



**Università degli Studi di Palermo**

**Polo didattico di Trapani**

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

**Corso di Laurea triennale in Biologia Marina**

---

**Metodi di valutazione dei popolamenti del coralligeno:  
un'applicazione sulle gorgonie del genere *Eunicella* nell'Area Marina  
Protetta delle Isole Egadi.**



**Relazione di tirocinio di:**

Nicolò Ponzè

**Relatore:**

Prof. : Renato Chemello

---

Anno Accademico 2007-2008

# **1.Introduzione.....1**

## **1.1 INQUADRAMENTO ECOLOGICO.....3**

*1.1.1 La zonazione del bentos mediterraneo: Il piano circalitorale.....3*

*1.1.2 Il coralligeno.....5*

## **1.2 I GORGONACEI: INQUADRAMENTO BIOLOGICO.....8**

*1.2.1 Generalità phylum.....8*

*1.2.2 Morfologia.....11*

*1.2.3 Ciclo vitale.....14*

*1.2.4 Alimentazione.....15*

*1.2.5 Eunicella cavolinii.....18*

*1.2.6 Eunicella singularis.....20*

*1.2.7 Eventi di mortalità.....23*

## **1.3 INQUADRAMENTO FISICO.....26**

*1.3.1 Area di studio: Le Isole Egadi.....26*

*1.3.2 Sito di campionamento.....29*

## **1.4 SCOPO DEL TIROCINIO.....29**

# **2. Materiali e metodi.....31**

## **2.1 METODI DI RILEVAMENTO E ELABORAZIONE DEI DATI PER L'ANALISI DELLE POPOLAZIONI.....31**

*2.1.1 Aspetti generali del campionamento in immersione subacquea.....31*

*2.1.2 Rilevamento visivo.....33*

*2.1.3 Elaborazione dati.....36*

## **2.2 METODI DI CAMPIONAMENTO PER IL RILEVAMENTO DEGLI EFFETTI ANTROPICI.....37**

# **3. Risultati e Discussioni.....39**

3.1 DATI BIOLOGICI.....	39
3.2 RILEVAMENTO DEGLI ATTEZZI DA PESCA.....	48

<b>Bibliografia.....</b>	<b>49</b>
--------------------------	-----------

<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>55</b>
----------------------------	-----------

# 1. Introduzione

Le gorgonie rappresentano l'elemento caratterizzante della biocenosi coralligena del circolatorio del Mediterraneo, favoriscono la biodiversità in quanto contribuiscono alla struttura tridimensionale di questa comunità.

Questi organismi vivono per molti anni, crescono lentamente, si riproducono sporadicamente: pertanto, la loro degradazione, come quella di altri invertebrati sessili, può influenzare enormemente la dinamica degli ecosistemi marini e, quindi, è importante riporre l'attenzione su di esse.

La conoscenza del coralligeno è quindi molto importante, sia per la sua elevata biodiversità, sia perché ha un ruolo rilevante nell'ambito della pesca e del turismo subacqueo. Nel popolamento coralligeno, molte specie che vi trovano rifugio hanno un'abbondante valenza economica nel settore della pesca. Mentre con lo svilupparsi dell'attività subacquea, le formazioni coralligene sono diventate anche un'attrazione turistica per la maggior parte dei sub e ciò dipende dalla varietà di forme e colori che si possono ammirare in questo ambiente: ciò rende questi popolamenti un'importante risorsa anche all'interno del settore del turismo ecocompatibile di grande importanza socio-economica per i parchi marini ed aree protette.

Negli ultimi anni sono aumentati gli studi riguardanti i popolamenti bentonici di fondi rocciosi, soprattutto in conseguenza di un evento di mortalità massiva riscontrata nel Mediterraneo nord-occidentale alla fine del '99 associata probabilmente ad un'anomalia di temperatura.

Alcuni gruppi di ricercatori hanno dato inizio ad una serie di lavori: monitorando i dati di temperatura e analizzando lo stato delle comunità si è dedotto che il fenomeno ha interessato un'area geografica vasta e che la degradazione ha riguardato molti gruppi animali sessili (spugne, cnidari, bivalve, ascidie, briozoi); e sono stati riscontrati alti tassi di mortalità. Tra gli cnidari, le gorgonie sono gli organismi che hanno subito i danni più evidenti.

Conoscendo le conseguenze di questi eventi, una maggiore importanza è stata attribuita a queste comunità che sono tra le più ricche del Mediterraneo (Ballesteros, 2006).

Lo scopo di questo lavoro è quello di analizzare, con un rilevamento le taglie e lo stato di salute (necrosi, epifitismo e danni da attrezzi da pesca) dei gorgonacei presenti nell'area marina protetta delle Egadi. Tutto ciò è reso possibile utilizzando metodi di rilevamento visivo e tecniche di immersione con autorespiratori.

## 1.1 Inquadramento ecologico

### 1.1.1 La zonazione del benthos mediterraneo: il piano circalitorale

Secondo la classificazione di Pérès e Picard (1964), adottata per il Mediterraneo, il sistema fitale può essere diviso in quattro piani bionomici, che sono partendo dalla superficie: piano sopralitorale, mesolitorale, infralitorale e circa litorale. Il piano è inteso come lo spazio verticale del dominio bentonico marino in cui le condizioni ecologiche, in funzione della distanza dal livello del mare, sono costanti o variano regolarmente tra due livelli che lo delimitano.

Il piano circa litorale, anche detto piano delle *alghe sciafile*, è caratterizzato da popolamenti vegetali e animali sciafili, cioè che prediligono zone dall'illuminazione ridotta. La sua distribuzione è compresa tra il limite inferiore del piano infralitorale cioè il piano delle praterie di fanerogame o alghe fotofile, ed il margine della piattaforma continentale. Non vi sono profondità standard di riferimento, ma i limiti variano in funzione delle caratteristiche di un sito ma in generale si assume che il piano circalitorale sia incluso tra circa 20-50m e 100-200m di profondità.

Gli aspetti caratterizzanti questo piano sono la diminuzione della disponibilità di luce, anche oscillazioni dei valori di temperatura più limitate nel corso dell'anno rispetto a quanto avvenga negli strati d'acqua sovrastanti, una minore variazione del regime idrodinamico, la riduzione della componente autotrofa contrapposta al prevalere dell'eterotrofa, inoltre gli organismi sono presenti con basse densità e le dimensioni delle strutture corporee sono tendenzialmente ridotte.

Questo piano comprende sia fondi rocciosi che fondi molli. Su entrambi si possono avere un concrezionamento biologico costituito da alghe calcaree col sviluppo di un complesso che può essere distinto in due categorie: precoralligeno e coralligeno.

Il primo è caratterizzato da alghe sciafile a tallo debolmente calcificato, incapaci quindi, di produrre la rilevante bioconcrezione tipica del coralligeno stesso.

Per biocostruzione s'intende la capacità di alcuni organismi di formare strutture persistenti in grado di sviluppare topografie positive ed aumentare l'eterogeneità del substrato. Tale fenomeno coinvolge aspetti di natura biologica (evoluzione e coevoluzione), ecologica (biodiversità, struttura del popolamento), ambientale (aumento dell'eterogeneità del substrato, creazione del paesaggio), climatico (ciclo del carbonio, relazioni con le variazioni di temperatura e livello del mare) ed economico (pesca, turismo subacqueo) (Bianchi, 2001).

Tra gli organismi sessili, con costruzione modulare si possono trovare: alghe, poriferi, cnidari, briozoi e tunicati caratterizzanti i fondi duri.

Le alghe sono a tallo calcareo (con la dovuta eccezione della *Cystoseira zosteroides*); alcune specie rivestono un ruolo fondamentale: nonostante l'illuminazione ridotta, non permetta alle specie vegetali di produrre valori di biomassa paragonabili a quelli dei popolamenti più superficiali, esse insieme con briozoi, spugne, cnidari, molluschi e altri gruppi di animali incrostanti, con i propri talli calcarei, posti uno sull'altro, contribuiscono alla costruzione di formazioni biogeniche, ossia substrati duri di origine organica tipici del coralligeno.

### 1.1.2 Il coralligeno

Il termine coralligeno è stato usato per la prima volta da Marion (1883) per descrivere i fondi duri che i pescatori di Marsiglia chiamano *broundo* che sono stati trovati ad una profondità compresa tra i 30 m e i 70 m. Coralligeno vuol dire “produttore di corallo” ed è relativo all’abbondanza del corallo rosso. La biocenosi tipica del coralligeno, è una formazione complessa derivante dalla sovrapposizione di strati biogenici formati da organismi vivi o morti, animali o vegetali, che depongono carbonato di calcio. Pérès e Picard (1964) classificarono la biocenosi coralligena come *climax* di una serie evolutiva, in relazione ad una stabilità dei parametri ambientali, quali salinità e temperatura, unitamente alla forte riduzione della luce, tale da permettere la crescita algale. Essendo il popolamento formato ad opera delle alghe, la diminuzione dell’irraggiamento deve essere compreso tra 2-3% e il 0-0,5%, in quanto una diminuzione maggiore non consentirebbe



**Figura 1.1.** Rappresentazione del coralligeno. Mostra l’insediamento di un’aragosta (*Palinurus elephans*)

lo sviluppo stesso degli organismi vegetali essenziali per la formazione del coralligeno (Garrabou & Ballesteros, 2000). Le alghe svolgono un’attività costruttrice: ricoprono e saldano detriti di roccia, resti animali e scorie di varia origine formando concrezioni di colore che va dal bianco al rosa, al viola. I bioconcrezionamenti così formati presentano una superficie rugosa e contengono



cavità che rappresentano un substrato favorevole all'insediamento sia per molte specie di invertebrati e di organismi sessili sia per crostacei come l'aragosta (*Palinurus elephans*) (Fig. 1.1) e specie ittiche come la murena (*Muraena helena*) e il grongo (*Conger conger*).

La colonizzazione del substrato porta ad una complessa rete ecologica con interazioni intraspecifiche ed interspecifiche tra gli organismi colonizzatori (Bavestrello et al., 1995). Secondo Cocito et al. (2001), l'elevata biodiversità e la complessa struttura verticale che caratterizzano questi popolamenti è dovuta all'eterogeneità del substrato, creata dall'attività stessa degli organismi costruttori (Fig. 1.2).



**Figura 1.2.** sezione di un banco di coralligeno che mostra l'alta eterogeneità ambientale su piccola scala, e i differenti microhabitat (da Ballesteros 2006)

La parte superficiale di questa biocenosi, è colonizzata da esemplari di discrete dimensioni, quali gorgonie (es. *Eunicella cavolinii* o *Paramunicea clavata*) o grosse spugne, forme che spesso fungono da supporto per altre specie epibionti. Queste tendono ad accrescersi perpendicolarmente al flusso dell'acqua, al fine di intercettare

il nutrimento trasportato dalle correnti. L'orientamento dei ventagli può quindi fornire indicazioni sulla direzione della corrente prevalente.

Lo strato intermedio è caratterizzato, oltre che dalle alghe calcaree non ancora ricoperte da epibionti, anche da spugne, cnidari, tunicati, policheti e briozoi.

Lo strato basale è costituito da una moltitudine di individui dalle dimensioni ridotte, generalmente ancor più sciafili di quelli appartenenti agli strati precedenti perché viventi al riparo degli stessi.

Lo strato sottobasale, infine, è costituito da una ricca fauna interstiziale composta non solo da specie in grado di spostarsi tra le varie cavità presenti ma anche da altre specie capaci di perforare sia il substrato prodotto sia la roccia.

C'è equilibrio tra organismi costruttori (che lasciano materiale biologico calcareo) e organismi distruttori (come poriferi o alcuni molluschi che penetrano nella formazione rendendola più friabile ed erodibile).

