti si trovano specie algali (*Halimeda tuna*, *Flabellia petiolata*) e animali (*Chondrosia reniformis*, *Phorbas tenacior*, *Reteporella grimaldii*, *Rhynchozoon pseudodigitatum*) sciafile con la presenza di rodoficee calcaree incrostanti ed echinoidi (*Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*). Al di sotto della parete, sul fondo a massi e ciottoli, tale mosaico di associazioni sfuma gradualmente in un popolamento algale emifotofilo caratterizzato da *Cystoseira montagnei*, con la presenza di specie animali sciafile tra cui l'idrozoo *Eudendrium glomeratum* ed il madreporario *Cladocora caespitosa*. A partire da 13 m di profondità, nella parte più settentrionale del versante si sviluppa una prateria di *Posidonia oceanica* a densità non elevate e con segni di impatto da ancoraggi. La prateria termina tra i 15 e 17 m di profondità con un'ampia area di *matte* morta con segni di erosione dovuti al rilevante idrodinamismo sul fondo. Oltre alla zona di *matte* il fondale è composto da sabbie organogene grossolane dominate da *Lithophyllum racemus*, indicatore di intenso idrodinamismo. Attorno a 25 m di profondità è presente una *facies* a *Eunicella singularis*.

Il versante nord-orientale, tra il porticciolo e Punta Sciusciaù, è caratterizzato da un idrodinamismo decisamente inferiore rispetto agli altri, ed è infatti maggiore la quantità di sedimento fine depositato sui fondali: questo lato, in effetti, è rivolto verso la foce del fiume Centa, ed è quello che maggiormente ne risente l'influsso (Ferretti *et al.*, 1992). Il minore idrodinamismo influenza fortemente la distribuzione degli organismi, come testimonia la riduzione della cintura a *Lithophyllum byssoides* e la sostituzione di *Cystoseira amentacea* var. *stricta* con *Cystoseira compressa*. Il tratto di fondale roccioso raggiunge i 10 m di profondità ed è composto da popolamenti fotofili di moda calma (*Padina pavonica*, *Halopteris scoparia*, *Dictyota dichotoma*). Dai 10 ai 17 m il fondale è composto da *matte* morta ricoperta di sedimento mentre oltre i 17 m si estende un fondale biodetritico infangato dove si sviluppano, in forma massiva, grossi esemplari di *Cliona viridis* dando origine ad un popolamento assimilabile

ad un coralligeno di piattaforma. Sui ciottoli sparsi è possibile osservare colonie di *Leptogorgia sarmentosa*. Nella parte settentrionale del versante è segnalata una prateria di *Cymodocea nodosa* a 12 m di profondità.

Il versante sud-orientale, tra Punta Falconara e Punta Sciusciàù, è composto da una falesia rocciosa che termina con un fondale dalla pendenza accentuata, specialmente ai due estremi del versante. La particolare geomorfologia di questo tratto dell'isola offre una grande varietà di situazioni ambientali e ricchezza di popolamenti biologici. Essendo il versante maggiormente esposto al mare aperto, presenta nei primi metri popolamenti algali di moda battuta similmente al versante occidentale con un marciapiede a *Lithophyllum bissoides*, sotto al quale troviamo un popolamento a *Cystoseira amentacea* var. *stricta*. La fascia sottostante, dove l'intensità del moto ondoso è più moderata, è dominata da popolamenti a *Ellisolandia elongata*, rodoficee calcaree incrostanti ed echinoidi (*Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*). In questo lato dell'isola è segnalato un piccolo prato di *Posidonia oceanica* nella parte centrale del versante. Oltre i 15 m di profondità si sviluppa un popolamento algale sciafilo ad affinità circolitorale dominato da *Cystoseira zosteroides*, nel quale si osserva anche un'importante componente animale sciafila costituita da poriferi, (*Agelas oroides*, *Axinella verrucosa*, *Acanthella acuta*, *Crambe crambe*), briozoi (*Myriapora truncata*, *Reteporella grimaldii*, *Pentapora fascialis*) e tunicati (*Halocynthia papillosa*). In questa zona si trovano cavità lunghe anche diversi metri, che ospitano facies a poriferi, madreporari e briozoi riconducibili a popolamenti di grotta semioscura e oscura. Oltre i 20 m troviamo grossi esemplari di *Scalarispongia scalaris* e *Axinella polypoides* che forma importanti popolazioni e numerose altre specie di spugne (*Axinella damicornis*, *Axinella vacoleti*, *Dictyonella incisa*, *Dysidea fragilis*), cnidari (*Parazoanthus axinellae* e *Paramuricea macrospina* raramente osservata entro i 50 m di profondità) e briozoi (*Pentapora fascialis*, *Smittina cervicornis*). I fondali biodetritici sono soggetti a fenomeni di bioconcrezione e sviluppo di grandi esemplari massivi di *Cliona viridis* similmente al versante nord-orientale.

Il lavoro di Balduzzi *et al.*, (1992) ha rappresentato un importante punto di partenza per lo studio dei popolamenti bentonici dell'isola e delle loro dinamiche spazio-temporali. Monitoraggi successivi effettuati da Tunesi *et al.*, (2006), hanno evidenziato importanti cambiamenti nella biodiversità dei fondali: nel versante occidentale viene segnalata la comparsa dell'alga invasiva *Caulerpa taxifolia*, importante competitorice di *Posidonia oceanica* su fondi mobili, e la scomparsa di *Cystoseira montagnei* e della *facies* a *Eunicella singularis* sostituita dall'alga *Cystoseira zosteroides*. Il versante nord-orientale vede ridurre la presenza di *Cystoseira compressa* parzialmente sostituita da *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, mentre scompare la prateria di *Cymodocea nodosa*. Nel versante esposto non è più presente il piccolo prato di *Posidonia oceanica*.

Il massiccio flusso di subacquei italiani e internazionali che scelgono i fondali dell'isola per le loro immersioni ricreative, specialmente nel periodo da giugno a settembre, ha un impatto socio-economico molto rilevante per il territorio rappresentando un'importante fonte di guadagno e riflettendo il pregio naturalistico di quest'area. Ciò ha portato alla volontà di conservare la ricca biodiversità dei fondali dell'isola attraverso l'istituzione di un'area marina protetta ma per la quale l'iter istruttorio risulta sospeso in attesa che si crei un interesse condiviso a livello locale. A questo scopo, l'Istituto Centrale per la Ricerca Scientifica e Tecnologica applicata al Mare (ICRAM, oggi ISPRA) ha effettuato un'indagine per lo studio delle specie protette e degli habitat sensibili, riportando tra le prime alcune non censite nei monitoraggi precedentemente riportati: *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Lithophyllum byssoides*, *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, *Cystoseira zosteroides*, *Aplysina aerophoba*, *Aplysina cavernicola*, *Axinella polypoides*, *Axinella cannabina*, *Sarcotragus foetidus*, *Naria spurca*, *Luria lurida*, *Patella ferruginea*, *Pinna nobilis*, *Lithophaga lithophaga*, *Ophidiaster ophidianus*, *Phalacrocorax aristotelis*, *Somateria mollissima*.

Tra gli habitat sensibili sono riportati: *trottoir* a *Lithophyllum bissoides*, prateria di *Posidonia oceanica*, biocenosi delle grotte mesolitorali, biocenosi delle alghe brune *Sargassum vulgare*, *facies* a *Eunicella singularis*, associazioni a *Cystoseira amentacea* var. *stricta*, *Cystoseira compressa* e *Cystoseira crinita* (Tunesi *et al.*, 2008).

Come anticipato, dei tre versanti dell'isola, *Posidonia oceanica* è assente in quello sud-orientale, a causa della pendenza del fondale e dell'esposizione al moto ondoso, ad eccezione della zona centrale dove il piccolo prato sopracitato è in netta regressione. Anche presso il versante orientale, nonostante l'idrodinamismo sia più moderato, la fanerogama è assente probabilmente a causa della maggiore esposizione agli apporti sedimentari provenienti dal fiume Centa, come testimonia la presenza di fanghi terrigeni costieri (Balduzzi *et al.*, 1992).

Posidonia oceanica colonizza invece i fondali compresi tra l'isola e la terraferma (Fig. 17), dove l'influenza del Centa è minore e dove l'isola stessa offre una schermatura considerevole alle ondate provenienti da Scirocco, Mezzogiorno e Libeccio. Questi posidonieti occupavano in maniera continua i fondali dal porto di Alassio fino in prossimità di Capo Lena verso il largo mentre la fascia verso riva era colonizzata, sempre in maniera continua, dalla fanerogama *Cymodocea nodosa* che si estendeva dal porto di Alassio alla località di Vadino (Bianchi & Peirano, 1995). Attualmente, mappature effettuate dalla Regione Liguria e da UBICA s.r.l. (Fig. 17; gentilmente inviata da UBICA s.r.l.), confermano una situazione a mosaico: le praterie di *P. oceanica* hanno subito una forte regressione scomparendo dai fondali tra l'isola e Albenga e frammentandosi in alcune grandi *patches* collocate tra l'isola e Punta Murena, lasciando ampie zone di *matte* morta nei fondali prima colonizzati. *Cymodocea nodosa* sembra invece aver aumentato il suo areale di distribuzione andando ad occupare le aree di *matte* e formando praterie miste nelle zone di confine con i posidonieti.

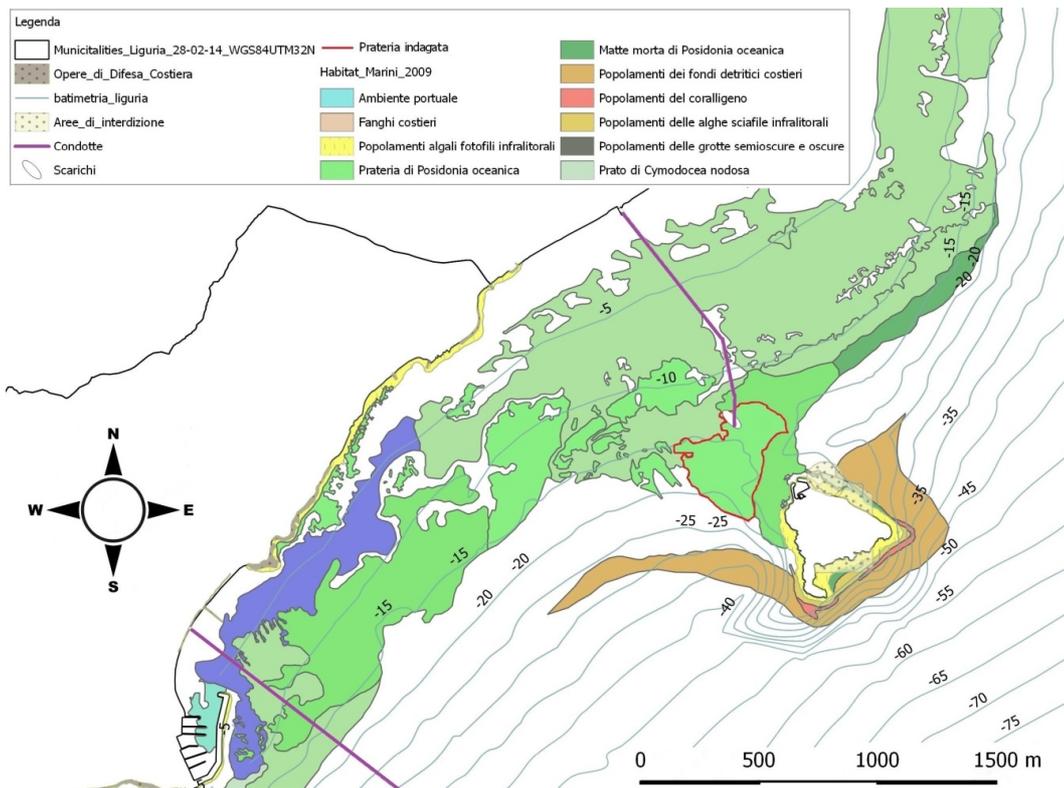


Fig. 16: Fanerogame nei fondali dal porto di Alassio ad Albenga (UBICA s.r.l. modificata).

Nel presente lavoro, le indagini presso la Gallinara hanno riguardato esclusivamente la *patch* davanti all'isola. Questa, ha una forma subtriangolare e si sviluppa in questa posizione grazie alla protezione dal moto ondoso offerta dall'isola. La sua estensione è limitata a Nord-Est dagli apporti sedimentari del Centa, mentre a Sud il principale fattore limitante è rappresentato dall'idrodinamismo che impedisce lo sviluppo di una prateria continua, favorendo una formazione a mosaico di *matte* morta e *P. oceanica* lungo il versante Nord-Occidentale dell'isola. In questa zona e nei fondali antistanti il porticciolo, una rilevante fonte di disturbo è rappresentata anche dalla consistente presenza di imbarcazioni da diporto che, soprattutto nel periodo estivo, stazionano ancorate al fondale causando lo scalzamento dei rizomi e talvolta l'asporto di intere zolle di *matte* viva. L'impatto causato dagli ancoraggi era già stato osservato in passato da Balduzzi *et al.*, (1992) che segnalava anche la presenza di ancore abbandonate sul fondo; nel 2005 l'ICRAM ha condotto uno specifico approfondimento sull'impatto della nautica

da diporto sui posidonieti dell'isola: più della metà delle imbarcazioni osservate nel periodo di monitoraggio erano ancorate sotto costa, nelle zone più riparate dal moto ondoso e corrispondenti alle formazioni a mosaico di *matte* e *P. oceanica* sopraccitate. Lo scalzamento dei rizomi operato dalle ancore porta ad una diminuzione della densità della prateria, difficilmente recuperabile soprattutto qualora la frequenza dell'impatto dovesse essere elevata; le aree colpite tendono così a ridurre la copertura del fondo fino a diventare totalmente scoperte o a formare canali *intermatte*, aumentando i fronti esposti del posidonieto e rendendolo più vulnerabile ai fenomeni erosivi.

Non è da escludere, come causa di degrado della *patch*, anche la presenza del condotto fognario sottomarino descritto precedentemente. I monitoraggi regionali sulle acque costiere non rilevano anomalie sulla qualità delle acque ma non sono presenti in letteratura studi che indaghino l'impatto dello scarico sulla prateria in questione, per cui è lecito ipotizzare uno squilibrio trofico dell'ecosistema, quantomeno localizzato al punto di scarico in virtù dell'assenza di un impianto di depurazione e di diffusione delle acque reflue.

Queste molteplici fonti di stress rendono la prateria particolarmente fragile e vulnerabile alla pressione antropica, portando alla necessità di monitoraggi costanti e un miglioramento dei piani di gestione di questo ambiente. La futura istituzione dell'Area Marina Protetta potrebbe includere la *patch* in questione in una delle tre zone di tutela (A, B, C); risulta pertanto importante aumentare l'attuale stato delle conoscenze del posidonieto in modo da avere a disposizione dati pregressi per effettuare confronti in vista della futura AMP.

3.2 Attività di campo

Le attività in campo sono state svolte in immersione subacquea con sistema ARA (auto respiratore ad aria) con l'aiuto di un operatore subacqueo (tesista UNIVPM), per un totale di 16 immersioni. I Diving Center coinvolti, "Sesto Continente" e "Acciugasub", hanno fornito il supporto necessario alle attività di campionamento rispettivamente presso l'Isola Gallinara (Comune di Albenga, SV) e l'AMP di Bergeggi (SV).

Considerate le informazioni presenti in letteratura relative alla differente malacocenosi di strato fogliare presente negli ecotoni suoerficiale, intermedio e profondo (gradiente batimetrico), si è inizialmente deciso di differenziare i campionamenti in tre fasce batimetriche nonostante non si possa affermare che lo stesso valga per la malacocenosi di strato rizomiale. In entrambi i siti, *Posidonia oceanica* non colonizza in maniera continua tutte le fasce batimetriche, ma forma *patches* superficiali distaccate dal corpo principale del posidonieto nel quale sono inclusi l'ecotono intermedio e quello profondo; è stato quindi necessario escludere dal presente studio l'ecotono superficiale.

La stazione di campionamento intermedia presso Bergeggi è stata posta a circa 11 m di profondità, alla Gallinara a circa 12 m. La stazione di campionamento profonda, in base alla profondità del limite inferiore delle due praterie, è stata collocata a circa 18 m presso il sito di Bergeggi e a circa 19 m presso l'Isola Gallinara (Fig. 18). In entrambi i siti, le osservazioni, le misurazioni e i campionamenti sono stati effettuati ad almeno 10 m di distanza dal limite superiore e inferiore delle praterie in modo da ridurre al minimo la possibilità di ingressione di specie limitrofe l'ecosistema posidonia e l'effetto della rarefazione delle densità fogliari che normalmente si presentano in corrispondenza dei limiti stessi.

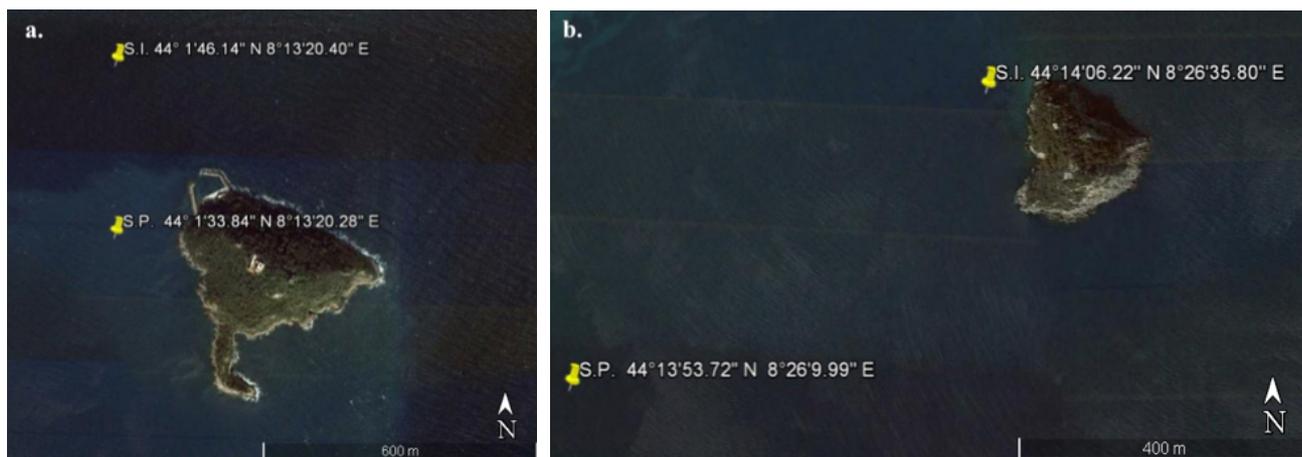


Fig. 17: Stazione intermedia (SI) e profonda (SP) presso l'Isola Gallinara (a.) e l'isolotto di Bergeggi (b.)

Le attività di campo sono state svolte nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre. La scelta del periodo di campionamento nasce dalla necessità di evitare le mareggiate autunnali e le rigide temperature invernali ed è stata inoltre condizionata dalle dinamiche temporali della fauna vagile di strato fogliare che sono strettamente correlate alle fasi del ciclo stagionale di crescita e rinnovamento del tessuto fogliare della pianta.

3.3 Disegno di campionamento

In Figura 19 sono schematizzate le attività svolte sul campo per la caratterizzazione delle praterie e per la raccolta della malacofauna considerando l'andamento mensile dei campionamenti. Per ogni stazione sono state effettuate tre repliche, ciascuna su un'area di 20x20 m nelle quali stime visive e campionamenti sono stati ugualmente ripetuti.

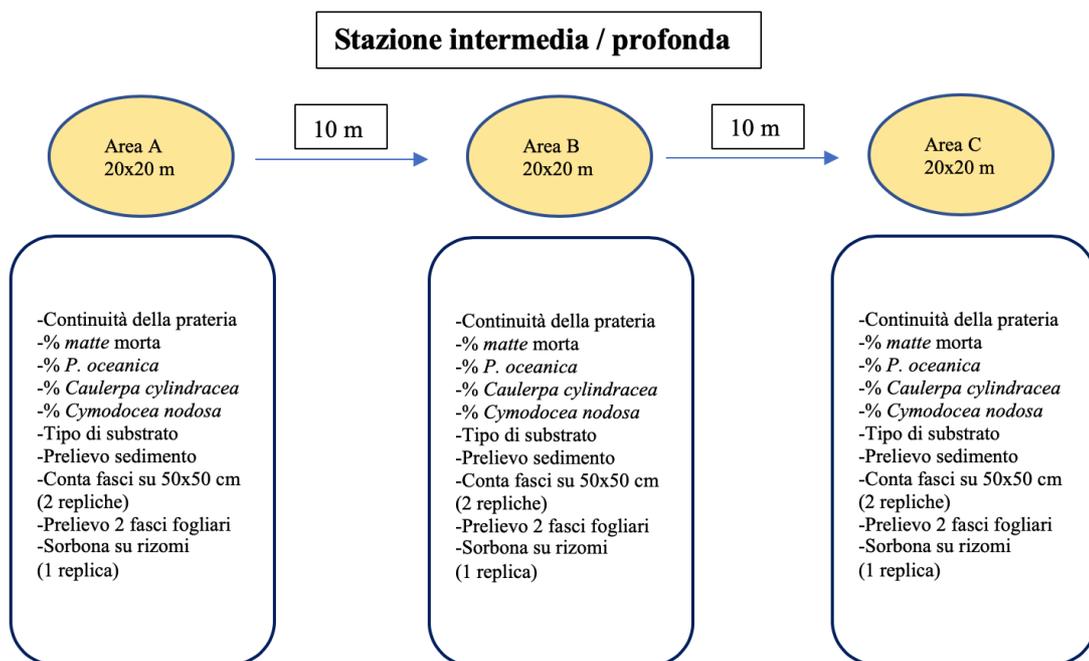


Fig. 18: Rappresentazione schematica del disegno di campionamento

Per la caratterizzazione delle praterie, durante le immersioni sono state annotate su lavagnetta subacquea le seguenti informazioni per ciascuna area in esame:

- Tipo di substrato (sabbia, *matte*, roccia)
- Copertura del fondale rispetto a *matte* morta, *Posidonia oceanica*, *Caulerpa cylindracea* e *Cymodocea nodosa*
- Presenza di fonti di disturbo evidenti (rifiuti, lenze, ancore)

Sono stati inoltre effettuati due conteggi dei fasci fogliari utilizzando un quadrato 50x50 cm (Fig. 20), per un totale di sei conteggi per stazione. Dopo il conteggio sono stati prelevati due fasci per le analisi lepidocronologiche per un totale di sei fasci per ciascuna stazione, collocati in buste di plastica e congelati per le analisi di laboratorio.



Fig. 19: Conta dei fasci su quadrato 50x50 cm presso l'Isola Gallinara (foto di A. Colletti)

Per ogni area è stato prelevato un campione di sedimento tramite barattolo e successivamente congelato per analisi granulometriche, materia organica, carbonati e silicati.

Per una più completa caratterizzazione delle praterie, oltre alle stazioni previste sono stati indagati i limiti inferiori annotando su lavagnetta subacquea profondità, tipologia del limite e le stesse stime visive della stazione intermedia e profonda, effettuando 3 repliche di conteggi di densità di fasci fogliari per ogni limite.

La raccolta dei molluschi è stata effettuata nei mesi di luglio, agosto e settembre utilizzando la sorbona (versione modificata dalla prima descrizione di Corselli, 1980) (Fig. 21), un aspiratore ad aria formato da un tubo in PVC di 1 m di lunghezza e 4 cm di diametro alla cui estremità è avvitato un collettore di nylon avente maglia 300 μm , rimovibile per permettere la sostituzione in immersione, consentendo di differenziare tra loro le repliche del campionamento. Lo strumento è dotato di manopola di apertura/chiusura dell'aria direttamente sul cilindro d'aspirazione, similmente a quello descritto da Russo *et al.*, (1986) ed utilizzato con successo anche da Giangrande *et al.*, (1986) per il campionamento della fauna vagile di fondi duri. Come dimostrato da Bonfitto *et al.*, (1998) in un esperimento di confronto tra tecniche di campionamento della malacofauna di strato rizomiale con la sorbona, per minimizzare l'ingresso

di specie provenienti dalla stratocenosi fogliare e “l’effetto filtro” operato dal *canopy* massimizzando l’efficienza di campionamento sui rizomi, sarebbe opportuno defoliare l’area della prateria presa in esame prima di operare con la sorbona. E’ stato scelto di effettuare il campionamento senza defoliazione cercando di aspirare direttamente sullo strato dei rizomi, per evitare una tecnica distruttiva di campionamento ed in considerazione della tipologia dei siti scelti per lo studio, l’Area Marina Protetta di Bergeggi e la Riserva Naturale Regionale dell’Isola Gallinara. La mancata defoliazione preliminare ha reso difficile attuare la tecnica di campionamento su una superficie standard di 1 m² (Russo *et al.*, 1986; Giangrande, 1985) a causa della rigogliosità fogliare; questo fatto non ha permesso di scindere tra i gasteropodi associati allo strato della *matte* e quelli dei rizomi ma ha aperto la possibilità di analizzare quelli appartenenti alla tanatocenosi. Ogni replica è stata campionata consumando 30 bar nelle stazioni intermedie e 45 bar in quelle profonde. Per ogni stazione sono state effettuate tre repliche al mese (luglio, agosto e settembre), una per ciascuna area. Dopo la raccolta, i campioni sono stati conservati fissandoli in etanolo 70% per le successive analisi di laboratorio.



Fig. 20: Campionamento con la sorbona (foto di A. Colletti)

3.4 Analisi di laboratorio

3.4.1 Analisi lepidocronologiche

Per le analisi lepidocronologiche è stato seguito il protocollo aggiornato e descritto da Gambi (2003) in “Metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo”.

Dopo aver scongelato i fasci fogliari in laboratorio, per ogni fascio sono stati misurati e calcolati:

- Numero e tipologia di foglie per fascio
- Lunghezza e larghezza media delle foglie intermedie e adulte
- Indice di area fogliare LAI calcolato moltiplicando la superficie fogliare media per fascio per la densità (fasci/m²)
- Coefficiente A

3.4.2 Analisi sedimentologiche

Tutte le repliche sono state messe in stufa a 60°C per 24h al fine di rimuovere l'acqua e ottenere il peso secco di riferimento per tutte le analisi. Sono state analizzate le granulometrie effettuando una setacciatura a secco per mezzo di una batteria di setacci, separando le frazioni granulometriche nell'intervallo di ϕ (= $\log_2(\text{mm})$) compreso tra -1 e 5 (Fig. 22) nella scala di Wentworth. Pesando il sedimento (bilancia Radwag AS 220/X) trattenuto da ogni setaccio e rapportandolo al peso totale del campione è stato ottenuto il contributo percentuale di ogni frazione granulometrica.

Successivamente, sono state utilizzate le stesse repliche per l'analisi della materia organica, calcolata per perdita di peso, ponendo i campioni in stufa a 500° per 3h (DeFalco *et al.*, 2008).

Il contenuto di carbonati è stato valutato per dissoluzione in acido cloridrico (HCl) per 24h mentre la frazione dei silicati per dissoluzione in acido fluoridrico (HF) per 24h; in entrambi i casi i campioni residui sono stati pesati dopo averli seccati in stufa (60°C per 24h).

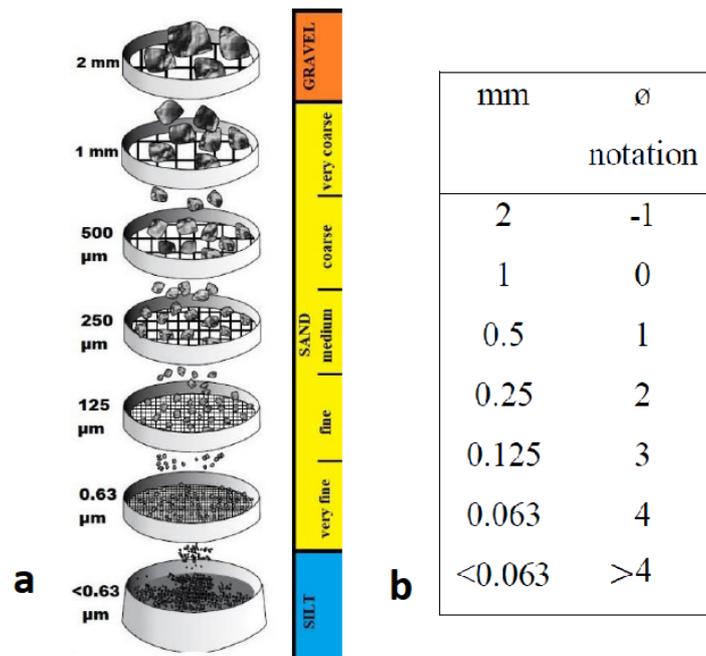


Fig. 21: a: illustrazione di una batteria di setacci con dimensioni delle maglie e classe granulometrica; b: scala di conversione da mm a ϕ .

3.4.3 Analisi della malacofauna

Prima dell'osservazione allo stereomicroscopio (Leica Wild M3B), ogni replica è stata risciacquata in acqua corrente su un filtro di maglia 300 μm (uguale a quella del collettore) per eliminare la frazione sedimentaria più fine, il campione è stato lasciato sgocciolare e successivamente ne sono stati prelevati 25 gr sottoposti poi a *sorting*, separando la frazione malacologica dal resto del campione (sedimento e altri *Phyla* animali e vegetali) (Fig. 23). Dal *sorting* sono stati raccolti sia gli individui prelevati vivi durante il campionamento, sia quelli appartenenti alla tanatocenosi. Successivamente, tutti gli individui sono stati contati ed identificati a livello di specie o comunque a livello tassonomico più basso possibile.



Fig. 22: immagine di una replica in seguito al sorting allo stereomicroscopio.

Per la determinazione specifica, è stata fondamentale la consultazione del testo di riferimento “Accrescimenti – Stadi di accrescimento dei Molluschi marini del Mediterraneo” (Scaperrotta *et al.*, 2016). Le specie identificate sono state nuovamente fissate in etanolo 70% per eventuali analisi future.

Nella fase identificativa sono sorte alcune problematiche riguardo ad alcuni gruppi tassonomici complessi, come le specie *B. latreilii*, *B. jadertinum* e *B. reticulatum* spesso difficili da distinguere nel caso di individui giovanili (Fig. 24 a) o con conchiglie particolarmente rovinate (Fig. 24 b e c) e per questo considerate un unico “gruppo specie” (*Bittium* sp.) nel presente studio; anche per alcuni individui appartenenti alla superfamiglia Conoidea l’identificazione risulta complicata senza un approfondimento biomolecolare, soprattutto nel caso del genere *Mangelia* e *Conus*. Altri casi di difficile interpretazione sono stati identificati fino a livello di genere (*Cerithiopsis* sp., *Chrysallida* sp., *Epitonium* sp., *Gibbula* sp., *Melanella* sp., *Tricolia* sp., *Turbonilla* sp., *Haminoea* sp. e *Granulina* sp.) o di famiglia (Triphoridae).



Fig. 23: (a) individuo giovanile vivo; (b e c) individui giovanili a diverso grado di logorazione

Una volta conclusa la fase di identificazione, è stata effettuata una ricerca bibliografica (Fretter, 1948; Gambi *et al.*, 1992; Olabarria *et al.*, 1999; Malaquias *et al.*, 2004; Dimitriadis & Koutsoubas, 2008; Gacia *et al.*, 2009; Nurra, 2009; Rueda *et al.*, 2009; Jaschinski & Sommer, 2011; Albano & Sabelli, 2012; Scaperrotta *et al.*, 2016; Urra, 2011) al fine di assegnare ad ogni specie il gruppo trofico di appartenenza, con lo scopo di indagare i rapporti di dominanza dei molluschi con differenti strategie alimentari e confrontarli con quelli dello strato fogliare. I dati sono stati trattati complessivamente per le analisi sulla diversità della biocenosi di strato rizomiale mentre per le analisi sulla struttura trofica del popolamento sono stati considerati anche gli andamenti mensili.

3.5 Elaborazione dei dati

Sono stati calcolati gli indici di diversità di Shannon-Weaver (H') e di equitabilità di Pielou (J) per indagare la diversità e la variabilità spaziale della malacofauna campionata viva e appartenenti alla tanatocenosi che caratterizza le praterie adiacenti le due isole.

- Indice di diversità (Shannon e Weaver, 1963):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i \quad \text{con } p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dove: n_i = numero di individui di una specie

N = numero totale di individui

S = numero totale di specie

- Indice di equitabilità (Pielou, 1966)

$$J = \frac{H'}{\log_2 S}$$

Dove: H' = indice di diversità di Shannon

S = numero totale di specie

E' stata calcolata la dominanza percentuale delle specie catturate vive da ciascun campionamento e di quelle appartenenti alla tanatocenosi, standardizzando sul totale degli individui $((N_{sp}/N_{tot}) * 100)$ al fine di evidenziare le specie maggiormente dominanti nel campione ed individuare un *core stock* biocenotico.