I diversi *taxa* si dispongono lungo un gradiente luminoso: nella zona più esposta troviamo organismi che hanno bisogno di luce, o autotrofi o organismi associati a simbionti autotrofi, poi, man mano che la luce diminuisce, troviamo eterotrofi.

Questo popolamento, oltre a coprire i fondi duri posti al limite inferiore delle scogliere sommerse, è presente anche sulle pareti delle secche, site alle profondità corrispondenti al circo litorale, e su fondali pianeggianti.

Le formazioni coralligene non sono esclusive del circo litorale, infatti è possibile osservarle a minore profondità, (un esempio può essere *Eunicella singularis*)

ovviamente nei siti in cui le condizioni di luce, di temperatura e di concentrazione di materiale in sospensione siano ad esse congeniali.

Le alghe che troviamo sono rosse, sciafile, molli e calcaree, generi tipici: *Mesophyllum* e *Litophyllum*.

Secondo uno studio fatto nella regione di Marsiglia da Hong (1980) gli animali più abbondanti che contribuiscono alla biocostruzione del coralligeno sono distribuiti secondo le seguenti percentuali: per i briozoi (62%), seguiti dai serpulidi (23,4%), dagli cnidari (4%), dai molluschi (4%), dai poriferi (4%), dai crostacei (1,6%) e dai foraminiferi (0,8%).

## **1.2 I Gorgonacei: inquadramento biologico**

### **1.2.1 Generalità del phylum**

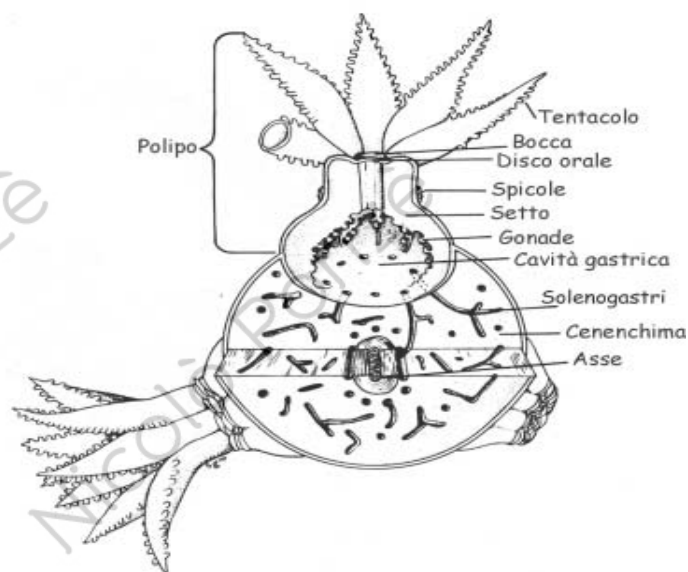
Il phylum degli Cnidari, un tempo detti celenterati (intestino vuoto), è molto eterogeneo e largamente rappresentato nel benthos, ad esso appartengono organismi carnivori, spesso microcarnivori, organizzati in colonie o in semplici gruppi. Il nome sottolinea la presenza di *cnidociti*, cellule urticanti poste sui tentacoli che circondano la bocca.

Tutti gli cnidari sono diblastici, dotati di disco orale, con la bocca (o *peristoma*) in posizione centrale (bocca intesa come cavità per l'ingestione) la quale, per efficacia, ha assunto una caratteristica forma estroflessa e allungata che ha portato alla formazione di *tentacoli* utili a bloccare e ingerire le prede.

La digestione avviene nel *celenteron* (unica cavità all'interno del corpo la cui apertura coincide con la bocca e funziona sia da canale digerente che da sistema vascolare distribuendo il materiale nutritivo per diffusione) ove sono liberate le sostanze secrete dagli enzimi: è un processo extracellulare a livello gastrodermico. Il gastroderma presenta cellule mioepiteliali -che svolgono funzione muscolare perpendicolare a quella dell'ectoderma- e cellule interstiziali (alla base di tutti i processi rigenerativi) capaci di trasformarsi in qualunque altra cellula e di produrre uova e spermatozoi: gli cnidari sono organismi autorigeneranti. Mancano organi escretori, quindi i rifiuti sono espulsi per diffusione, e manca un apparato respiratorio, quindi la respirazione avviene tramite la superficie corporea. L'apparato nervoso, presente tra ectoderma e mesoglea, è costituito da cellule nervose che formano una rete apolare in grado di trasmettere input in tutte le direzioni.

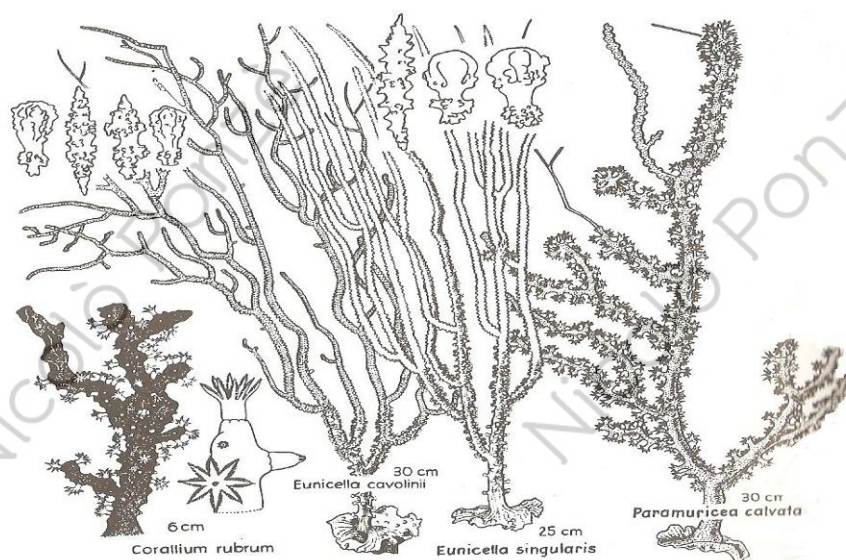
Il phylum si divide in tre classi: idrozoi, scifozoi e antozoi.

La classe Anthozoa sono polipi che somigliano a fiori, (dal greco *àntos*= fiore+*zòion*= animale), sono uno dei gruppi dominanti il bentos fisso. Hanno simmetria raggiata bilaterale, cavità gastrovascolare divisa in setti, ed includono solo forme polipoidi suddivisi in esacoralli e ottocoralli (o alcionari). Quest'ultima sottoclasse comprende tutte le forme coloniali bentoniche, sia erette sia ramificate. Attorno all'apertura della bocca, posta sul disco orale sono disposti otto tentacoli, e internamente il corpo è concamerato in senso radiale da otto setti mesenterici mentre la bocca comunica direttamente con una cavità gastrica (Fig. 1.3).



**Figura 1.3.** Raffigurazione della sezione del fusto di una gorgonia.

Il gastroderma è ridotto in modo che le cavità gastrovascolari dei vari polipi siano in comunicazione tramite un sistema di tubuli (solenogastri) i quali permettono loro la trasmissione di nutrienti e informazioni per mezzo di una rete nervosa; ciò fa sì, ad esempio, che se la punta di un ramo è disturbata, l'intera colonia reagisce chiudendo i polipi (Fig. 1.4). Gli ottocoralli comprendono l'ordine gorgonacei divisi in 8 famiglie con 14 generi e 21 specie presenti nel mediterraneo (Riedl 1991).



**Figura 1.4.** Alcuni gorgonacei del Mediterraneo (da Riedl 1991)

### 1.2.2 Morfologia

I gorgonacei sono diffusi su fondali essenzialmente rocciosi, sono forme coloniali, bentoniche, con struttura eretta o arborescente (a cespuglio o ventaglio). La struttura corporea delle gorgonie (Fig. 1.5) comprende uno *sclerasse* di consistenza cornea, avente funzione di sostegno, può essere suddiviso in una parte più interna, detta *medulla*, ed una più esterna, chiamata *cortex*, formata da gorgonina, un composto organico costituito da proteine, carboidrati ed alogeni ed è prodotta da cellule epiteliali dell'asse, specializzate, dette *assoblasti*. Nella colonia viva lo scheletro è rivestito da *cenenchima*, un tessuto nel quale i polipi possono ritrarsi e avente una consistenza più o meno fibrosa per la presenza di *scleriti* calcarei. Esso comprende anche epidermide e *mesoglea*, un tessuto che racchiude una matrice polimerica e fasci di fibre a base di collagene che danno resistenza e sostegno al corpo.

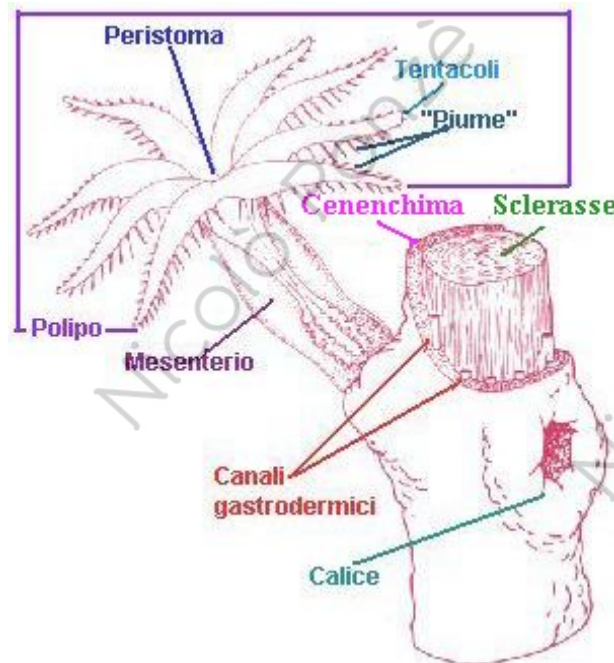
Gli *scleriti*, o *spicole*, sono costituiti da una frazione inorganica e da una matrice organica, ricoprono parte della superficie della colonia e proteggono i singoli polipi, variano nelle diverse specie per forma e dimensione e si dispongono in relazione alle esigenze meccaniche e strutturali della colonia. Oltre a contribuire al sostegno, riducono la flessibilità della struttura e proteggono i tessuti sia dall'esposizione a forti correnti che dai predatori.

La formazione di queste strutture sembra seguire ritmi stagionali essendo più lento in inverno e più rapido nel periodo estivo, si formano nella parte basale dell'asse, una serie concentrica di anelli di colore chiaro più spessi (estivi) alternati ad altri scuri e sottili (invernali) (Grigg, 1974; Mistri e Ceccherelli, 1994). Il conteggio di tali anelli

attraverso una sezione trasversa, costituisce ancora oggi il metodo più preciso e sicuro, anche se distruttivo, per conoscere l'età di una colonia (Grigg, 1974).

Per quanto riguarda la colorazione, le gorgonie presentano una notevole varietà di pigmentazioni. Il colore risiede nelle spicole, nell'asse e anche nel cenenchima.

I polipi, presenti sulla stessa colonia e fuoriuscenti da fori detti *calici*, sono connessi tra loro e capaci di svolgere tutte le funzioni biologiche in maniera indipendente, rappresentando quindi l'unità funzionale.



**Figura 1.5.** Schematizzazione della struttura di una gorgonia.

Alcune aree della colonia sono specializzate nella riproduzione o nella difesa.

Nelle gorgonie si è riscontrato che flessibilità, rigidità delle colonie e caratteristiche strutturali (quali porosità o modalità di crescita e ramificazione delle stesse) siano il risultato di adattamenti al flusso d'acqua.

La principale caratteristica della struttura di una colonia è il compromesso tra la tendenza ad un aumento della superficie per massimizzare l'assimilazione di



particelle e nutrienti e la tendenza alla riduzione per minimizzare l'impatto con le forze idrodinamiche (Weinbauer & Velimirov, 1998).

A questo scopo il piano di ramificazione si sviluppa perpendicolarmente alla direzione della corrente principale, o a quella della risultante dei movimenti di turbolenza. Su fondi costieri piani, orizzontali o suborizzontali, i ventagli si dispongono parallelamente al fronte dei flussi, su pareti, verticali o subverticali, sottoposte al moto ondoso, le gorgonie si ramificano su un piano orizzontale.

Da questo orientamento, meccanicamente favorevole, gli organismi traggono vantaggi anche alimentari perché tale disposizione permette la migliore cattura di particellato sospeso in acqua (Theodor & Denizot, 1965).

Oltre alle influenze dovute a varie condizioni ambientali (profondità, intensità di corrente, intensità di luce, densità di popolazione), le modalità di crescita dipendono anche da proprietà intrinseche (Weinbauer & Velimirov, 1998).

La plasticità fenotipica delle gorgonie sembra differire da genere a genere: mentre alcune mostrano variazioni più evidenti, altre sono tendenzialmente più conservative nella forma generale (Weinbauer & Velimirov, 1995).

La presenza di strutture meno ramificate e molto distanziate nella zona della colonia che impatta con la corrente, avrebbe lo scopo di facilitare l'entrata del flusso d'acqua nelle zone interne; il flusso man mano che percorre la colonia subisce un rallentamento a causa dell'attrito contro le strutture sopracorrente aventi ramificazioni sottili ma strettamente ravvicinate. Il flusso perde velocità e tende ad



uscire dalla colonia attraverso le fessure laterali, divenendo turbolento e multidirezionale.

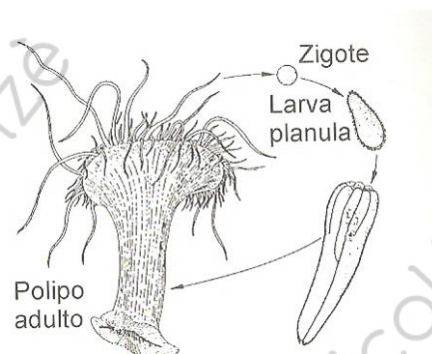
### 1.2.3 Ciclo vitale

Il ciclo vitale degli antozoi coloniali alterna fasi di crescita vegetativa dei rami, per gemmazione, a fasi di riproduzione sessuale con formazione di nuove colonie grazie ad uno sviluppo larvale (Russo *et al.*, 1997).

Le gorgonie sono tipicamente organismi coloniali formati da molti polipi tutti uguali, originati da un unico polipo fondatore per divisione asessuata.

Riguardo alla riproduzione sessuale, in alcune specie uova e spermatozoi sono emessi simultaneamente e la fecondazione è esterna, ma nella maggior parte di esse la femmina capta gli spermatozoi e le uova sono incubate nella colonia femminile.

Dall'uovo fecondato si sviluppa sempre una *planula* ossia una piccola larva natante planctonica circondata da ciglia che si allontana dalla colonia madre, si fissa, metamorfosa e dà origine ad un nuovo polipo fondatore (Fig. 1.6).



**Figura 1.6.** Ciclo degli antozoi

La dispersione larvale, ha la funzione di creare nuove colonie distanti dalla colonia fondatrice per non competere per lo spazio.

Pur essendo stati ritrovati polipi maschili e femminili sulla stessa colonia, i gorgonacei sono gonocorici e le *gonadi* si sviluppano lungo le pareti dei setti mesenterici. Riguardo agli *spermatozoi*, il loro rilascio sembra corrispondere ad un aumento della temperatura dell'acqua e ai cicli lunari, una volta rilasciati entrano nel polipo della colonia femmina attraverso la cavità orale ove avviene la fecondazione e la segmentazione oloblastica dello zigote.

Il rilascio di gonadi da parte dei polipi è sincrono mentre varia il tasso di fecondità in base alla disposizione nella colonia e alla taglia.

### **1.2.4 Alimentazione**

Le gorgonie si nutrono da filtratori passivi catturando, con i tentacoli e le cnidociti, particelle dall'acqua. Le cnidociti si differenziano alla base dei tentacoli, viaggiano nella mesoglea, infine si posizionano nell'ectoderma, in esse vi sono le cnidocisti, piccole sfere in cui è prodotto e contenuto un liquido tossico (mortale per alcune prede), mentre all'esterno c'è uno *cnidociglio* il quale, non appena sfiorato, provoca un aumento di pressione all'interno della capsula e libera un tubo filiforme che colpisce la preda e inietta il liquido se l'estremità è aperta, mentre, se è chiusa, è utilizzato solo per bloccarla. Tutto ciò non avviene se lo cnidociglio è sfiorato da materiale inerte. Una volta ingerita la preda, viene ridotta in poltiglia dal succo

gastrico secreto da ghiandole situate sulla parete gastrodermica, successivamente i nutrienti vengono inglobati dalle cellule mioepiteliali e trasportati in tutto l'animale.

Le gorgonie del Mediterraneo offrono un buon esempio di adattamenti morfologici di un filtratore (Burlando *et al.*, 1991): la flessibilità dei rami e la contrazione dei polipi sono i fattori responsabili della regolazione della corrente alimentare che fluisce tra colonie di diverse taglie o regioni diverse di una stessa struttura. Regolamentare il flusso d'acqua è necessario affinché l'alimentazione sia efficiente, ciò avviene solo in un range relativamente ristretto di velocità di flusso (Weinbauer & Velimirov, 1995).

Il tasso di cattura del cibo varia all'interno della stessa colonia, tra zone sopra e sottocorrente. A velocità sostenuta di flusso, le particelle di cibo sospese si muovono con maggiore velocità, ciò ne complica la cattura da parte delle unità di filtrazione sopracorrente aumentando invece le probabilità di successo per le sottocorrente. Nel caso in cui il flusso d'acqua è rallentato, le unità di filtrazione sopracorrente catturano più cibo.

Dato il suddetto sistema di alimentazione, le gorgonie prediligono fondali sottoposti a correnti laminari che forniscono un continuo apporto di nutrimento sotto forma di particellato sospeso.

Microplankton e POC (o particellato organico) detritale sono le componenti principali della dieta degli antozoi molti però sono in grado di utilizzare risorse di cibo addizionali la più rilevante delle quali è l'uso di sostanze fotosintetizzate dalle zooxantelle simbiotiche; anche i batteri sono considerati come risorsa in quanto sciolgono particellato organico (Coma & Ribes, 2003).

Le specie presentano un netto andamento stagionale di contrazione ed espansione dei polipi: le gorgonie del Mediterraneo si sono adattate alle condizioni di stress estivo (dovuto sia alla ridotta disponibilità di cibo che ad un aumento del metabolismo basale per le temperature elevate) prolungando la fase di contrazione dei polipi, in questo modo riducono i propri investimenti nella produzione secondaria. Si è visto come in fase di contrazione vi sia un decremento del tasso metabolico con dimezzamento del consumo, palesemente ciò favorisce la sopravvivenza in periodi sfavorevoli (Santarelli *et al.*, 1997).

Rilevante è spiegare il fenomeno di ciclicità a breve periodo: a periodi di contrazione si alternano fasi di espansione che hanno lo scopo di valutare la presenza di cibo. Durante periodi di digiuno polipi disposti in punti precisi delle colonie e aventi ritmi ciclici distinti dagli altri polipi appartenenti alla colonia stessa iniziano la loro attività: si espandono rapidamente sia per permettere il proseguimento degli scambi con l'ambiente esterno sia per percepire l'eventuale aumento di cibo disponibile (se c'è l'espansione essa è prolungata altrimenti è la contrazione ad essere prolungata ma intervallata da sporadiche aperture).

L'andamento stagionale del budget energetico a disposizione degli organismi filtratori bentonici determina le loro dinamiche in particolare una fase estiva di dormienza (Coma & Ribes, 2003).

### 1.2.5 *Eunicella cavolinii* (Von Koch, 1887)

*Eunicella cavolinii* della famiglia *Plexauridae* è la specie più comune del Mediterraneo, caratterizzata da formazioni arborescenti di colore giallo-arancio; predilige fondali rocciosi in forte pendenza soggetti a correnti moderate, zone ombreggiate ed è presente a partire dai 10-15m fino a 100m di profondità in acque con ridotte quantità di materiale in sospensione (Rossi, 1965) viene spesso confusa con *Eunicella verrugosa*, una specie rara.

Le colonie che vivono su pareti verticali ricevono meno luce di quelle che crescono su substrati orizzontali per la differenza nell'inclinazione d'incidenza dei raggi solari e le proprietà di riflessione e rifrazione dell'acqua (Russo, 1985).

Tra i rami di *Eunicella cavolinii* spesso ritroviamo la castagnola (*Chromis chromis*) o il tordo mediterraneo (*Symphodus mediterraneus*).

Il genere *Eunicella cavolinii* (Fig. 1.7), sottoposte a correnti estremamente intense, si curvano sul substrato mantenendo periodicamente le strutture parallele al flusso d'acqua in modo da ridurre lo stress idrodinamico; gli individui posti in aree riparate investono energia per l'aumento di taglia piuttosto che per la crescita per ramificazione (Weinbauer & Velimirov, 1995).

Si è visto che le varie caratteristiche strutturali siano molto condizionate dalle forze idrodinamiche e dal flusso di particelle che attraversano la colonia stessa.



**Figura 1.7.** *Eunicella cavolinii*

Per la descrizione ci si riferisce a proprietà quali la porosità (intesa come percentuale di spazio nell'area della colonia), distanza tra i rami, spessore, lunghezza e numero di ramificazioni per unità di area della colonia. I valori di porosità e distanza dei rami non variano significativamente con l'incremento della taglia della colonia.

Parti terminali delle ramificazioni lunghe, bassa densità dei rami, polipi numerosi, sono queste alcune caratteristiche di colonie adattate a condizioni più esposte ai flussi d'acqua, in tal modo si evitano forti impatti con la corrente, con conseguente rischio di rottura, e si recluta al meglio il cibo disponibile.

Questi stessi fattori determinano le dimensioni delle spicole infatti, sembra che lo stress cui sono sottoposte possa stimolarne il metabolismo producendo cellule (Velimirov, 1976).

Gli scleriti sono composti di carbonato di calcio con solo una piccola percentuale di Mg e di materiale organico, partecipano quindi attivamente alla sedimentazione di  $\text{CaCO}_3$  (Weinbauer & Velimirov, 1995).

*Eunicella cavolinii* è un filtratore sessile che rimuove microzooplankton dalle correnti d'acqua che fluiscono perpendicolarmente alla sua superficie. Quest'orientamento

non può essere legato solo alla capacità di cattura di cibo ma anche alla rimozione di rifiuti in prossimità dei polipi e alla necessità di nutrienti minerali per la crescita dello scheletro.

La specie *Eunicella cavolinii* è una gorgonia non ermatipica, cioè è priva di zooxantelle simbionti. La dieta include prede zooplanctoniche di dimensioni ridotte e di scarsa motilità (es. nauplii e uova). Nel 1994, secondo uno studio svolto nell'area marina protetta di Punta Campanella è stata studiata una colonia di *Eunicella cavolinii* tramite foto subacquee in modo da registrare i ritmi di espansione e contrazione dei polipi. I risultati suggeriscono che questi processi siano dettati da stimolazioni endogene ed in particolare siano attribuibili a funzioni metaboliche come respirazione ed escrezione. Si è visto che l'espansione è una tappa lenta che avviene a partire da più punti posti al centro della colonia per poi espandersi, la contrazione invece è rapida (Pronzato *et al.*, 1994).