Per lo studio della struttura trofica di ciascun popolamento campionato, sono state calcolate le dominanze dei vari gruppi trofici assegnati a ciascuna specie e analizzati i risultati per ognuna delle 4 stazioni, sia considerando la variabilità spaziale, unificando le tre repliche mensili in un

unico campionamento, sia considerando la variabilità temporale con gli andamenti mensili dei campionamenti.

E' stata effettuato un confronto tra i risultati ottenuti dalle analisi di diversità (S, N, J, H', famiglie, struttura trofica) dello strato rizomiale con quelli ottenuti dallo strato fogliare.

Per il confronto tra la tanatocenosi e le due biocenosi (fogliare e rizomiale) sono state contate e individuate le specie isolate esclusivamente in una ognuna delle cenosi e le percentuali di sovrapposizione delle specie comuni; per la rappresentazione grafica è stato scelto di utilizzare i diagrammi di Venn Euler sviluppati tramite *software R* (R Core Team, 2018).

Per valutare la significatività nelle variazioni della struttura della comunità a gasteropodi (da un punto di vista di ricchezza specifica e abbondanza assoluta) dello strato rizomiale nelle due praterie è stata eseguita l'analisi PERMANOVA (*PERmutational Multivariate ANalysis Of VAriance*) (Anderson, 2005) con il software PRIMER-E 6 (Clarke & Gorley, 2006).

4. RISULTATI

4.1 Caratterizzazione delle praterie

4.1.1 Isola di Bergeggi

Presso la stazione intermedia (-11 m) la prateria appariva monospecifica, in quanto non erano presenti fanerogame pioniere e/o alghe alloctone. Il posidonieto si sviluppava su *matte* e sabbia in maniera continua senza evidenti canali *intermatte*, fatta eccezione per piccole zone deforestate (Fig. 25).



Fig. 25: Elevate coperture della stazione intermedia di Bergeggi con l'eccezione di piccole radure

Nessuna fonte di disturbo quali lenze, reti o ancore abbandonate sono state rilevate. Attraverso stime visive, la copertura del fondale da parte di *P. oceanica* risultava pari a 75%, mentre il restante 25% era rappresentato da *matte* morta (Fig. 26).

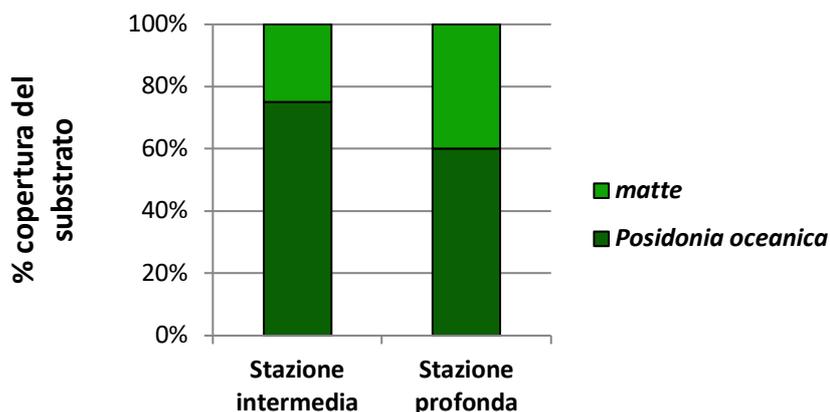


Fig. 24: Confronto della copertura % del substrato nella stazione intermedia e profonda.

La copertura osservata nella stazione profonda (-18m) risulta inferiore rispetto a quella intermedia (Fig. 26), infatti il 60% appariva occupato dalla fanerogama mentre il restante 40% da *matte* morta. Anche in questo caso la prateria si presentava monospecifica e non erano evidenti particolari segni di disturbo, tuttavia erano presenti diverse aree prive di vegetazione, anche vaste (Fig. 27), e canali *intermatte* che davano al posidonieto un aspetto discontinuo. Il limite inferiore era collocato alla profondità di 19 m ed appariva di tipo netto/regressivo: la prateria terminava bruscamente per dar spazio ad una distesa di *matte* morta e sabbia a granulometria fine.



Fig. 27: Vasta area di sabbia e matte morta nella prateria profonda di Bergeggi

4.1.2 Isola della Gallinara

Presso la stazione intermedia (-12 m), *Posidonia oceanica* formava una prateria pura insediandosi su *matte* e sabbie fini in maniera continua. Anche in questo caso non sono stati osservati segni di disturbo; le stime di copertura del fondale (Fig. 28) mostrano il ricoprimento stimato al 70% dalla fanerogama e al 40% da zone di *matte* morta e sedimento.

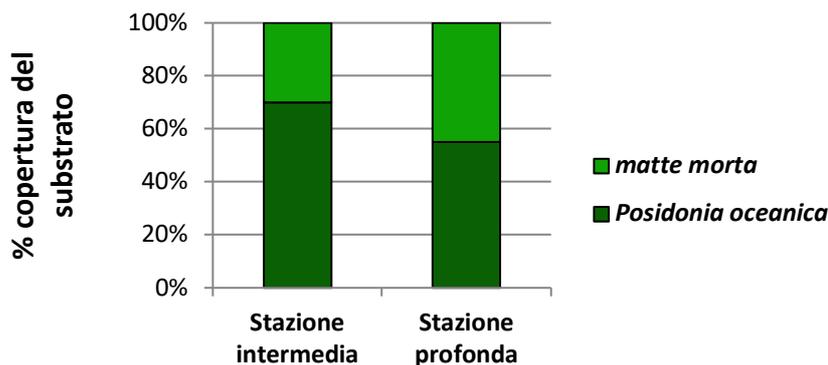


Fig. 25: Confronto della copertura % del substrato nella stazione intermedia e profonda.

La stazione profonda della Gallinara (-19 m) presenta una copertura minore: il 55% del fondale era ricoperto dalla fanerogama e il 45% da *matte* e sabbia a granulometria fine. In questa stazione, la prateria pura a *P. oceanica* è più discontinua poiché presenti diversi canali *intermatte* e zone a bassa densità; sono state inoltre osservate e fotografate due ancore abbandonate in canali *intermatte* e all'interno della prateria (Fig. 29).



Fig. 26: Zone di discontinuità (a) e ancore abbandonate (b, c) della prateria profonda della Gallinara (foto di A. Colletti).

Il limite inferiore (Fig. 30) si colloca alla profondità di 21 m e si può ritenere in generale di tipo netto, ma in diversi punti si può osservare una situazione regressiva con la prateria che non si interrompe bruscamente ma termina in piccole *patches* su *matte* a bassa densità fogliare distaccate dalla linea continua del limite.



Fig. 27: Limite inferiore regressivo della prateria della Gallinara

4.1.3 Descrittori strutturali, funzionali e derivati

I descrittori indagati nelle due aree di studio sono riassunti in Tabella 3.

Tab 3: Descrittori strutturali, funzionali e derivati indagati nelle due aree di studio. Lunghezza foglie A (adulte), I (intermedie) e G (giovani); LAI: Leaf Area Index

Misure e indici	Bergeggi			Gallinara		
	S. intermedia	S. profonda	Limite inf.	S. intermedia	S. profonda	Limite inf.
N° foglie/fascio	4.0 ± 1.2	4.9 ± 1.5	/	4.3 ± 1.3	4.8 ± 1.2	/
Lunghezza foglie A (cm)	96 ± 24.6	59.1 ± 23.7	/	82.9 ± 26.3	52.1 ± 19.5	/
Lunghezza foglie I (cm)	90.1 ± 39.5	71.6 ± 28	/	71.7 ± 46.3	34.6 ± 21.3	/
Lunghezza foglie G (cm)	4.9 ± 0.1	/	/	2.0 ± 0	/	/
Larghezza foglie A (cm)	1.1 ± 0.05	1.0 ± 0.03	/	1.0 ± 0.04	1.0 ± 0.07	/
Larghezza foglie I (cm)	1.0 ± 0.04	1.0 ± 0.04	/	1.0 ± 0.08	0.9 ± 0.07	/
Larghezza foglie G (cm)	1.0 ± 0	/	/	1.0 ± 0.07	/	/
Area foglie cm ² / fascio	364.1 ± 109.5	296.3 ± 53.0	/	314.8 ± 101.4	212. ± 76.2	/
Densità fasci / m ²	266 ± 124	244 ± 65	265 ± 23	237 ± 38	185 ± 67	107 ± 33
LAI (m ² /m ²)	9.68	7.23	/	7.45	3.93	/
Coefficiente A	0.5625	0.0513	/	0.5882	0.2368	/

Il numero di foglie per fascio (Fig. 31) nelle due stazioni intermedie sono molto simili (Bergeggi 4.0 ± 1.2 e Gallinara 4.3 ± 1.3) così come i valori relativi alle due stazioni profonde (Bergeggi 4.9 ± 1.5 e Gallinara 4.8 ± 1.2). In entrambi i siti il numero di foglie per fascio è maggiore nelle stazioni profonde rispetto alle intermedie.

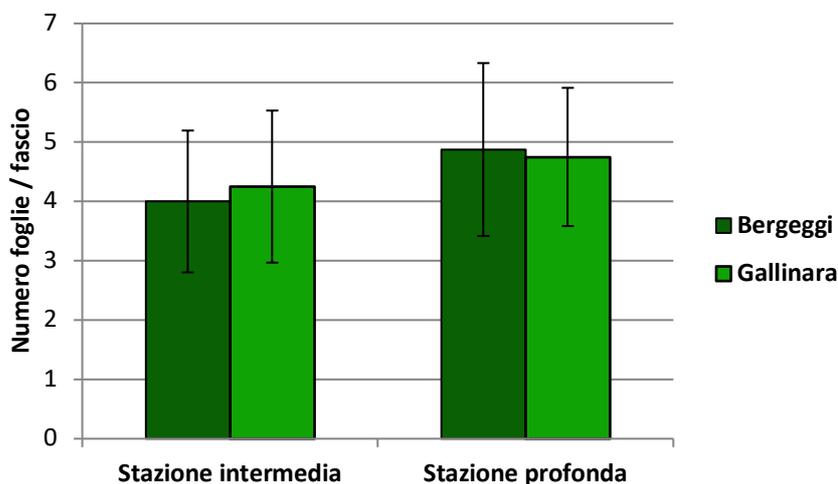


Fig. 28: Confronto numero di foglie per fascio tra le stazioni dei due siti.

In accordo con le osservazioni sulla copertura effettuate sul campo (Fig. 26 - 28), i valori di densità dei fasci fogliari (fasci/m²) sono maggiori nelle praterie di Bergeggi rispetto alla Gallinara in entrambe le stazioni e diminuiscono con la profondità in entrambi i siti (Fig. 32). Considerando i due siti separatamente, si osserva una maggiore differenza tra le due stazioni della Gallinara rispetto a quelle di Bergeggi, in cui i valori medi di densità sono più simili tra loro. La stazione intermedia di Bergeggi, oltre a essere quella con la più alta densità media, presenta il *range* di valori più ampio (minimo 132, massimo 504). Da notare come la stazione profonda di Bergeggi presenti valori maggiori rispetto a quella intermedia della Gallinara.

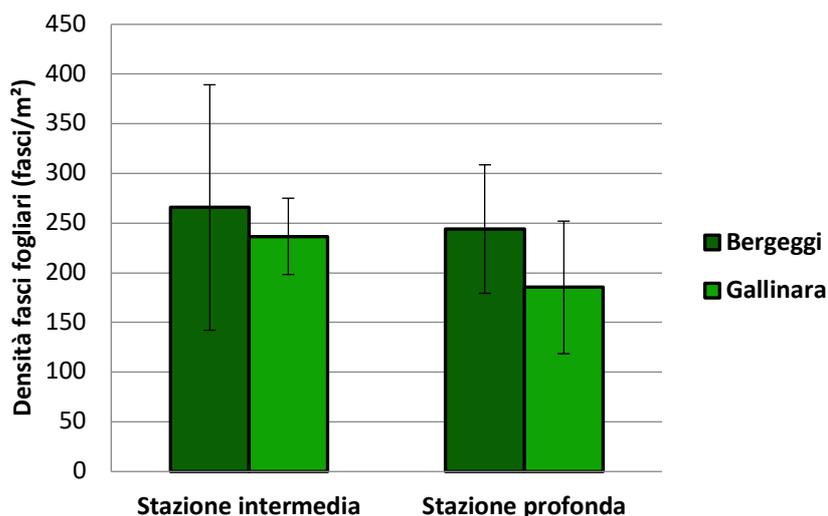


Fig. 29: Densità dei fasci fogliari nella stazione intermedia e profonda dei due siti.

Le misure di densità sui rispettivi limiti inferiori mostrano valori maggiori a Bergeggi (265 ± 23 fasci/m²) con densità simili a quelle della stazione profonda, rispetto alla Gallinara (107 ± 33 fasci/m²) in cui la densità si riduce notevolmente spostandosi dalla stazione profonda verso il limite.

Anche dall'analisi della superficie fogliare media per fascio, il sito di Bergeggi risulta avere i valori più alti in entrambe le stazioni (Fig. 33). La superficie fogliare diminuisce con la profondità nelle due aree di studio, nonostante il numero di foglie per fascio abbia un andamento inverso (Fig. 30); questo perché le lunghezze medie delle foglie (Tab. 3) contribuiscono in misura maggiore a stabilire la superficie per fascio. Si sottolinea come la stazione intermedia della Gallinara abbia valori molto simili a quella profonda di Bergeggi.

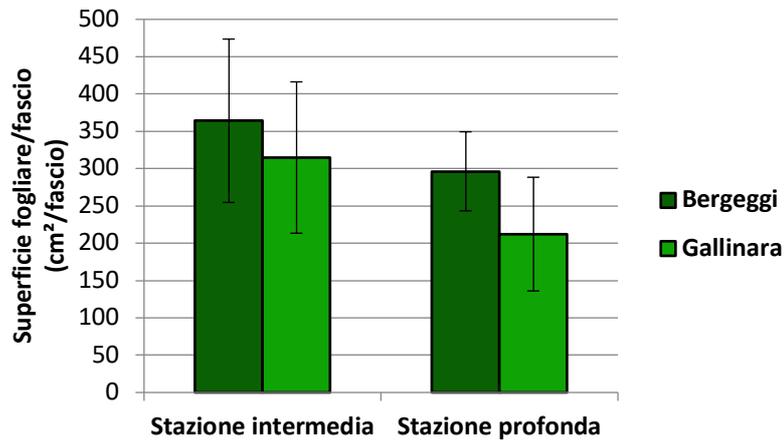


Fig. 30: Superficie fogliare media per fascio nella stazione intermedia e profonda dei due siti

L'indice di area fogliare LAI, in linea con gli altri risultati, mostra valori più alti nelle due stazioni di Bergeggi e, in entrambi i siti, diminuisce spostandosi dalla stazione intermedia a quella profonda (Fig. 34). Essendo un indice derivato dalla superficie fogliare per fascio e dalla densità al m², anche in questo caso la stazione profonda di Bergeggi (7.23) presenta valori sovrapponibili a quelli della stazione intermedia della Gallinara (7.45).

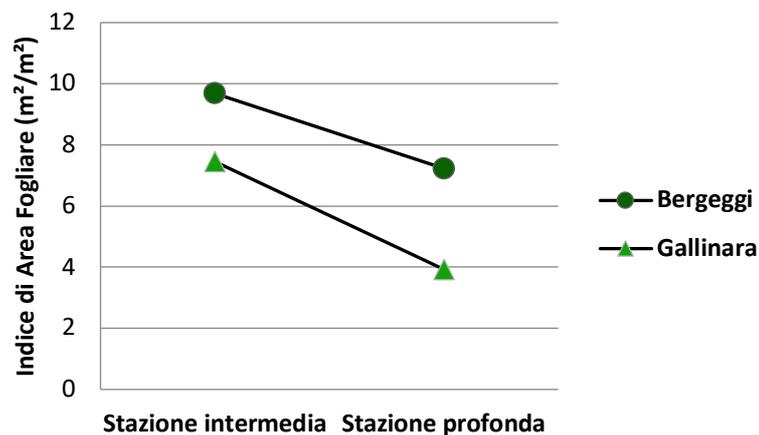


Fig. 31: Indice di area fogliare nella stazione intermedia e profonda dei due siti.

Il confronto del coefficiente A (Fig. 35) mostra una diminuzione dei valori all'aumentare della batimetria in entrambe le aree di studio. Presso la stazione intermedia i due siti presentano valori

molto simili tra loro, con una percentuale di apici erosi vicina al 60%; nella stazione profonda della Gallinara la percentuale di foglie erose si abbassa al 23%, mentre a Bergeggi la quasi totalità delle foglie era integra.

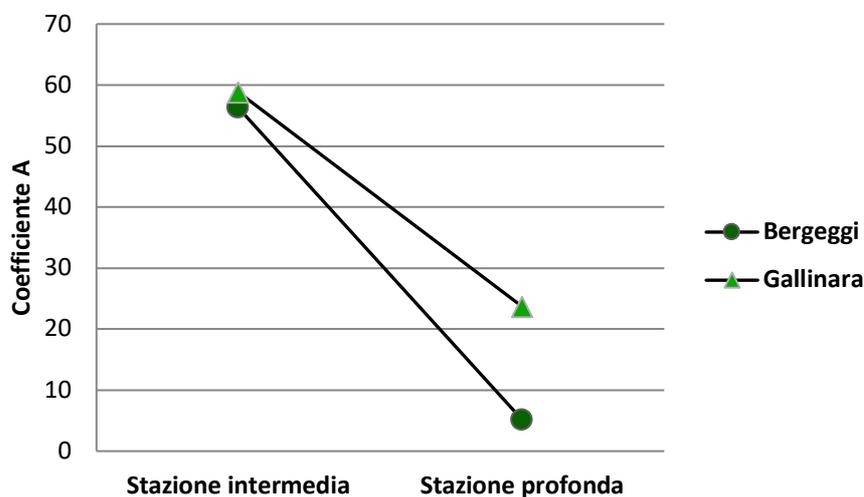


Fig. 32: Coefficiente A della stazione intermedia e profonda dei due siti.

4.2 Sedimento

4.2.1 Granulometria

Alle diverse frazioni, separate tramite la setacciatura a secco, sono state attribuite le corrispettive definizioni granulometriche (Tab. 4).

Tab. 3: Classi dimensionali e rispettiva definizione granulometrica.

mm	2	1	0.5	0.25	0.125	0.063	<0.063
φ	-1	0	1	2	3	4	>4
Size class	Ghiaia molto fine	Sabbia molto grossolana	Sabbia grossolana	Sabbia media	Sabbia fine	Sabbia molto fine	Silt / argilla

I dati granulometrici delle due aree di studio sono stati rappresentati tramite l'uso del diagramma ternario di Shepard, costruito per mezzo del software Grapher 9; il diagramma riunisce le frazioni rappresentate in Tabella 4 in tre classi (ghiaia, sabbia, fango) permettendo di attribuire la definizione granulometrica al campione in base alla frazione più frequente.

A Bergeggi, il diagramma di Shepard (Fig. 36) mostra una situazione molto differente tra le due stazioni campionate: i sedimenti della fascia intermedia sono quasi del tutto privi di silt/argilla (fanghi) mentre sabbie e ghiaie si spartiscono pressoché equamente il restante peso percentuale; questo tipo di sedimenti sono quindi definiti sabbie ghiaiose. Nella stazione profonda la granulometria si riduce notevolmente, i sedimenti sono sabbie in cui la frazione ghiaiosa e fangosa (silt/argilla) sono quasi assenti.

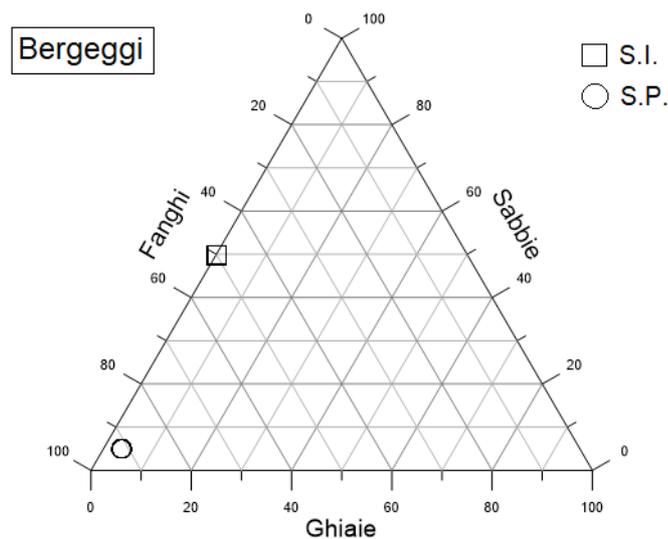


Fig. 33: Diagramma di Shepard della stazione intermedia (S.I.) e profonda (S.P.).

In seguito, sono stati rappresentati gli stessi dati in istogramma per analizzare la distribuzione di frequenza di tutte le classi granulometriche considerate (Fig. 37). Il grafico mostra come nella stazione intermedia i sedimenti siano composti principalmente da ghiaie molto fini ($\phi = -1$; 49%) e sabbie molto grossolane ($\phi = 0$; 44%) mentre le restanti classi sono praticamente assenti. Nella

stazione profonda i sedimenti sono meglio ripartiti nell'intervallo di ϕ considerato, prevale però la frazione sabbiosa medio-fine: sabbie fini ($\phi= 3$; 36%), sabbie molto fini ($\phi= 4$; 22%) e sabbie medie ($\phi= 2$; 17%).

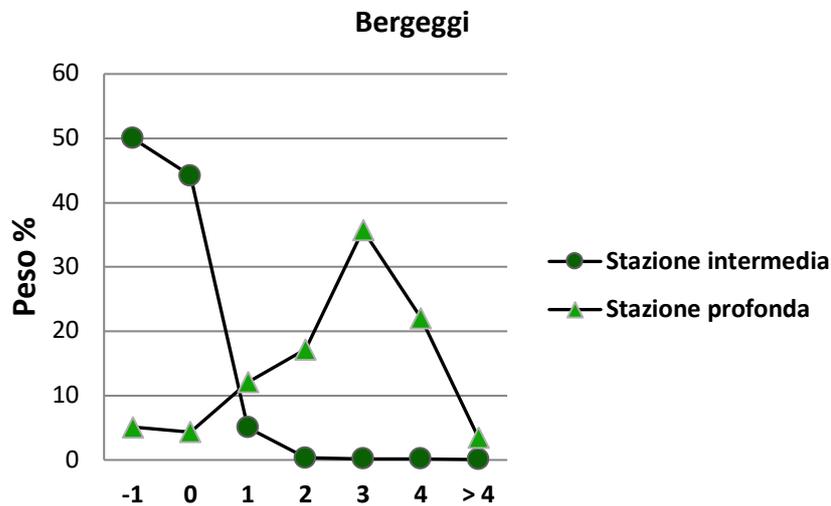


Fig. 34: Distribuzione di frequenza delle classi granulometriche.

Raggruppando le frazioni in tre classi nel triangolo di Shepard, le due stazioni della Gallinara sembrano del tutto simili con sedimenti composti quasi esclusivamente da sabbie (Fig. 38)

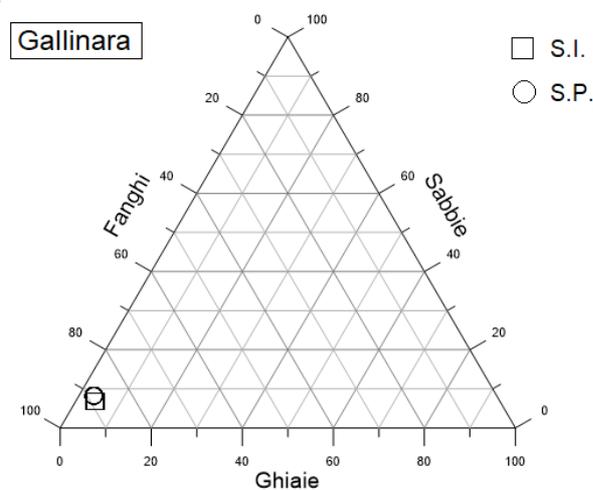


Fig. 35: Diagramma di Shepard della stazione intermedia (S.I.) e profonda (S.P.).

Analizzando il contributo al peso totale delle singole frazioni (Fig. 39) si possono notare delle differenze non emerse con il triangolo di Shepard: il campione della stazione intermedia è composto in prevalenza dalla frazione sabbiosa medio-grossolana (ϕ da 0 a 2; 16%, 24%, 20%), mentre i sedimenti della stazione profonda sono a granulometria minore, con prevalenza di sabbie fini ($\phi = 3$; 25%) e sabbie molto fini ($\phi = 4$; 39%).

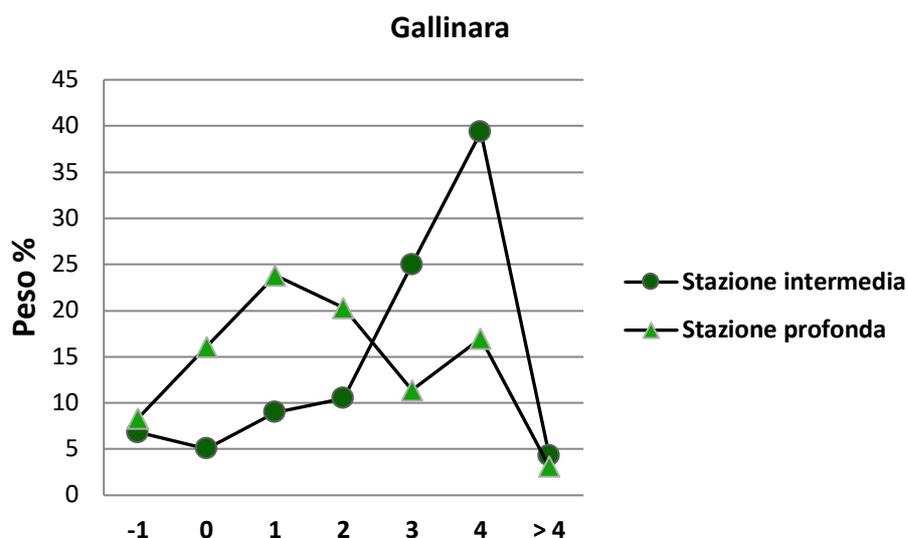


Fig. 36: Distribuzione di frequenza delle classi granulometriche sulla scala di ϕ .

4.2.2 Sostanza organica totale, carbonati e silicati

Il contenuto percentuale di sostanza organica nei sedimenti (Fig. 40) aumenta con la profondità in entrambi i siti. La stazione intermedia di Bergeggi presenta i valori più bassi (1.6%) paragonati alle altre stazioni mentre quella profonda della Gallinara i più alti (4.9%). Si sottolinea la somiglianza tra i valori della stazione profonda di Bergeggi (3.4%) e quelli della stazione intermedia della Gallinara (3.6%).

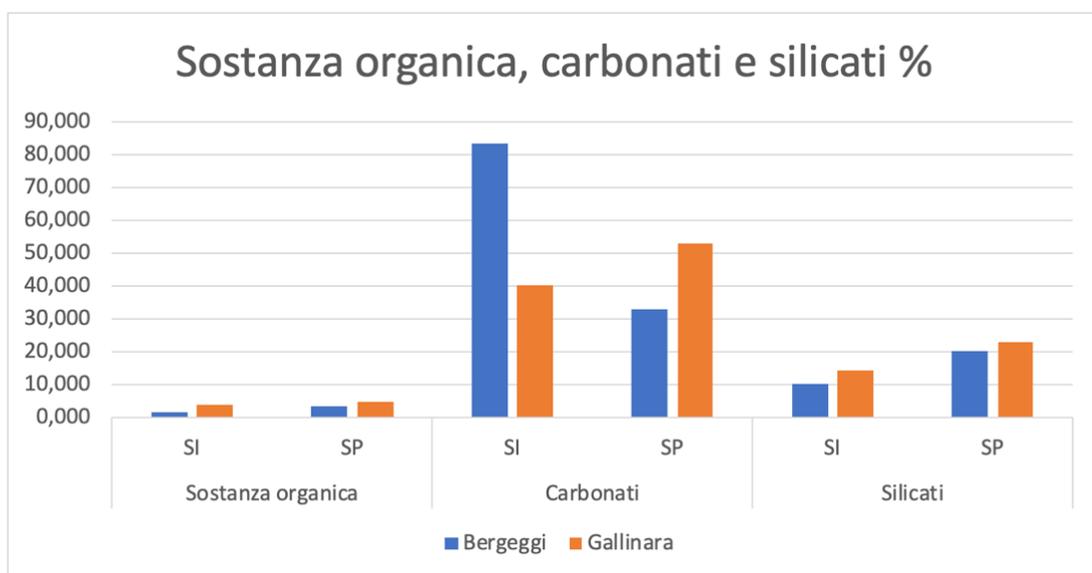


Fig. 37: Sostanza organica, carbonati e silicati % della stazione intermedia (SI) e profonda (SP) dei due siti.

Presso il sito di Bergeggi, il contenuto percentuale di carbonati nei sedimenti (Fig. 40) è risultato più elevato nella stazione intermedia (83%) e decisamente più basso in quella profonda (33%). Alla Gallinara le due stazioni mostrano percentuali più simili tra loro (intermedia 40%, profonda 53%).

Il contenuto di silicati (Fig. 40) segue invece lo stesso andamento nei due siti, aumentando dalla stazione intermedia a quella profonda.

Confrontando le stesse stazioni tra i due siti si può notare come i valori di Bergeggi siano minori rispetto alla Gallinara in entrambe le stazioni.

4.3 Studio della malacofauna

Nell'Allegato I sono elencate le specie trovate nello strato rizomiale nei due siti di studio con i relativi dati di abbondanza e dominanza percentuale, le famiglie corrispondenti ed i gruppi trofici di appartenenza.

4.3.1 Biocenosi di strato rizomiale

4.3.1.1 Diversità

Sono stati identificati 56 *taxa* appartenenti a 25 famiglie per un totale di 3162 individui nella prateria di Bergeggi. Nella prateria della Gallinara sono stati identificati 71 *taxa* appartenenti a 31 famiglie per un totale di 3324 individui.

In Tabella 5 sono riportate le misure di diversità della malacofauna dei due siti di campionamento.

Tab. 4: misure di diversità della stazione intermedia (BI-GI) e profonda (BP-GP) dei due siti. Specie totali (S), individui totali (N), indice di equitabilità (J) e indice di Shannon (H')

BERGEGGI	S	N	J	H'
Intermedia	39	917	0.66	2.36
Profonda	46	2245	0.64	2.75
GALLINARA	S	N	J	H'
Intermedia	59	2403	0.64	3
Profonda	54	921	0.73	2.98

Il numero di specie identificate ha un andamento inverso nei due siti, aumentando con la profondità nella prateria di Bergeggi e diminuendo in quella della Gallinara. Il numero di specie più basso (39) è stato individuato nella stazione intermedia di Bergeggi, mentre quello più alto (59) nella stazione intermedia della Gallinara. *Metaxia metaxa*, *Caecum trachea*, *Rissoa guerinii*, *R. auriscalpium*, *Mangelia* sp., *Cerithiopsis minima*, *Ondina dilucina*, *Raphitoma leufroyi*,

Eatonina pumila e *Bulla striata* sono state trovate solo nella prateria di Bergeggi, mentre *Alvania mamillata*, *Crisilla maculata*, *Rissoa ventricosa*, *R. violacea*, *Obtusella macilenta*, *Mangelia vaquelini*, *M. barashi*, *Rissoella diaphana*, *Turritella turbona*, *Calliostoma conulus*, *Euspira nitida*, *Epitonium* sp., *Jujubinus striatus*, *Tricolia speciosa*, *Gibberula miliaria*, *Calyptraea chinensis*, *Eulimella acicula*, *Philine quadripartita*, *Raphitoma linearis*, *Ebala pointeli*, *Atlanta peronii* e *Petalifera petalifera* sono state catturate esclusivamente nel posidonieto della Gallinara.

Anche le abbondanze hanno un andamento inverso: il numero di individui risulta massimo nella stazione profonda di Bergeggi e in quella intermedia della Gallinara (2245 e 2403 N) e minimo nella stazione intermedia di Bergeggi e in quella profonda della Gallinara (917 e 921) N, mantenendo in tutti i casi valori pressoché simili.

L'indice di equitabilità (J) mostra una ripartizione degli individui tra le specie maggiore nella stazione profonda della Gallinara (0.73) e in quella intermedia di Bergeggi (0.66), mentre si ha un *trend* inverso per quanto riguarda l'indice di diversità (H') che ha i valori più alti nella stazione intermedia della Gallinara (3) e in quella profonda di Bergeggi (2.75); in generale, il sito della Gallinara risulta avere valori di H' maggiori in entrambe le stazioni se confrontato con quello di Bergeggi.

Il test PERMANOVA mostra differenze significative ($p < 0,01$) relative alle due stazioni, tra i siti e nell'interazione tra i due fattori.

Dal confronto della dominanza delle famiglie nel sito di Bergeggi (Fig. 41) si osserva una situazione simile nelle due stazioni, con la prevalenza di poche famiglie che rappresentano la quasi totalità del popolamento. In particolare, nella stazione intermedia (Fig. 41 a) è nettamente dominante la famiglia dei Cerithiidae (41.3%), seguita dai Rissoidae (28.7%), Caecidae (11%) e Pyramidellidae (8%).

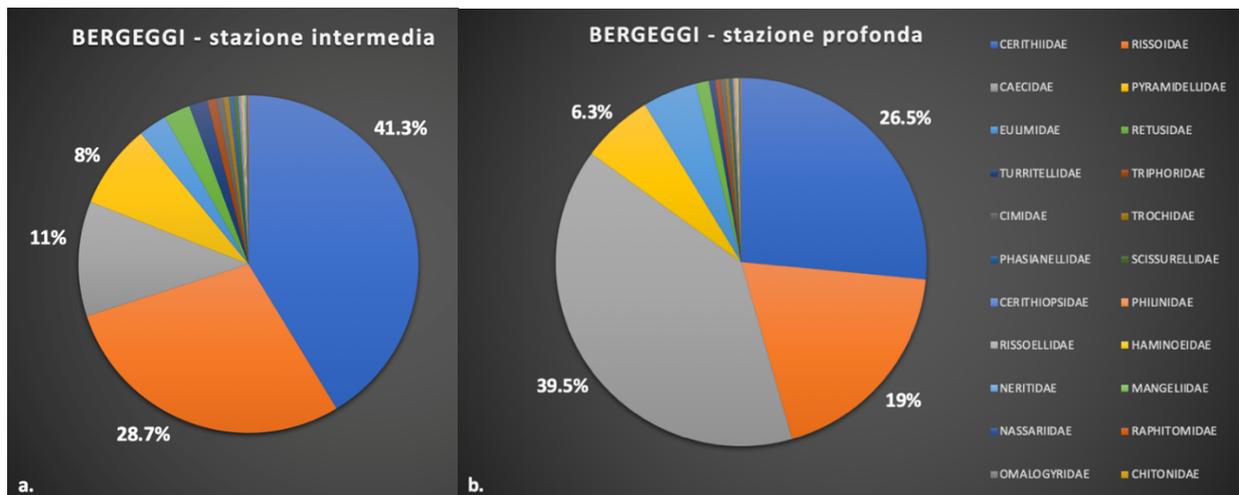


Fig. 41: percentuale di dominanza delle famiglie nelle due stazioni (a) intermedia e (b) profonda di Bergoggi

Queste quattro famiglie rappresentano l'89% della dominanza totale e il restante 11% è rappresentato da 16 famiglie. Nella stazione profonda (Fig. 41 b) sono sempre queste quattro famiglie a dominare il popolamento ma con un diverso ordine: i Caecidae rappresentano il 39.5%, i Cerithiidae il 26.5%, i Rissoidae il 19% e i Pyramidellidae il 6.3% per una dominanza complessiva superiore al 91%; il restante 9% viene spartito in altre 18 famiglie.

Analogamente, le famiglie dominanti nella stazione intermedia della Gallinara (Fig. 42 a) sono Cerithiidae (45%), Rissoidae (17%), Caecidae (11%) e Pyramidellidae (9%) con il restante 27% distribuito tra altre 24 famiglie.

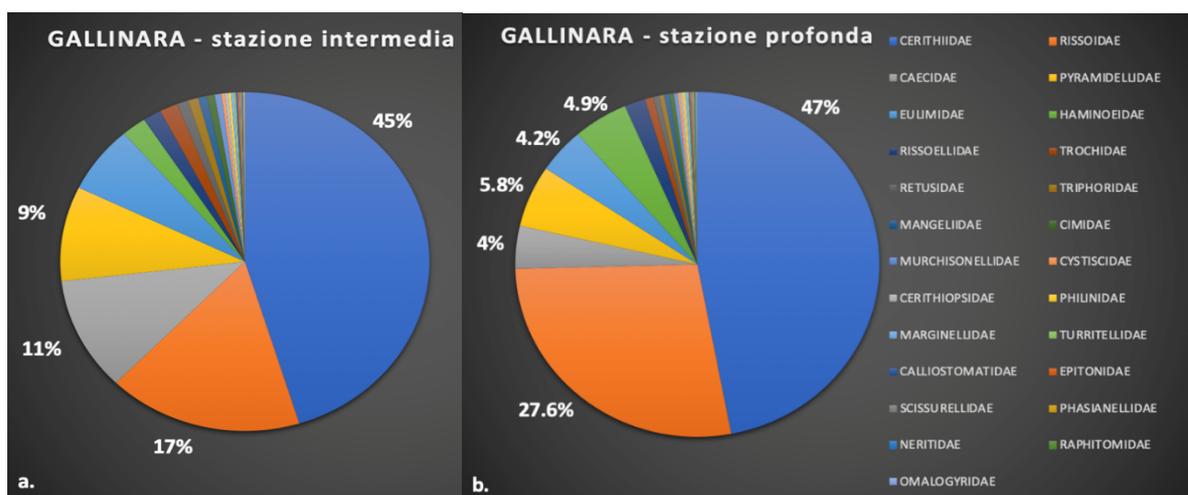


Fig. 42: percentuale di dominanza delle famiglie nelle due stazioni (a) intermedia e (b) profonda della Gallinara

Nella stazione profonda (Fig. 42 b), oltre a Cerithiidae (47%), Rissoidae (27.6%) e Pyramidellidae (5.8%), troviamo una quasi pari dominanza delle famiglie Haminoeidae (4.9%), Eulimidae (4.2%) e Caecidae (4%). Le restanti 19 famiglie rappresentano il 10.5%.

4.3.1.2 Dominanze specifiche

In Tabella 6 sono elencate le specie trovate maggiormente dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni di Bergeggi, considerando il periodo complessivo di campionamento.

Tab. 5: specie maggiormente dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni di Bergeggi

Stazione intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D%	Specie	N	D%
<i>Bittium</i> sp.	379	41,33	<i>Caecum subannulatum</i>	836	37,24
<i>Pusillina philippi</i>	169	18,43	<i>Bittium</i> sp.	594	26,46
<i>Crisilla semistriata</i>	64	6,98	<i>Pusillina philippi</i>	160	7,13
<i>Caecum subannulatum</i>	61	6,65	<i>Vitreolina philippi</i>	100	4,45
<i>Caecum trachea</i>	40	4,36	<i>Chrysallida</i> sp.	97	4,32
<i>Odostomia plicata</i>	37	4,03	<i>Crisilla semistriata</i>	74	3,30
<i>Chrysallida</i> sp.	35	3,82	<i>Alvania geryonia</i>	64	2,85
<i>Vitreolina philippi</i>	25	2,73	<i>Caecum trachea</i>	48	2,14
<i>Haminoea</i> sp.	23	2,51	<i>Obtusella intersecta</i>	39	1,74
<i>Tricolia</i> sp.	16	1,74	<i>Pusillina radiata</i>	30	1,34
			<i>Alvania beanii</i>	27	1,20
			<i>Retusa truncatula</i>	26	1,16
			<i>Odostomia plicata</i>	26	1,16

Nella stazione intermedia il *core stock* è rappresentato da un numero minore di specie (10), con *Bittium* sp. e *Pusillina philippi* che insieme rappresentano quasi il 60% dello *stock* complessivo, rispetto a quella profonda (13) in cui sono *Caecum subannulatum* e *Bittium* sp. ad occupare complessivamente la maggior percentuale di dominanza (>63%). Il genere *Bittium* sp. è

rappresentato da un elevato numero di individui in entrambe le stazioni; la massima dominanza in quella profonda è rappresentata da *Caecum subannulatum*, presente anche nella prateria intermedia ma con una dominanza nettamente minore. Tutte le specie presenti nel *core stock* della stazione intermedia sono presenti anche in quella profonda, ad eccezione di *Haminoea* sp. e *Tricolia* sp. che troviamo con una $D < 0.20\%$ nel posidonieto profondo; nella stazione profonda troviamo *Alvania geryonia*, *Obtusella intersecta*, *Pusillina radiata*, *Alvania beanii* e *Retusa truncatula* che sono assenti o con una $D\% < 0.5\%$ nella stazione intermedia.

Per quanto riguarda il *core stock* del sito della Gallinara (Tab. 7), il genere *Bittium* è dominante in entrambe le praterie rappresentando da solo il 45.24% nella stazione intermedia e il 43.65% nella profonda su un totale rispettivamente di 12 specie e 14 specie.

Tab. 6: specie maggiormente dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni della Gallinara

Stazione intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D%	Specie	N	D%
<i>Bittium</i> sp.	1087	45,24	<i>Bittium</i> sp.	402	43,65
<i>Caecum subannulatum</i>	256	10,65	<i>Obtusella intersecta</i>	78	8,47
<i>Crisilla semistriata</i>	189	7,87	<i>Alvania geryonia</i>	59	6,41
<i>Chrysallida</i> sp.	138	5,74	<i>Haminoea</i> sp.	45	4,89
<i>Vitreolina philippi</i>	134	5,58	<i>Pusillina philippi</i>	44	4,78
<i>Pusillina philippi</i>	116	4,83	<i>Chrysallida</i> sp.	35	3,80
<i>Odostomia plicata</i>	58	2,41	<i>Caecum subannulatum</i>	34	3,69
<i>Haminoea</i> sp.	52	2,16	<i>Alvania beanii</i>	34	3,69
Triphoridae	38	1,58	<i>Cerithium vulgatum</i>	31	3,37
<i>Cima minima</i>	31	1,29	<i>Parvioris ibizenca</i>	22	2,39
<i>Alvania beanii</i>	27	1,12	<i>Vitreolina philippi</i>	17	1,85
<i>Alvania geryonia</i>	27	1,12	<i>Rissoella inflata</i>	16	1,74
			<i>Pusillina radiata</i>	14	1,52
			<i>Odostomia plicata</i>	10	1,09

Nel posidonieto intermedio, *Caecum subannulatum* è dominante con una percentuale maggiore del 10% seguito da *Crisilla semistriata* (7.87%) e *Chrysallida* sp. (5.74). Tra le specie del *core stock* della stazione intermedia, *Crisilla semistriata*, i Triphoridae e *Cima minima* sono presenti nella prateria profonda solo con $D < 0.50\%$. Nella stazione profonda, oltre a *Bittium* sp., sono dominanti *Obtusella intersecta* (8.47%) e *Alvania geryonia* (6.41%); tra le specie presenti in questo *core stock*, *Obtusella intersecta*, *Cerithium vulgatum*, *Parvioris ibizenca*, *Rissoella inflata* e *Pusillina radiata* sono assenti nella stazione intermedia o con una $D < 0.9\%$. In particolare, *Cerithium vulgatum* è stato trovato solo nella prateria profonda della Gallinara, fatta eccezione per un unico individuo catturato nel posidonieto profondo di Bergeggi.

4.3.1.3 Struttura trofica

L'analisi della struttura trofica delle due praterie ha portato alla determinazione di dieci gruppi trofici complessivi (lista completa e dettagliata in Allegato I). Sommando i valori di dominanza dei gruppi trofici delle repliche mensili sono stati definiti i rapporti di dominanza per ogni periodo di campionamento per ciascuna prateria.

In entrambe le stazioni della prateria di Bergeggi (Fig. 43) dominano i gruppi trofici di erbivori-detritivori, *micrograzers*, ectoparassiti e detritivori mentre i *macrograzers* non sono mai stati trovati.

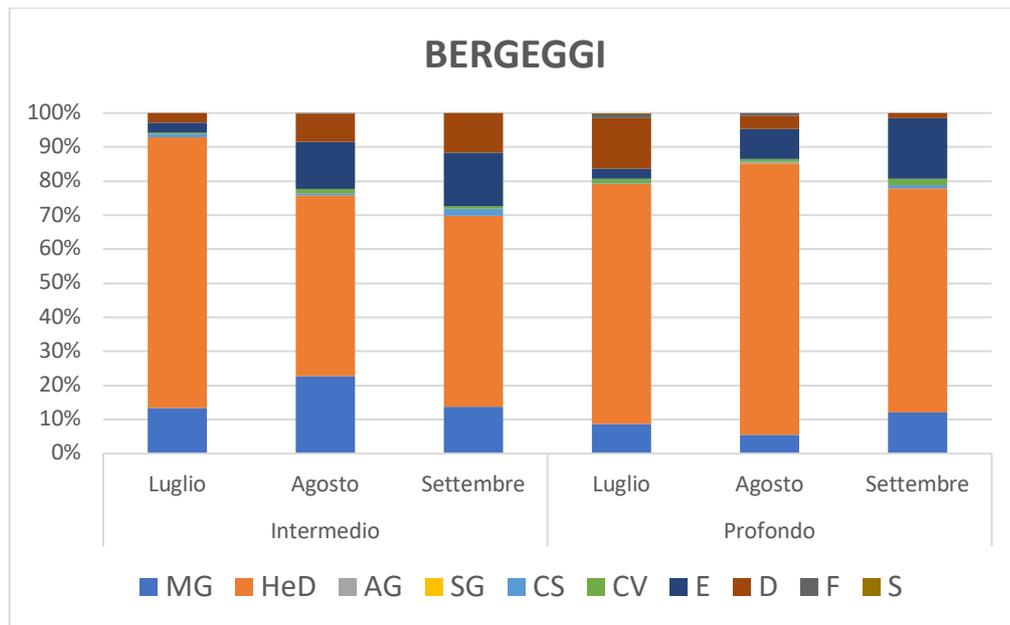


Fig. 38: percentuali di dominanza dei gruppi trofici per ciascun mese nelle due stazioni di Bergeggi. *Micrograzer* (MG), erbivori-detritivori (HeD), *macrograzers* (AG), *seagrass grazers* (SG), carnivori di prede sessili (CS), carnivori di prede mobili (CV), ectoparassiti (E), detritivori (D), filtratori (F).

Considerando la variazione temporale, i valori di dominanza più elevati per gli erbivori-detritivori si hanno a luglio (79.3%) nella stazione intermedia e a luglio (70.6%) e agosto (79.6%) in quella profonda; i *micrograzers* mantengono una percentuale di dominanza costante tra luglio (13.5%) e settembre (13.7%) nella stazione intermedia con un picco nel mese di agosto (22.7%), mentre per la stazione profonda i valori sono tendenzialmente più bassi (8.7% e 5.6%), raggiungendo un massimo di 12.1% a settembre. I valori di dominanza degli ectoparassiti aumentano da luglio (circa 3%) a settembre (15.8% e 17.8%) in entrambe le profondità; per i detritivori si evince un andamento inverso passando dalla stazione intermedia, dove la percentuale di dominanza aumenta nei tre mesi (2.9%, 8.4% e 11.6%), a quella profonda, in cui subiscono un decremento (14.8%, 3.9%, 1.6%). I carnivori (CS e CV) mantengono valori compresi tra 0.2% e 2.1% in tutti i mesi in entrambe le profondità, con la massima percentuale di dominanza (2.1%) dei carnivori di prede sessili nel mese di settembre nella prateria intermedia. Il gruppo trofico dei *seagrass feeders* è presente solo nel mese di agosto nella stazione profonda. I restanti tre gruppi trofici (F, SG e S) sono scarsamente rappresentati in tutto il periodo in

entrambe le profondità, presentando i filtratori la più alta percentuale di dominanza (1.3%) nel mese di luglio nel posidonieto profondo.

In entrambe le stazioni della Gallinara (Fig. 44) risultano dominanti le categorie trofiche HeD (erbivori-detritivori), E (ectoparassiti), D (detritivori) e MG (*micrograzers*).

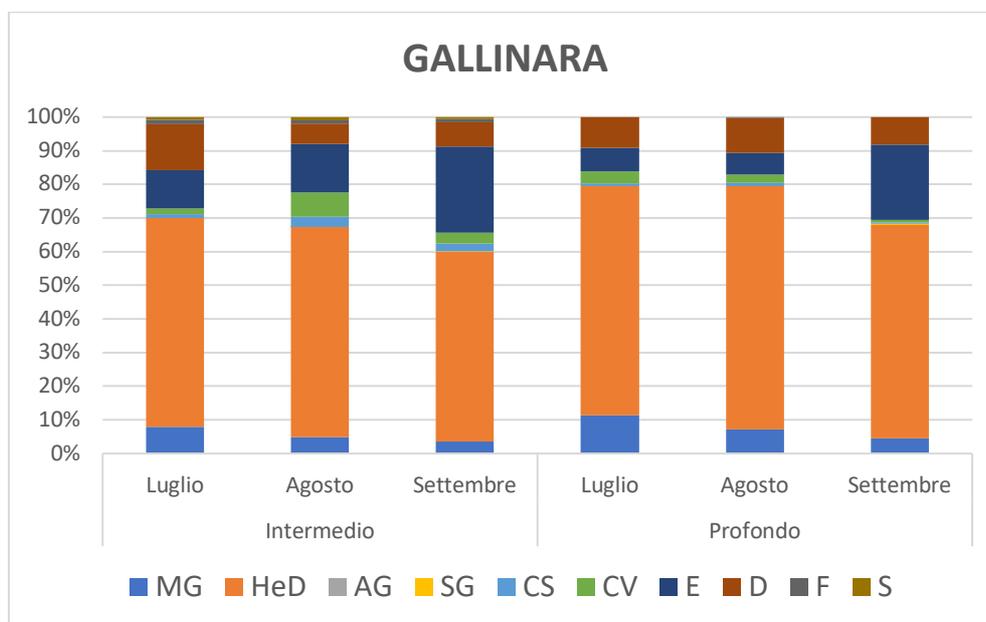


Fig. 39: percentuali di dominanza dei gruppi trofici per ciascun mese nelle due stazioni della Gallinara. *Micrograzer* (MG), erbivori-detritivori (HeD), *macrograzers* (AG), *seagrass grazers* (SG), carnivori di prede sessili (CS), carnivori di prede mobili (CV), ectoparassiti (E), detritivori (D), filtratori (F).

Dal confronto temporale della stazione intermedia si evince un incremento degli ectoparassiti nei tre mesi (11.4%, 14.4%, 25.6%) e un decremento dei detritivori tra luglio e agosto, seguito da un leggero aumento nel mese di settembre (13.7%, 6.1%, 7.2%); i *micrograzers* diminuiscono nel corso dell'estate passando da una percentuale di dominanza maggiore di 7 nel mese di luglio ad una di 3.5 nel mese di settembre. La percentuale di dominanza degli erbivori-detritivori rimane pressoché costante tra luglio e agosto (62.1%, 62.4%), diminuendo nel mese di settembre (56.4%). Le altre 6 categorie trofiche si spartiscono circa il 5% della dominanza totale nel mese di luglio (con maggiore contributo di carnivori di prede mobili e filtratori), il 12% nel mese di agosto, di cui il 7.1% è rappresentato da CV e il 3% da CS, e il 7.2% nel mese di settembre in cui

sono sempre i carnivori (3.2% di CV e 2.4% di CS) a dare il maggiore contributo. Anche nella stazione profonda i *micrograzers* subiscono un decremento nei tre mesi (11.4%, 7.1%, 4.5%). Erbivori-detritivori e detritivori incrementano la percentuale di dominanza tra luglio e agosto (rispettivamente 68.1% - 72.5% e 9.1% - 10.5%) per poi diminuire nuovamente nel mese di settembre (63.4% e 8.1%); gli ectoparassiti subiscono un'oscillazione inversa (7.1%, 6.4%, 22.4). La restante percentuale di dominanza viene spartita tra altri 4 gruppi trofici: nel mese di luglio (4.3) tra carnivori di prede mobili (3.5%) e quelli di prede sessili (0.8%), nel mese di agosto (3.6%) tra CV (2.4%), CS (1%) e filtratori (0.2%) e infine nel mese settembre (1.6) in modo praticamente equo tra *seagrass feeders*, CV e CS.

Nel complesso, mettendo a confronto le due profondità, si nota come gli erbivori-detritivori siano presenti con una maggiore percentuale di dominanza nella prateria profonda, viceversa per gli ectoparassiti che contribuiscono maggiormente nella stazione intermedia. Nella prateria profonda non sono stati catturati *scavengers*, presenti invece in tutti i mesi nella prateria intermedia, e *macrograzer*, rappresentati da un unico individuo prelevato nel mese di agosto nel posidonieto intermedio.

4.3.2 Biocenosi di strato fogliare

4.3.2.1 Diversità

Nella prateria di Bergeggi sono stati identificati 45 *taxa* appartenenti a 23 famiglie per un totale di 9047 individui, mentre in quella della Gallinara sono stati identificati 66 *taxa* appartenenti a 33 famiglie per un totale di 25327 individui, di cui il 92%.

In Tabella 8 sono riportate le misure di diversità della malacofauna di strato fogliare delle due stazioni del sito di Bergeggi ottenute considerando i campionamenti senza variabilità mensile.

Tab. 7: misure di diversità della malacofauna di strato fogliare della stazione intermedia e profonda dei due siti. Specie totali (S), individui totali (N), indice di equità (J), indice di diversità (H')

BERGEGGI	S	N	J	H'
Intermedia	38	6575	0.56	2.43
Profonda	37	2472	0.70	2.93
GALLINARA	S	N	J	H'
Intermedia	49	13368	0.55	2.55
Profonda	59	11959	0.58	2.83

Il numero di specie è pressochè identico nelle due stazioni della prateria di Bergeggi ma la stazione intermedia è caratterizzata da un numero di individui nettamente superiore. L'indice di equità (J) mostra una ripartizione degli individui tra le specie maggiore nella stazione profonda; anche l'indice di diversità (H') presenta un valore più elevato a maggiori profondità.

Nella prateria della Gallinara (Tab. 8), il numero di specie è pari a 49 nella stazione intermedia e 59 in quella profonda, entrambe rappresentate da un numero di individui molto elevato, più del doppio rispetto a quelli trovati nella prateria di Bergeggi.

L'indice di equitabilità (J) mostra una ripartizione degli individui tra le specie maggiore nella stazione profonda rispetto a quella intermedia. Anche per quanto riguarda l'indice di diversità (H') la stazione profonda presenta valori più alti.

Dal confronto della dominanza delle famiglie rispetto al periodo di campionamento complessivo si osserva, nella prateria di Bergeggi (Fig. 45), una condizione molto simile nelle due stazioni, con la prevalenza di poche famiglie che rappresentano la quasi totalità del popolamento.

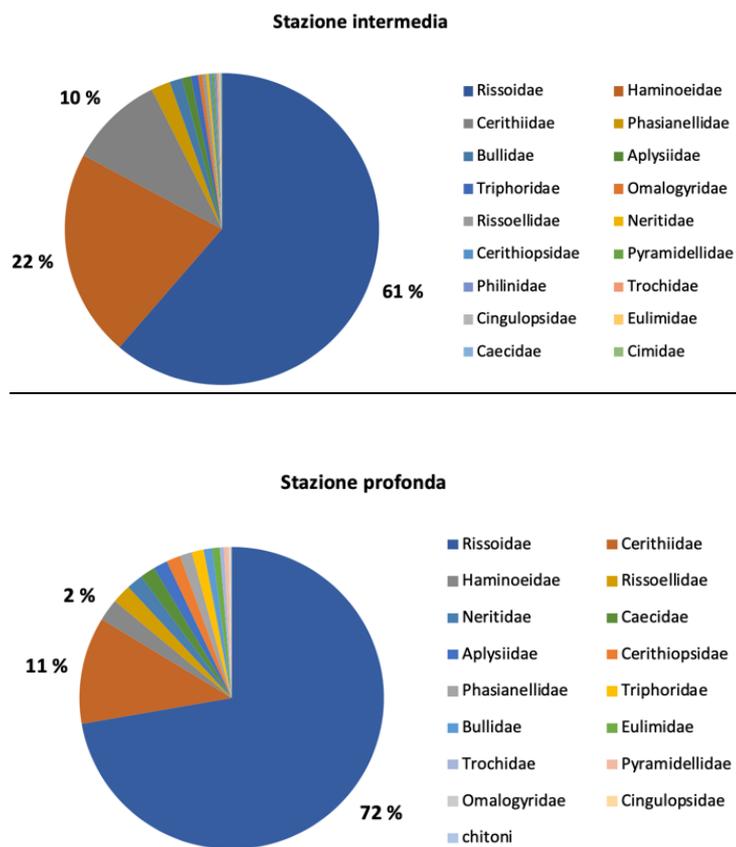


Fig. 40: rapporti di dominanza delle principali famiglie delle due stazioni nel sito di Bergeggi

Nella stazione intermedia la famiglia Rissoidae è nettamente dominante (61%), seguita da Haminoeidae (22%) e Cerithiidae (10%); queste tre famiglie assommano il 93% della dominanza totale.

Nella stazione profonda i Rissoidae rimangono la famiglia dominante (72%), aumentando la loro percentuale a scapito di altre famiglie come Cerithiidae (11%), che diminuiscono pur rimanendo con valori elevati; la famiglia Haminoeidae passa dal 21.5% della stazione intermedia al 2,5%.

Queste tre famiglie insieme rappresentano l'86,2% della dominanza totale.

Per quanto riguarda la prateria della Gallinara (Fig. 46), Cerithiidae, Rissoidae e Haminoeidae sono sempre dominanti ma in rapporti differenti nelle due stazioni.

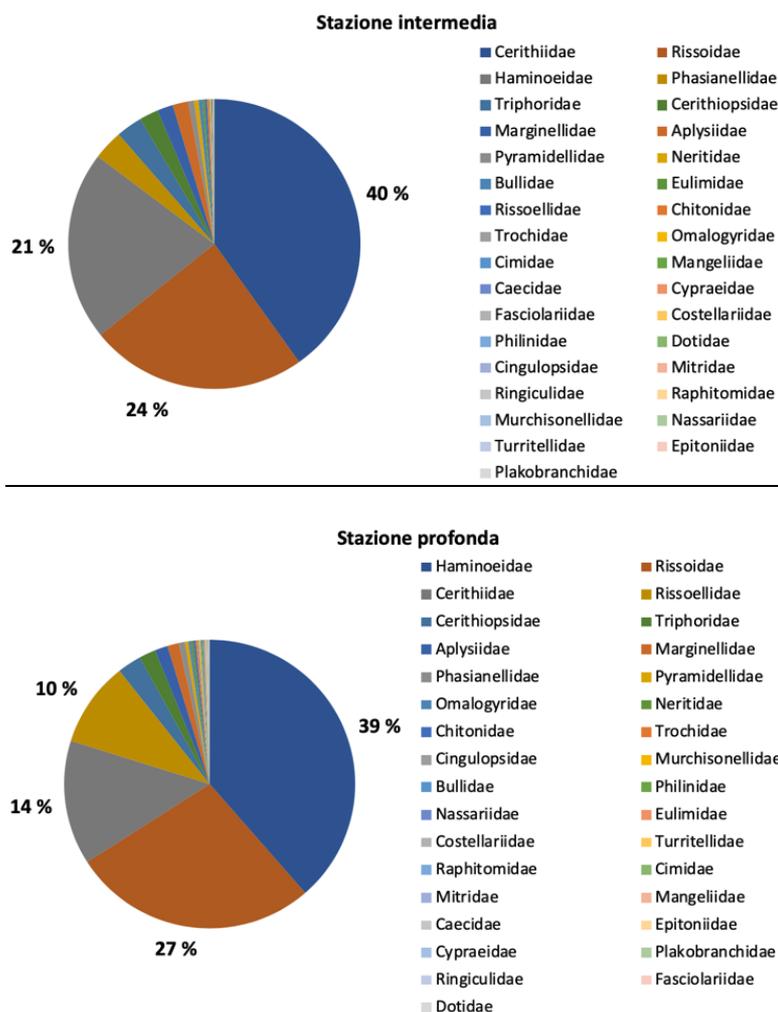


Fig. 41: rapporti di dominanza delle principali famiglie delle due stazioni nel sito della Gallinara

I Rissoidae hanno percentuali simili (24% e 27%) e costituiscono sempre la seconda famiglia dominante. I Cerithiidae sono la famiglia più dominante nella stazione intermedia (40%), ma

solo la terza in quella profonda (14%), mentre gli Haminoeidae mostrano una situazione inversa: terza famiglia dominante (21%) nella stazione intermedia e prima (39%) nella profonda. Tra le altre famiglie, Triphoridae, Cerithiopsidae, Aplysiidae e Marginellidae registrano dominanze simili nelle due stazioni, mentre la famiglia Rissoellidae mostra maggiore incremento passando da 0,2% nella stazione intermedia a 10% nella profonda.

4.3.2.2 Dominanze specifiche

Il *core stock* della stazione intermedia della prateria di Bergeggi (Tab. 9) è rappresentato da un minore numero di *taxa* (10) rispetto a quella profonda (17); gli individui appartenenti al genere *Haminoea* sono nettamente superiori agli altri, ma diminuiscono nella stazione profonda.

Tab.9: specie dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni della prateria di Bergeggi

Stazione intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D %	Specie	N	D %
<i>Haminoea</i> sp.	2405	36.58	<i>Pusillina philippi</i>	720	29.13
<i>Pusillina philippi</i>	1498	22.78	<i>Pusillina radiata</i>	602	24.35
<i>Bittium</i> sp.	635	9.66	<i>Bittium</i> sp.	284	11.49
<i>Pusillina radiata</i>	583	8.87	<i>Rissoa membranacea</i>	216	8.74
<i>Rissoa auriscalpium</i>	398	6.05	<i>Rissoa violacea</i>	76	3.07
<i>Rissoa membranacea</i>	286	4.35	<i>Haminoea</i> sp.	72	2.91
<i>Bulla striata</i>	126	1.92	<i>Rissoa auriscalpium</i>	54	2.18
<i>Rissoa violacea</i>	113	1.72	<i>Smaragdia viridis</i>	51	2.06
<i>Tricolia</i> sp.	107	1.63	<i>Caecum subannulatum</i>	46	1.86
<i>Rissoa ventricosa</i>	88	1.34	<i>Rissoella inflata</i>	43	1.74
			<i>Cerithiopsis</i> sp.	41	1.66
			<i>Tricolia</i> sp.	38	1.54
			Triphoridae	35	1.42
			<i>Petalifera petalifera</i>	35	1.42
			<i>Rissoa ventricosa</i>	29	1.17
			<i>Bulla striata</i>	29	1.17
			<i>Vitreolina philippi</i>	25	1.01

Tutte le specie della stazione intermedia sono presenti anche nel *core stock* profondo a eccezione di *Bulla striata*. Escludendo *Haminoea* sp., le specie *Pusillina philippi*, *P. radiata* e il genere *Bittium* sp. si confermano dominanti in entrambe le stazioni.

Per quanto riguarda la prateria della Gallinara (Tab. 10), nella stazione intermedia lo *stock* malacologico conta il numero di specie (13) rispetto alla stazione profonda (11).

Tab. 10: specie dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni della prateria della Gallinara

Stazione intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D	Specie	N	D
<i>Bittium</i> sp.	6507	48.68	<i>Haminoea</i> sp.	5616	46.96
<i>Haminoea</i> sp.	2321	17.36	<i>Pusillina radiata</i>	1599	13.37
<i>Pusillina philippi</i>	1055	7.89	<i>Bittium</i> sp.	1402	11.72
<i>Pusillina radiata</i>	732	5.48	<i>Rissoella inflata</i>	886	7.41
<i>Rissoa membranacea</i>	574	4.29	<i>Pusillina philippi</i>	648	5.42
Triphoridae	273	2.04	<i>Cerithiopsis</i> sp.	302	2.53
<i>Cerithiopsis</i> sp.	270	2.02	Triphoridae	196	1.64
<i>Tricolia</i> sp.	256	1.92	<i>Rissoella diaphana</i>	185	1.55
<i>Granulina</i> sp.	210	1.57	<i>Petalifera petalifera</i>	153	1.28
<i>Rissoa violacea</i>	201	1.50	<i>Rissoa membranacea</i>	137	1.15
<i>Rissoa auriscalpium</i>	175	1.31	<i>Rissoa violacea</i>	126	1.05
<i>Rissoa ventricosa</i>	141	1.05			
<i>Petalifera petalifera</i>	136	1.02			

Tutte le specie della stazione profonda sono incluse anche nel *core stock* intermedio, ad eccezione dei Rissoellidae (*Rissoella inflata* e *R. diaphana*). *Bittium* sp. è la specie dominante nella stazione intermedia (48,68%) ma decresce in quella profonda (11,72%); il genere *Haminoea* ha una condizione inversa, è la specie dominante nella stazione profonda (46.96%) e

seconda in quella intermedia (17.36%); i taxa *Granulina* sp., *Tricolia* sp., *Rissoa auriscalpium* e *R. ventricosa* sono presenti solo nel *core stock* intermedio.

4.3.2.3 Struttura trofica

L'analisi della struttura trofica della malacofauna di strato fogliare della prateria Bergeggi ha permesso la determinazione di otto gruppi trofici. Sommando i valori di dominanza dei gruppi trofici delle repliche mensili, sono stati definiti i rapporti di dominanza tra i gruppi trofici per ogni periodo di campionamento (Fig. 47).