### **1.2.5 *Eunicella singularis* (Esper, 1794)**

Le gorgonie appartenenti alla specie *Eunicella singularis* della famiglia *Plexaurida*, sono fotofile, quindi presenti non a profondità particolarmente elevate su superfici orizzontali o sub orizzontali tra i 10 e 30 m di profondità; non risultano particolarmente diffuse ma, se presenti, rappresentano la specie più importante (Fig. 1.8).

La loro morfologia variabile è condizionata dal regime idrodinamico al quale sono sottoposte. Sono in grado di aumentare la propria flessibilità per aumentare la

resistenza all'intensità dell'acqua, proprio le colonie più alte sono state individuate in siti più esposti alle correnti (Skoufas *et al.*, 2000) e che raggiungono valori di temperatura estiva medi (Weinberg, 1979).

In generale le colonie, poco ramificate, sono costituite da rami lunghi e sottili disposti su di un unico piano parallelamente tra loro. Le spicole, a lungo studiate, presentano molteplici forme e dimensioni.

I polipi fuoriescono da tutti i lati del ramo e quando sono retratti anche i lobi dei calici si ripiegano su di essi (Weinberg, 1975).

La colorazione varia tra il bianco e il grigio, ciò è dovuto alla presenza/assenza di zooxantelle.

Le zooxantelle sono alghe unicellulari sono uno dei caratteri distintivi della specie in quanto con essa instaurano una simbiosi particolarmente diffusa e rilevante, si dispongono nella mesoglea ma anche tra pinnule e tentacoli conferendo una colorazione marrone ai polipi la cui intensità dipende dalla loro colorazione.

Mentre per *Eunicella singularis* la simbiosi con le zooxantelle ha un ruolo importante nell'alimentazione (e ciò avviene anche nelle zone tropicali), tale simbiosi non si riscontra con altre specie del Mediterraneo.

Queste alghe durante il giorno assorbono CO<sub>2</sub>, fosfati, ed ammoniaca, e producono ossigeno, che in parte è utilizzato dai polipi. Le stesse alghe assumono durante il giorno i metaboliti di rifiuto prodotti dal metabolismo dei polipi utilizzandoli per la fotosintesi e produrre nuova materia organica, amminoacidi e zuccheri utilizzati in parte come nutrimento dai polipi.



Studiando il comportamento delle larve, le si è viste reagire positivamente ai gradienti di luce riuscendo ad individuare piccolissime variazioni di irradianza. Riguardo ai meccanismi di recettività sembra abbiano sensibilità a livello dei tessuti.



**Figura 1.8.** Colonia di *Eunicella singularis*(dx), è evidente uno stato di epibiosi (sin).

Per questo le colonie di *Eunicella singularis* dovrebbero raggiungere densità significative nei primi metri della colonna d'acqua, ciò non avviene in quanto le larve, per il proprio insediamento, necessitano di certi valori di irradianza ma anche di un ambiente sufficientemente profondo perché più stabile.

*Eunicella singularis* può essere predata dal gasteropode *Neosimnia spelta*: un animale mimetico che fissa le sue uova, ugualmente mimetiche, sulla gorgonia della quale si nutre. Le porzioni dell'asse rese libere dalla sua attività predatoria vengono rapidamente colonizzate da alghe, serpulidi, briozoi, tunicati (Carpine & Grasshoff, 1975).

### 1.2.7 Eventi di mortalità

Durante gli anni trascorsi si sono verificati una serie di eventi di moria di gorgonia generati da diversi fattori: ad esempio negli anni 1986-87 Rivoire (1991), con campionamenti effettuati con un sottomarino, ha individuato un legame tra l'esposizione delle gorgonie alla corrente e la mortalità, Mistri & Ceccherelli (1996) nello stretto di Messina ne hanno ipotizzato la dipendenza dalla presenza di mucillagine quindi dalla situazione di anossia.

Ma è stato l'evento di moria registrato nell'estate del 1999 ad aver focalizzato l'attenzione sui gorgonacei. La mortalità era legata ad una anomalia di temperatura, verificatasi tra la seconda metà di agosto e ottobre, durante la quale si sono registrati valori superiori alla media stagionale mantenutisi poi costanti lungo gran parte della colonna d'acqua (fino a circa 40 m), ciò ha innescato in tempi brevissimi un processo di degradazione di molte delle specie appartenenti alle comunità dell'infralitorale e del circalitorale.

La correlazione tra la necrosi delle colonie e l'aumento della temperatura sembra essere confermata da una riscontrata diminuzione della percentuale di colonie danneggiate o morte con l'aumento della profondità.

Il grado di necrosi dipende anche da altri fattori ambientali (quali la tipologia del substrato e l'orientamento delle colonie rispetto alla corrente principale) e da una certa resistenza che gli organismi presentano (Perez et al., 2000). Riguardo a quest'ultimo punto è importante sottolineare che anche in siti particolarmente colpiti da questo fenomeno si sono individuati organismi non danneggiati che hanno

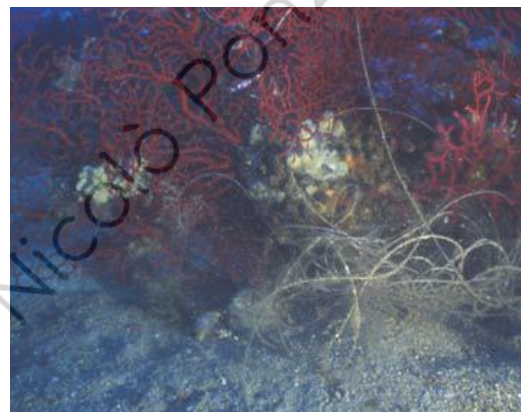
presentato cioè una capacità di resistenza individuale, da ciò si è potuto ipotizzare quanto la mortalità fosse legata non solo alla temperatura (verso cui alcuni individui hanno mostrato una certa resistenza) ma anche all'influenza che essa ha su altri elementi quale l'attacco di batteri e i fenomeni di epibiosi.

Per quanto riguarda l'epibiosi, il fenomeno è facilitato dalla presenza di gorgoni stressati, stress legato anche, ma non solo, all'incremento di temperatura. Tali colonie producono inizialmente un'insolita secrezione mucosa ed entro pochi giorni perdono gradualmente pigmentazione: per *E. cavolinii* verso il bianco con annesso attacco da parte dei funghi soprattutto saprofiti (Cerrano et al., 2000). Alla fine del processo i ciliati eliminano i polipi e le spicole, ormai non più trattenuti dai tessuti, si staccano dallo sclerasse; (Fig. 1.9)



**Figura 1.9.** Colonia di *E. Cavolinii* in fase di sofferenza durante un episodio di moria. Il cenenchima si distacca dallo sclerasse lasciandolo completamente nudo

ciò si è visto avvenire indifferentemente alla base e agli apici delle colonie con la stessa intensità. Bavestrello et al.,(1997) hanno dimostrato quanto fattori puramente meccanici favoriscono il danneggiamento delle gorgonie.



**Figura 1.10.** Lenze avvolte su *P. clavata*

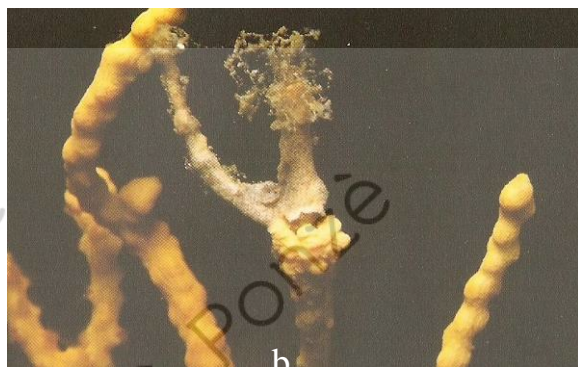
Ad esempio le reti possono imbrigliarsi alle colonie per cui i pesci raccolti, grazie ai movimenti dovuti alle correnti e nel tentativo di liberarsi, possono danneggiarle o ancora può esserci abrasione meccanica del cenenchima mentre vengono salpate le reti; una situazione simile può verificarsi, nel momento in cui si salpa una lenza avvolta attorno alle ramificazioni (Fig.1.10).

I danni maggiori sono a carico degli attrezzi abbondanti, come reti fantasma o altri effetti antropici.

In alcune zone molto frequentate dai sub, la mortalità naturale delle gorgonie può triplicarsi per danni e sradicamenti da essi causati (Coma & Zabala, 2003).

Lo sradicamento di gorgonie ed altri antozoi, provocato dai sub poco pratici o dall'ormeggio di imbarcazioni nelle zone in cui sono presenti queste colonie, è un'importante causa di mortalità.

Nel caso in cui i danni meccanici siano occasionali il cenenchima è in grado di rigenerarsi in maniera risolutiva: la ricrescita parte sia dagli apici che dal centro dei rami con una velocità calcolata intorno a 0.15-0.2 cm/die; (Fig.1.11) se invece lo stress è protratto nel tempo ed interessa un'ampia parte della colonia, l'autorigenerazione non è sufficiente ed in tal modo gli epibionti pionieri sono briozoi, organismi che la colonia non riesce più ad espellere (Bavestrello et al., 1997). Epibiosi ed endobiosi agiscono rispettivamente dall'esterno e dall'interno della colonia indebolendola, l'una perché facilita la rottura dei rami, l'altra perché ne aumenta la rigidità.



**Foto 1.11.** Cenenchima di *E. cavolinii* che cerca di ricoprire un epibionte (in questo caso un briozoo) che si è insediato sullo sclerite privo di tessuto. In questi casi il tessuto forma degli ingrossamenti e la colonia si autotomizza, eliminando così l'epibionte.

## 1.3 Inquadramento fisico

### 1.3.1 Area di studio: le Isole Egadi

L'arcipelago delle Isole Egadi, è la più grande Riserva Naturale Marina italiana, con le tre isole maggiori Favignana, Levanzo e Marettimo e gli isolotti Formica e Maraone, interessa un tratto di mare pari a circa 523 Km<sup>2</sup>,

Quest'area è suddivisa in quattro zone ciascuna delle quali vi sono differenziate possibilità di accesso e limitazioni nella fruibilità, per pesca professionale, pesca sportiva, la navigazione, la balneazione e il diporto. L'unica Riserva che vanta di una quarta zona (Zona D) di protezione dove non vi sono limitazioni alcune ma addirittura è consentita la pesca a strascico. Nella Zona C di riserva parziale è consentita la pesca professionale escluso lo strascico previa autorizzazione della capitaneria di Trapani mentre la pesca sportiva è autorizzata invece dal comune di Favignana. Per la Zona B di riserva generale è consentita soltanto la navigazione sotto l'autorizzazione del comune di Favignana o per i residenti, mentre la Zona A di riserva integrale è sottoposta a maggiori limitazioni. L'Arcipelago delle, ubicato al

largo delle coste occidentali della Sicilia, presenta un'ampia varietà di ambienti marini i quali ospitano un ricchissimo patrimonio naturalistico e rappresenta una propaggine della catena montuosa settentrionale siciliana, della quale condivide la natura geologica. Depositi calcarenitici sono infatti presenti sulla maggior parte del fondo marino compreso tra le isole di Favignana e Levanzo, estendendosi sul terrazzo marino che delimita ad est, ovest e sud il monte S.Caterina di Favignana. In particolare la fascia sudorientale appare caratterizzata dalla trasgressione pleistocenica, in *facies* di calcarenite e panchina su terrazzi argillosi, mentre sulla fascia occidentale questi litotipi trasgrediscono sui calcari.

Levanzo e Favignana sono comprese nella fascia costiera della Sicilia, davanti a Trapani, sulla batimetrica dei -50 m, alla quale segue quella dei -100 m (a 3 mn circa) che si estende in direzione NO, che include il Banco dei Pesci un promontorio che si solleva fino a -23 m.