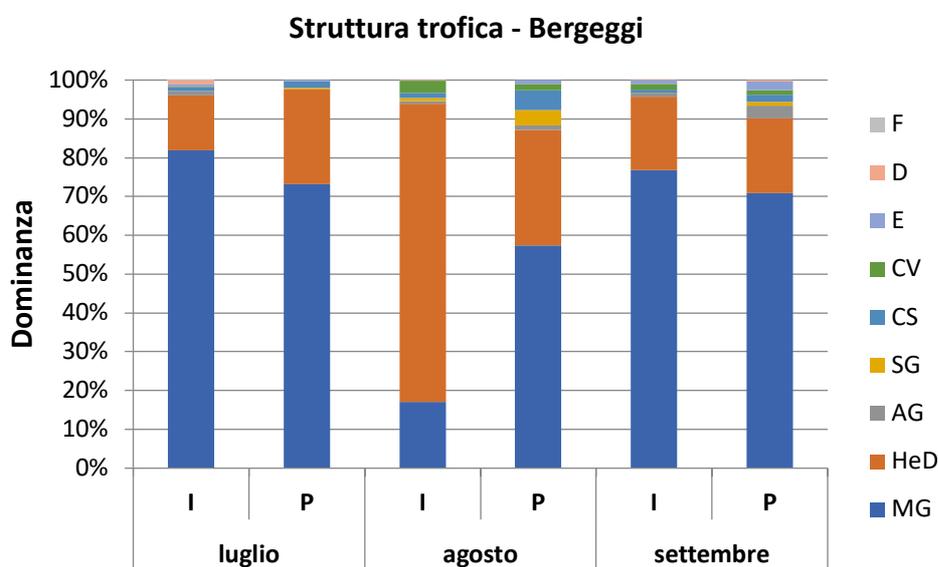


Fig. 42: percentuali di dominanza dei gruppi nelle stazioni intermedia (I) e profonda (P). *Micrograzers* (MG), erbivori detritivori (HeD), *macrograzers* (AG), *seagrass grazers* (SG), carnivori di prede sessili (CS), carnivori di prede mobili (CV), ectoparassiti (E), detritivori (D), filtratori (F)

Dal confronto temporale della stazione intermedia emerge una situazione molto simile tra luglio e settembre. I *micrograzers* (MG) sono il gruppo dominante in entrambi i periodi e con percentuali simili (82% e 77%), seguiti dagli erbivori-detritivori (HeD) (14% e 19%). Da luglio a settembre si assiste quindi a una leggera diminuzione dei *micrograzers* a scapito degli erbivori-detritivori; questi due gruppi trofici costituiscono in entrambi i casi praticamente l'intera

comunità, mentre i restanti sono scarsamente rappresentati. Al contrario, il mese di agosto rivela una situazione sostanzialmente inversa tra le diete sopra citate. Gli erbivori-detritivori sono dominanti con il 77%, seguono i *micrograzers* con il 17%; tra gli altri gruppi trofici i carnivori di prede vagili (CV) aumentano rispetto agli altri mesi andando a rappresentare il 3% del totale di agosto.

Nella stazione profonda, il mese di luglio è caratterizzato dalla dominanza dei *micrograzers* (73%) seguiti dagli erbivori-detritivori (26%) così come registrato nella stazione intermedia per lo stesso mese. Anche nel posidonieto profondo, agosto è il mese che presenta maggiori differenze. I *micrograzers* diminuiscono (57%) a favore degli erbivori-detritivori (30%) e degli altri gruppi trofici, in particolare i carnivori di prede sessili (5%) e i *seagrass grazer* (SG) (4%). Settembre ha una situazione intermedia tra i mesi precedenti: i *micrograzers* aumentano (71%) a scapito degli erbivori-detritivori (19%), diminuiscono i carnivori di prede sessili (2%) e aumentano *macrograzers* (3%) ed ectoparassiti (E) (2%).

Dal confronto della variabile temporale tra i campionamenti effettuati nella prateria della Gallinara (Fig. 48), nella stazione intermedia, si può osservare una situazione omogenea nei tre mesi riguardo i due gruppi trofici principali (*micrograzers* e erbivori-detritivori).

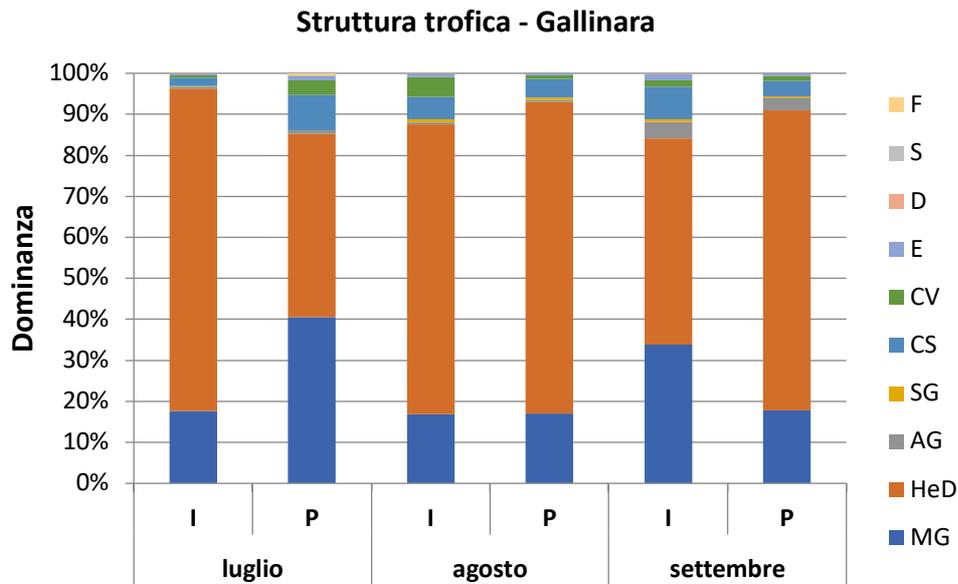


Fig. 43: percentuali di dominanza dei gruppi nelle stazioni intermedia (I) e profonda (P). *Micrograzers* (MG), erbivori detritivori (HeD), *macrograzers* (AG), *seagrass grazers* (SG), carnivori di prede sessili (CS), carnivori di prede mobili (CV), ectoparassiti (E), detritivori (D), filtratori (F)

In tutti i periodi si assiste infatti alla prevalenza di erbivori-detritivori, in particolare a luglio periodo nel quale con la categoria dei *micrograzers* costituiscono il 96% della dominanza complessiva. Ad agosto i *micrograzers* rimangono sostanzialmente invariati rispetto al mese precedente, mentre gli erbivori-detritivori diminuiscono, pur rimanendo dominanti, in favore di gruppi carnivori sia di prede sessili, sia di prede vagili (CS) (insieme costituiscono il 10% della dominanza). A settembre la somma di *micrograzers* e erbivori-detritivori è pressochè la stessa del mese precedente, ma aumenta il contributo dei primi sui secondi; anche i carnivori mantengono dominanza complessiva analoga (9% circa) ma aumenta il contributo dei carnivori di prede sessili (8% circa). A settembre diventa rilevante anche il contributo dei *macrograzers* (AG) che raggiungono il 4% della dominanza totale.

Anche nella stazione profonda gli erbivori-detritivori sono il gruppo maggiormente dominante in tutti i mesi e sommati ai *micrograzers* rappresentano sempre la quasi totalità della dominanza; in misura minore a luglio, in quanto la componente carnivora è più presente (12%) rispetto agli altri

mesi. A settembre ricompaiono i *macrograzers* (3%), quasi del tutto assenti nei mesi precedenti così come osservato per la stazione intermedia.

4.3.3 Tanatocenosi

4.3.3.1 Diversità

Sono qui di seguito elencati i risultati riguardanti la diversità dei molluschi conchiferi appartenenti alla tanatocenosi delle praterie di Bergeggi e della Gallinara (Tab. 11)

Tab.11: misure di diversità della stazione intermedia e profonda dei due siti. Specie totali (S), Individui totali (N), indice di equitabilità di Pielou (J), indice di diversità di Shannon (H')

BERGEGGI	S	N	J	H'
Intermedia	88	3786	0.51	1.98
Profonda	86	5977	0.56	2.88
GALLINARA	S	N	J	H'
Intermedia	79	4016	0.57	3.01
Profonda	100	12649	0.45	2.68

Il numero di specie identificate ha un andamento inverso nei due siti: a Bergeggi si hanno valori di S pressoché simili nelle due profondità (88 e 86), mentre alla Gallinara si raggiunge il massimo valore (100) nella stazione profonda contro le 79 specie trovate nella stazione intermedia.

Il numero di individui catturati nella prateria di Bergeggi cresce all'aumentare della profondità; nel posidonieto della Gallinara è subito evidente la cattura di un numero elevato di individui nella stazione profonda, quasi tre volte rispetto al valore della stazione intermedia. L'indice di equitabilità (J) mostra una ripartizione degli individui tra le specie maggiore nella stazione profonda di Bergeggi mentre si ha un *trend* inverso per quanto riguarda le due stazioni del posidonieto della Gallinara. Anche per quanto riguarda l'indice di diversità (H'), si ha un valore

maggiore nella stazione profonda rispetto a quella intermedia nella prateria di Bergeggi, viceversa per il posidonieto della Gallinara. Confrontando le stazioni intermedie dei due siti, si evidenzia un valore dell'indice di diversità pari a 1.98 nel posidonieto di Bergeggi e 3.01 in quello della Gallinara, mentre le due stazioni profonde mantengono valori pressochè simili (2.88 a Bergeggi e 2.68 alla Gallinara).

Sono di seguito esposti i risultati ottenuti dal calcolo della percentuale di dominanza delle famiglie trovate nel sito di Bergeggi. Nella batimetria superiore (Fig.49 a) i Cerithiidae dominano al 62.2% e i Rissoidae al 24.8% per un valore complessivo dell'89%; la restante percentuale viene spartita tra 34 famiglie con $D < 2\%$.

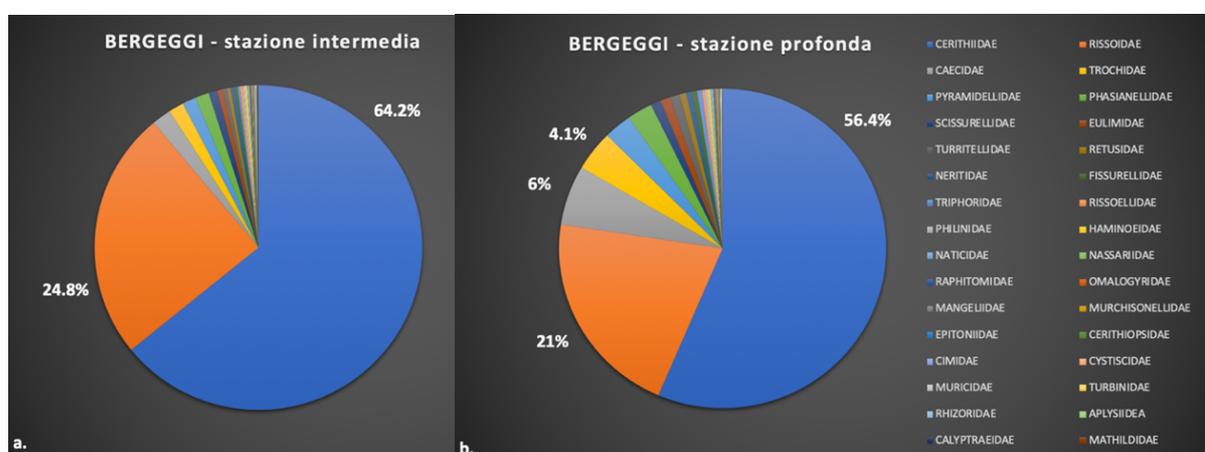


Fig. 49: percentuale di dominanza delle famiglie nelle due stazioni (a) intermedia e (b) profonda di Bergeggi

Nella stazione profonda (Fig. 49 b), Cerithiidae (56.4%) e Rissoidae (21%) insieme raggiungono il 77.4% della dominanza complessiva. Tra le altre 30 famiglie, i Caecidae hanno una percentuale di dominanza pari al 6% e i Trochidae del 4.1%.

Anche nella prateria della Gallinara sono state trovate dominanti Cerithiidae e Rissoidae: nella stazione intermedia (Fig. 50 a) hanno rispettivamente valori pari a 54.4% e 20.6%, sono seguiti da Caecidae (6.3%) e Pyramidellidae (3.2%) e la restante percentuale di dominanza (15.5%) viene spartita tra 30 famiglie, ciascuna con una $D \leq 2\%$.

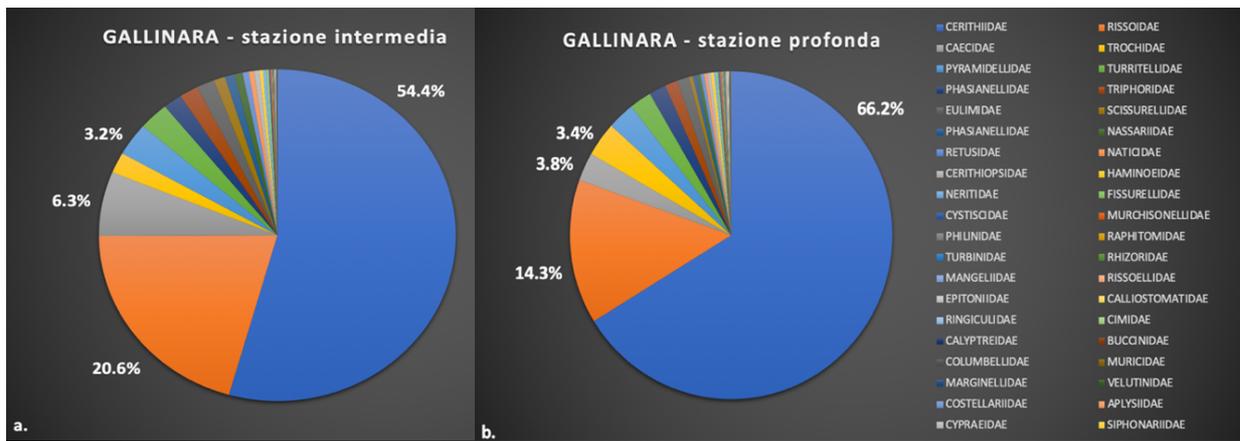


Fig. 50: percentuale di dominanza delle famiglie nelle due stazioni (a) intermedia e (b) profonda della Gallinara

Nella stazione profonda (Fig. 50 b) Cerithiidae (66.2%) e Rissoidae (14.3%) insieme costituiscono l'80.5% della dominanza complessiva e la percentuale rimanente è occupata da 38 famiglie, tra cui troviamo Trochidae (3.4%) e Caecidae (2.8%).

4.3.3.2 Dominanze specifiche

In Tabella 12 sono elencate le specie trovate maggiormente dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni di Bergeggi.

Tab.12: specie dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni della prateria di Bergeggi

Stazione intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D%	Specie	N	D%
<i>Bittium</i> sp.	2422	63,97	<i>Bittium</i> sp.	3351	56,06
<i>Pusillina philippi</i>	304	8,03	<i>Pusillina philippi</i>	427	7,14
<i>Alvania cancellata</i>	192	5,07	<i>Caecum subannulatum</i>	332	5,55
<i>Alvania discors</i>	119	3,14	<i>Alvania geryonia</i>	230	3,85
<i>Crisilla semistriata</i>	80	2,11	<i>Jujubinus exasperatus</i>	216	3,61
<i>Caecum subannulatum</i>	64	1,69	<i>Crisilla semistriata</i>	152	2,54
<i>Tricolia</i> sp.	42	1,11	<i>Tricolia</i> sp.	105	1,76
<i>Rissoa auriscalpium</i>	38	1,00	<i>Chrysallida</i> sp.	99	1,66
			<i>Pusillina radiata</i>	72	1,20
			<i>Alvania cancellata</i>	65	1,09
			<i>Scissurella costata</i>	60	1,00

Nella stazione intermedia il *core stock* è rappresentato da un numero minore di specie (8) rispetto a quella profonda (11) ma in entrambi i casi *Bittium* sp. e *Pusillina philippi* sono le maggiormente dominanti e insieme costituiscono rispettivamente il 72% e 63.2% dello *stock* complessivo, seppur con un peso maggiore dato dal genere *Bittium* rappresentato da un elevato numero di individui in entrambe le stazioni. Tutte le specie presenti nel *core stock* della stazione intermedia sono presenti anche in quella profonda, ad eccezione di *Alvania cancellata*, *Tricolia* sp. e *Rissoa auriscalpium*; nella stazione profonda *Alvania geryonia*, *Jujubinus exasperatus*, *Chrysallida* sp., *Pusillina radiata* e *Scissurella costata* sono assenti o con una $D\% \leq 0.6\%$ nella stazione intermedia.

Per quanto concerne la prateria della Gallinara (Tab. 13) il *core stock* della stazione intermedia è rappresentato da 13 specie, quello della stazione profonda da 12 specie.

Tab.13: specie dominanti ($D \geq 1\%$) nelle due stazioni della prateria della Gallinara

Stazione Intermedia			Stazione profonda		
Specie	N	D%	Specie	N	D%
<i>Bittium</i> sp.	2183	54,36	<i>Bittium</i> sp.	8277	65,44
<i>Pusillina philippi</i>	364	9,06	<i>Alvania geryonia</i>	393	3,11
<i>Caecum subannulatum</i>	244	6,08	<i>Pusillina philippi</i>	363	2,87
<i>Crisilla semistriata</i>	104	2,59	<i>Jujubinus exasperatus</i>	356	2,81
<i>Chrysallida</i> sp.	77	1,92	<i>Caecum subannulatum</i>	314	2,48
<i>Vitreolina philippi</i>	67	1,67	<i>Turritella turbona</i>	236	1,87
<i>Jujubinus exasperatus</i>	65	1,62	<i>Tricolia</i> sp.	216	1,71
<i>Haminoea</i> sp.	65	1,62	<i>Chrysallida</i> sp.	200	1,58
<i>Tricolia</i> sp.	51	1,27	<i>Triphoridae</i>	154	1,22
<i>Turritella turbona</i>	49	1,22	<i>Crisilla maculata</i>	134	1,06
<i>Alvania geryonia</i>	45	1,12	<i>Alvania beanii</i>	131	1,04
<i>Crisilla maculata</i>	44	1,10	<i>Pusillina radiata</i>	127	1,00
<i>Rissoa auriscalpium</i>	43	1,07			

Bittium sp. (54.36%) e *Pusillina philippi* (9.06%) sono le specie maggiormente dominanti nella stazione intermedia e *Bittium* sp. (65.4%) e *Alvania geryonia* (3.1%) in quella profonda. Nel *core stock* della stazione superiore *Crisilla semistriata*, *Vitreolina philippi*, *Haminoea* sp. e *Rissoa auriscalpium* sono assenti o con una $D \leq 0.3\%$ le nella stazione profonda, mentre *Alvania Beanii* e *Pusillina radiata* presenti nel *core stock* della stazione inferiore hanno $D \leq 0.8\%$ nella stazione intermedia.

4.3.4 Confronto tanatocenosi – biocenosi di strato rizomiale e fogliare

Per una migliore comprensione della struttura della comunità a gasteropodi nelle due praterie, è stato effettuato un confronto quali-quantitativo tra le specie appartenenti alla tanatocenosi e quelle delle cenosi di strato rizomiale e fogliare (Allegato II).

Nella stazione intermedia della prateria di Bergeggi (Tab 14, Fig. 51 a) sono state trovate 88 specie appartenenti alla tanatocenosi (rosa), 37 alla cenosi delle foglie (giallo) e 39 a quella dei rizomi (verde).

Tab. 14: numero di specie (S) e percentuali di sovrapposizione (es.) della tanatocenosi (rosa) con lo strato fogliare (T→F), lo strato rizomiale (T→R), entrambe le biocenosi (T→R+F) e specie presenti solo nella tanatocenosi (solo T) della stazione intermedia di Bergeggi

T=88	T-->F	T-->R	T-->R+F	Solo T
S	30	34	21	45
%	34,1	38,6	23,9	51,1

F=37	F-->T	F-->R	F-->R+T	Solo F
S	30	24	21	4
%	81,1	64,9	56,8	10,8

R=39	R-->T	R-->F	R-->F+T	Solo R
S	34	24	21	2
%	87,2	61,5	53,8	5,1

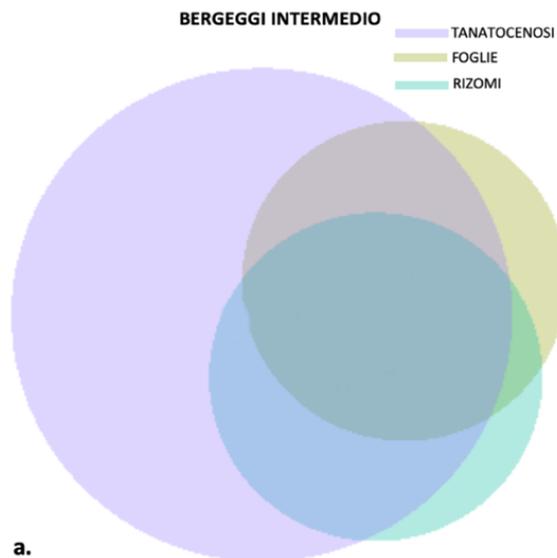


Fig. 44 a: grafico esplicativo relativo alla Tab. 14

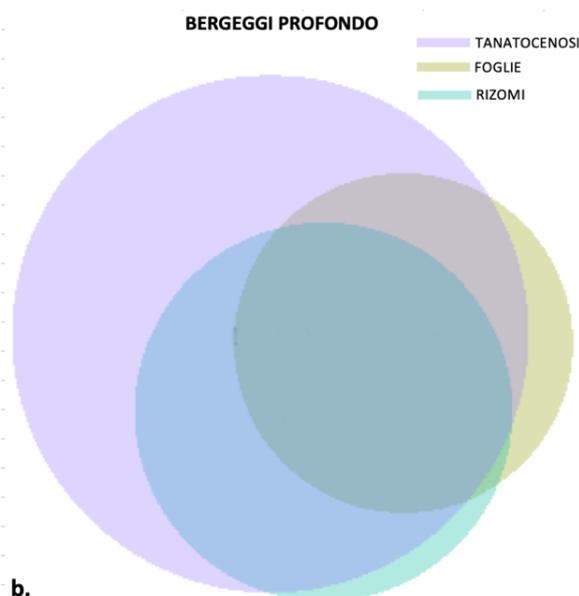
Il 34.1% delle specie catturate da morte sono state trovate anche tra quelle presenti nello strato fogliare mentre il 38.6% sono in comune con quelle dello strato rizomiale. La percentuale di specie trovate solo morte (rosa non sovrapposto) è pari a 51.1% (45 specie).

Tra le 37 specie trovate nelle foglie, 24 (54.9%) compaiono anche tra le specie dei rizomi mentre 30 (81.1%) sono in comune con quelle della tanatocenosi. Il 56.8% delle specie trovate nelle foglie è complessivamente in comune con rizomi e tanatocenosi insieme mentre *Rissoella inflata*, *R. diaphana*, *Petalifera petalifera* e *Aplysia parvula* compaiono solo tra le i gasteropodi di strato fogliare. L'87.2% delle specie trovate nei rizomi sono in comune con quelle identificate nella tanatocenosi mentre il 61.5% è in comune con quelle trovate nello strato fogliare; solo 2 specie (*Metaxia metaxa* e *Cerithiopsis minima*) sono state trovate esclusivamente nella stratocenosi dei i rizomi in questa stazione.

Nella stazione profonda (Tab. 15, Fig. 51 b), sono state trovate 86 specie morte, 37 vive tra le foglie e 46 vive tra i rizomi.

Tab.15: numero di specie (S) e percentuali di sovrapposizione (es.) della tanatocenosi (rosa) con lo strato fogliare (T→F), lo strato rizomiale (T→R), entrambe le biocenosi (T→R+F) e specie presenti sono nella tanatocenosi (solo T) della stazione profonda di Bergeggi

T=86		T-->F	T-->R	T-->R+F	Solo T
S		32	44	25	35
		37,2	51,2	29,1	40,7
%					
F=37		F-->T	F-->R	F-->R+T	Solo F
S		32	26	25	4
		86,5	70,3	67,6	10,8
%					
R=46		R-->T	R-->F	R-->F+T	Solo R
S		44	26	25	1
%		95,7	56,5	54,3	2,2



b.
Fig. 45 b: grafico esplicativo relativo alla Tab. 15

32 specie appartenenti alla tanatocenosi (37.2%) sono state trovate anche tra le foglie, 44 (51.2%) sono in comune con quelle trovate nei rizomi e 25 (29.1%) in entrambe le biocenosi. Tra le 86 specie totali trovate nella tanatocenosi, 35 (40.7%) non sono state trovate né nella biocenosi fogliare né in quella rizomiale. Tra le 37 specie trovate nello strato fogliare, solo 4 (10.8%) sono esclusive di questa biocenosi mentre ben 32 (86.5%) specie sono in comune con la tanatocenosi e 26 (70.3%) con i rizomi. Oltre il 95% (44 specie) delle specie totali trovate nello strato rizomiale sono presenti anche nella tanatocenosi, il 56.5% (26 specie) è in comune con le foglie e solo 1 specie (*Megastomia conspicua*) è stata trovata esclusivamente tra i rizomi.

Le specie catturate esclusivamente da morte nella prateria di Bergeggi sono le seguenti: *Alvania geryonia*, *A. mamillata*, *Bolma rugosa*, *Caecum auriculatum*, *Calliostoma conulus*, *Calyptrea chinensis*, *Cerithiopsis minima*, *Chauvetia brunnea*, *Chrysallida juliae*, *Clanculus cruciatus*, *Columbella rustica*, *Conus* sp., *Crepidula unguiformis*, *Crisilla maculata*, *Ebala pointeli*, *Emarginula pustula*, *Epitonium clathrus*, *Eulimella acicula*, *Euspira nitida*, *Folinella excavata*, *Gibberula miliaria*, *Gibbula* sp., *G. ardens*, *G. fanulum*, *G. racketti*, *G. turbonoides*, *Graphis albida*, *Jujubinus gravinae*, *J. striatus*, *Luria lurida*, *Mangelia barashi*, *M. unifasciata*, *M. vauquelini*, *Mathilda gemmulata*, *Melanella* sp., *Melaraphe neritoides*, *Mitrella minor*, *M. svelta*, *Muricopsis cristata*, *Naticidae*, *Nodulus contortus*, *Obtusella intersecta*, *Ocinebrina aciculata*, *O. edwardsii*, *Odostomella doliolum*, *Odostomia unidentata*, *Omalogyra atomus*, *Ondina dilucida*, *Parvioris ibizenca*, *Philine intricata*, *P. punctata*, *Pisinna glabrata*, *Pyrgostylus striatulus*, *Raphitoma leufroyi*, *R. linearis*, *R. pruinosa*, *Retusa truncatula*, *Rissoa lia*, *Steromphala umbilicalis*, *Tricolia pullus*, *T. punctura*, *Tritia incrassata*, *Turbonilla acuta*, *Turritella turbona*, *Volvulella acuminata*, *Weinkauffia turgidula*, *Williamia gussoni*.

Nella stazione intermedia della prateria della Gallinara (Tab. 16, Fig 52 a), il maggior numero di specie è stato trovato nella tanatocenosi (79), seguita dallo strato rizomiale (59) e da quello fogliare (48).

Tab.16: numero di specie (S) e percentuali di sovrapposizione (es.) della tanatocenosi (rosa) con lo strato fogliare (T→F), lo strato rizomiale (T→R), entrambe le biocenosi (T→R+F) e specie presenti sono nella tanatocenosi (solo T) della stazione intermedia della Gallinara

T=79		T-->F	T-->R	T-->R+F	Solo T
S		37	52	28	18
%		46,8	65,8	35,4	22,8

F=48		F-->T	F-->R	F-->R+T	Solo F
S		37	31	28	8
%		77,1	64,6	58,3	16,7

R=59		R-->T	R-->F	R-->F+T	Solo R
S		52	31	28	4
%		88,1	52,5	47,5	6,8

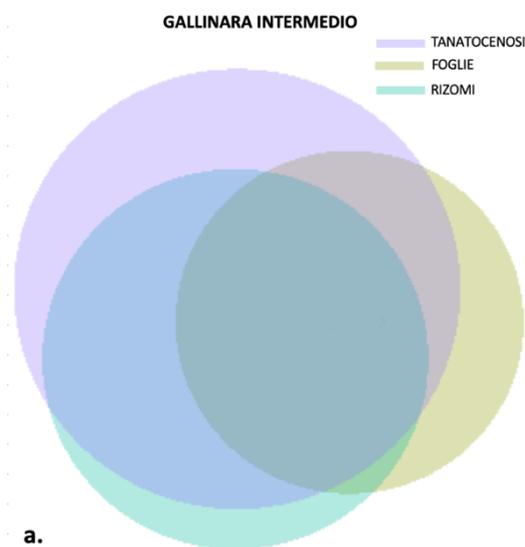


Fig. 46 a: grafico esplicativo relativo alla Tab. 16

Il 46.8% delle specie appartenenti alla tanatocenosi sono in comune con quelle catturate nello strato fogliare mentre il 65.8% è presente anche allo strato rizomiale. Sono 18 le specie trovate

unicamente nella tanatocenosi in questa profondità. Il 77.1% delle specie catturate dallo strato fogliare sono state trovate anche nella tanatocenosi, il 64.6% è in comune con i rizomi e il 58.3% è in comune sia con la tanatocenosi che con la biocenosi di strato rizomiale. 8 specie sono state catturate unicamente dallo strato fogliare. L'88% delle specie trovate vive nei rizomi sono in comune con quelle della tanatocenosi, il 52.5% è stato catturato anche nelle foglie e il 47.5% è in comune a tutte e tre le cenosi. Solo 4 specie sono state catturate esclusivamente nello strato rizomiale.

Nella stazione profonda (Tab. 17, Fig. 52 b), tra le 100 specie trovate nella tanatocenosi, 43 sono state catturate anche tra le foglie e 50 vive tra i rizomi mentre 32 sono in comune con entrambe le biocenosi. Sono 37 le specie trovate unicamente tra la tanatocenosi in questa profondità. Il 78.2% delle specie trovate nello strato fogliare sono in comune con quelle catturate morte e il 63.6% con quelle catturate vive nello strato rizomiale. Tra le 54 specie della biocenosi dei rizomi, 50 sono in comune con la tanatocenosi, 35 con le foglie e 32 in comune sia alla tanatocenosi che allo strato fogliare. Solo 1 specie (*Alvania mamillata*) è stata catturata unicamente da viva dai rizomi.

Tab.17: numero di specie (S) e percentuali di sovrapposizione (es.) della tanatocenosi (rosa) con lo strato fogliare (T→F), lo strato rizomiale (T→R), entrambe le biocenosi (T→R+F) e specie presenti sono nella tanatocenosi (solo T) della stazione profonda della Gallinara

T=100		T-->F	T-->R	T-->R+F	Solo T
S		43	50	32	37
%		43,0	50,0	32,0	37,0
<hr/>					
F=55		F-->T	F-->R	F-->R+T	Solo F
S		43	35	32	7
%		78,2	63,6	58,2	12,7
<hr/>					
R=54		R-->T	R-->F	R-->F+T	Solo R
S		50	35	32	1
%		92,6	64,8	59,3	1,9

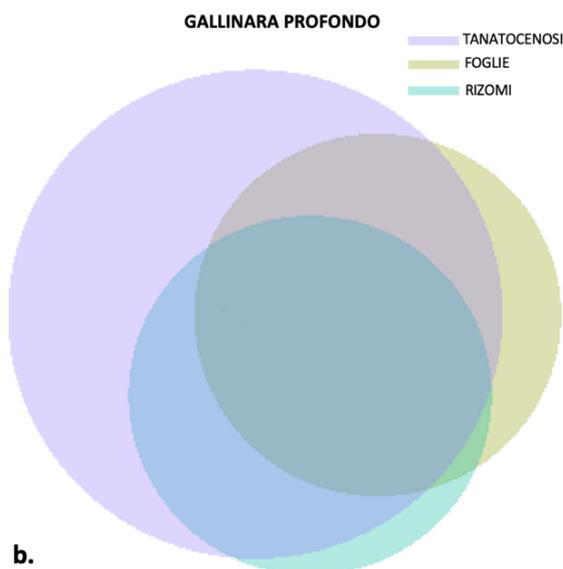


Fig. 52 b: grafico esplicativo relativo alla Tab. 17

Le specie catturate esclusivamente da morte nella prateria della Gallinara sono: *Alvania lineata*, *Bolma rugosa*, *Caecum trachea*, *Calyptraea chinensis*, *Cerithiopsis minima*, *Chauvetia brunnea*, *Chrysallida fenestrata*, *Clanculus cruciatus*, *Crisilla maculata*, *Diodora gibberula*, *Ebala pointeli*, *Emarginula pustula*, *Epitonium* sp., *Eulima bivittata*, *Euspira nitida*, *Euthria cornea*, *Folinella excavata*, *Gibbula* sp., *Lamellaria latens*, *Mangelia* sp., *Melanella* sp., *Metaxia metaxa*, *Mitrella minor*, *M. svelta*, *Muricopsis cristata*, Naticidae, *Obtusella macilenta*, *Ocinebrina aciculata*, *Odostomia plicata*, *O. unidentata*, *Ondina dilucida*, *Pusillina inconspicua*, *Pyrgostylus striatulus*, *Raphitoma leufroyi*, *R. linearis*, *R. purpurea*, *Ringicula auriculata*, *Rissoa lia*, *Sticteulima jeffreysiana*, *Tricolia pullus*, *T. punctura*, *Turbonilla jeffreysii*, *Vitreolina curva*, *V. incurva*, *Volvulella acuminata* e *Williamia gussoni*.

5. DISCUSSIONI

5.1 Prateria di Bergeggi

L'assenza di fonti di disturbo, di importanti canali *intermatte* e i discreti livelli di copertura osservati sul campo nella stazione intermedia di Bergeggi rispecchiano l'effetto della protezione di quest'area, posta all'interno della zona A dell'Area Marina Protetta e pertanto, non soggetta a disturbo da ancoraggi e pesca. Sovrapponendo la misura di densità media calcolata (266 fasci/m²) alla tabella *sensu* Pergent *et al.* (1995) (Tab. 2 Par. 3.7), la prateria risulta a densità bassa e pertanto viene valutata come prateria disturbata. Il conteggio di 504 fasci/m² in una delle repliche testimonia la presenza di aree a densità normale, ma dal momento che le altre repliche non superano 316 fasci/m² la densità generale può considerarsi medio-bassa. In letteratura, l'unico studio che ha effettuato misure di densità in prossimità della stazione intermedia, seppure a profondità inferiori (-7.5 m), riporta densità bassa (372 fasci/m²), riconducibile a prateria disturbata (Bianchi *et al.*, 2009 a).

Tra i descrittori funzionali, la superficie fogliare per fascio, che incorpora dati biometrici e il numero delle foglie per fascio, viene di norma calcolata per ottenere l'indice di area fogliare LAI; anche considerata singolarmente, la superficie fogliare per fascio potrebbe essere un importante descrittore dello stato di salute e del ciclo vitale della prateria; tuttavia, questo dato può essere confrontato con altre praterie solo tenendo conto della stagionalità e della profondità, variabili che possono modulare l'espressione fenotipica della pianta (Pergent & Pergent-Martini, 1988; Balestri *et al.*, 2003). Il valore del LAI infatti aumenta progressivamente dall'inverno all'estate, quando le foglie adulte arrivano al massimo della lunghezza prima della fase di abscissione, e diminuisce con la profondità, condizionato dal fattore densità (Pergent & Pergent-Martini, 1988). Il valore dell'indice di area fogliare non differisce molto tra le due stazioni indagate e il fatto che sia maggiore in quella intermedia non indica una condizione migliore, in quanto la riduzione dell'indice in genere è inversamente proporzionale alla profondità (Pergent

& Pergent-Martini, 1988). Al contrario, la minima differenza tra le due stazioni determina una condizione peggiore nella stazione intermedia, nella quale la bassa densità (simile a quella del settore profondo) non permette valori alti dell'indice.

La stazione intermedia appare quindi nello stato di conservazione definibile medio-basso; buona continuità e assenza di segni di disturbo sono dovuti ai divieti di transito e di attività non autorizzate imposte dall'AMP; la densità medio/bassa è quindi probabilmente dovuta alle naturali condizioni ambientali a cui il sito è sottoposto o all'azione sinergica di agenti esterni la prateria, come ad esempio i ripascimenti stagionali del litorale, anche se non ricadono annualmente (Regione Liguria, 2008 b) e l'attività commerciale e industriale del vicino porto di Vado.

In accordo con gli andamenti strutturali delle praterie presenti in letteratura, la fascia profonda è caratterizzata da valori inferiori dei parametri copertura, densità, LAI, CoA, rispetto a quella intermedia. Il calcolo di 244 fasci medi per m^{-2} indica secondo Pergent *et al.*, (1995) una densità nella norma per la batimetrica considerata.

Nonostante questa stazione si presenti con valori di densità normale fino al limite inferiore, alcune radure di sabbia e canali *intermatte* interrompono la continuità del posidonieto e sono probabilmente dovute all'attività di pesca a strascico che un tempo si praticava di fronte a Spotorno e che oggi è impedita dalle barriere artificiali collocate per il ripopolamento ittico. D'altronde, come ben documentato da Bouduresque *et al.* (2006), la ricolonizzazione delle superfici di prateria distrutte è estremamente lenta e talvolta, anche dopo 50 anni dalla scomparsa, risulta essere solo parziale. Confrontando queste osservazioni con la serie storica di dati (1987-2012) (Oprandi, 2012) del transetto permanente a 200 m circa dalla stazione, la prateria mantiene sempre una struttura a mosaico, con discreti livelli di copertura, ma diversi canali sabbiosi *intermatte*.

La permanenza negli anni di varie zone di discontinuità nel posidonieto profondo indica la difficoltà della pianta nel processo di ricolonizzazione del substrato circostante, pertanto non è escluso che queste zone possano agire da fronti di erosione e avviare processi regressivi che porterebbero al deterioramento progressivo del posidonieto.

Anche l'assenza di alghe invasive all'interno della prateria è confermata dallo studio, così come il tipo limite, netto/regressivo con presenza di *matte* morta oltre la prateria.

Questa tendenza regressiva del limite inferiore consiglia di monitorarne l'andamento nel tempo e di estenderne l'indagine per tutta la lunghezza del limite, per verificare la presenza di eventuali punti critici.

5.2 Prateria della Gallinara

Anche per la stazione intermedia della Gallinara, la copertura stimata in immersione subacquea ha valori alti quando è paragonata alla densità media pari a 237 ± 38 fasci/m², confermando l'influenza della lunghezza delle foglie nelle stime visive effettuate in campo. Considerando quindi il valore di densità, la prateria appare omogenea ma disturbata (*sensu* Pergent *et al.*, 1995), priva di aree di discontinuità, fatta eccezione la zona sulla quale si inserisce la condotta fognaria. Questa condizione conferma i dati pregressi raccolti nello stesso punto GPS dall'ARPA Liguria nel 2009 (188 fasci/m²) e nel 2012 (132 fasci/m²), e da Riva (2016) (217 ± 63 fasci/m²) nel 2015. Il confronto diacronico mostra una situazione stabile nel tempo, con la prateria che, in questa zona, pare non essere interessata dagli ancoraggi, ma che non raggiunge densità normali compatibili con la profondità considerata. La differenza tra l'indice di area fogliare delle due stazioni è molto più marcata rispetto al sito di Bergeggi. È interessante notare che i valori di densità della stazione intermedia siano simili a quelli della stazione profonda di Bergeggi, testimoniando un generale cattivo stato di conservazione del posidonieto di Gallinara.

Dalle osservazioni dirette della prateria profonda, si evince una condizione di stress testimoniata da alcuni canali di sabbia e *matte* morta e dal ritrovamento di ancore abbandonate. I valori di densità sono più bassi (185 ± 67 fasci/m²) tra tutte le stazioni indagate nello studio e diminuiscono ulteriormente (107 ± 33 fasci/m²) in prossimità del limite. L'indice di area fogliare è basso e riflette un generale depauperamento del settore profondo della prateria.

La maggiore discontinuità, i segni di disturbo e la rarefazione dei fasci fogliari dell'ecotono profondo rivelano una condizione peggiore rispetto alla stazione intermedia, probabilmente per la maggior vicinanza della stazione profonda all'isola che comporta un frequente transito e stazionamento di barche da diporto durante la stagione estiva e quindi maggiore disturbo e danno meccanico da ripetuti ancoraggi (Regione Liguria, 2008 c).

In generale, il sito della Gallinara mostra uno stato di conservazione più preoccupante in ottica futura soprattutto se non si adotteranno strategie conservative immediate, analogamente a quanto realizzato per l'Isola di Bergeggi.

Il fatto che la maggior parte degli evidenti segni di disturbo sembrano generati da danno meccanico ad opera di ancoraggi ripetuti, potrebbe permettere un intervento puntuale e più mirato da parte delle autorità locali rispetto al sito di Bergeggi, nel quale le fonti di stress deriverebbero da fattori esterni tra le quali le attività portuali e i ripascimenti, come sostenuto da Bianchi *et al.*, (2009 a). Tuttavia, la prateria della Gallinara è anche soggetta ad apporti organici in seguito alla presenza di uno sbocco fognario (Regione Liguria, 2008 a) e ad apporti sedimentari terrigeni dovuti alla presenza del fiume Centa (Capello *et al.*, 2014).

5.3 Sedimento

Il sito di Bergeggi mostra sostanziali differenze tra le due stazioni rispetto ai parametri considerati. Le sabbie ghiaiose che caratterizzano la stazione intermedia indicano l'influenza di forze idrodinamiche maggiori rispetto a quella profonda nella quale prevale la frazione sabbiosa medio-fine. Anche il basso contenuto di sostanza organica potrebbe essere dovuto alla granulometria maggiore del sedimento e al maggiore idrodinamismo presenti in questo settore della prateria. In questa fascia del posidonieto la componente organogena è molto consistente e rivela il massiccio contributo degli organismi epifiti nella formazione di questi sedimenti.

Presso la stazione profonda, il contenuto di sostanza organica aumenta ma rimane nell'intervallo di valori relativi a praterie non disturbate (1-4,5 %) (Delgado *et al.*, 1998). La presenza di carbonati diminuisce considerevolmente, testimoniando un basso contributo degli organismi epifiti alla genesi dei sedimenti, probabilmente dovuto, almeno in parte, ai minori valori di LAI (quindi di substrato disponibile alla colonizzazione) che caratterizzano la fascia profonda.

Nel sito della Gallinara, la presenza di sabbie medio-grossolane nella stazione intermedia e medio-fini in quella profonda indicano una condizione sedimentologica più omogenea e di conseguenza, stress idrodinamico simile tra le due stazioni monitorate. Anche in questo caso il contenuto di sostanza organica aumenta con la profondità, mostrando valori nella norma per entrambe le stazioni soprattutto se confrontati a quelli di praterie disturbate (Delgado *et al.*, 1998; Cancemi *et al.*, 2003) e di conseguenza, negano la presenza di un possibile eccesso di sostanza organica dovuto alla condotta fognaria, sebbene la problematica meriterebbe studi più mirati. La percentuale di silicati riscontrata è bassa mentre è più consistente la componente biogenica, come per Bergeggi.

5.4 Malacofauna

5.4.1 Biocenosi dei rizomi

Nella prateria di Bergeggi si osserva un maggiore diversità in termini di numero di specie e indice di Shannon nella stazione profonda rispetto alla stazione intermedia (Tab. 5) mentre la ripartizione delle specie indicata dall'indice di Pielou è simile; questa stazione è caratterizzata da una densità dei fasci fogliari minore (Fig. 32) e dalla presenza di canali *intermatte* che la rendono più discontinua ed eterogenea rispetto alla stazione intermedia. Queste considerazioni sono in linea con quanto ipotizzato da Connell (1978) sul disturbo intermedio secondo il quale si registrerebbero indici di biodiversità più elevati in ambienti e/o ecosistemi sottoposti a moderato disturbo. Da uno studio condotto su 5 praterie del Mediterraneo di Russo e Terlizzi (1998), risultò esserci una correlazione negativa tra densità dei fasci fogliari, ricchezza specifica e abbondanza assoluta: la prateria delle Medas era caratterizzata dalla minore densità di fasci fogliare e vi trovarono i più alti valori sia nel numero di specie che nel numero di individui. Alti valori di LAI nella stazione intermedia (Tab. 3) hanno implicato un “effetto filtro” (Bonfitto *et al.*, 1998) più marcato rispetto alla batimetria profonda, portando alla raccolta di una minor quantità di individui e probabilmente di un numero minore di specie.

Nel complesso, i descrittori utilizzati per la caratterizzazione della prateria della Gallinara, la presenza di evidenti segni di ancoraggi e i risultati ottenuti dall'analisi della materia organica indicano una situazione di disturbo maggiore rispetto alla prateria di Bergeggi la quale spiegherebbe la maggiore diversità riscontrata (numero di specie e indice di Shannon) (Connell, 1978). La differenza tra le due stazioni è meno marcata (Tab. 5) rispetto al posidonieto di Bergeggi ma si può comunque osservare un andamento inverso riguardo al numero di specie e di individui, entrambi più elevati nella stazione intermedia; in questo caso “l'effetto filtro” sopra citato incide meno sulla raccolta degli individui visti i valori di LAI trovati (Tab. 3), simili a quelli della stazione profonda di Bergeggi.

Nella stazione intermedia del sito di Bergeggi (Fig. 41 a) prevalgono poche famiglie (Cerithiidae, Rissoidae, Caecidae e Pyramidellidae). La famiglia Rissoidae si afferma la più diversificata con 13 specie, rappresentate da organismi in grado di occupare nicchie trofiche di fondi incoerenti, *matte* e rizomi di *Posidonia oceanica* (Colletti, 2015) ma anche trovate sullo strato fogliare (Albano, 2011; Colletti, 2015). L'elevata dominanza dei Cerithiidae è dovuta al rilevante contributo del genere *Bittium*; le due famiglie che seguono in ordine di dominanza sono entrambe normalmente associate a fondi mobili: Caecidae, dotati di una particolare conchiglia di forma liscia e slanciata adatta all'infossamento in fondi incoerenti in cui trovano la risorsa trofica nelle microalghe adese ai granelli di sabbia (Panetta, 1980), e Pyramidellidae, ectoparassiti di policheti bivalvi e altri gasteropodi (Robertson & Mau-Lastovicka, 1979). E' interessante notare come nella stazione profonda (Fig. 41 b) la dominanza dei Caecidae aumenti, come succede anche per la famiglia Eulimidae, ectoparassiti di echinodermi comunemente associati a fondi mobili. (Warèn, 1983; Campani, 2007) la cui dominanza raddoppia dalla stazione intermedia a quella profonda. Questi andamenti possono essere spiegati dalla vicinanza della stazione profonda al limite inferiore da cui si ipotizza un ingresso di specie di fondi mobili limitrofi la prateria.

Nel posidonieto della Gallinara (Fig. 42 a, b) la dominanza delle famiglie rispecchia la condizione dei posidonieti profondi in entrambe le stazioni: i Caecidae sono maggiormente dominanti nella stazione intermedia piuttosto che in quella profonda, lo stesso succede per Pyramidellidae ed Eulimidae, tutte famiglie comprendenti organismi tipici di fondi incoerenti.

Dal confronto tra le associazioni specifiche caratteristiche di strato rizomiale emergono sostanziali differenze tra le due stazioni indagate nel sito di Bergeggi (Tab. 6). Nella stazione intermedia *Bittium* sp. e *Pusillina philippi* sono i *taxa* maggiormente dominanti e insieme occupano quasi il 60% della dominanza totale. Il primo è un *taxa* generalista, in grado di raggiungere elevate abbondanze in diverse biocenosi come su alghe fotofile (Ballesteros *et al.*,

1986; Chemello & Russo, 1997) e sullo strato fogliare (Bonfitto *et al.*, 1998; Russo & Terlizzi, 1998, Nurra, 2009) e rizomiale (Templado, 1984 a; Bonfitto *et al.*, 1998; Russo & Terlizzi, 1998; Martini *et al.*, 2000; Albano, 2011; Urra *et al.*, 2013) di *Posidonia oceanica*. Anche *Pusillina philippi* è una specie comunemente raccolta su alghe fotofile (Chemello, 1986; Scaperrotta *et al.*, 2016) e rizomi (Templado 1984 a; Ballesteros *et al.*, 1986; Martini, 2000), ma preferenziale dello strato fogliare (Russo *et al.*, 1984; Russo *et al.*, 1991; Pessani *et al.*, 1995; Vetere, 2005; Nurra, 2009) della fanerogama. *Haminoea* sp. e *Tricolia* sp. sono gli unici *taxa* a non comparire nella stazione profonda e sono tipicamente associati ad ambienti algali infralitorali (Scaperrotta *et al.*, 2016). Mi preme specificare che considerata la totalità di forme giovanili del genere *Tricolia* non escludo la possibile presenza di *Tricolia pullus* tra gli individui raccolti, specie frequente e abbondante sui rizomi di *P. oceanica* (Urra *et al.*, 2013). Le altre specie (*Crisilla semistriata*, *Vitreolina philippi*, *Odostomia plicata*, *Chrysallida* sp., *Caecum subannulatum*, *C. trachea*) incluse nel *core stock* della stazione intermedia, sono tutte tipicamente associate a substrati incoerenti (Cesari & Mizzan, 1994; Olabarria *et al.*, 1999; Scaperrotta *et al.*, 2016), ma le caratteristiche dello strato rizomiale, in parte affine ai fondi mobili, ne permettono la presenza anche in questa biocenosi come confermato dalla letteratura per *Crisilla semistriata* (Templado, 1984 a), *Caecum trachea* in praterie sottoposte a disturbo (Terlizzi *et al.*, 2010) e *Vitreolina philippi* (Russo & Terlizzi, 1998; Urra *et al.*, 2013).

Il numero maggiore di specie nel *core stock* della stazione profonda di Bergeggi può essere indice di una maggiore ingressione di specie dai fondi mobili circostanti la prateria, considerando la bassa densità e la discontinuità dei posidonieti in questa batimetrica che renderebbe questa biocenosi più simile all'ambiente esterno alla prateria rispetto alla stazione intermedia. *Caecum subannulatum* aumenta considerevolmente la sua dominanza diventando la specie principale del *core stock*; è tipica di fondi mobili (Panetta, 1980; Coppini *et al.*, 2005; Scaperrotta *et al.*, 2016) e mai segnalata tra i rizomi di *Posidonia oceanica*, sebbene rinvenuta

accidentale sullo strato fogliare (Nurra, 2009) e dominante sullo strato fogliare nella prateria profonda di Porto Conte (Sardegna) (Russo *et al.*, 1991), portandomi a ritenere che la specie possa prediligere ambienti a posidonia intermedio-profondi, dove la struttura delle praterie, generalmente meno dense, ne favorisce la presenza come confermato dal suo ritrovamento anche sullo strato fogliare in questa stazione. Compaiono rispetto alla stazione intermedia, specie tipiche di fondo mobile quali *Retusa truncatula* e *Obesula intersecta* (Cesari & Mizzan, 1994; Olabarria *et al.*, 1999; Scaperrotta *et al.*, 2016), la prima già segnalata sui rizomi (Urta *et al.*, 2013) e i rissoidi *Alvania beanii*, *A. geryonia* e *Pusillina radiata*. Quest'ultima potrebbe derivare dallo strato fogliare, essendo risultata tra le dominanti e in tutte le stazioni associata al *canopy* (Russo *et al.*, 1984; Russo *et al.*, 1986; Vetere, 2005) e raramente segnalata sui rizomi (Bonfitto *et al.*, 1998; Albano, 2011), mentre gli esponenti del genere *Alvania* sono anch'essi raramente segnalati su rizomi (Albano, 2011) e più tipici di fondi mobili (Cesari & Mizzan, 1994; Olabarria *et al.*, 1999; Scaperrotta *et al.*, 2016).

Nel complesso, la malacofauna della stazione intermedia di Bergeggi ha una composizione più eterogenea comprendendo sia specie tipiche di substrati incoerenti (*Crisilla semistriata*, *Vitreolina philippi*, *Chrysallida sp.*, *Odostomia plicata*, *Caecum subannulatum*, *C. trachea*) sia di altre biocenosi come alghe fotofile e strato fogliare (*Bitium sp.*, *Pusillina philippi*, *Haminoea sp.*, *Tricolia sp.*). La stazione profonda è caratterizzata da un maggior numero di specie generalmente associate a fondi mobili rispetto alla stazione intermedia, talune segnalate da alcuni studi anche sui rizomi (*Vitreolina philippi*, *Crisilla semistriata*, *Caecum trachea*); questa composizione rispecchia le osservazioni effettuate sul campo e le analisi strutturali di questo settore del posidonieto, più discontinuo e meno denso rispetto a quello intermedio, che ne favorirebbero la presenza.

Rispetto a quanto appena discusso, la stazione intermedia della Gallinara (Tab. 7) presenta un'associazione caratteristica composta da più specie, molte delle quali comuni a quella di

Bergeggi. *Bittium* sp. continua ad essere il *taxon* dominante nella stazione intermedia; l'aumento percentuale di *Caecum subannulatum*, *Chrysallida* sp. e la comparsa di *Alvania beanii*, *A. geryonia* e *Cima minima*, rispetto alla stazione intermedia di Bergeggi, potrebbe raffigurare una condizione di stress del posidonieto, essendo tutte specie non comuni nello strato rizomiale ma più tipiche di fondo mobile. L'ultima citata è una specie non ancora incontrata, ectoparassita e tipicamente associata a substrati incoerenti (Scaperrotta *et al.*, 2016). Anche i Triphoridae compaiono per la prima volta nel *core stock* biocenotico, segnalati frequenti seppur mai dominanti nel coralligeno (Albano, 2011) e nei rizomi (Templado, 1984 a; Martini *et al.*, 2000). Anche alla Gallinara, la stazione profonda presenta un maggior numero di *taxa* nel *core stock* biocenotico rispetto a quella intermedia, avvalorando l'ipotesi dell'ingressione di specie dai fondali vicini nei settori del posidonieto prossimi al limite inferiore. La maggior parte dei *taxa* sono comuni con la stazione intermedia, come *Bittium* sp., che si conferma largamente dominante sugli altri, il genere *Alvania*, i Pyramidellidae (*Chrysallida* sp., *Odostomia plicata*), *Vitreolina philippi* e *Haminoea* sp., mentre anche in questo sito, *Obtusella intersecta* e *Pusillina radiata* sono presenti solo nel *core stock* della stazione profonda, probabilmente per la vicinanza al limite inferiore che ne favorirebbe l'ingresso dalle sabbie circostanti per la prima, e presumibilmente per una preferenza per questa batimetrica per la seconda. *Rissoella inflata* compare per la prima volta nel *core stock* ed è una specie segnalata dominante in praterie sottoposte a stress da carico organico (Terlizzi *et al.*, 2010), avvalorando l'ipotesi di un impatto dello scarico fognario presente in questo sito.

Nonostante la malacofauna dei rizomi sia considerata fortemente eterogenea da un punto di vista qualitativo (Albano, 2011), la ridondanza di numerosi *taxa* tra quelli più dominanti in almeno $\frac{3}{4}$ delle stazioni indagate (*Bittium* sp., *Pusillina philippi*, *Crisilla semistriata*, *Caecum subannulatum*, *Vitreolina philippi*, *Chrysallida* sp., *Odostomia plicata*, *Alvania beanii*, *A. geryonia*, *Haminoea* sp.) mi consente di individuare un'associazione caratteristica di questa

biocenosi, indipendentemente dal sito di indagine. Il fatto che nessuno di questi *taxa* possa considerarsi preferenziale dello strato rizomiale comporta che la loro presenza/assenza non possa essere indice di una condizione di stress/benessere della prateria. Tuttavia, la maggiore diversità riscontrata alla Gallinara, sulla base di numero di specie, indice di diversità e composizione dei *core stock* biocenotici, unitamente alla presenza di diverse specie nei *core stock*, oltre quelle citate, tipiche di fondi mobili sia alla Gallinara (*Cima minima* nella stazione intermedia, *Obtusella intersecta* e *Parvioris ibizenca* in quella profonda) sia a Bergeggi nella stazione profonda (*Retusa truncatula*, *Obtusella intersecta*), sono elementi che potrebbero indicare la presenza di un disturbo intermedio, soprattutto considerando la forte differenza tra la malacocenosi della stazione intermedia di Bergeggi, che è la stazione meglio conservata sulla base delle analisi effettuate sul comparto vegetale (densità, LAI) e le altre.

Osservando i risultati ottenuti a Bergeggi (Fig. 43), appare chiara la dominanza del gruppo degli erbivori-detritivori (HeD) in tutti i periodi e le stazioni. Da un punto di vista qualitativo, essi sono rappresentati in modo particolare dai rissoidi (*Alvania beanii*, *A. discors*, *A. geryonia*, *A. lineata*, *A. cancellata*, *A. cimex*, *Rissoina bruguieri*, *Manzonia crassa*, *Rissoa guerinii*) mentre quantitativamente i loro alti valori di dominanza sono permessi soprattutto grazie alle abbondanze di *Bittium* sp. e *Caecum subannulatum*. Il successo degli erbivori-detritivori è dovuto alla loro possibilità di attingere a una più vasta tipologia di risorse, come il detrito che decanta sui rizomi e sulla *matte*. Gli altri gruppi trofici maggiormente rappresentati sono gli ectoparassiti (Pyramidellidae, Eulimidae) e i detritivori (principalmente *Crisilla semistriata* e *Obtusella intersecta*); entrambi mostrano una marcata variabilità temporale, crescente nella stazione intermedia mentre in quella profonda i primi aumentano e i detritivori diminuiscono. Questi *pattern* sono a mio avviso difficilmente interpretabili, soprattutto se si considerano i valori di abbondanza piuttosto che quelli di dominanza dei singoli gruppi trofici (Allegato I). Una discreta presenza di ectoparassiti è normalmente osservata nelle analisi della malacofauna

associata a *Posidonia* (campionamento con sorbona) (Urre *et al.*, 2013; Urre *et al.*, 2017). In generale non si riscontrano importanti differenze tra le due stazioni, prevalentemente dominate entrambe dai quattro gruppi funzionali citati, anche se si può osservare un incremento degli erbivori-detritivori con la profondità.

Presso la Gallinara (Fig. 44), la struttura trofica della malacocenosi è in generale più eterogena a dispetto di quanto appena discusso. Gli erbivori-detritivori rimangono il gruppo dominante e mostrano un leggero decremento con l'avanzare dei mesi, così come i *micrograzers*, mentre i detritivori presentano un andamento più costante rispetto a Bergeggi. Nella stazione intermedia i gruppi carnivori (ectoparassiti, carnivori di prede vagili (CV) e di prede sessili (CS)) aumentano le proprie percentuali sia rispetto alla stazione profonda che al sito di Bergeggi. Questa più equa ripartizione delle dominanze nella stazione intermedia potrebbe essere dovuta a una maggiore complessità spaziale generata dalle fonti di stress, che favorirebbe la presenza di un maggior numero di nicchie trofiche disponibili per i molluschi, in accordo con quanto riportato da Urre *et al.*, (2017), i quali osservano una diversità funzionale proporzionale alla complessità degli ecosistemi. Anche in questo caso non si osservano importanti differenze tra le due batimetriche se non che, come per Bergeggi, gli erbivori-detritivori aumentano con l'aumentare della profondità probabilmente a causa della rarefazione dei fasci fogliari la quale comporta una maggiore presenza di detrito.

La diversità trofica delle comunità a molluschi è stata spesso proposta in letteratura come strumento per descrivere e confrontare la funzionalità e i flussi di energia in differenti ecosistemi (Dimitriadis & Koutsoubas, 2008; Rueda *et al.*, 2009; Urre *et al.*, 2012; Urre *et al.*, 2017; Donnarumma *et al.*, 2018 b). Effettuare confronti bibliografici risulta però complesso per diverse ragioni, tra le quali l'inclusione nelle analisi dei bivalvi in diversi studi, e la discordante e talvolta approssimativa definizione esatta dei gruppi trofici specifici, soprattutto nella distinzione tra *micrograzers* ed erbivori-detritivori. Rissoidae e Cerithiidae per esempio, in letteratura sono

indicati tutti come *micrograzers* (Rueda. *et al.*, 2009; Albano e Sabelli, 2012) o alternativamente come erbivori-detritivori (Gambi *et al.*, 1992). La problematica nasce, oltre che per la carenza di studi specifici, dal fatto che gli erbivori-detritivori sono di fatto *micrograzers* in grado di alimentarsi di detrito oltre che di microalghe. Anche se le quantità di detrito ingerito possono essere ridotte (Malaquias *et al.*, 2004), ho ritenuto significativo effettuare questa distinzione specie per specie quando si compiono analisi a livello di biocenosi/ecosistema, in quanto senza tale discriminazione i risultati comporterebbero considerazioni differenti. Per esempio, nello studio di Donnarumma *et al.* (2018 b), in cui nell'analisi della struttura trofica dei molluschi di *Posidonia* (campioni con sorbona) non vengono distinti i due gruppi trofici, i *micrograzers* rappresentano il gruppo più abbondante in tutte le biocenosi indagate (praterie di *P. oceanica* fondi mobili, fondo duro sciafilo, fondo duro fotofilo).

5.4.2 Confronto biocenosi rizomi - foglie

Le differenti tecniche di campionamento utilizzate sul comparto fogliare (retino manovrato a mano) e rizomiale (sorbona) hanno influenzato il contenuto dei campioni modulando quindi la diversità delle due biocenosi. L'utilizzo del retino manovrato a mano, essendo una tecnica che si sviluppa su porzioni di prateria relativamente vaste, ha implicato la raccolta di un numero di individui complessivamente maggiore; al contrario, l'uso della sorbona ha portato alla raccolta di un maggior numero di specie nonostante preveda una metodologia di campionamento più puntiforme. Questa maggiore diversità dello strato rizomiale è dovuta alle caratteristiche della biocenosi stessa, che presenta un'elevata complessità tridimensionale ma soprattutto che funge da "filtro" tra il *canopy* fogliare e lo strato di *matte*, comprendendo specie di entrambi i microhabitat (Mojetta, 1981).

In entrambi i campionamenti Rissoidae e Cerithidae sono le famiglie dominanti, confermando la loro stretta relazione con l'ecosistema *Posidonia*. Tuttavia, i rissoidi presentano fondamentali

differenze tra i due ambienti: nello strato fogliare è quasi del tutto assente il genere *Alvania* mentre domina in termini di abbondanza e diversità il genere *Rissoa*; nello strato rizomiale si può osservare una condizione opposta con la netta prevalenza del primo sul secondo. Questa differente zonazione è dovuta alla maggiore specializzazione del genere *Rissoa*, composto per lo più da specie preferenziali di strato fogliare (*R. auriscalpium*, *R. violacea*, *R. guerinii*, *R. ventricosa*); mentre *Alvania* spp. comprende specie più generaliste, comunemente rinvenibili anche in ambienti detritici e/o ricchi di vegetazione (*A. geryonia*, *A. beanii*, *A. discors*, *A. cimex*, *A. cancellata*).

In entrambe le biocenosi si riscontrano differenze importanti nella composizione delle comunità malacologiche sia tra profondità, sia tra siti; le differenze che emergono dai confronti dei *core stock* dei rizomi sono però di più difficile interpretazione, essendo un ambiente normalmente caratterizzato da una maggiore biodiversità (Russo & Terlizzi, 1998). La presenza di taxa più tipicamente associati ad altre biocenosi (es. fondi mobili, coralligeno, alghe fotofile) non comporta necessariamente la presenza di un disturbo dal momento che lo strato rizomiale presenta caratteristiche abiotiche parzialmente sovrapponibili ad altre biocenosi.

Al contrario la biocenosi di strato fogliare, più selettiva e comprendete specie caratteristiche preferenziali, registra maggiormente la presenza di un disturbo che comporta un aumento del numero di nicchie trofiche disponibili, incrementando la diversità specifica e trofica.

5.4.3 Tanatocenosi

Dall'analisi sul confronto dei *core stock* biocenotici emerge come in tutte le stazioni (Tab. 12; Tab. 13) sia nettamente dominante il genere *Bittium*, ad indicare, oltre la sua forte associazione con l'ecosistema *Posidonia* (Cesari & Mizzan, 1994; Nurra, 2009; Albano, 2011), anche il suo importante ruolo nella formazione dei sedimenti organogeni, in particolar modo nelle stazioni intermedie della prateria di Bergeggi e della Gallinara. Un altro aspetto interessante è l'elevata dominanza della specie *Jujubinus exasperatus* in quasi tutte le stazioni. Sebbene questo trochidae si rinvenga comunemente e con discrete abbondanze sia sui rizomi che su foglie (Templado, 1984 a) della fanerogama, sono stati raccolti pochi esemplari viventi nel presente studio, ad indicare una sua prevalenza in altri periodi dell'anno. Anche *Turritella turbona*, specie infaunale di substrati incoerenti (Allmon, 1988; Rueda *et al.*, 2009) e praticamente assente nella prateria di Bergeggi, mostra valori interessanti, comparando tra le specie dominanti nel posidonieto della Gallinara nonostante siano stati raccolti solo pochi individui viventi in tutti i campionamenti. La struttura più rada di questa prateria sembra favorire quindi la presenza della specie, tipica di fondi mobili (Rueda *et al.*, 2009), che ritrova in questo sito un ambiente con caratteristiche simili al suo habitat d'elezione a causa del disturbo al quale la prateria è sottoposta.