Alla batimetrica dei -200 m fa seguito la scarpata che segna il “punto di rottura” tra la platea continentale e la scarpata stessa. Quest'ultima molto ripida, raggiunge i -1000 m molto rapidamente.

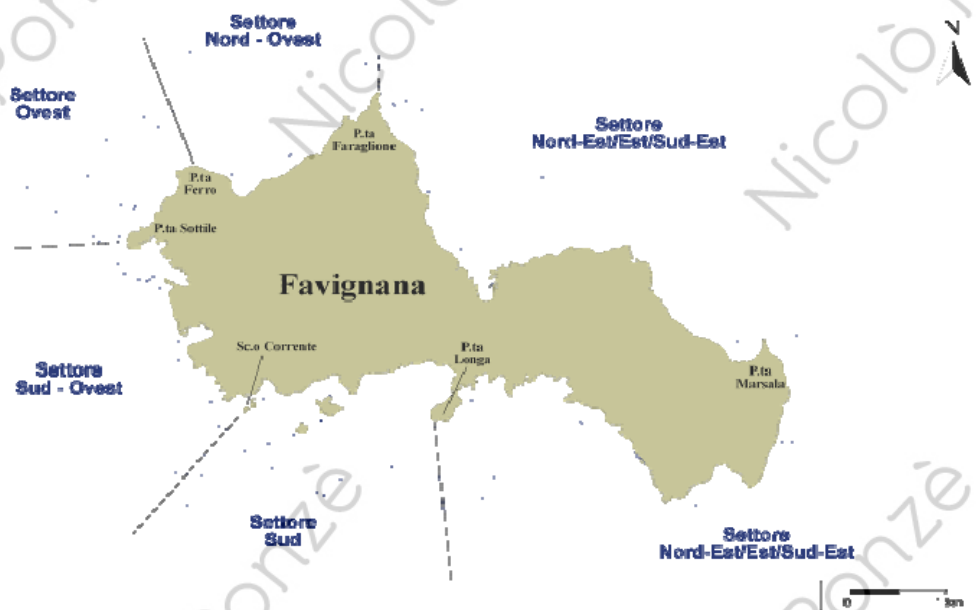
L'isola di Marettimo, la più distante dalle coste della Sicilia è separata dalle isole di Favignana e Levanzo da uno stretto canale con una profondità di oltre -350 m che si incunea tra la platea continentale siciliana e l'isola stessa.

La copertura sedimentaria della piattaforma continentale in questa zona è estremamente fine. La maggior parte dei sedimenti viene infatti trascinata verso il margine esterno della piattaforma stessa da intense correnti che rimaneggiano e



muovono il materiale, formato in prevalenza da formazioni bioclastiche. Nella piattaforma di Marettimo e Favignana è presente un fondale costituito da sabbie medio-fini con una componente organogena di derivazione conchigliare ed una componente calcarea proveniente dall'erosione degli affioramenti rocciosi (Colantoni *et al.*, 1993).

L'arcipelago delle Egadi, pur trovandosi nell'area geografica dello Stretto di Sicilia, per le loro caratteristiche fitogeografiche sono da collegare con le retrostanti coste della Sicilia. La vegetazione del piano mesolitorale, dimostra sotto l'aspetto bionomico l'appartenenza al bacino occidentale del Mediterraneo (Giaccone & Sortino, 1974; Giaccone *et al.*, 1972).



**Figura 1.** Rappresentazione dei settori dell'Isola di Favignana

### 1.3.2 Sito di campionamento

La Secca del Toro si presenta al largo dell'isola di Favignana, (settore sud) in direzione SO, ( Fig. 1.) in corrispondenza della (Zona C) della riserva integrale delle Egadi, si eleva a -6m, con delle pareti che scendono ripide fino a circa -32m.

Il substrato delle pareti è caratterizzato dalla sovrapposizione della biocenosi fotofila infralitorale di substrato duro, con precoralligeno e coralligeno, e colonizzate per buona parte dai gorgonacei del genere *Eunicella* e *Paramuricea*, da imputarsi alla grande trasparenza delle acque. Il resto dell'area è, colonizzata da un vasto posidonieto che inizia da bassi fondali antistanti l'isola Grande e il cui margine inferiore termina in una biocenosi delle sabbie grossolane e ghiaia fini sotto l'influenza delle correnti di fondo. Il posidonieto è una struttura denominata, per la sua funzione di barriera alla forza delle onde.

La scelta di questo sito è stata influenzata dalla necessità di confronto tra organismi appartenenti allo stesso genere ma anche da limitazioni tecniche.

### 1.4 Scopo del tirocinio

Scopo di questo tirocinio, è quello di acquisire e, applicare le tecniche di campionamento tramite rilevamento visivo per il substrato duro, in modo particolare, sul coralligeno, nel quale sono presenti i gorgonacei oggetto dello studio, precedentemente descritte.

L'applicazione di questi metodi permette di acquisire dati che potrebbero essere utili in un secondo momento per applicarli su larga scala. In questo modo si potrebbe



ottenere una serie storica di campionamenti, mettere a confronto i dati e porre l'attenzione sul loro stato di salute relativo ai cambiamenti climatici e sullo sfruttamento di questi luoghi dovuto all'utilizzo di attrezzi da pesca o di altra natura. Se ciò, può sembrare abbastanza semplice per i campionamenti in superficie (bastano le conoscenze di biologia), per il campionamento in immersione subacquea tutto si complica un po', motivo fondamentale sono difficoltà tecniche dell'immersione subacquea, di conseguenza il poco tempo a disposizione relativo alla riserva d'aria, alla saturazione dell'azoto nei tessuti e per le condizioni meteo marine (correnti, torbidità e quant'altro).

## **2. Materiali e metodi**

Come sottolineato nella parte introduttiva, il programma si è svolto secondo due linee di ricerca:

1. l'analisi delle popolazioni in sito per valutare le loro condizioni relative allo stato di salute.
2. l'analisi e l'impatto indotto dall'uso degli attrezzi da pesca e dal turismo subacqueo.

### **2.1 Metodi di rilevamento e elaborazione dei dati per l'analisi delle popolazioni**

Per analizzare efficacemente i fondi duri, nel nostro caso i gorgonacei sono state adottate tecniche in immersione subacquea che solo in anni recenti sono diventate patrimonio comune ai biologi (Bianchi & Morri, 2000).

#### **2.1.1 Aspetti generali del campionamento in immersione subacquea**

La programmazione del campionamento (casualità, repliche, ecc.) si effettua con gli usuali approcci generali validi in tutti gli ambienti e con tutte le metodiche ma presenta, per i fondi duri, aspetti particolari, legati alla loro complessità ed eterogeneità sia al fatto di lavorare in immersione subacquea. Il sommozzatore può infatti lasciarsi influenzare da aspetti particolari del fondale.

Qualunque siano i criteri di programmazione adottata, essi devono conciliare rigore scientifico e sicurezza in immersione. Il rilevamento subacqueo richiede che il sommozzatore abbia un allenamento costante all'immersione, soprattutto quando il lavoro deve essere effettuato in condizioni ambientali difficili (acque fredde, scarsa visibilità, buio, corrente, ecc.) sono infatti necessarie un'elevata acquaticità ed un'ottima padronanza delle attrezzature e della strumentazione, in quanto l'attenzione sarà rivolta più al lavoro da svolgere che non al controllo dell'andamento dell'immersione: questo rimane affidato agli automatismi acquisiti con la pratica. Per questi motivi, la programmazione dell'immersione deve essere particolarmente rigorosa e attenta (Colantoni e de Strobel, 1980).

Nella programmazione dell'immersione deve essere tenuto conto dei tempi non solo rispetto alla profondità, ma anche alla temperatura dell'acqua, in quanto il sommozzatore scientifico svolge spesso un'attività piuttosto statica ed è quindi più facile sentire freddo che incide molto sul rendimento.

L'immersione viene condotta in coppia, e i due sommozzatori devono avere la stessa preparazione sia dal punto di vista della subacquea sia come capacità di lavoro scientifico in immersione.

Per l'annotazione delle osservazioni in immersione vengono usate lavagnette in materiale plastico (PVC non galleggiante), matite di grafite e gomma bianca per eventuali correzioni. Le lavagnette hanno una misura di circa 20 x 30 perché rappresentano il migliore compromesso tra disponibilità di spazio e limitazione d'ingombro (inoltre sono fotocopiables sull'usuale formato A4).

Per quando riguarda gli attrezzi di misurazione ci si serve di un metro e un calibro in plastica, oltre a un quadrato in tubi di PVC forato. I fori hanno la funzione di far attraversare i tubi dall'acqua e quindi di mantenere un assetto costante della struttura. Infine ci si può servire di una fotocamera subacquea per avere una descrizione generale del sito e del profilo del fondale.

### **2.1.1 Rilevamento visivo**

Le tecniche adottate in immersione sono di tipo visivo, (in questo caso l'attenzione viene rivolta alle specie più cospicue) sono stati effettuati conteggi in situ all'interno di un'area delimitata da un quadrato 1 x 1m. L'unità di campionamento è stata scelta in base alla taglia degli organismi da campionare e alla loro organizzazione spaziale. Un altro aspetto riguarda la relazione tra numero di specie ed area campionata.

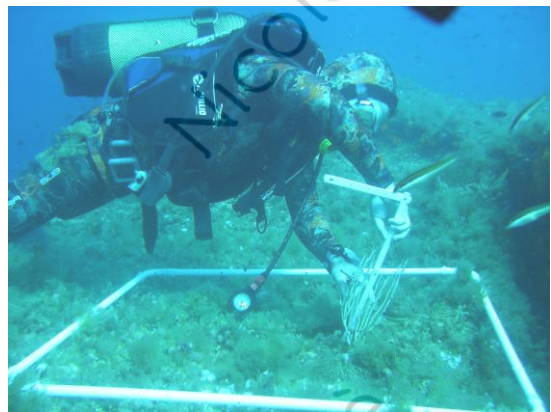
Sono state campionate cinque profondità a partire da -30 m fino a -10 m, e ad ogni quota sono state effettuate tre repliche, annotando delle specie di *Eunicella* presenti, tutti i dati di misura della taglia, dello stato di degradazione, gli effetti antropici e la presenza di giovanili.

Tali conteggi, riportati su un log di campo (Fig.2.1), includono valutazioni di densità, distinzioni per classi di taglia e per classi relative allo stato di salute e valutazione del livello di degradazione.

Data	10/06/2008								
coordinate	37° 58' 709" N 12° 18' 571" E								
Sito	Secca del Toro								
Specie	<i>Eunicella</i>								
Prof.	10			15-25			30		
N° Repliche	r1	r2	r3	r1	r2	r3	r1	r2	r3
N° Reclute									
Liv. di lesione									
Liv. di epibiosi									
Estensione di mucillagine									
Altezza (cm)									
Larghezza (cm)									
Sez. base (cm)									

**Figura 2.1.** Log di campo per l'analisi delle popolazioni

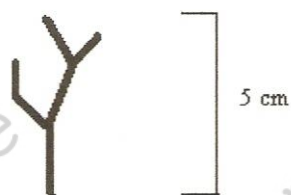
Le misure prese riguardano la sezione della base, per la quale è stato utilizzato un calibro in plastica. Una piccola difficoltà riscontrata in questa fase è dovuta al fatto che spesso la base è epifitata da alghe calcaree che possono falsificare un po' i dati. L'altezza è stata misurata partendo dalla base all'apice della colonia, mentre per la larghezza è stata



**Figura 2.2.** Una foto che raffigura una fase del rilevamento visivo.

considerata l'apertura maggiore del ventaglio; per queste misure è stato utile un semplice metro di plastica (Fig.2.2).

Per la distinzione in classi di taglia, si è tenuto conto di reclute e adulti individuando in 5 cm l'altezza minima degli adulti (Fig. 2.3).



**Figura 2.3.** Valutazione altezza minima per colonie adulte: schematizzazione di una colonia (sin) e l'immagine di una recluta di *Eunicella singularis* (dx).

Per classificare lo stato di salute dei singoli individui è stato fatto riferimento alla percentuale di tessuto morto rispetto al totale: per colonie integre si sono intese strutture che non presentassero segni di necrosi o fossero in percentuali irrilevanti, per colonie morte si sono intese strutture del tutto necrotizzate (Fig. 2.4), per colonie degradate si sono intese quelle aventi caratteristiche intermedie rispetto alle suddette categorie.



**Figura 2.4.** Colonie integre (sin) e morte (dx).

Per ogni colonia è stato associato un valore da 0 a 5 riferito alle seguenti percentuali di lesione:

0. colonia sana

1. 1-25%

2. 25-50%

3. 50-75%

4. 75-99%

5. colonia morta

A questi rilevamenti quantitativi si è scelto di affiancare una valutazione qualitativa del livello di degradazione, così come è stato fatto per le percentuali di lesione è stato attribuito un valore al quale corrispondono diverse specie epibionti, come riportato qui in seguito:

0. sclerasse appena denudato, privo di epibionti

1. specie pioniere (alghe filamentose, piccoli serpulidi piccoli idroidi)

2. spesso ricoprimento algale e grandi idroidi

3. organismi con scheletro calcareo ( alghe corallinacee, briozoi, vermetidi...)

Per quanto riguarda la presenza di mucillagine, viene affiancato soltanto un valore relativo alla sua presenza o assenza.

## **2.1.2 Elaborazione dati**

I dati raccolti durante l'attività di campo riguardante l'analisi delle popolazioni sono stati riportati in un foglio di lavoro Excel.

È stato aperto un file comprendente tre fogli di lavoro: sul primo è riportata la matrice di tutti i dati, sul secondo i dati quantitativi relativi ad un'unica specie e sul terzo i grafici.

Per ogni misura, relativa ad un'unica colonia è stata calcolata la superficie, intesa come il prodotto dell'altezza per la larghezza, ed a ogni profondità è stata calcolata la media e la deviazione standard di tutte le misure (altezza, larghezza, sezione e superficie). Sono stati calcolati infine i totali per classi di taglia (adulti o reclute).

I dati ottenuti sono stati riportati sotto forma di grafici, di diverse tipologie a seconda dei valori considerati. Principalmente sono stati creati istogrammi, per essere più esplicativi nel descrivere l'andamento delle densità mentre per descrivere l'andamento delle medie, rispetto le profondità è stata inserita la linea di tendenza e la deviazione standard.

Per mettere in relazione tutti i valori delle misure (altezza e superficie o altezza e sezione) sono stati usati dei grafici a dispersione.

Per un'ultima analisi dei popolamenti, sono stati creati dei grafici lineari che descrivono lo stato di necrosi.

Per queste analisi è stato utilizzato il software 'Microsoft® Excel 2003'.

## **2.2 Metodi di campionamento per il monitoraggio degli effetti antropici**

Per monitorare gli effetti degli attrezzi da pesca si adottano tecniche di immersione con ARA (auto respiratori ad aria). Le suddette tecniche consistono nell'effettuare osservazioni qualitative. Per ogni profondità, lì dove accertata la presenza dei



gorgonacei, si prosegue il monitoraggio per verificare l'eventuale presenza degli attrezzi da pesca, una volta specificata la tipologia, se n'è considerata l'impatto. In questo sito essendo un posto di notevole interesse per i subacquei si considera anche il possibile danneggiamento dovuto ai troppi turisti subacquei, a volte inesperti che in estate, ogni giorno frequentano questi luoghi. Il tutto viene riportato su un log di campo (Fig. 2.5) assieme alla data alla località dell'immersione, alla profondità del rilevamento e ad alcune note. Il livello del danno per attrezzo si valuta avendo come riferimento il numero di colonie coinvolte, ad ogni quota. Il livello è considerato, basso(\*) per un attrezzo che danneggia meno di cinque colonie, medio (\*\*) se ne danneggia cinque/sette colonie, alto (\*\*\*) se il numero è superiore. Nella scelta del numero di colonie utilizzate come riferimento si considerano le caratteristiche biologiche delle gorgonie (bassi tassi riproduttivi, crescita lenta).

Tale metodologia può essere applicata ad un disegno di campionamento al fine di classificare sinteticamente l'impatto che ha ogni tipo di attrezzo sulle popolazioni censite. Alla fine si potrebbero quindi, organizzare carte che evidenziano in diverse località, la presenza degli attrezzi e il relativo impatto per ogni sito in cui troviamo in concomitanza, la presenza degli attrezzi e i gorgonacei.

Data	Località	specie	note	Tipo di impatto	Profondità
			ad es. Pianoro molte colonie ripiegate o spezzate	nassa*** rete*	

**Figura 2.5** Log di campo per gli impatti di natura antropica.

### 3. Risultati e Discussioni

#### 3.1 Dati biologici

Nei grafici riportati di seguito, è stato messo a confronto il numero totale di colonie, separando i giovanili dagli adulti per ogni specie, censite alle relative profondità, distinguendoli nei colori. Gli individui adulti (in scuro) dai giovanili “juv” (in chiaro). In questo modo è stato possibile mettere in relazione le densità delle specie al variare delle profondità.

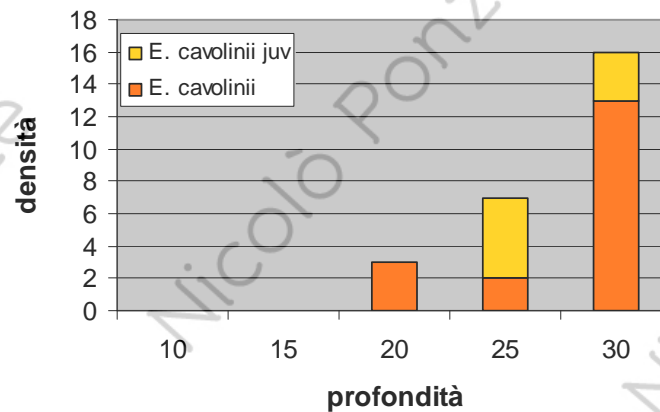


Figura 3. 1.

Nella (figura 3.1) è riportato l'andamento delle colonie di *Eunicella cavolinii* rispetto alla profondità.

Dal grafico si evidenzia, come il numero totale degli individui aumenta con la profondità, con una maggiore densità di reclute a -25 m.

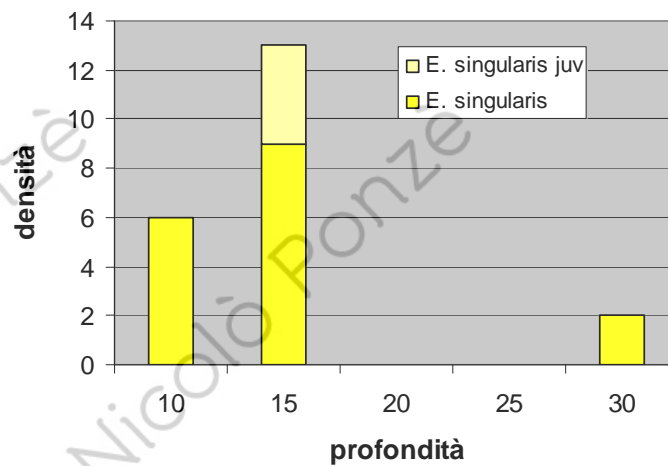


Figura 3. 2.

La (figura 3.2) mostra invece l'andamento relativo all'andamento delle colonie di *Eunicella singularis*.

Il grafico evidenzia un picco di distribuzioni a -15 m di profondità relativo ad adulti e reclute, mentre gli adulti risultano assenti tra -20 e -25 m.

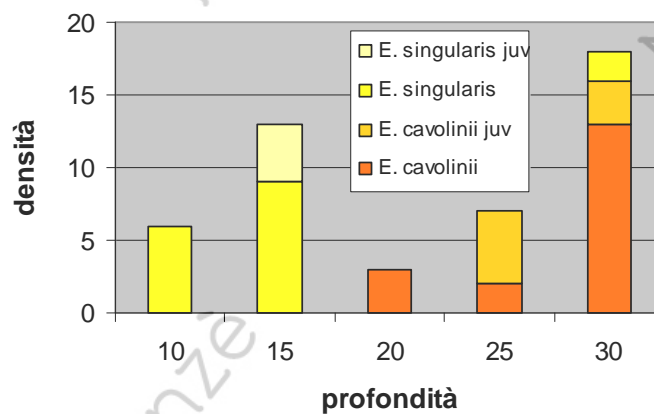


Figura 3. 3.

Nella (fig. 3.3) sono state messe a confronto le distribuzioni di individui delle due specie.

In questo modo è più facile riscontrare una successione delle due specie tra i -15 e -20 m anche se la specie *E. singularis* è presente con due esemplari a -30 m.

La presenza di giovanili dà informazioni sullo stato di salute, in quanto la loro presenza è indice di vitalità dei popolamenti di gorgonie.

Nella fase successiva sono stati considerati i valori medi (sezione, altezza e superficie) per singola specie e, distribuiti alle rispettive profondità.

Le (fig. 3.4 e 3.5) rappresentano la distribuzione degli individui delle due specie per età, alle relative profondità in quanto a misure di sezioni maggiori corrispondono individui più adulti.

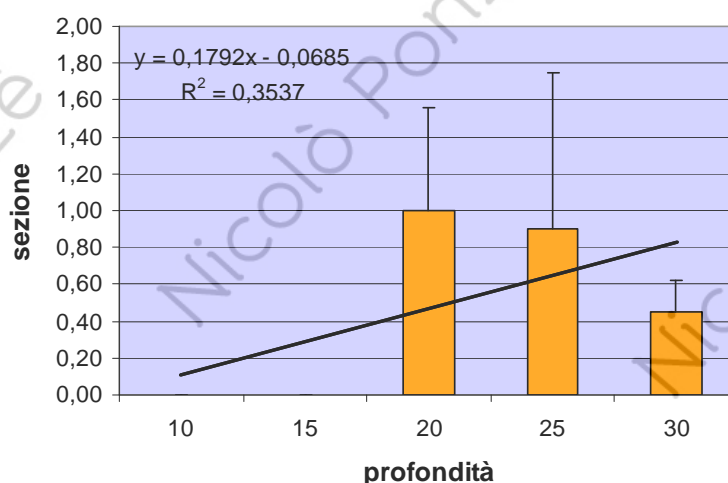


Figura 3. 4.

Delle colonie di *Eunicella cavolinii* (Fig.3.4) si nota come, le sezioni maggiori sono presenti tra -20, -25m di profondità anche se la linea di tendenza cresce seguendo un andamento direttamente proporzionale. Secondo il valore del coefficiente di correlazione 'R' più vicino allo zero, indica che i valori non sono uniformi e la linea di tendenza non è molto rappresentativa. Il coefficiente di correlazione dovrebbe avere valori compresi tra  $\pm 1$  per il massimo della rappresentatività della linea di tendenza. Valori vicini allo 0 non sono rappresentativi.