5.4.4 Confronto cenosi strato rizomiale – fogliare – tanatocenosi

Dai risultati emersi sulla componente morta della malacofauna si evince come nella stazione intermedia della prateria di Bergeggi (Tab. 14; Fig. 51 a) quasi tutte le specie di gasteropodi catturati sulle stratocenosi di rizomi e foglie sono presenti anche nella tanatocenosi. Circa la metà delle specie appartenenti alla tanatocenosi non sono state trovate nelle altre due cenosi; tra queste, *Mangelia vauquelini* tipica di ambiente coralligeno e trovata da Albano (2011) nel suo studio di comparazione tra biocenosi solo in quella del coralligeno, *Melaraphe neritoides* tipica del sopralitorale (Connor *et al.*, 2003), *Pisinna glabrata* solitamente presente in ambienti rocciosi del subtidale (Cosentino e Giacobbe, 2015), *Raphitoma leufroyi*, *R. linearis* e *Williamia gussonii* trovati sia in ambiente coralligeno che sui rizomi di *P. oceanica* (Templado, 1984 a; Bonfitto *et al.*, 1998; Albano, 2011). E' stata inoltre trovata *Luria lurida*, specie di interesse conservazionistico inserita nell'Allegato II della Convenzione di Berna del 1979 e nell'Allegato II del Protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo del 1995. Nella stazione profonda la sovrapposizione tra le due bioceosi e la tanatocenosi è ancora più accentuata e le specie "esclusive" della tanatocenosi sono il 10% in meno. Annovero *Bolma rugosa*, generalmente associata a macroalghie rosse calcaree nel coralligeno (Urta *et al.*, 2011) ma trovata anche nei rizomi di *P. oceanica* (Albano, 2011), *Magelia barashi* mai osservata prima nel settore biogeografico 1, *Mathilda gemmulata*, specie considerata rara e con affinità ad acque profonde e *Raphitoma linearis*.

Le tre cenosi analizzate nel sito della Gallinara sembrano avere una distribuzione delle specie più omogenea considerando la ricchezza specifica, infatti in entrambe le stazioni la quantità di specie campionate solo da morte sono minori rispetto a quelle del sito di Bergeggi. Nella batimetria intermedia specie di particolare interesse nella tanatocenosi sono *Raphitoma leufroyi*, *R. linearis*, *Williamia gussonii* mentre nella batimetria profonda annovero *Bolma rugosa*, *Diodora gibberula*

tipica del coralligeno e trovata sui rizomi di *P. oceanica* (Templado, 1984 a), *Raphitoma leufroyi* e *Williamia gussonii*.

I risultati sulla presenza di specie trovate unicamente nella tanatocenosi possono essere indice di organismi alloctoni che entrano nella prateria attraverso le correnti sia durante la fase larvale sia dopo la morte ma dal momento che i campionamenti hanno avuto luogo nell'arco di una sola stagione, è possibile che alcune specie non siano state rinvenute viventi in nessuna delle due biocenosi analizzate poiché il loro sviluppo si presenta in altri periodi dell'anno. Considerando quest'ultima ipotesi, la presenza di numerose specie affini alla biocenosi coralligena potrebbe essere normale e confermerebbe l'affinità dello strato rizomiale a questo ambiente, grazie alle particolari caratteristiche che definiscono questa stratocenosi come un ambiente sciafilo adatto a specie con determinate necessità ecologiche.

6. CONCLUSIONI

Da quanto emerso in questo studio, lo studio della comunità associata è di fondamentale importanza per comprendere a pieno lo stato di conservazione delle praterie di *Posidonia oceanica*. Questo deve avvenire considerando tutte e tre le stratocenosi (foglie, rizomi e *matte*), al fine di individuare la struttura della comunità nella sua interezza e comprendere a fondo migrazioni e cicli biologici delle specie che le abitano. Unitamente allo studio delle biocenosi, è importante includere l'analisi della tanatocenosi la quale permette di ottenere un repertorio faunistico più ampio di quello fornito dal solo studio delle specie ritrovate vive e di fornire una serie di fondamentali informazioni (ingressi di specie alloctone, condizioni pregresse della comunità ed eventuali variazioni) utili a comprendere l'evoluzione nel tempo delle comunità bentoniche presenti in quel determinato ambiente. I molluschi gasteropodi si sono dimostrati essere particolarmente adatti a questo scopo essendo una delle classi più rappresentative dell'ecosistema ed essendo provvisti di conchiglia di natura carbonatica che ne permette la conservazione nel tempo. Altro punto a favore nella scelta dei molluschi gasteropodi come descrittore di salute dell'ecosistema, è l'uso di due metodi di campionamento che ne permettono la raccolta da tutti i comparti presi in esame senza adottare metodologie distruttive: retino manovrato a mano e sorbona.

Nello specifico, questo studio ci ha permesso di confrontare due praterie soggette a diversi tipi di pressione e di ipotizzare una condizione meno salutare della prateria adiacente all'isola Gallinara, non solo in relazione alla presenza di evidenti segni di disturbo meccanico (ancoraggi, pesca) e della struttura della prateria (densità fogliare, LAI), ma anche in considerazione della composizione e della struttura della malacofauna. Per poter comprendere a pieno lo stato di salute della prateria e gli eventuali fattori di stress a cui è sottoposta è necessario a mio avviso effettuare uno studio mirato che comprenda l'analisi della comunità parallelamente ad un monitoraggio degli apporti di sedimento nella prateria per capire se il fiume Centa abbia

realmente influenza negativa sulla conservazione della prateria; sarebbe inoltre utile aumentare i controlli relativi alle attività di pesca e agli ancoraggi nell'area occupata dalla prateria.

BIBLIOGRAFIA

Aires, T., Marbà, N., Cunha, R. L., Kendrick, G. A., Walker, D. I., Serrão, E. A., Duarte, C. M. & Arnaud-Haond, S. (2011). Evolutionary history of the seagrass genus *Posidonia*. *Marine Ecology Progress Series*, 421, 117-130.

Albano, P. G. (2011). Molluscs of the marine protected area "Secche di Tor Paterno" (Doctoral dissertation, alma).

Albano, P. G., & Sabelli, B. (2012). The molluscan assemblages inhabiting the leaves and rhizomes of a deep water *Posidonia oceanica* settlement in the central Tyrrhenian Sea. *Scientia Marina*, 76(4), 721-732.

Allmon, W. D. (1988). Ecology of Recent turritelline gastropods (Prosobranchia, Turritellidae): current knowledge and paleontological implications. *Palaios*, 259-284.

Anderson, M. J. (2005). Permutational multivariate analysis of variance. *Department of Statistics, University of Auckland, Auckland*, 26, 32-46.

Augier, H., & Boudouresque, C. F. (1970). Végétation marine de l'île de Port-Cros (Parc national). VI. Le récif-barrière de Posidonies. *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, 30, 221-228.

Balata, D., Bertocci, I., Piazzini, L., & Nesti, U. (2008). Comparison between epiphyte assemblages of leaves and rhizomes of the seagrass *Posidonia oceanica* subjected to different levels of anthropogenic eutrophication. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(3), 533-540.

Balata, D., Nesti, U., Piazzini, L., & Cinelli, F. (2007). Patterns of spatial variability of seagrass epiphytes in the north-west Mediterranean Sea. *Marine Biology*, 151(6), 2025-2035.

Balata, D., Piazzini, L., Nesti, U., & Cinelli, F. (2009). Caratteristiche della prateria di *Posidonia oceanica* prospiciente Calafuria (Livorno) e struttura dei popolamenti epifiti ad essa associati. *Atti Società Toscana. Scienze Naturali, Mem., Serie B*, 127-132.

Balduzzi, A., Bianchi, C. N., Cattaneo-Vietti, R., Cerrano, C., Cocito, S., Cotta, Degli'Innocenti, F., Diviacco, G., Morgigni, M., Morri, C., Pansini, M., Salvatori, L., Senes, L., Sgorbini, S. & Tunesi, L. (1992). Primi lineamenti di bionomia bentica dell'Isola Gallinaria (Mar Ligure). In *Atti del 10 Congresso della Associazione italiana di Oceanologia e Limnologia. AIOL, Genova* (pp. 603-617).

Balestri E., Vallerini F. & Cinelli F. (2003). Variabilità spaziale di alcune caratteristiche strutturali e morfologiche in *Posidonia oceanica*. *Biol. Mar. Medit.*, 10 (2): 1051-1053

Ballesteros, E., Garcia, A., Lobo, A., & Romero, J. (1984). L'alguer de *Posidonia oceanica* de les illes Medes. *Els sistemes naturals de les illes Medes. Institut d'Estudis Catalans, Barcelona*, 739-759.

Ballesteros, M., Barrajon, A., Luque, A., Moreno, D., Talavera, P., & Templado J. (1986). Contribucion al conocimiento de los Gasteropodos marinos de Almeria. *Iberus*, 6: 39-55

Bay, D. (1978). Etude " in situ" de la production primaire d'un herbier de posidonies (*Posidonia oceanica* (L.) Delile) de la Baie de Calvi-Corse (Doctoral dissertation).

Bedini, R., Pertusati, M., Batistini, F., & Piazzini, L. (2011). Spatial and temporal variation of motile macro-invertebrate assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows. *Acta Adriatica*, 52(2), 201-214.

Belgacem, W., Langar, H., & Ben Hassine, O. K. (2011). Depth and temporal distribution of vagile fauna associated with *Posidonia oceanica* meadows in Cap Zebib, north-eastern Tunisian coastline. *African Journal of Ecology*, 49(4), 459-470.

Betti F. (2014). Area Marina Protetta (AMP) Isola di Bergeggi: Monitoraggio delle specie carismatiche (rare, protette, di interesse commerciale o turistico), opera di divulgazione dei dati e considerazioni conservazionistiche per una gestione sostenibile. Relazione intermedia e definitiva.

Bianchi C. N., & Peirano A. (1995). Atlante delle fanerogame marine della Liguria: *Posidonia oceanica* e *Cymodocea nodosa*. ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia.

Bianchi C.N., Montefalcone M., & Morri C. (2009) a. Contratto di ricerca relativo al monitoraggio delle praterie di *Posidonia oceanica* dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Università degli Studi di Genova, 72 pp.

Bianchi C.N., Montefalcone M., Morri C., & Parravicini V. (2009) b. Monitoraggio della Grotta Marina e delle biocenosi infralitorali di scogliera dell'Area Marina Protetta "Isola di Bergeggi". Università degli Studi di Genova, 128 pp.

Bianchi, C. N., & Morri, C. (2000). Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: situation, problems and prospects for future research. *Marine pollution bulletin*, 40(5), 367-376.

Bianchi, C. N., Bedulli, D., Morri, C., & Occhipinti Ambrogi, A. (1989). L'herbier de posidonies: écosystème ou carrefour éco-éthologique? In *International Workshop on Posidonia Beds* (eds C.F. Boudouresque, A. Jeudy de Grissac and J. Olivier) GIS Posidonie, Marseille (Vol. 2, pp. 257-272).

Bianchi, C. N., Cevasco, M. G., Diviacco, G., & Morri, C. (1988). Primi risultati di una ricerca ecologica sulla grotta marina di Bergeggi (Savona). *Bollettino dei Musei e degli Istituti biologici dell'Università di Genova*, 52, 267-293.

Boero, F. (1981). Systematics and ecology of the hydroid population of two *Posidonia oceanica* meadows. *Marine Ecology*, 2(3), 181-197.

Bonfitto, A., Fellegara, I., & Gillone, G. (1998). Sampling techniques and structure of the malacofauna associated to the rhizome zone in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Bollettino Malacologico*, 33, 83-88.

Borum, J. (2004). European seagrasses: an introduction to monitoring and management (p. 2006). C. M. Duarte, T. M. Greve, & D. Krause-Jensen (Eds.). M & MS project.

Boudouresque, C. F. (1970). Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale) (Doctoral dissertation, Université d'Aix-Marseille 2).

Boudouresque, C. F., & Jeudy de Grissac, A. (1983). L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée: les interactions entre la plante et le sédiment. *Journal de recherche océanographique*, 8(2-3), 99-122.

Boudouresque, C. F., Bernard, G., Bonhomme, P., Charbonnel, E., Diviacco, G., Meinesz, A., Pergent, G., Pergent-Martini, C., Ruitton, S. & Tunesi, L. (2006). Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. Ramoge.

Boudouresque, C. F., Jeudy de Grissac, A., & Meinesz, A. (1984). Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In *International Workshop on Posidonia oceanica Beds. Marseilles: GIS Posidonie publ* (pp. 185-191).

Boudouresque, C. F., Thommeret, J., & Thommeret, Y. (1980). Sur la découverte d'un bioconcrétionnement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la Baie de Calvi (Corse). *Journées d'étude sur la systématique et la biogéographie de la mer Méditerranée, Cagliari. CIESM, Monaco*, 139-142.

Boudouresque, C., & Meinesz, A. (1982). Découverte de l'herbier de posidonie: Cahiers du Parc National de Port-Cros, v. 4.

Buia, M. C., & Marzocchi, M. (1995). Dinamica dei sistemi a *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina* e *Zostera noltii* nel Mediterraneo. *Plant Biosystem*, 129(1), 319-336.

Buia, M. C., Gambi, M. C., & Dappiano, M. (2003). I sistemi a fanerogame marine. *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo*. *Biol. Mar. Mediterr*, 10, 145-198.

Buia, M. C., Gambi, M. C., & Zupo, V. (2000). Structure and functioning of Mediterranean seagrass ecosystems: an overview. *Biologia Marina Mediterranea*, 7(2), 167-190.

Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4), 325-349.

Buia, M. C., Zupo, V., & Mazzella, L. (1992). Primary production and growth dynamics in *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology*, 13(1), 2-16.

Campani, E. (2007). Eulimidae Mediterranei: generalità e caratteri diagnostici. *Atti del Primo Convegno Malacologico Pontino–Sabaudia*.

Cancemi G., DeFalco G. & Pergent G. (2003). Effects of organic matter input from a fish farming facility on a *Posidonia oceanica* meadow. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, 961–968.

Capello, M., Cutroneo, L., Ferranti, M.P., Budillon, G., Bertolotto, R.M., Ciappa, A., Cotroneo, Y., Castellano, M., Povero, P., & Tucci, S. (2014). Simulations of dredged sediment spreading on a *Posidonia oceanica* meadow off the Ligurian coast, Northwestern Mediterranean. *Mar. Pollut. Bull.*

Carobene, L. (2004). Morfologia, processi e dinamica. *Quaderni Habitat*, 7, 125-137.

Casellato, S., & Stefanon, A. (2008). Coralligenous habitat in the northern Adriatic Sea: an overview. *Marine Ecology*, 29(3), 321-341.

Caye, G. (1980). Sur la morphogenèse et le cycle végétatif de *Posidonia oceanica* (L. Delile) (Doctoral dissertation).

Caye, G., & Meinesz, A. (1984). Observations sur la floraison et la fructification de *Posidonia oceanica* dans la Baie de Villefranche et en Corse du Sud. In *International workshop on Posidonia oceanica beds* (Vol. 1, pp. 193-201). GIS Posidonie Marseille.

Cesari, P., & Mizzan, L. (1994). Dati sulla malacofauna marina costiera del Veneziano. *Boll Mus Civ St Nat Venezia*, 43, 179-190.

Chemello, R. (1986). La malacofauna costiera dell'Isola di Ustica (Gastropoda). *Lavori S.I.M.*, Palermo, 22: 51-76.

Chemello, R. e Russo, G. F. (1997). The molluscan Taxocene of photophilic algae from the Island of Lampedusa (strait of Sicily, southern Mediterranean). *Boll. Malac.*, 33 (5-8): 95-104.

Chessa, L. A., Fustier, V., Fernandez, C., Mura, F., Pais, A., Pergent, G., Serra, S. & Vitale, L. (2000). Contribution to the knowledge of 'banquettes' of *Posidonia oceanica* (L.) Delile in Sardinia Island. *Biologia marina mediterranea*, 7(2), 35-38.

Chessa, L., Bionda, G., Buia, M. C., Gambi, M. C., Lorenti, M., Maj, R., Manconi, R., Martinelli, M., Pintus, M. G., Russo, G. M., Scipione, M. B. & Taramelli, E. (1989). Indagini su *Posidonia oceanica* nella rada di Porto Conte (Sardegna nord-occidentale): caratteristiche della prateria e fauna vagile. *Oebalia*, 15(1), 99-107.

Clarke, K.R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.

Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). Primer. *PRIMER-e, Plymouth*.

Cocito, S., Lombardi, C., Ciuffardi, F., & Gambi, M. C. (2012). Colonization of Bryozoa on seagrass *Posidonia oceanica* 'mimics': biodiversity and recruitment pattern over time. *Marine Biodiversity*, 42(2), 189-201.

Colletti, A. (2015). Molluschi Gasteropodi: descrittori di strato fogliare di *Posidonia oceanica* e allestimento di un atlante iconografico dei Rissoidae. Tesi triennale in Scienze Naturali, Università degli studi di Torino. 179 pp.

Connell J.H. (1978). Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.

Connor, D. W., Allen, J. H., Golding, N. E. I. L., Lieberknecht, L. M., Northen, K. O., & Reker, J. B. (2003). The national marine habitat classification for Britain and Ireland, version 03.02. *Joint Nature Conservation Committee, Peterborough (internet version).*

Coppini, M., Cuneo, F., Margelli, A., & Campani, E. (2005). Gastropoda e Scaphopoda del Porto di Livorno. *Boll. Malacol.*, **41** (5-8): 1-8

Corselli, F. (1980). Metodi Di Campionamento: L'aspiratore Idraulico O "Sorbona".

Cosentino, A., & Giacobbe, S. (2015). Mollusc assemblages of hard bottom subtidal fringe: a comparison between two coastal typologies. *Biodiversity Journal*, *6*(1), 353-364.

Cuomo, V., Vanzanella, F., Fresi, E., Mazzella, L., & Scipione, M. B. (1982). Micoflora delle fenerogame dell'Isola d'Ischia: *Posidonia oceanica* (L.) Delile *Cymodocea nodosa* (Ucria) Aschers. *Bulletin Musea Institute Biologia, Universiti Genova*, *50*, 162-166.

Dalla Via, J., Sturmbauer, C., Schönweger, G., Sötz, E., Mathekowitsch, S., Stifter, M., & Rieger, R. (1998). Light gradients and meadow structure in *Posidonia oceanica*: ecomorphological and functional correlates. *Marine Ecology Progress Series*, *163*, 267-278.

De Falco G., Baroli M., Cucco A. & Simeone S. (2008). Intrabasinal conditions promoting the development of a biogenic carbonate sedimentary facies associated with the seagrass *Posidonia oceanica*. *Continental Shelf Research* *28*, 797–812.

Delgado O., Ruiz B.J., Pérez M., Romero J. & Ballesteros E. (1998). Effects of fish farming on seagrass (*Posidonia oceanica*) in a Mediterranean bay: seagrass decline after organic loading cessation. *Oceanologica acta*. Vol. 22 (1): 1-9.

Den Hartog, C. (1970). The sea-grasses of the world. *North-Holland, Amsterdam*.

Den Hartog, C. (1977). Structure, function and classification in seagrass communities. In: *Seagrass ecosystem. A scientific perspective* (Ed. C:P: McRoy & C. Helfferich). Marcel Dekker, New York: 89-121.

Dimech, M., Borg, J. A., & Schembri, P. J. (2002). Changes in the structure of a *Posidonia oceanica* meadow and in the diversity of associated decapod, mollusc and echinoderm assemblages, resulting from inputs of waste from a marine fish farm (Malta, Central Mediterranean). *Bulletin of Marine Science*, 71(3), 1309-1321.

Dimitriadis C. & Koutsoubas D. (2008). Community properties of benthic molluscs as indicators of environmental stress induced by organic enrichment. *Journal of Natural History*. Vol. 42, Nos. 5–8, 559–574.

Diviacco G., Coppo S. (2006). Atlante degli habitat marini della Liguria: descrizione e cartografia delle praterie di *Posidonia oceanica* e dei principali popolamenti marini costieri. Regione Liguria, Genova: 205 pp.

Donnarumma, L., Bruno, R., Terlizzi, A., & Russo, G. F. (2018 a). Population ecology of *Jujubinus striatus* and *Jujubinus exasperatus* (Gastropoda: Trochidae) in a *Posidonia oceanica* seagrass bed. *The European Zoological Journal*, 85(1), 17-25.

Donnarumma L., Sandulli R., Apolloni L., Russo G.F. (2018 b). Assessing molluscs functional diversity within different coastal habitats of Mediterranean marine protected areas. *Ecological Questions* 29, 3: 35–51

Duarte, C. M., Terrados, J., Agawin, N. S., Fortes, M. D., Bach, S., & Kenworthy, W. J. (1997). Response of a mixed Philippine seagrass meadow to experimental burial. *Marine Ecology Progress Series*, 147, 285-294.

Fernández-Torquemada, Y., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2005). Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 320(1), 57-63.

Fernández-Torquemada, Y., & Sánchez-Lizaso, J. L. (2013). Effects of salinity on seed germination and early seedling growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 119, 64-70.

Ferrando T. (2018). Monitoraggio dell’impatto antropico e socio-economico nell’AMP “Isola di Bergeggi” e nei Siti della rete Natura 2000 del territorio per il periodo aprile 2017 - aprile 2018

Ferretti O., Immordino F., Giorgi L. & Setti M. (1992). Studio sedimentologico nell'area costiera del fiume Centa (Mar Ligure): risultati preliminari. *In: G. Albertelli, W. Ambrosetti, M. Piccazzo & T. Ruffoni Riva (a cura di), Atti del 9° Congresso della Associazione italiana di Oceanologia e Limnologia*, Genova: 275-285.

Ferretti, O. & Michelotti, E. (1989). Rilevamenti mediante uniboom e side scan sonar della zona di piattaforma di Vado Ligure. *In: Bianchi C. N., Peirano A., 1995. Atlante delle fanerogame marine della Liguria: Posidonia oceanica e Cymodocea nodosa.* ENEA, Centro Ricerche Ambiente Marino, La Spezia.

Fierro, G., Berriolo, G., & Ferrari, M. (2010). Le spiagge della Liguria occidentale: analisi evolutiva. Regione Liguria.

Fonseca, M. S., Zieman, J. C., Thayer, G. W., & Fisher, J. S. (1983). The role of current velocity in structuring eelgrass (*Zostera marina* L.) meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 17(4), 367-380.

Francour, P., Ganteaume, A., & Poulain, M. (1999). Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 9(4), 391-400.

Frankignoulle, M., & Distèche, A. (1984). CO₂ chemistry in the water column LS TTT. *Oceanologica acta*, 7(2), 209-219.

Frankignoulle, M., & Disteche, A. (1987). Study of the transmission of the diurnal CO₂ concentration changes observed above a *Posidonia* seagrass bed: a method to determine the turbulent diffusion coefficient in an 8-m water column. *Continental Shelf Research*, 7(1), 67-76.

Fretter V. (1948). The Structure and Life History of Some Minute Prosobranchs of Rock Pools: *Skeneopsis Planorbis* (Fabricius), *Omalogyra Atomus* (Philippi), *Rissoella Diaphana* (Alder) and *Rissoella Opalina* (Jeffreys). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 27 (3), 597-632.

Gacia E., Costalago D., Prado P., Piorno D., & Tomas F. (2009). Mesograzers in *Posidonia oceanica* meadows: an update of data on gastropod-epiphyte-seagrass interactions. *Botanica Marina* 52: 439–447

Gambi, M. C. (2003). Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. M. Dappiano (Ed.). Società Italiana di Biologia Marina.

Gambi, M. C., & Cafiero, G. (2001). Functional diversity in the *Posidonia oceanica* ecosystem: an example with polychaete borers of the scales. In *Mediterranean Ecosystems* (pp. 399-405). Springer, Milano.

Gambi, M. C., & Cigliano, M. (2006). Observations on reproductive features of three species of Eunicidae (Polychaeta) associated with *Posidonia oceanica* seagrass meadows in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*, 70(S3), 301-308.

Gambi, M. C., Fresi, E., & Giangrande, A. (1982). Descrittori efficaci di comunità bentoniche. *Nat. Sicil*, 489-497.

Gambi, M. C., Giangrande, A., Martinelli, M., & Chessa, L. A. (1995). Polychaetes of a *Posidonia oceanica* bed off Sardinia (Italy): Spatio-temporal distribution and feeding guild analysis. *Scientia Marina (Barcelona)*, 59(2), 129-141.

Gambi, M. C., Lorenti, M., Russo, G. F., Scipione, M. B., & Zupo, V. (1992). Depth and seasonal distribution of some groups of the vagile fauna of the *Posidonia oceanica* leaf stratum: structural and trophic analyses. *Marine Ecology*, 13(1), 17-39.

Giaccone, G., & Di Martino, V. (1997). Vegetazione marina relitta in Mediterraneo. *Biol. Mar. Medit*, 4, 388-392.

Giangrande, A. (1985). Policheti dei rizomi di *Posidonia oceanica* (L.) Délile (Helobiae, Potamogetonaceae) di una prateria dell'Isola di Ischia (Napoli). *Atti Società Toscana Scienze Naturali Memorie, Serie B*, 92: 195-206.

Giangrande, A., Manconi, R., & Pronzato, R. (1986). A selective sampling method for the bottom vagile fauna. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 30 (2): 265.

Giannuzzi-Savelli R. (1987). La radula dei Gasteropodi e le loro abitudini alimentari. *Notiziario SIM*, 5 (11/12): 183-202.

Giovannetti, E., Montefalcone, M., Bianchi, C. N., Morri, C., & Albertelli, G. (2006). Structural variability of the epiphytic community in a *Posidonia oceanica* meadow (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Biologia Mar. Mediterranea*, 13(4), 145-148.

Giovannetti, E., Montefalcone, M., Morri, C., Bianchi, C. N., & Albertelli, G. (2010). Early warning response of *Posidonia oceanica* epiphyte community to environmental alterations (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 60(7), 1031-1039.

Giraud, G. (1979). Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 39, 33-39.

Green, E. P., Short, F. T., & Frederick, T. (2003). World atlas of seagrasses. Univ of California Press.

Guidetti, P., Lorenti, M., Buia, M. C., & Mazzella, L. (2002). Temporal dynamics and biomass partitioning in three Adriatic seagrass species: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*. *Marine Ecology*, 23(1), 51-67.

Harmelin-Vivien, M. L. (1984). Ichtyofaune des herbiers de posidonies du parc naturel régional de Corse. In *International Workshop Posidonia oceanica Beds* (Vol. 1, pp. 291-301). GIS Posidonie Publ.

Hastings, K., Hesp, P., & Kendrick, G. A. (1995). Seagrass loss associated with boat moorings at Rottnest Island, Western Australia. *Ocean & coastal management*, 26(3), 225-246.

ISO 690

Idato, E., Fresi, E. & Russo, G.F. (1983). Zonazione verticale della fauna vagile di strato fogliare in una prateria di *Posidonia oceanica* Delile: I – *Moll. Boll. Malacol.* 19, 109–120.

Jaschinski, S., & Sommer, U. (2011). How do nutrient conditions and species identity influence the impact of mesograzers in eelgrass-epiphyte systems? *Marine biology*, 158(1), 193-203.

Judy de Grissac, A. (1984). Effets des herbiers à *Posidonia oceanica* sur la dynamique marine et la sédimentologie littorale. In *International Workshop Posidonia oceanica Beds* (Vol. 1, pp. 437-443). GIS Posidonie publ.

Kerneis, A. (1960). Contribution à l'étude faunistique et écologique des herbiers de Posidonies de la région de Banyuls. *Vie Milieu*, 11(2), 145-187.

Khoury, C. (1984). Ethologies alimentaires de quelques especes de poissons de l'herbier de Posidones du parc national de Port-cros. In *International workshop on Posidonia oceanica beds 1, 1984*. GIS Posidonie Publishing.

Kocak, F., Balduzzi, A., & Benli, H. A. (2002). Epiphytic bryozoan community of *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow in the northern Cyprus (Eastern Mediterranean).

Koch, E. W. (1994). Hydrodynamics, diffusion-boundary layers and photosynthesis of the seagrasses *Thalassia testudinum* and *Cymodocea nodosa*. *Marine Biology*, 118(4), 767-776.

Koch, E. W., & Beer, S. (1996). Tides, light and the distribution of *Zostera marina*

in Long Island Sound, USA. *Aquatic botany*, 53(1-2), 97-107.

Lasagna, R., Montefalcone, M., Morri, C., Bianchi, C. N., & Albertelli, G. (2008). Aree Marine Protette e praterie di *Posidonia oceanica*: è stata efficace la tutela fino ad oggi? Il caso dell'AMP di Portofino (Mar Ligure). *Proc. It. Ass. Oceanol. Limnol*, 19, 251-255.

Mabrouk, L., Ben Brahim, M., Hamza, A., & Bradai, M. N. (2014). Diversity and temporal fluctuations of epiphytes and sessile invertebrates on the rhizomes *Posidonia oceanica* in a seagrass meadow off Tunisia. *Marine ecology*, 35(2), 212-220.

Mabrouk, L., Hamza, A., Brahim, M. B., & Bradai, M. N. (2013). Variability in the structure of epiphyte assemblages on leaves and rhizomes of *Posidonia oceanica* in relation to human disturbances in a seagrass meadow off Tunisia. *Aquatic botany*, 108, 33-40.

Malaquias M. A. E., Condiño S., Cervera O. J. L., & Sprung M. (2004). Diet and feeding biology of *Haminoea orbygniana* (Mollusca: Gastropoda: Cephalaspidea). *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 84, 767:772

Marbà, N., & Duarte, C. M. (1998). Rhizome elongation and seagrass clonal growth. *Marine Ecology Progress Series*, 174, 269-280.

Martini, N., Gillone, G., Lombardi, C., & Sabelli, B. (2000). Mollusc community of a *Posidonia oceanica* (L.) Delile bed: annual variability. *Bollettino Malacologico*, 36(9/12), 191-194.

Mateo, M. A., & Romero, J. (1997). Detritus dynamics in the seagrass *Posidonia oceanica*: elements for an ecosystem carbon and nutrient budget. *Marine Ecology Progress Series*, 151, 43-53.

Mateo, M. Á., Sanchez-Lizaso, J. L., & Romero, J. (2003). *Posidonia oceanica* ‘banquettes’: a preliminary assessment of the relevance for meadow carbon and nutrients budget. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56(1), 85-90.

Mazzella, L., Buia, M. C., Gambi, M. C., Lorenti, M., Russo, G. F., Scipione, M. B., & Zupo, V. (1992). Plant-animal trophic relationships in the *Posidonia oceanica* ecosystems of the Mediterranean Sea: a review. *Plant-animal interactions in the marine benthos*, 165-187.

Mazzella, L., Scipione, M. B., & Buia, M. C. (1989). Spatio-temporal distribution of algal and animal communities in a *Posidonia oceanica* meadow. *Marine Ecology*, 10(2), 107-129.

Mazzella, L., Scipione, M. B., Gambi, M. C., Fresi, E., Buia, M. C., Russo, G. F., De Maio, R., Lorenti, M. & Rando, A. (1986). Le praterie sommerse del Mediterraneo. *Stazione Zoologica, Napoli, Pubblicazione a cura del laboratorio di Ecologia del Benthos*.

Meinesz, A., & Laurent, R. (1978). Cartographie et état de la limite inferieure de l’herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes-maritimes (France)—Campagne Poseidon 1976—. *Botanica marina*, 21(8), 513-526.

Milazzo, M., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., & Chemello, R. (2004). Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of

anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299(1), 51-62.

Mojetta, A. (1981). Contributo all'ecologia dei molluschi conchiferi di una prateria a Zosteracee. Tesi sperimentale di Laurea, Università degli studi di Pavia.

Molenaar, H., Barthélémy, D., De Reffye, P., Meinesz, A., & Mialet, I. (2000). Modelling architecture and growth patterns of *Posidonia oceanica*. *Aquatic Botany*, 66(2), 85-99.

Molinier, R. (1960). Etude des biocénoses marines du Cap Corse. *Vegetatio*, 9(4-5), 217-312.

Montefalcone, M., Albertelli, G., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2007). Urban seagrass: status of *Posidonia oceanica* facing the Genoa city waterfront (Italy) and implications for management. *Marine Pollution Bulletin*, 54(2), 206-213

Montefalcone, M., Albertelli, G., Morri, C., Parravicini, V., & Bianchi, C. N. (2009). Legal protection is not enough: *Posidonia oceanica* meadows in marine protected areas are not healthier than those in unprotected areas of the northwest Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 58(4), 515-519.

Montefalcone, M., Lasagna, R., Bianchi, C. N., Morri, C., & Albertelli, G. (2006). Anchoring damage on *Posidonia oceanica* meadow cover: a case study in Prelo Cove (Ligurian Sea, NW Mediterranean). *Chemistry and Ecology*, 22(sup1), S207-S217.

Nesti, U., Piazzì, L., & Balata, D. (2009). Variability in the structure of epiphytic assemblages of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* in relation to depth. *Marine Ecology*, 30(3), 276-287.

Nurra N. (2009). La Comunità Malacologica Associata Allo Strato Fogliare Di *Posidonia Oceanica*: Analisi Delle Variazioni Spazio-Temporali In Tre Praterie (Mar Ligure E Mar Tirreno Settentrionale). Dottorato In Biologia Evoluzionistica E Conservazione Della Biodiversità, Università Degli Studi Di Torino.

Occhipinti Ambrogi, A. (1986). Osservazioni sul popolamento a Briozoi in praterie di *Posidonia oceanica* del litorale pugliese. *Bollettino dei Musei e degli Istituti Biologici dell'Università di Genova*, 52, 427-439.

Olabarria C., Urgorri V., & Troncoso J. S. (1999). Trophic structure of the molluscan fauna in the inlet of Bano (NW Spain): distribution, ordination and relationship to environmental parameters. *Bollettino Malacologico*, 34 (5-8): 87-96.