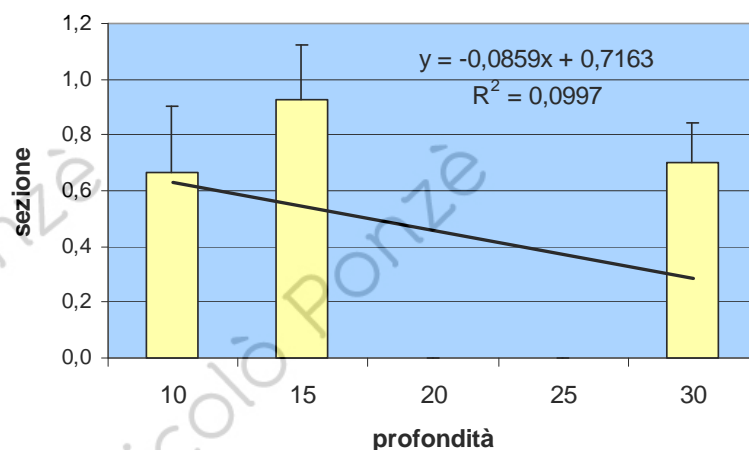


Figura 3. 5.

Allo stesso modo è stato fatto per le colonie di *Eunicella singularis* (Fig.3.5).

In questo caso le colonie più adulte sono meglio distribuite a -15 m, perché rappresenta l'ambiente più adatto per illuminazione e idrodinamismo. La linea di tendenza dà una pessima rappresentazione in quanto non vi sono colonie alle profondità intermedie infatti il valore di 'R' è molto prossimo allo zero.

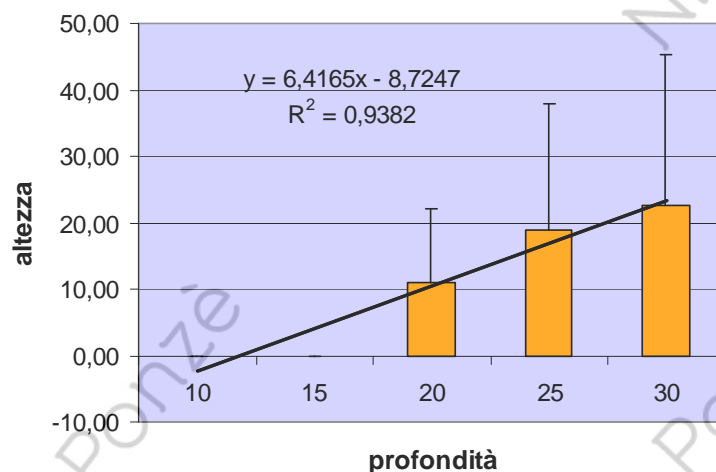


Figura 3. 6.

Nella (figura 3.6) sono state riportate le altezze medie delle colonie di *Eunicella cavolinii* al variare della profondità.

Da una prima analisi del grafico, si nota come l'altezza è direttamente proporzionale ai valori della profondità infatti la linea di tendenza rappresenta molto bene questi dati.

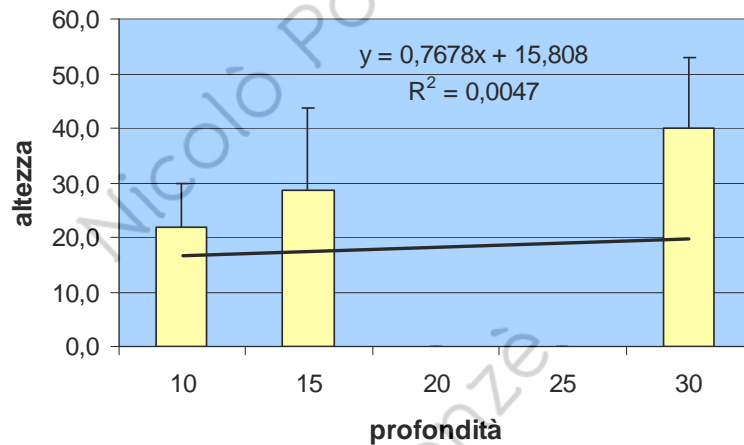


Figura 3. 7.

La (fig. 3.7) considera i valori di altezza della *Eunicella singularis*, al crescere della profondità. È evidente come i due individui presenti a -30m hanno altezze maggiori.

I valori del coefficiente di correlazione, risultano molto discostati e la linea di tendenza non è rappresentativa.

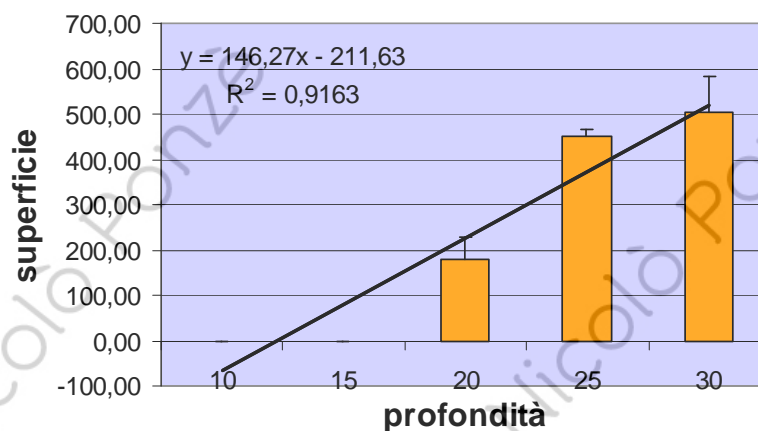


Figura 3. 8.

L'ultima rappresentazione grafica che considera medie e profondità (fig.3.8) mette in relazione la superficie dei ventagli delle colonie alle rispettive profondità.

Il grafico mette in evidenza come le superfici aumentano seguendo un andamento direttamente proporzionale con l'aumentare della profondità come per le altezze.

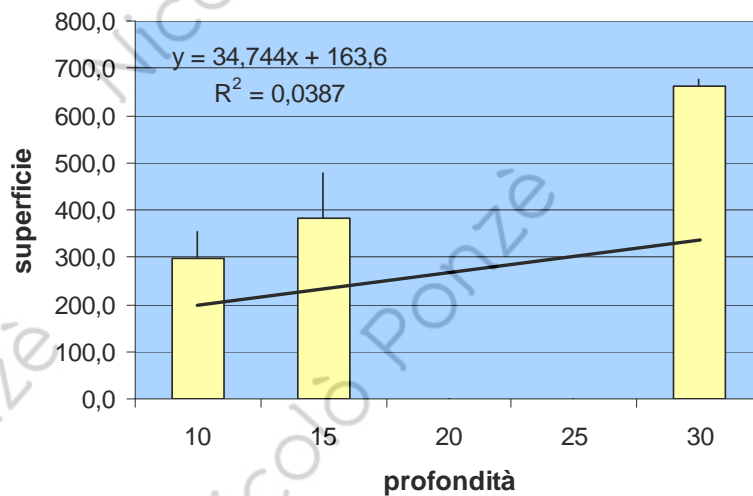


Figura 3. 9.

Il grafico della (fig. 3.9) ha un andamento simile alla (fig.3.7) infatti le colonie con dimensioni maggiori sono presenti a -30 m e l'indice di correlazione molto prossimo allo zero indica che la linea di tendenza è poco rappresentativa.

Questo anche perché la superficie viene calcolata in funzione dell'altezza.

Per avere un riscontro più preciso è stato realizzato un grafico a dispersione che mette in relazione le altezze con le superfici di tutti gli individui.

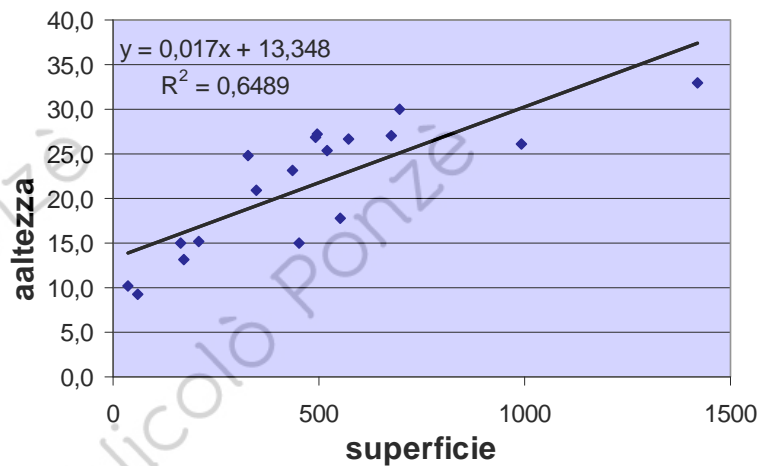


Figura 3. 10.

La (fig. 3.10) mostra come le altezze e le superfici crescono seguendo un andamento direttamente proporzionale per le colonie di *E. cavolinii*.

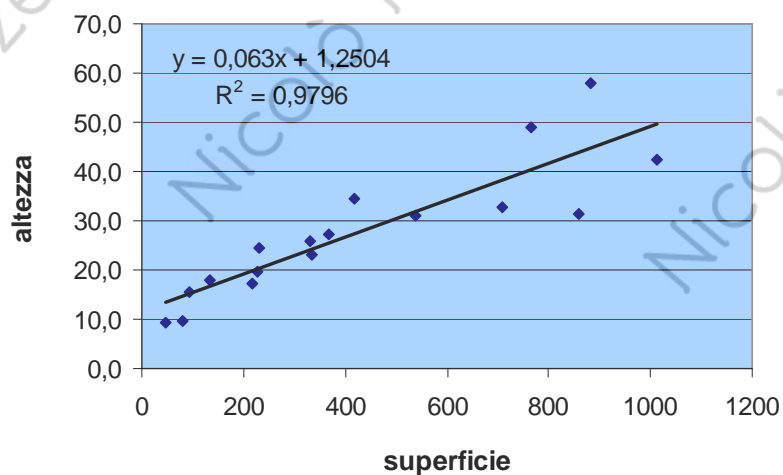


Figura 3. 11.

La (fig. 3.11) evidenzia un andamento direttamente proporzionale delle altezze all'aumentare delle superfici per le colonie di *E. singularis*.

Questi grafici confermano quanto detto prima infatti sia le superfici che le altezze aumentano contemporaneamente.

Mettendo in relazione le sezioni delle colonie con le altezze otteniamo un riscontro relativo alle fasce di età.



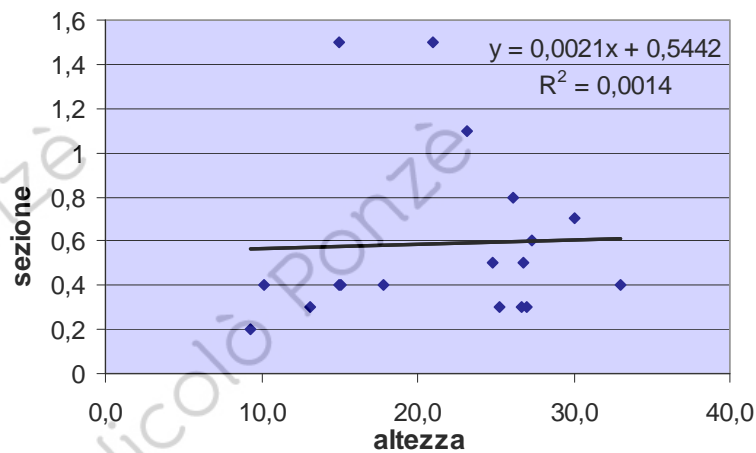


Figura 3. 12.

Il grafico della (fig.3.12) mostra che i valori delle sezioni aumentano poco all'aumentare delle altezze, come mostra la linea di tendenza, anche se l'indice di correlazione quasi zero indica che la linea di tendenza non è rappresentativa di dati. Ciò sta a indicare che i valori non sono molto uniformi per le colonie di *E. cavolinii*.