Oliverio, M. (2008). Checklist della flora e della fauna dei mari italiani. Gastropoda Prosobranchia. *Biologia Marina Mediterranea*, 15 (suppl. 1): 235–278.

Oprandi A. (2012). Studio delle praterie di *Posidonia oceanica* tra Capo Vado e Capo Noli: analisi diacronica e influenza dei fattori idrodinamici tramite l'applicazione di un modello previsionale. Tesi di Laurea in Scienze del Mare. Università degli studi di Genova. 127pp.

Orsino, F. (1975). Flora e vegetazione delle isole Gallinara e Bergeggi: (Liguria occidentale). *Webbia*, 29(2), 595-644.

Ott, J. A. (1979). Persistence of a seasonal growth rhythm in *Posidonia Oceanica* (L) delile under constant conditions of temperature and illumination. *Marine Biology Letters*, 1(2), 99-104.

Ott, J. A. (1980). Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*, 1(1), 47-64.

Panetta, P. (1980). La famiglia Caecidae nel Mediterraneo. *Bollettino Malacologico*, 16(7-8), 277-300.

Pansini, M., & Pronzato, R. (1985). Distribution and Ecology of Epiphytic Porifera in two *Posidonia oceanica* (L.) DELILE Meadows of the Ligurian and Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology*, 6(1), 1-11.

Parravicini, V., Rovere, A., Donato, M., Morri, C., & Bianchi, C. N. (2006) a. A method to measure three-dimensional substratum rugosity for ecological studies: an example from the date-mussel fishery desertification in the north-western Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(4), 689-690.

Parravicini, V., Seveso, D., Montano, S., Donato, M., Galli, P., Morri, C., & Cattaneo-Vietti, R. (2006) b. Analisi sulla diversità specifica di comunità bentoniche soggette a differenti gradi di impatto dovuto alla pesca di *Lithophaga lithophaga* (L.). *Biologia Marina Mediterranea*, 132, 94-95.

Paticchio, N., Barani, P., Criscoli, A., Belluscio, A., & Ardizzone, G. D. (2011). Due indici per la valutazione dello stato di conservazione di *Posidonia oceanica*: quale usare? / Two indices for the assessment of the conservation status of *Posidonia oceanica*: what to use? *Biologia Marina Mediterranea*, 18(1), 320

Pérès, J. M., & Picard, J. (1964). *Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée*. Station Marine d'Endoume.

Pérès, J. M., & Picard, J. (1975). Causes de la raréfaction et de la disparition des herbiers de *Posidonia oceanica* sur les côtes françaises de la Méditerranée. *Aquatic Botany*, 1, 133-139.

Pergent-Martini, C., & Pergent, G. (1996). Spatio-temporal dynamics of *Posidonia oceanica* beds near a sewage outfall (Mediterranean-France). In *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop Rottnest Island, Western Australia* (pp. 25-29).

Pergent, G., & Pergent-Martini, C. (1988). Phénologie de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile dans le bassin méditerranéen. In *Annales de l'Institut océanographique* (Vol. 64, No. 2, pp. 79-100). Institut océanographique.

Pergent, G., Boudouresque, C. F., Crouzet, A., & Meinesz, A. (1989). Cyclic changes along *Posidonia oceanica* rhizomes (lepidochronology): present state and perspectives. *Marine Ecology*, 10(3), 221-230.

Pergent, G., Pergent-Martini, C., & Boudouresque, C. F. (1995). Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée: état des connaissances. *Mésogée*, 54, 3-27

Pergent, G., Romero, J., Pergent-Martini, C., Mateo, M. A., & Boudouresque, C. F. (1994). Primary production, stocks and fluxes in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Marine Ecology Progress Series*, 139-146.

Pessani, D., Caltagirone, A., Poncini, F., & Vetere, M. (1987). Confronto tra due praterie di *Posidonia oceanica* della Riviera ligure di Levante e Ponente. 1. Descrizione e parametri fenologici. *Posidonia Newsletter*, 1(2), 5-20.

Piazzì, L., & Cinelli, F. (2001). Distribution and dominance of two introduced turf-forming macroalgae on the coast of Tuscany, Italy, northwestern Mediterranean Sea in relation to different habitats and sedimentation. *Botanica marina*, 44(5), 509-520.

Piazzì, L., Balata, D., & Cinelli, F. (2002). Epiphytic macroalgal assemblages of *Posidonia oceanica* rhizomes in the western Mediterranean. *European Journal of Phycology*, 37(1), 69-76.

Picard, J. (1985). Reflexions sur les ecosystemes marins benthiques: hierarchisation, dynamique spatiotemporelle. *Tethys*, 11(3-4), 230-242.

Picard, J., & Molinier, R. (1952). Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Masson.

Ponder, W. F. (1988). Classification of the Caenogastropoda and Heterostropha—a list of the family-group names and higher taxa. *Prosobranch Phylogeny Malacological Review*, 4, 288-326.

R Core Team (2018). R Foundation for Statistical Computing; Vienna, Austria: 2014. *R: A language and environment for statistical computing*, 2013.

Ramos-Esplá, A. A. (1984). Cartografía de la pradera superficial de *Posidonia oceanica* en la Bahía de Alicante (SE, España). In *First International Workshop on Posidonia oceanica beds* (pp. 57-61). GIS Posidonie publ., Marseille.

Regione Liguria (2008 a). Relazione Paraggio – Isola Gallinara. Piano di tutela dell’ambiente marino costiero.

Regione Liguria (2008 b). I ripascimenti in Liguria (i dati del quinquennio 2003-2007).

Regione Liguria, (2008 c). Relazione sui popolamenti marini bentonici (RB) - Pressione ed impatto dovuto ad ormeggi e ancoraggi. Piano di tutela dell’ambiente marino costiero.

Relini, G. (2008). Praterie a fanerogame marine. *Piante con fiori nel Mediterraneo. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Museo Friulano di Storia Naturale, Comune di Udine. Quaderni Habitat, 19, 159.*

Riva L. (2016). Monitoraggio e caratterizzazione di *Posidonia oceanica* nel ponente Ligure, stato della prateria, cause e documentazione della regressione nel tempo, proposte per

approfondimenti di studio. Master di primo livello in Biologia Marina, Università Politecnica delle Marche, 129pp.

Robertson, R., & Mau-Lastovicka, T. (1979). The ectoparasitism of *Boonea* and *Fargoa* (Gastropoda: Pyramidellidae). *The Biological Bulletin*, 157(2), 320-333.

Rovere, A., Parravicini, V., Firpo, M., Morri, C., Albertelli, G., & Bianchi, C. N. (2007). Emergenze naturalistiche dell'Area Marina Protetta di Bergeggi (SV): Integrazione di aspetti biologici, ecologici e geomorfologici. *Biologia Marina Mediterranea*, 142, 86-87.

Rovere, A., Montefalcone, M., Vassalio, P., Paoli, C., Vacchi, M., Morri, C., Bianchi, C. N., Firpo, M., Albertelli, G., & Fabiano, M. (2010). *Posidonia oceanica* through time: modern and paleoecological perspectives from the Bergeggi-Vado Ligure area (SV). *Biologia Marina Mediterranea*, 17(1), 157-160.

Rueda J. L., Gofas S., Urrea J & Salas C. (2009). A highly diverse molluscan assemblage associated with eelgrass beds (*Zostera marina* L.) in the Alboran Sea: Micro-habitat preference, feeding guilds and biogeographical distribution. *SCI. MAR.*, 73(4), 679-700.

Ruppert E. E., Fox R. S., & Barnes R. D. (2007). *Zoologia degli invertebrati*. Ed. Piccin, 1098 pp

Russo, G. F. Fresi, E., Vinci, D., & Chessa, L. A. (1984). Mollusk syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadow: diel variability. In *International workshop on Posidonia oceanica beds 1, 1984*. GIS Posidonie Publishing.

Russo G. F., Fresi E. & Vinci D. (1985). The hand-towed net method for direct sampling in *Posidonia oceanica* beds. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, **29** (6): 175-177.

Russo, G. F. (1986). Evoluzione ed adattamenti trofici nei Prosobranchi: spunti per una analisi funzionale del popolamento malacologico di una prateria a *Posidonia oceanica* dell'isola d'Ischia. *Nova Thalassia*, 8(Suppl 3), 643-644.

Russo, G.F., Fresi, E., Vinci, D., & Scardi, M. (1986). Problemi e proposte sul campionamento della malacofauna di strato fogliare nelle praterie di *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Lavori S.I.M.*, **22**: 15-28.

Russo, G. F. (1989). La scelta dei descrittori morfo-funzionali nell'analisi dei sistemi bentonici: Un approccio con la componente malacologica di una prateria a *Posidonia oceanica*. *Oebalia*, 15(1), 213-228.

Russo, G. F. (1991). Mollusc syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* bed: 3. A year's cycle at Ischia Island. *Posidonia Newsletter*, 4, 15-25.

Russo, G.F., Vinci, D., Scardi, M., Fresi, E. (1991). Mollusc syntaxon of foliar stratum along a depth gradient in a *Posidonia oceanica* bed: 3. a year's cycle at Ischia Island. *Posidonia Newsletter*, **4** (1): 15-25.

Russo, G.F. & Terlizzi, A. (1998). Structural patterns in the mollusc assemblages of *Posidonia oceanica* beds: methodological, edaphic or biogeographical product? *Molluschi Boll. Malac.* 33, 89–94.

Sánchez-Jerez, P., Barberá-Cebrián, C., & Ramos-Esplá, A. A. (2000). Influence of the structure of *Posidonia oceanica* meadows modified by bottom trawling on crustacean assemblages: comparison of amphipods and decapods. *Scientia marina*, 64(3), 319-326.

Sandulli, R., Bianchi, C. N., Cocito, S., Morgigni, M., Peirano, A., Sgorbimi, S., Silvestri, C. & Morri, S. (1994). Status of some *Posidonia oceanica* meadows on the Ligurian coast influenced by the Haven oil spill. In *Atti Del 10 Congresso AIOL (Associazione Italiana Oceanologia e Limnologia)*, G. Albertelli et al. (eds). Genova, Italy: AIOL (pp. 277-286).

Scaperrotta M., Bartolini S., & Bogi C. (2016). Accrescimenti – Stadi di accrescimento dei Molluschi marini Mediterranei. L'informatore Piceno Ed. Ancona 2016, v. 1-8.

Scipione, M. B., Gambi, M. C., Lorenti, M., Russo, G. F., & Zupo, V. (1996). Vagile fauna of the leaf stratum of *Posidonia oceanica* and *Cymodocea nodosa* in the Mediterranean Sea. In *Seagrass biology: Proceedings of an international workshop* (pp. 25-29). Western Australia: Rottnest Island.

Short, F. T., & Short, C. A. (1984). The seagrass filter: purification of estuarine and coastal waters. In *The estuary as a filter* (pp. 395-413). Academic Press.

Short, F. T., & Wyllie-Echeverria, S. (1996). Natural and human-induced disturbance of seagrasses. *Environmental conservation*, 23(1), 17-27.

Somaschini, A., Gravina, M. F., & Ardizzone, G. D. (1994). Polychaete depth distribution in a *Posidonia oceanica* bed (rhizome and *matte* strata) and neighbouring soft and hard bottoms. *Marine Ecology*, 15(2), 133-151.

Squadrone, S., Brizio, P., Battuello, M., Nurra, N., Sartor, R. M., Riva, A., Staiti, M., Benedetto, A., Pessani, D., & Abete, M. C. (2018). Trace metal occurrence in Mediterranean seaweeds. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-14.

Steneck, R. S., & Watling, L. (1982). Feeding capabilities and limitation of herbivorous molluscs: a functional group approach. *Marine Biology*, 68(3), 299-319.

Takada, Y., Russo, G. F., & Mazzella, L. (1999). Activity patterns and habitat preferences of two herbivorous gastropods (*Gibbula umbilicaris* and *Jujubinus exasperatus*) on leaves of the mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. *Benthos Research*, 54(2), 71-80.

Templado, J. (1984) a. Las praderas de *Posidonia oceanica* en el sureste español y su biocenosis. In *International Workshop on Posidonia oceanica Beds. GIS Posidonie Publications* (Vol. 1, pp. 159-172).

Templado, J. (1984) b. Moluscos de las praderas de *Posidonia oceanica* en las costas del Cabo de Palos (Murcia). *Investigación pesquera*, 48(3), 509-526.

Terlizzi, A., & Russo, G. F. (1996). Analisi della dinamica annuale del Taxocene a molluschi di una prateria superficiale di *Posidonia oceanica*: confronto tra due diverse metodiche di campionamento. *Biologia Marina Mediterranea*, 3(1), 489-492.

Terlizzi A., De Falco G., Felling S., Fiorentino D., Gambi M. C. & Cancemi G. (2010). Effects of marine cage aquaculture on macrofauna assemblages associated with *Posidonia oceanica* meadows. *Italian Journal of Zoology*, 77(3): 362–371

Terrados, J., & Duarte, C. M. (2000). Experimental evidence of reduced particle resuspension within a seagrass (*Posidonia oceanica* L.) meadow. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 243(1), 45-53.

Troschel, F. H. (1856). 1893. *Das Gebiss der Schnecken, zur Begründung einer natürlichen Classification.*

Tunesi, L., Agnesi, S., Di Nora, T., Molinari, A., & Mo, G. (2008). Marine protected species and habitats of conservation interest in the Gallinaria Island (Ligurian Sea): a study for the establishment of the marine protected area. *Atti AIOL*, 19, 489-497.

Tunesi, L., Agnesi, S., DI, V., Mo, G., Molinari, A., Mangialajo, L., & Bava, S. (2006). Evoluzione spazio-temporale dei popolamenti dei fondali dell'isola Gallinaria (Mar Ligure). *Biologia Marina Mediterranea*, 13, 104-105.

Urta J, Rueda J. L., Gofas S., Marina P., & Salas C., 2011. A species-rich molluscan assemblage in a coralligenous bottom of the Alboran Sea (south-western Mediterranean): intra-

annual changes and ecological considerations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2012, 92(4), 665–677.

Urta, J., Ramírez, Á. M., Marina, P., Salas, C., Gofas, S., & Rueda, J. L. (2013). Highly diverse molluscan assemblages of *Posidonia oceanica* meadows in northwestern Alboran Sea (W Mediterranean): seasonal dynamics and environmental drivers. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117, 136-147.

Urta, J., Gofas, S., Rueda, J. L., Marina, P., Mateo-Ramírez, Á., Antit, M., & Salas, C. (2017). Biodiversity and biogeographical patterns of molluscan assemblages in vegetated and unvegetated habitats in the northern Alboran Sea (W Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity*, 47(1), 187-201.

Vacchi, M., Montefalcone, M., Bianchi, C. N., Morri, C., & Ferrari, M. (2012). Hydrodynamic constraints to the seaward development of *Posidonia oceanica* meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 97, 58-65.

Vetere, M., & Pessani, D. (1989). Morfologia e fruttificazione della prateria di *Posidonia oceanica* di Bergeggi (Liguria). *Oebalia*, 15(1), 351-354.

Vetere, M. (2005). Il popolamento dei Molluschi di strato fogliare della prateria di *Posidonia oceanica* (Punta Manara–Sestri Levante–Liguria). Doctoral dissertation, Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Torino.

Walker, D. I., Lukatelich, R. J., Bastyan, G., & McComb, A. J. (1989). Effect of boat moorings on seagrass beds near Perth, Western Australia. *Aquatic botany*, 36(1), 69-77.

Warén, A. (1983). A generic revision of the family Eulimidae (Gastropoda, Prosobranchia). *Journal of Molluscan Studies*, 49 (Supplement_13), 1-96.

Wittmann, K. J. (1984). Temporal and morphological variations of growth in a natural stand of *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine ecology*, 5(4), 301-316.

Wittmann, K. J., & Ott, J. A. (1982). Effects of cropping on growth in the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Marine Ecology*, 3(2), 151-159.

ALLEGATI

Allegato I: Lista famiglie e specie dei molluschi gasteropodi campionati dalla biocenosi dello strato dei rizomi, rispettivi gruppi trofici (GT) e percentuali di dominanza (D%); 1 - 2 - 3=luglio, 4 - 5 - 6=agosto, 7 - 8 - 9=settembre; N=numero totale individui

BERGEGGI INTERMEDIO															
Famiglie	D%	Specie	GT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%	
TRIPHORIDAE	0,44	<i>Triphoridae</i>	CS	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3	0,33	
		<i>Metaxia metaxa</i>	CS	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
CAECIDAE	11,01	<i>Caecum trachea</i>	HeD	0	0	0	40	0	0	0	0	0	40	4,36	
		<i>Caecum subannulatum</i>	HeD	1	11	4	0	5	3	12	14	11	61	6,65	
RISSOIDAE	28,68	<i>Alvania cimex</i>	HeD	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0,33	
		<i>Alvania beanii</i>	HeD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3	0,33
		<i>Alvania cancellata</i>	HeD	0	1	4	0	0	1	0	0	0	2	8	0,87
		<i>Alvania lineata</i>	HeD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11
		<i>Alvania discors</i>	HeD	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,22
		<i>Crisilla semistriata</i>	D	3	3	0	12	27	2	3	1	13	64	6,98	
		<i>Rissoa guerinii</i>	HeD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	MG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,11
		<i>Rissoa membranacea</i>	MG	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,11
		<i>Rissoina bruguieri</i>	HeD	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,22
		<i>Pusillina radiata</i>	MG	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3	0,33
		<i>Pusillina philippi</i>	MG	12	12	3	80	43	2	7	5	5	169	18,43	
<i>Manzonia crassa</i>	HeD	1	0	0	0	0	1	0	0	0	3	5	0,55		
TURRITELLIDAE	0,11	<i>Turritella communis</i>	F	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,11	
CERITHIIDAE	41,33	<i>Bittium</i> sp	HeD	15	63	57	97	75	37	12	10	13	379	41,33	
TROCHIDAE	0,11	<i>Jujubinus exasperatus</i>	MG	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
EULIMIDAE	2,73	<i>Vitreolina philippi</i>	E	0	0	0	5	6	0	5	5	4	25	2,73	
SCISSURELLIDAE	0,65	<i>Scissurella costata</i>	D	0	0	0	3	3	0	0	0	0	6	0,65	
PHASIANELLIDAE	1,74	<i>Tricolia</i> sp	HeD	0	1	0	8	5	0	2	0	0	16	1,74	
CERITHIOPSIDAE	0,44	<i>Cerithiopsis</i> sp	CS	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0,22	
		<i>Cerithiopsis minima</i>	CS	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0,22
PYRAMIDELLIDAE	8,07	<i>Odostomia plicata</i>	E	0	0	1	20	10	1	0	1	4	37	4,03	
		<i>Chrysalida</i> sp	E	1	1	1	22	8	0	1	0	1	35	3,82	
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	E	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Turbonilla</i> sp	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11	
CIMIDAE	0,87	<i>Cima minima</i>	E	0	1	0	3	2	0	0	1	1	8	0,87	
PHILINIDAE	0,55	<i>Philina catena</i>	CV	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4	0,44	
		<i>Philina punctata</i>	CV	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,11	

HAMINOEIDAE	2,51	<i>Haminoea</i> sp	HeD	0	0	0	17	6	0	0	0	0	0	23	2,51
RAPHITOMIDAE	0,11	<i>Raphitoma pruinosa</i>	CV	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
MARGINELLIDAE	0,11	<i>Granulina</i> sp	CV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11
OMALOGYRIDAE	0,11	<i>Ammonicera fischeriana</i>	HeD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,11
CINGULOPOSIDAE	0,11	<i>Eatonina pumila</i>	HeD	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,11
BULLIDAE	0,22	<i>Bulla striata</i>	CV	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,22
CHITONIDAE	0,11	<i>Chiton</i> sp	MG	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,11

917

BERGEGGI PROFONDO															
Famiglie	D%	Specie	GT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%	
TRIPHORIDAE	0,45	Triphoridae	CS	0	1	0	1	1	1	2	2	2	10	0,45	
CAECIDAE	39,47	<i>Caecum trachea</i>	HeD	11	18	6	6	1	0	0	4	2	48	2,14	
		<i>Caecum subannulatum</i>	HeD	46	34	30	170	147	135	144	73	57	836	37,24	
		<i>Caecum auriculatum</i>	HeD	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,09	
RISSOIDAE	19,06	<i>Alvania cimex</i>	HeD	1	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0,13	
		<i>Alvania beanii</i>	HeD	4	13	3	2	1	0	0	4	0	27	1,20	
		<i>Alvania cancellata</i>	HeD	2	2	3	1	0	1	0	0	0	9	0,40	
		<i>Alvania discors</i>	HeD	0	2	0	0	0	2	0	2	2	8	0,36	
		<i>Alvania geryonia</i>	HeD	27	16	9	3	3	4	1	1	0	64	2,85	
		<i>Crisilla semistriata</i>	D	18	26	4	0	7	4	8	5	2	74	3,30	
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	MG	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0,09	
		<i>Rissoa membranacea</i>	MG	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0,13	
		<i>Rissoina bruguieri</i>	HeD	2	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5	0,22
		<i>Pusillina radiata</i>	MG	0	6	1	4	0	7	3	5	4	30	1,34	
		<i>Pusillina philippi</i>	MG	5	18	4	13	12	7	57	15	29	160	7,13	
<i>Manzonia crassa</i>	HeD	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,18			
<i>Obtusella intersecta</i>	D	0	16	3	13	2	5	0	0	0	39	1,74			
MANGELIIDAE	0,04	<i>Mangelia</i> sp	CV	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,04	
RISSOELLIDAE	0,09	<i>Rissoella inflata</i>	HeD	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,09	
TURRITELLIDAE	0,53	<i>Turritella communis</i>	F	4	0	2	6	0	0	0	0	0	12	0,53	
CERITHIIDAE	26,50	<i>Bittium</i> sp	HeD	36	42	19	84	54	21	189	86	63	594	26,46	
		<i>Cerithium vulgatum</i>	HeD	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,04	
NASSARIIDAE	0,04	<i>Tritia incrassata</i>	S	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,04	
CIMIDAE	0,45	<i>Graphis albida</i>	E	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3	0,13	
		<i>Cima minima</i>	E	0	0	0	1	2	1	2	0	1	7	0,31	

TROCHIDAE	0,31	<i>Jujubinus exasperatus</i>	MG	1	2	0	0	0	0	1	3	0	7	0,31
EULIMIDAE	4,72	<i>Vitreolina philippi</i>	E	1	0	0	13	5	5	45	12	19	100	4,45
		<i>Parvioris ibizenca</i>	E	1	0	0	0	1	1	0	2	0	5	0,22
		<i>Sticteulima jeffreysiana</i>	E	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,04
SCISSURELLIDAE	0,13	<i>Scissurella costata</i>	D	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0,13
PHASIANELLIDAE	0,18	<i>Tricolia</i> sp	HeD	0	0	0	0	0	1	2	0	1	4	0,18
RETUSIDAE	1,16	<i>Retusa truncatula</i>	CV	2	1	1	0	3	1	13	2	3	26	1,16
CERITHIOPSIDAE	0,13	<i>Cerithiopsis</i> sp	CS	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0,13
PYRAMIDELLIDAE	6,28	<i>Odostomia plicata</i>	E	0	0	0	5	0	1	12	3	5	26	1,16
		<i>Megastomia conspicua</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,04
		<i>Chrysallida</i> sp	E	5	3	1	20	11	3	24	10	20	97	4,32
		<i>Odostomella doliolum</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	3	2	6	0,27
		<i>Folinella excavata</i>	E	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3	0,13
		<i>Turbonilla</i> sp	E	0	0	0	0	0	1	0	0	6	7	0,31
		<i>Ondina dilucida</i>	E	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,04
PHILINIDAE	0,13	<i>Philine catena</i>	CV	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3	0,13
HAMINOEIDAE	0,09	<i>Haminoea</i> sp	CV	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0,09
NERITIDAE	0,09	<i>Smaragdia viridis</i>	SG	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,09
RAPHITOMIDAE	0,04	<i>Raphitoma leufroyi</i>	CV	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,04
OMALOGYRIDAE	0,04	<i>Ammonicera fischeriana</i>	HeD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,04
CHITONIDAE	0,04	<i>Chiton</i> sp	MG	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,04

2245

GALLINARA INTERMEDIO

Famiglie	D%	Specie	GT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%
TRIPHORIDAE	1,58	Triphoridae	CS	2	2	3	7	4	7	9	3	1	38	1,58
CAECIDAE	10,86	<i>Caecum subannulatum</i>	HeD	14	24	19	15	14	17	43	50	60	256	10,65
		<i>Caecum auriculatum</i>	HeD	0	2	1	0	2	0	0	0	0	5	0,21
RISSOIDAE	17,06	<i>Alvania cimex</i>	HeD	1	4	2	0	0	0	0	0	0	7	0,29
		<i>Alvania beanii</i>	HeD	5	4	4	1	3	4	4	1	1	27	1,12
		<i>Alvania cancellata</i>	HeD	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0,12
		<i>Alvania lineata</i>	HeD	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0,08
		<i>Alvania discors</i>	HeD	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	0,17
		<i>Alvania geryonia</i>	HeD	3	7	4	2	7	3	1	0	0	27	1,12
		<i>Alvania mamillata</i>	HeD	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,08
		<i>Crisilla semistriata</i>	D	37	28	33	0	20	20	14	29	8	189	7,87
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	MG	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,04
		<i>Rissoa violacea</i>	HeD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,04

		<i>Rissoina bruguieri</i>	HeD	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	0,12	
		<i>Pusillina radiata</i>	MG	2	0	0	0	0	1	1	0	0	4	0,17	
		<i>Pusillina philippi</i>	MG	27	16	15	7	10	19	9	4	9	116	4,83	
		<i>Manzonia crassa</i>	HeD	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0,12	
		<i>Obtusella intersecta</i>	D	6	3	2	2	0	3	0	0	4	20	0,83	
		<i>Obtusella macilentia</i>	D	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,04	
MANGELIIDAE	0,25	<i>Mangelia unifasciata</i>	CV	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0,08	
		<i>Mangelia vauquelini</i>	CV	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4	0,17	
TURRITELLIDAE	1,00	<i>Turritella turbona</i>	F	0	0	4	2	0	3	2	2	2	15	0,62	
		<i>Turritella communis</i>	F	2	4	1	0	1	0	1	0	0	9	0,37	
CERITHIIDAE	45,24	<i>Bittium</i> sp	HeD	90	164	134	78	103	244	68	113	93	1087	45,24	
CALLIOSTOMATIDAE	0,04	<i>Calliostoma conulus</i>	CS	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,04	
NATICIDAE	0,08	<i>Euspira nitida</i>	CV	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0,08	
NASSARIIDAE	0,75	<i>Tritia incrassata</i>	S	1	1	4	0	5	2	1	4	0	18	0,75	
CIMIDAE	1,62	<i>Graphis albida</i>	E	0	2	2	0	0	1	0	1	2	8	0,33	
		<i>Cima minima</i>	E	6	3	7	1	1	2	2	2	7	31	1,29	
TROCHIDEA	0,12	<i>Jujubinus striatus</i>	MG	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,04	
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	MG	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,08
EULIMIDAE	6,45	<i>Vitreolina philippi</i>	E	7	5	11	5	7	18	19	35	27	134	5,58	
		<i>Parvioris ibizenca</i>	E	3	0	2	5	0	0	3	3	3	19	0,79	
		<i>Sticteulima jeffreysiana</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,08	
SCISSURELLIDAE	0,29	<i>Scissurella costata</i>	D	0	0	1	0	3	1	0	0	2	7	0,29	
PHASIANELLIDAE	0,71	<i>Tricolia</i> sp	HeD	0	0	9	0	0	1	0	2	3	15	0,62	
		<i>Tricolia speciosa</i>	HeD	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,08
CYSTISCIDAE	0,17	<i>Gibberula miliaria</i>	CV	1	0	2	0	0	1	0	0	0	4	0,17	
RETUSIDAE	0,25	<i>Retusa truncatula</i>	CV	0	0	1	1	1	2	0	1	0	6	0,25	
CALYPTRAEIDAE	0,04	<i>Calyptrea chinensis</i>	F	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,04	
CERITHIOPSIDAE	0,58	<i>Cerithiopsis</i> sp	CS	1	0	2	1	0	4	0	5	1	14	0,58	
PYRAMIDELLIDAE	9,03	<i>Odostomia plicata</i>	E	6	6	7	1	1	17	4	9	7	58	2,41	
		<i>Megastomia conspicua</i>	E	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0,08
		<i>Chrysallida</i> sp.	E	4	6	9	4	15	29	15	15	41	138	5,74	
		<i>Odostomella doliolum</i>	E	2	1	3	1	0	1	1	0	0	0	9	0,37
		<i>Folinella excavata</i>	E	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0,08
		<i>Eulimella acicula</i>	E	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	4	0,17
		<i>Turbonilla</i> sp	E	0	0	0	0	0	2	1	0	1	4	0,17	
PHILINIDAE	0,92	<i>Philine catena</i>	CV	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0,12	
		<i>Philine punctata</i>	CV	1	2	1	3	2	8	0	0	1	18	0,75	
		<i>Philine quadripartita</i>	CV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,04	

HAMINOEIDAE	2,16	<i>Haminoea</i> sp	HeD	1	1	0	6	6	20	11	3	4	52	2,16
NERITIDAE	0,08	<i>Smaragdia viridis</i>	SG	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0,08
RAPHITOMIDAE	0,04	<i>Raphitoma pruinosa</i>	CV	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,04
MARGINELLIDAE	0,17	<i>Granulina</i> sp	CV	0	0	2	0	2	0	0	0	0	4	0,17
OMALOGYRIDAE	0,12	<i>Ammonicera fischeriana</i>	HeD	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0,12
ATLANTIDEA	0,04	<i>Atlanta peronii</i>	F	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,04
APLYSIIDEA	0,04	<i>Petalifera petalifera</i>	AG	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,04
CHITONIDAE	0,29	<i>Chiton</i> sp	MG	2	0	1	0	0	1	0	1	2	7	0,29

2403

GALLINARA PROFONDO															
Famiglie	D%	Specie	GT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%	
TRIPHORIDAE	0,43	Triphoridae	CS	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4	0,43	
CAECIDAE	4,02	<i>Caecum trachea</i>	HeD	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	0,33	
		<i>Caecum subannulatum</i>	HeD	5	1	3	3	2	3	8	4	5	34	3,69	
RISSOIDAE	27,58	<i>Alvania cimex</i>	HeD	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0,76	
		<i>Alvania beanii</i>	HeD	10	5	7	3	2	1	4	0	2	34	3,69	
		<i>Alvania cancellata</i>	HeD	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Alvania geryonia</i>	HeD	26	0	11	10	5	6	0	1	0	59	6,41	
		<i>Alvania mamillata</i>	HeD	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,22	
		<i>Crisilla semistriata</i>	D	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,22	
		<i>Crisilla maculata</i>	D	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0,65	
		<i>Rissoa ventricosa</i>	MG	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,22	
		<i>Rissoa membranacea</i>	MG	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,22	
		<i>Rissoa violacea</i>	HeD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Rissoina bruguieri</i>	HeD	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Pusillina radiata</i>	MG	1	1	4	4	1	1	1	0	1	14	1,52	
		<i>Pusillina philippi</i>	MG	7	2	6	12	6	4	5	1	1	44	4,78	
		<i>Manzonia crassa</i>	HeD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,11	
<i>Obtusella intersecta</i>	D	11	2	3	20	11	11	6	6	8	78	8,47			
MANGELIIDAE	0,43	<i>Mangelia unifasciata</i>	CV	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Mangelia vauquelini</i>	CV	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11	
		<i>Mangelia barashi</i>	CV	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0,22	
RISSEOELLIDAE	1,85	<i>Rissoella inflata</i>	HeD	3	0	0	3	3	0	3	1	3	16	1,74	
		<i>Rissoella diaphana</i>	HeD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,11	
TURRITELLIDAE	0,11	<i>Turritella communis</i>	F	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11	
CERITHIIDAE	47,01	<i>Bittium</i> sp	HeD	39	16	33	116	46	50	40	15	47	402	43,65	
		<i>Cerithium vulgatum</i>	HeD	0	0	2	9	1	10	4	0	5	31	3,37	

CALLIOSTOMATIDAE	0,11	<i>Calliostoma conulus</i>	CS	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,11
EPITONIDAE	0,11	<i>Epitonium sp</i>	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
CIMIDAE	0,43	<i>Graphis albida</i>	E	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0,22
		<i>Cima minima</i>	E	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TROCHIDAE	0,76	<i>Jujubinus striatus</i>	MG	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0,22
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	MG	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	5
EULIMIDAE	4,23	<i>Vitreolina philippi</i>	E	1	0	0	5	1	0	9	0	1	17	1,85
		<i>Parvioris ibizenca</i>	E	0	0	0	1	0	1	6	4	10	22	2,39
SCISSURELLIDAE	0,11	<i>Scissurella costata</i>	D	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
PHASIANELLIDAE	0,11	<i>Tricolia sp</i>	HeD	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,11
CYSTISCIDAE	0,22	<i>Gibberula miliaria</i>	CV	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,22
RETUSIDAE	0,54	<i>Retusa truncatula</i>	CV	1	1	0	0	2	0	1	0	0	5	0,54
CERITHIOPSISIDAE	0,22	<i>Cerithiopsis sp</i>	CS	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0,22
PYRAMIDELLIDAE	5,75	<i>Odostomia plicata</i>	E	3	0	2	0	1	0	4	0	0	10	1,09
		<i>Megastomia conspicua</i>	E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,11
		<i>Chrysalida sp</i>	E	2	2	4	8	3	2	3	4	7	35	3,80
		<i>Odostomella doliolum</i>	E	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0,22
		<i>Eulimella acicula</i>	E	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	0,33
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	E	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,11
		<i>Turbonilla sp</i>	E	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
PHILINIDAE	0,22	<i>Philine catena</i>	CV	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
		<i>Philine punctata</i>	CV	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,11
HAMINOEIDAE	4,89	<i>Haminoea sp</i>	HeD	3	1	1	10	10	8	6	2	4	45	4,89
NERITIDAE	0,11	<i>Smaragdia viridis</i>	SG	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,11
RAPHITOMIDAE	0,11	<i>Raphitoma linearis</i>	CV	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,11
MURCHISONELLIDAE	0,33	<i>Ebala pointeli</i>	E	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0,33
MARGINELLIDAE	0,22	<i>Granulina sp</i>	CV	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0,22
OMALOGYRIDAE	0,11	<i>Ammonicera fischeriana</i>	HeD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,11

921

Allegato II: Lista famiglie e specie dei molluschi gasteropodi campionati dalla tanatocenosi e rispettive percentuali di dominanza (D%); 1 - 2 - 3=luglio, 4 - 5 - 6=agosto, 7 - 8 - 9=settembre; N=numero totale individui

BERGEGGI INTERMEDIO

Famiglie	D%	Specie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%
----------	----	--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

TRIPHORIDAE	0,40	Triphoridae	1	5	1	0	0	0	3	4	0	1	15	0,40
CAECIDAE	1,90	<i>Caecum trachea</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	3	0,08
		<i>Caecum subannulatum</i>	14	9	15	0	3	8	9	1	5	64	1,69	
		<i>Caecum auriculatum</i>	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0,13
RISSOIDAE	24,80	<i>Alvania cimex</i>	4	8	13	0	0	0	2	1	3	31	0,82	
		<i>Alvania beanii</i>	4	0	1	4	3	1	2	1	1	17	0,45	
		<i>Alvania cancellata</i>	44	24	50	0	1	11	39	8	15	192	5,07	
		<i>Alvania lineata</i>	2	5	4	0	0	1	9	3	1	25	0,66	
		<i>Alvania discors</i>	17	32	24	0	0	4	23	8	11	119	3,14	
		<i>Alvania geryonia</i>	1	4	3	0	0	5	2	0	4	19	0,50	
		<i>Alvania mamillata</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,08	
		<i>Crisilla semistriata</i>	19	5	23	1	2	7	11	9	3	80	2,11	
		<i>Crisilla maculata</i>	0	0	0	0	0	1	3	2	1	7	0,18	
		<i>Rissoa guerinii</i>	1	3	7	0	0	0	1	0	1	13	0,34	
		<i>Rissoa ventricosa</i>	0	1	2	0	0	0	1	0	0	4	0,11	
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	5	6	8	1	1	2	6	7	2	38	1,00	
		<i>Rissoa membranacea</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05	
		<i>Rissoa violacea</i>	1	0	2	2	0	1	0	0	0	6	0,16	
		<i>Rissoina bruguieri</i>	4	4	11	0	0	1	3	4	2	29	0,77	
		<i>Rissoa lia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,05	
		<i>Pusillina radiata</i>	3	1	0	0	0	0	0	3	0	7	0,18	
		<i>Pusillina philippi</i>	63	42	54	25	20	19	44	28	9	304	8,03	
<i>Manzonina crassa</i>	9	4	4	0	0	4	9	4	4	38	1,00			
<i>Obusella intersecta</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	0,08			
MANGELIIDAE	0,08	<i>Mangelia vauquelini</i>	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	0,08	
TURRITELLIDAE	0,11	<i>Turritella turbona</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0,08	
		<i>Turritella communis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,03	
CERITHIIDAE	64,16	<i>Bittium sp</i>	327	465	600	47	43	223	430	102	185	2422	63,97	
		<i>Cerithium vulgatum</i>	1	1	1	0	0	0	1	1	2	7	0,18	
CALLIOSTOMATIDAE	0,03	<i>Calliostoma conulus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,03	
NATICIDAE	0,05	Naticidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05	
BUCCINIDAE	0,24	<i>Chauvetia brunnea</i>	0	1	0	0	0	1	4	2	1	9	0,24	
COLUMBELLIDAE	0,08	<i>Mitrella svelta</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,03	
		<i>Mitrella minor</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,03	
		<i>Columbella rustica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,03	
NASSARIIDAE	0,24	<i>Tritia incrassata</i>	0	3	3	0	0	0	1	2	0	9	0,24	
EPITONIIDAE	0,03	<i>Epitonium clathrus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,03	
MITRIDAE	0,05	<i>Episcomitra cornicula</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,05	
CIMIDAE	0,05	<i>Graphis albida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,03	

		<i>Cima minima</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,03
TROCHIDAE	1,51	<i>Jujubinus gravinae</i>	2	1	1	0	0	0	1	1	2	8	0,21
		<i>Jujubinus striatus</i>	0	1	2	0	0	1	0	0	0	4	0,11
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	4	3	8	0	0	2	2	0	1	20	0,53
		<i>Gibbula sp</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,03
		<i>Gibbula ardens</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,08
		<i>Steromphala umbilicalis</i>	0	2	2	0	0	0	1	0	1	6	0,16
		<i>Gibbula turbinoides</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,05
		<i>Gibbula rackeri</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0,08
		<i>Clanculus cruciatus</i>	1	0	5	0	0	3	1	0	0	10	0,26
		EULIMIDAE	0,40	<i>Vitreolina philippi</i>	2	4	2	0	2	1	3	0	0
<i>Parvioris ibizenca</i>	0			0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,03
SCISSURELLIDAE	0,55	<i>Scissurella costata</i>	4	1	9	2	0	1	3	1	0	21	0,55
FISSURELLIDAE	0,03	<i>Emarginula pustula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,03
PHASIANELLIDAE	1,37	<i>Tricolia sp</i>	8	1	9	7	3	1	5	5	3	42	1,11
		<i>Tricolia pullus</i>	2	0	1	0	0	0	1	0	0	4	0,11
		<i>Tricolia speciosa</i>	0	1	2	0	0	2	0	0	0	5	0,13
		<i>Tricolia punctura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,03
CYSTISCIDAE	0,05	<i>Gibberula miliaria</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05	
CONIDAE	0,03	<i>Conus sp</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,03
RETUSIDAE	0,05	<i>Retusa truncatula</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0,05
CALYPTRAEIDAE	0,05	<i>Crepidula unguiformis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,03
		<i>Calyptraea chinensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
CERITHIOPSIDAE	0,13	<i>Cerithiopsis sp</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	1	4	0,11
		<i>Ocenebrina edwardsii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
PYRAMIDELLIDAE	1,35	<i>Odostomia unidentata</i>	0	1	1	0	0	0	3	0	0	5	0,13
		<i>Odostomia plicata</i>	1	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0,08
		<i>Chrysallida sp.</i>	2	3	5	0	2	3	3	0	2	20	0,53
		<i>Odostomella doliolum</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4	0,11
		<i>Folinella excavata</i>	3	0	2	0	0	2	0	0	1	8	0,21
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	1	4	0,11
		<i>Turbonilla sp</i>	1	1	2	0	0	0	1	0	0	5	0,13
		<i>Ondina dilucida</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0,05
LITTORINIDAE	0,29	<i>Melarhaphe neritoides</i>	2	4	0	0	0	0	1	4	0	11	0,29
PHILINIDAE	0,21	<i>Philine catena</i>	1	0	3	0	0	0	0	1	0	5	0,13
		<i>Philine punctata</i>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0,08
HAMINOEIDAE	0,85	<i>Haminoea sp</i>	3	0	0	11	2	2	8	4	1	31	0,82
		<i>Weinkauffia turgidula</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,03
NERITIDAE	0,40	<i>Smaragdia viridis</i>	3	0	7	1	0	2	1	1	0	15	0,40

RAPHITOMIDAE	0,21	<i>Raphitoma linearis</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	0,08
		<i>Raphitoma leufroyi</i>	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	4	0,11
		<i>Raphitoma pruinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,03
CYPRAEIDAE	0,03	<i>Luria lurida</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,03	
MARGINELLIDAE	0,03	<i>Granulina sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,03	
SIPHONARIIDAE	0,05	<i>Williamia gussoni</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,05	
COSTELLARIIDAE	0,11	<i>Pusia tricolor</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0,11	
ANABATHRIDAE	0,08	<i>Pisina glabrata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,03	
		<i>Nodulus contortus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,05
BULLIDAE	0,03	<i>Bulla striata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,03	

3786

BERGEGGI PROFONDO													
Famiglie	D%	Specie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%
TRIPHORIDAE	0,50	Triphoridae	2	2	6	9	4	6	0	1	0	30	0,50
CAECIDAE	6,04	<i>Caecum trachea</i>	0	0	1	15	0	2	6	1	0	25	0,42
		<i>Caecum subannulatum</i>	29	38	53	124	20	37	9	16	6	332	5,55
		<i>Caecum auriculatum</i>	0	0	0	0	1	2	1	0	0	4	0,07
RISSOIDAE	20,98	<i>Alvania cimex</i>	3	0	2	0	1	2	1	22	1	32	0,54
		<i>Alvania beanii</i>	2	7	8	5	0	4	2	19	3	50	0,84
		<i>Alvania cancellata</i>	8	15	12	15	4	3	0	8	0	65	1,09
		<i>Alvania lineata</i>	5	12	6	18	1	6	0	2	0	50	0,84
		<i>Alvania discors</i>	1	1	6	0	0	1	0	3	2	14	0,23
		<i>Alvania geryonia</i>	47	46	50	45	7	29	5	1	0	230	3,85
		<i>Crisilla semistriata</i>	20	19	32	26	8	28	4	7	8	152	2,54
		<i>Crisilla maculata</i>	0	0	4	15	2	11	0	0	0	32	0,54
		<i>Rissoa guerinii</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Rissoa ventricosa</i>	2	4	1	3	0	0	0	0	0	10	0,17
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	1	4	4	9	0	5	1	4	0	28	0,47
		<i>Rissoa membranacea</i>	0	0	1	0	0	1	1	1	1	5	0,08
		<i>Rissoa violacea</i>	0	3	0	2	0	2	0	3	0	10	0,17
		<i>Rissoina bruguieri</i>	4	6	6	0	0	1	0	0	0	17	0,28
		<i>Pusillina radiata</i>	3	11	9	21	3	5	3	14	3	72	1,20
		<i>Pusillina philippi</i>	69	56	67	99	25	43	31	34	3	427	7,14
<i>Manzonina crassa</i>	6	8	8	10	4	2	0	1	0	39	0,65		
<i>Obtusella intersecta</i>	0	0	0	15	1	4	0	0	0	20	0,33		
MANGELIIDAE	0,12	<i>Mangelia sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Mangelia unifasciata</i>	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0,03

		<i>Mangelia vauquelini</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Mangelia barashi</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3	0,05
RISSOELLIDAE	0,27	<i>Rissoella inflata</i>	0	0	0	3	2	4	5	2	0	16	0,27
TURRITELLIDAE	0,97	<i>Turritella turbona</i>	1	0	0	0	2	0	0	4	1	8	0,13
		<i>Turritella communis</i>	13	7	7	13	0	9	0	1	0	50	0,84
CERITHIIDAE	56,43	<i>Bittium sp</i>	310	512	522	1106	153	275	90	298	85	3351	56,06
		<i>Cerithium vulgatum</i>	1	3	0	15	0	3	0	0	0	0	22
NATICIDAE	0,17	Naticidae	0	0	0	0	0	2	1	2	0	5	0,08
		<i>Euspira nitida</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	0,08
NASSARIIDAE	0,15	<i>Tritia incrassata</i>	2	3	2	1	0	0	0	1	0	9	0,15
EPITONIIDAE	0,08	<i>Epitonium clathrus</i>	0	2	0	0	0	2	0	1	0	5	0,08
CIMIDAE	0,05	<i>Graphis albida</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Cima minima</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0,03
TROCHIDAE	4,07	<i>Jujubinus striatus</i>	2	1	1	2	0	2	3	0	0	11	0,18
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	44	49	44	29	3	26	5	14	2	216	3,61
		<i>Gibbula fanulum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Clanculus cruciatus</i>	0	2	4	9	0	0	0	0	0	15	0,25
EULIMIDAE	0,99	<i>Vitreolina philippi</i>	6	1	3	10	0	3	1	9	4	37	0,62
		<i>Parvioris ibizenca</i>	6	5	4	0	0	1	0	1	0	17	0,28
		<i>Melanella sp</i>	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0,07
		<i>Sticteulima jeffreysiana</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02
SCISSURELLIDAE	1,00	<i>Scissurella costata</i>	11	9	12	16	0	7	2	3	0	60	1,00
FISSURELLIDAE	0,52	<i>Emarginula pustula</i>	0	13	7	0	0	11	0	0	0	31	0,52
PHASIANELLIDAE	2,53	<i>Tricolia sp</i>	33	19	29	10	3	8	2	0	1	105	1,76
		<i>Tricolia pullus</i>	4	2	2	22	1	0	0	9	3	43	0,72
		<i>Tricolia speciosa</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0,03
		<i>Tricolia punctura</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
CYSTISCIDAE	0,05	<i>Gibberula miliaria</i>	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0,05
RETUSIDAE	0,65	<i>Retusa truncatula</i>	8	3	4	15	1	1	4	1	2	39	0,65
CALYPTRAEIDAE	0,02	<i>Calyptrea chinensis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
CERITHIOPSISIDAE	0,07	<i>Cerithiopsis sp</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3	0,05
		<i>Cerithiopsis minima</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
MURICIDAE	0,05	<i>Muricopsis cristata</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,03
		<i>Ocinebrina aciculata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
PYRAMIDELLIDAE	2,74	<i>Odostomia unidentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02
		<i>Odostomia plicata</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	3	0,05
		<i>Chrysallida sp.</i>	21	9	12	23	2	6	2	11	13	99	1,66
		<i>Chysallida juliae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02
		<i>Odostomella doliolum</i>	1	3	2	1	0	1	0	0	0	8	0,13

		<i>Folinella excavata</i>	0	5	5	2	0	5	2	0	0	19	0,32	
		<i>Eulimella acicula</i>	0	1	1	4	0	2	0	1	0	9	0,15	
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	0	1	4	0	0	0	0	0	0	5	0,08	
		<i>Turbonilla sp</i>	0	2	4	0	0	2	0	4	2	14	0,23	
		<i>Turbonilla acuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02	
		<i>Ondina dilucida</i>	0	0	0	3	0	1	0	0	0	4	0,07	
PHILINIDAE	0,27	<i>Philine catena</i>	2	0	3	4	1	2	1	0	0	13	0,22	
		<i>Philine intricata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Philine punctata</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0,03
HAMINOEIDAE	0,23	<i>Haminoea sp</i>	0	0	0	8	1	0	2	0	0	11	0,18	
		<i>Weinkauffia turgidula</i>	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0,05
NERITIDAE	0,57	<i>Smaragdia viridis</i>	8	5	3	7	5	0	1	3	2	34	0,57	
TURBINIDAE	0,03	<i>Bolma rugosa</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0,03	
RAPHITOMIDAE	0,15	<i>Raphitoma linearis</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0,03	
		<i>Raphitoma leufroyi</i>	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	6	0,10
		<i>Raphitoma pruinosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
MURCHISONELLIDAE	0,10	<i>Ebala pointeli</i>	0	0	0	5	0	1	0	0	0	6	0,10	
MATHILDIDAE	0,02	<i>Mathilda gemmulata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02	
OMALOGYRIDAE	0,12	<i>Omalogyra atomus</i>	0	0	0	3	0	2	0	0	0	5	0,08	
		<i>Ammonicera fischeriana</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0,03
RHIZORIDAE	0,03	<i>Volvulella acuminata</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,03	
APLYSIIDEA	0,03	<i>Petalifera petalifera</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,02	
		<i>Aplysia parvula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02	

5977

GALLINARA INTERMEDIO

Famiglie	D%	Specie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%
TRIPHORIDAE	1,05	<i>Triphoridae</i>	8	5	2	4	2	0	4	9	6	40	1,00
		<i>Metaxia metaxa</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0,05
CAECIDAE	6,25	<i>Caecum trachea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
		<i>Caecum subannulatum</i>	39	25	30	26	15	6	29	37	37	244	6,08
		<i>Caecum auriculatum</i>	0	2	3	0	0	1	0	0	0	0	6
RISSOIDAE	20,57	<i>Alvania cimex</i>	3	2	3	0	2	0	0	0	0	10	0,25
		<i>Alvania beanii</i>	8	5	3	5	0	2	4	3	5	35	0,87
		<i>Alvania cancellata</i>	5	4	4	7	0	0	1	6	8	35	0,87
		<i>Alvania lineata</i>	0	0	1	1	0	0	2	2	0	6	0,15
		<i>Alvania discors</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	3

		<i>Alvania geryonia</i>	12	7	7	4	0	0	8	3	4	45	1,12
		<i>Alvania mamillata</i>	2	1	0	0	0	0	1	4	0	8	0,20
		<i>Crisilla semistriata</i>	24	6	9	10	5	2	5	35	8	104	2,59
		<i>Crisilla maculata</i>	11	7	11	4	2	1	2	1	5	44	1,10
		<i>Rissoa guerinii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,02
		<i>Rissoa ventricosa</i>	1	2	2	2	0	0	0	0	0	7	0,17
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	7	2	6	7	2	5	5	6	3	43	1,07
		<i>Rissoa membranacea</i>	2	3	1	3	1	0	1	2	2	15	0,37
		<i>Rissoa violacea</i>	4	0	0	2	0	0	2	0	3	11	0,27
		<i>Rissoina bruguierei</i>	3	2	1	3	1	0	4	7	1	22	0,55
		<i>Pusillina radiata</i>	3	1	4	0	1	2	8	6	0	25	0,62
		<i>Pusillina philippi</i>	51	24	58	43	19	25	44	61	39	364	9,06
		<i>Pusillina inconspicua</i>	3	4	6	1	2	0	0	0	0	16	0,40
		<i>Manzonia crassa</i>	5	0	3	5	1	1	1	0	0	16	0,40
		<i>Obtusella intersecta</i>	7	2	1	2	0	1	1	1	0	15	0,37
		<i>Obtusella macilenta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02
MANGELIIDAE	0,12	<i>Mangelia vauquelini</i>	0	1	0	0	1	0	1	1	1	5	0,12
RISSEOELLIDAE	0,05	<i>Rissoella inflata</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0,05
TURRITELLIDAE	1,72	<i>Turritella turbona</i>	0	6	9	7	3	1	6	8	9	49	1,22
		<i>Turritella communis</i>	6	4	2	2	1	0	1	2	2	20	0,50
CERITHIIDAE	54,38	<i>Bittium sp</i>	395	261	275	68	131	118	282	302	351	2183	54,36
		<i>Cerithium vulgatum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
CALLIOSTOMATIDAE	0,02	<i>Calliostoma conulus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,02
NATICIDAE	0,02	<i>Euspira nitida</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
BUCCINIDAE	0,02	<i>Euthria cornea</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
NASSARIIDAE	0,50	<i>Tritia incrassata</i>	3	2	7	1	0	0	1	5	1	20	0,50
EPITONIIDAE	0,02	<i>Epitonium sp</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
CIMIDAE	0,47	<i>Graphis albida</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,05
		<i>Cima minima</i>	7	0	1	1	1	1	2	4	0	17	0,42
TROCHIDAE	2,02	<i>Jujubinus striatus</i>	2	3	2	0	1	2	0	2	0	12	0,30
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	13	5	11	8	3	2	8	7	8	65	1,62
		<i>Clanculus cruciatus</i>	0	0	0	0	1	0	1	2	0	4	0,10
EULIMIDAE	2,71	<i>Vitreolina curva</i>	0	0	0	0	0	0	2	2	0	4	0,10
		<i>Vitreolina philippi</i>	18	6	9	3	4	0	8	10	9	67	1,67
		<i>Parvioris ibizenca</i>	1	3	5	6	1	0	5	6	10	37	0,92
		<i>Melanella sp</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,02
SCISSURELLIDAE	0,85	<i>Scissurella costata</i>	9	4	8	5	0	0	3	2	3	34	0,85
PHASIANELLIDAE	1,72	<i>Tricolia sp</i>	13	5	0	7	4	5	4	5	8	51	1,27
		<i>Tricolia pullus</i>	2	0	0	1	0	0	0	0	1	4	0,10

		<i>Tricolia speciosa</i>	1	1	0	3	0	1	2	5	1	14	0,35
CYSTISCIDAE	0,15	<i>Gibberula miliaria</i>	1	1	0	0	0	0	1	3	0	6	0,15
RETUSIDAE	0,32	<i>Retusa truncatula</i>	3	0	0	1	2	2	1	3	1	13	0,32
CALYPTRAEIDAE	0,05	<i>Calyptraea chinensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0,05
CERITHIOPSIDAE	0,77	<i>Cerithiopsis sp</i>	3	2	2	4	0	3	5	6	5	30	0,75
		<i>Cerithiopsis minima</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,02
PYRAMIDELLIDAE	3,21	<i>Odostomia plicata</i>	2	0	0	0	0	2	3	4	2	13	0,32
		<i>Megastomia conspicua</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0,02
		<i>Chrysallida sp.</i>	11	12	9	8	4	6	17	7	3	77	1,92
		<i>Odostomella doliolum</i>	0	0	0	2	0	0	1	1	1	5	0,12
		<i>Folinella excavata</i>	4	1	1	3	1	0	2	1	0	13	0,32
		<i>Eulimella acicula</i>	2	1	1	0	0	0	1	0	0	5	0,12
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0,05
		<i>Turbonilla sp</i>	2	0	0	0	0	1	1	3	2	9	0,22
		<i>Turbonilla jeffreysii</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1	4	0,10
PHILINIDAE	0,22	<i>Philine catena</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Philine punctata</i>	0	1	0	0	0	0	3	1	3	8	0,20
HAMINOEIDAE	1,62	<i>Haminoea sp</i>	1	1	0	6	9	14	5	18	11	65	1,62
NERITIDAE	0,55	<i>Smaragdia viridis</i>	2	3	0	2	0	1	5	3	6	22	0,55
RAPHITOMIDAE	0,30	<i>Raphitoma linearis</i>	2	0	2	1	1	0	2	1	0	9	0,22
		<i>Raphitoma leufroyi</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0,07
CYPRAEIDAE	0,02	<i>Naria spurca</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,02
MURCHISONELLIDAE	0,02	<i>Ebala pointeli</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
VELUTINIDAE	0,02	<i>Lamellaria latens</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,02
ATLANTIDEA	0,05	<i>Atlanta peronii</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0,05
SIPHONARIIDAE	0,02	<i>Williamia gussoni</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
FASCIOLARIIDAE	0,05	<i>Fusinus pulchellos</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0,05
APLYSIIDEA	0,05	<i>Petalifera petalifera</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
		<i>Aplysia parvula</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0,02
BULLIDAE	0,05	<i>Bulla striata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0,05

4016

GALLINARA PROFONDO

Famiglie	D%	Specie	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	D%
TRIPHORIDAE	1,26	Triphoridae	16	10	15	32	14	23	10	10	24	154	1,22
		<i>Metaxia metaxa</i>	3	0	0	1	1	0	0	0	0	5	0,04
CAECIDAE	2,78	<i>Caecum trachea</i>	8	1	2	9	3	3	2	4	6	38	0,30
		<i>Caecum subannulatum</i>	34	32	28	49	19	26	22	29	75	314	2,48

RISSOIDAE	14,25	<i>Alvania cimex</i>	11	7	11	10	5	12	16	15	5	92	0,73
		<i>Alvania beanii</i>	12	22	20	23	6	12	14	9	13	131	1,04
		<i>Alvania cancellata</i>	5	12	10	14	3	14	8	11	8	85	0,67
		<i>Alvania lineata</i>	5	9	10	15	8	6	10	9	4	76	0,60
		<i>Alvania discors</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,02
		<i>Alvania geryonia</i>	23	44	46	39	41	58	38	47	57	393	3,11
		<i>Crisilla semistriata</i>	5	3	0	9	3	5	3	7	7	42	0,33
		<i>Crisilla maculata</i>	7	22	23	22	15	14	11	4	16	134	1,06
		<i>Rissoa ventricosa</i>	0	1	3	0	1	1	1	3	1	11	0,09
		<i>Rissoa auriscalpium</i>	1	1	1	2	0	1	1	1	3	11	0,09
		<i>Rissoa membranacea</i>	0	0	1	0	2	1	3	1	1	9	0,07
		<i>Rissoa violacea</i>	7	8	0	8	9	4	3	1	5	45	0,36
		<i>Rissoina bruguieri</i>	1	6	4	4	6	8	0	6	7	42	0,33
		<i>Rissoa lia</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	0,02
		<i>Pusillina radiata</i>	12	18	12	10	16	15	15	16	13	127	1,00
		<i>Pusillina philippi</i>	31	35	36	44	36	60	39	43	39	363	2,87
		<i>Pusillina inconspicua</i>	9	2	10	10	11	11	7	9	6	75	0,59
		<i>Manzonia crassa</i>	3	5	7	3	7	6	1	6	3	41	0,32
<i>Obtusella intersecta</i>	9	25	8	17	7	26	5	3	21	121	0,96		
<i>Obtusella macilenta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,01		
MANGELIIDAE	0,09	<i>Mangelia sp</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0,02	
		<i>Mangelia unifasciata</i>	1	0	0	0	2	0	0	0	3	0,02	
		<i>Mangelia vauquelini</i>	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	0,02
		<i>Mangelia barashi</i>	0	1	0	0	1	0	0	2	0	4	0,03
RISSEOELLIDAE	0,09	<i>Rissoella inflata</i>	0	0	1	0	2	0	3	2	1	9	0,07
		<i>Rissoella diaphana</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0,02
TURRITELLIDAE	2,21	<i>Turritella turbona</i>	17	19	30	35	21	37	30	32	15	236	1,87
		<i>Turritella communis</i>	4	2	8	9	4	6	5	2	4	44	0,35
CERITHIIDAE	66,22	<i>Bittium sp</i>	763	766	693	1335	792	1330	684	739	1175	8277	65,44
		<i>Cerithium vulgatum</i>	11	14	5	5	15	22	4	5	18	99	0,78
CALLIOSTOMATIDAE	0,06	<i>Calliostoma conulus</i>	1	1	0	2	1	0	1	1	0	7	0,06
NATICIDAE	0,34	Naticidae	0	0	4	1	0	0	3	3	11	22	0,17
		<i>Euspira nitida</i>	0	7	1	0	0	2	6	3	2	21	0,17
BUCCINIDAE	0,02	<i>Chauvetia brunnea</i>	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	0,02
COLUMBELLIDAE	0,02	<i>Mitrella svelta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,01
		<i>Mitrella minor</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,02
NASSARIIDAE	0,37	<i>Tritia incrassata</i>	4	7	6	8	9	3	6	1	3	47	0,37
EPITONIIDAE	0,06	<i>Epitonium clathrus</i>	0	3	1	0	1	1	0	0	2	8	0,06
CIMIDAE	0,04	<i>Graphis albida</i>	1	0	0	3	1	0	0	0	0	5	0,04

TROCHIDAE	3,39	<i>Jujubinus striatus</i>	6	0	3	9	3	3	5	1	0	30	0,24
		<i>Jujubinus exasperatus</i>	32	52	37	21	24	41	42	51	56	356	2,81
		<i>Gibbula sp</i>	0	0	0	0	0	3	0	2	9	14	0,11
		<i>Gibbula turbinoides</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0,02
		<i>Clanculus cruciatus</i>	4	2	1	0	4	7	4	3	2	27	0,21
EULIMIDAE	1,21	<i>Vitreolina incurva</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0,02
		<i>Vitreolina philippi</i>	8	5	5	2	4	8	0	1	0	33	0,26
		<i>Parvioris ibizenca</i>	8	11	8	12	13	14	13	11	16	106	0,84
		<i>Eulima bilineata</i>	0	0	0	1	1	1	1	0	0	4	0,03
		<i>Melanella sp</i>	0	0	2	0	0	0	0	1	3	6	0,05
		<i>Sticteulima jeffreysiana</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	0,02
SCISSURELLIDAE	0,42	<i>Scissurella costata</i>	4	4	1	8	4	6	7	7	12	53	0,42
FISSURELLIDAE	0,21	<i>Emarginula pustula</i>	2	2	3	4	7	2	2	0	3	25	0,20
		<i>Diodora gibberula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,01
PHASIANELLIDAE	1,71	<i>Tricolia sp</i>	29	17	23	21	23	29	16	18	40	216	1,71
PHASIANELLIDAE	0,39	<i>Tricolia pullus</i>	4	2	1	2	2	1	1	3	1	17	0,13
		<i>Tricolia speciosa</i>	1	6	3	1	2	3	2	4	6	28	0,22
		<i>Tricolia punctura</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	2	4	0,03
CYSTISCIDAE	0,15	<i>Gibberula miliaria</i>	1	5	5	0	0	1	3	3	1	19	0,15
RETUSIDAE	0,36	<i>Retusa truncatula</i>	4	4	1	1	4	9	2	5	15	45	0,36
CALYPTREIDAE	0,03	<i>Calyptraea chinensis</i>	1	0	0	1	1	0	1	0	0	4	0,03
CERITHIOPSIDAE	0,34	<i>Cerithiopsis sp</i>	5	6	6	2	3	2	4	6	5	39	0,31
		<i>Cerithiopsis minima</i>	0	1	0	2	1	0	0	0	0	4	0,03
MURICIDAE	0,02	<i>Muricopsis cristata</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0,02
		<i>Ocinebrina aciculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0,01
PYRAMIDELLIDAE	2,72	<i>Odostomia unidentata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0,01
		<i>Odostomia plicata</i>	1	1	5	7	1	5	4	0	1	25	0,20
		<i>Megastomia conspicua</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,02
		<i>Chrysallida sp.</i>	22	19	21	36	12	36	11	21	22	200	1,58
		<i>Chrysallida fenestrata</i>	0	3	4	0	1	1	1	1	1	12	0,09
		<i>Odostomella doliolum</i>	0	1	0	2	2	0	0	0	2	7	0,06
		<i>Folinella excavata</i>	3	3	4	0	0	5	2	3	2	22	0,17
		<i>Eulimella acicula</i>	0	5	1	1	2	10	2	3	4	28	0,22
		<i>Pyrgostylus striatulus</i>	0	1	2	3	3	3	0	0	1	13	0,10
		<i>Turbonilla sp</i>	2	1	1	3	3	7	0	2	4	23	0,18
		<i>Turbonilla jeffreysii</i>	1	0	0	5	0	0	0	0	0	6	0,05
		<i>Ondina dilucida</i>	0	0	0	2	1	2	0	0	0	5	0,04
PHILINIDAE	0,11	<i>Philine catena</i>	1	1	3	1	0	1	0	1	3	11	0,09
		<i>Philine punctata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0,01

		<i>Philine quadripartita</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0,02
HAMINOEIDAE	0,32	<i>Haminoea sp</i>	0	0	1	1	6	6	8	5	12	39	0,31
		<i>Weinkauffia turgidula</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0,02
NERITIDAE	0,22	<i>Smaragdia viridis</i>	2	2	1	3	2	4	6	3	5	28	0,22
TURBINIDAE	0,10	<i>Bolma rugosa</i>	1	0	4	1	0	1	2	1	3	13	0,10
RAPHITOMIDAE	0,11	<i>Raphitoma linearis</i>	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6	0,05
		<i>Raphitoma leufroyi</i>	0	1	1	0	0	0	2	0	2	6	0,05
		<i>Raphitoma purpurea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01
		<i>Raphitoma pruinosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0,01
CYPRAEIDAE	0,01	<i>Luria lurida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0,01
MURCHISONELLIDAE	0,13	<i>Ebala pointeli</i>	4	1	0	2	2	4	1	1	1	16	0,13
MARGINELLIDAE	0,02	<i>Granulina sp</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0,02
VELUTINIDAE	0,02	<i>Lamellaria latens</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0,02
SIPHONARIIDAE	0,01	<i>Williamia gussoni</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,01
RHIZORIDAE	0,10	<i>Volvulella acuminata</i>	1	5	1	1	0	2	2	0	1	13	0,10
COSTELLARIIDAE	0,02	<i>Pusia tricolor</i>	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	0,02
RINGICULIDAE	0,06	<i>Ringicula auriculata</i>	0	1	0	3	1	2	0	0	0	7	0,06
APLYSIIDAE	0,02	<i>Aplysia parvula</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	0,02

12649