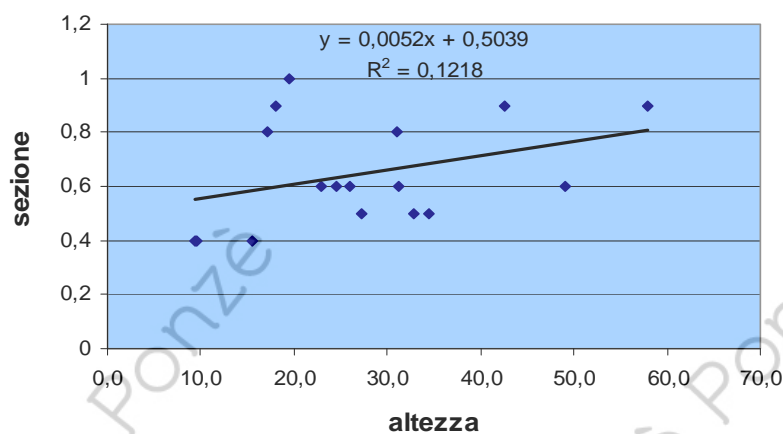


Figura 3. 13.

Nel grafico della (fig. 3.13) per la *E. singularis* la linea di tendenza mostra un andamento direttamente proporzionale. In questo caso i dati sembrano distribuiti in

modo più uniforme rispetto alla (fig.3.12) ma non abbastanza. Questo perché spesso le colonie risultano epifitate alla base e ciò porta a una falsificazione dei dati.

Per valutare lo stato di necrosi sono stati messi in relazione il numero di individui (o densità) ad ogni profondità ed il numero di individui lesionati per profondità. Considerando che il numero di colonie lesionate ed epifitate coincide è stato realizzato un solo grafico che considera il numero di individui lesionati..

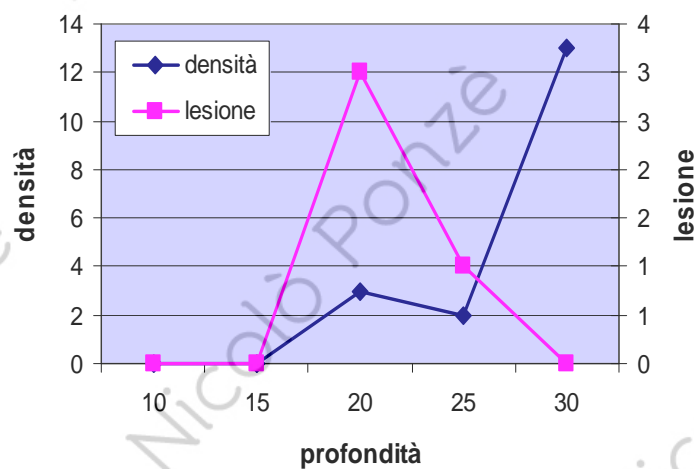


Figura 3. 14.

Dal grafico delle colonie di *E. cavolinii* (fig.3.14) si rileva un numero maggiore di individui lesionati tra -25 e -15 m indipendentemente dalla densità.

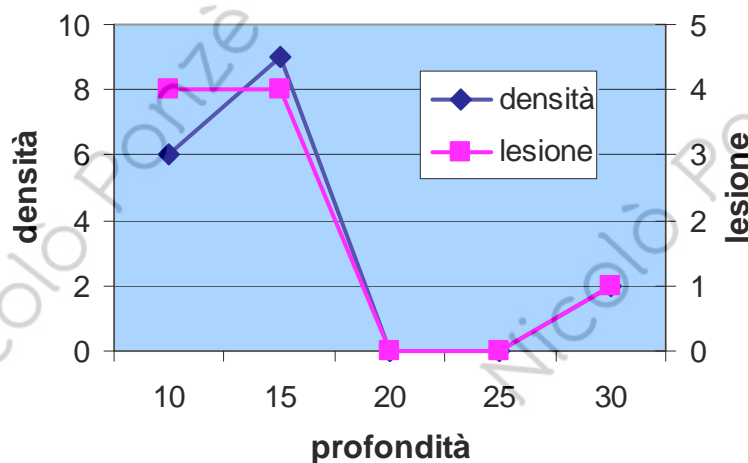


Figura 3. 15.

Dal grafico della (fig.3.15) è visibile che densità e numero di individui lesionati variano proporzionalmente, eccetto tra -15 e -10 m.

Per quanto riguarda la presenza di mucillagine non è stato possibile valutare la percentuale e gli effetti, in quanto il campionamento non è stato fatto in un periodo in cui non vi è sviluppo di questa specie. L'assenza di mucillagine è un fenomeno che dipende dalla temperatura e quindi risente dei cambiamenti stagionali.

### **3.2 Valutazione degli effetti degli attrezzi da pesca**

Nel sito non sono stati riscontrati impatti di tipo antropico significativi.

Da quanto riscontrato si possono fare soltanto delle ipotesi. È sostenuto da alcuni pescatori che frequentano la secca, che probabilmente non essendo ancora il periodo del turismo, non è stato possibile notare eventuali effetti provocati dai subacquei, mentre per gli attrezzi da pesca, essendo una secca conosciuta la parete verticale non viene molto danneggiata da nasse o reti perché evitata. Certamente non avendo effettuato una serie di campionamenti in diverse stagioni e su larga scala non è possibile fare dei riscontri, quindi non è possibile considerare, da un punto di vista scientifico i nostri dati molto significativi.

## Bibliografia

BALLESTEROS E., 2000. Growth of *Mesophyllum alternans* and *Lithophyllum frondosum*(Corallinales, Rhodophyta) in the northwestern Mediterranean. Eur. J. Phycol. **35**: 1-10.

BALLESTEROS E., 2006 Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of the present knowledge. *Oceanogr Mar Biol Annu Rev* **44**:123-195

BAVESTRELLO G., CERRANO C., 1997. Le gorgonie rosse (*Paramunicea clavata*) del Promontorio di Portofino: un popolamento in pericolo? *Uomo e Natura*, **5**: 41-44.

BAVESTRELLO, G., F. BOERO, R. CATTANEO-VIETTI, C. CERRANO & M. SARA', 1995. Competizione e cooperazione intraspecifica nell'occupazione del substrato: *organismi incrostanti e arborescenti*. Atti 56° Congresso UZI: 121.

BIANCHI C. N., MORRI C., 2000. Training scientific divers: Italian style. *Ocean Challenger*. **10** (1): 25-29

BIANCHI, C. N., 2001. La biocostruzione negli ecosistemi marini e la biologia marina italiana. *Biol. Mar. Medit.* **8**: 112-130.

BURLANDO B., CATTANEO-VIETTI R., PARODI R., SCARDI M., 1991. Emerging fractal properties in gorgonian growth forms (Cnidaria: Octocorallia). *Growth, Development & Aging*, **55**: 161-168.

CARPINE C., M. GRASSHOFF, 1975. Le Gorgonaires de la Méditerranée. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, 71, n°1430: **1**-140.

CERRANO C., BAVESTRELLO G., BIANCHI C. N., CATTANEO-VIETTI R., BAVA S., MORGANTI C., MORRI C., PICCO P., SARA G., SCHIAPARELLI S., SICCARDI A., SPONGA F., 2000. A catastrophic mass-mortality episode of gorgonians and other organisms in the Ligurian Sea (North-western Mediterranean), summer 1999. *Ecology Letters*, **3**: 284-293.

COCITO S., F. FERDEGHINI, S. SGORBINI, 2001. Bioconstructions promote biodiversity: lesson from Bryozoans and other invertebrates. *Biol. Mar. Medit.* **8**: 175- 180.

COLANTONI P., LEMBO P., PANTLONE N.A., SACCHI L. e SPANINO F., 1993. Morpho-lithological map of the Egadi Island shelf (Western Sicily). In: Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform. Proc. of the Int. Scie. Meet., Univ. of Urbino, 4-6 Nov. 1992 (Colantoni P. and Max R. Eds.): 87-92

COLANTONI P., LUIGI M., MORSIANI M. P. & PENITENTI D., 1993 Morphology and recent sedimentary evolution of the western sicilian continental shelf. In: Geological development of the Sicilian-Tunisian Platform. Proc. of the Int. Scie. Meet., Univ. of Urbino, 4-6 Nov. 1992 (Colantoni P. and Max R. Eds.): 93-98

COLANTONI P., STROBEL F., 1980. Normative di sicurezza per l'immersione scientifica. CNR, *Laboratorio di Geologia Marina*, Bologna, RT 11.

COMA R., RIBES M., 2003. Seasonal energetic constraints in Mediterranean benthic suspension feeders: effects at different levels of ecological organization. *Oikos*, **101**: 205-215.

GIACCONE G.& SORTINO M., 1974. Zonazione della vegetazione marina delle Isole Egadi (Canale di Sicilia) *Lav. Ist. Bot. e Giard. Col.*, Palermo, **25**: 166-183

GIACCONE G., SCAMMACCA V., CINELLI F., SARTONI G. & FUNARI G., 1972. Studio preliminare sulla tipologia della vegetazione sommersa del canale di Sicilia ed Isole minori. *Giorn. Bot. Ital.*, **106**: 211-229

GRIGG R.W., 1974. Growth rings: annual periodicity in two gorgonian corals. *Ecology*, **55**: 876-881

HONG, J. S., 1980. Étude faunistique d'un fond de concrétionnement de type coralligène soumis à un gradient de pollution en Méditerranée nord-occidentale (Golf de Fos). *Thèse de Doctorat*. Université d' Aix-Marseille II.

MARION, A. F., 1883. Esquisse d'une topographie zoologique du Golfe de Marseille. *Annales Musée d'Histoire Naturelle Marseille*. **1**: 1-108.

MISTRI M., CECCHERELLI V.U., 1994. Growth and secondary production of the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **103**: 291-296.

MISTRI M., CECCHERELLI V.U., 1996. Effects of a mucilage event on the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. I-Short term impacts at the population and colony levels. *Ital. J. Zool.*, **63**: 221-230

PÉRÈS J. M. & PICARD., 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar.* Endoume **31** (47): 123 .

PEREZ T., GARRABOU J., SARTORETTO S., HARMELIN J.G., FRANCOUR P., VACELET J., 2000. Mortalité massive d'invertébré marins: un événement sans précédent en Méditerranée nord- occidentale. *Life sciences*, **323**: 853-865.

PRONZATO R., MANCONI R., CICOGNA F., BAVESTRELLO G., PARODI R., 1994. Ritmi di contrazione ed espansione dei polipi di *Eunicella cavolinii* (Cnidaria, Gorgonacea). *Biol. Mar. Medit.*, **1** (1): 369-370. 57

RIEDL R., 1991. *Fauna e flora del Mediterraneo*. Franco Muzzio Editore, 777pp.

RIVOIRE G., 1991. Mortalité du corail et des gorgones en profondeur au large des cotes provençales. In: *Les espèces marine a protéger en Mediterranee*. Bourdoursque C. F., Avon M., Gravez V. edit., GIS Posidonie publ., France: 53-59.

RUSSO A.R., 1985. Ecological observations on the gorgonian sea fan *Eunicella cavolinii* in the bay of Naples. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **24**: 155-159.

RUSSO G. F., VARI L., 1997. Le strategie riproduttive degli antozoi clonali ed il significato della frammentazione. In: *Biologia e tutela del corallo rosso e di altri ottocoralli del Mediterraneo*. F. Cicogna G. Bavestrello e R. Cattaneo-Vietti, Min. Pol. Agr.-Roma: **131**-197

RUSSO G. F., ULIANICH L., CICOGNA F., 1997. Autonomia e frammentazione, una nuova strategia riproduttiva per il corallo rosso. In: *Biologia e tutela del corallo rosso e di altri ottocoralli del Mediterraneo*. F. Cicogna G. Bavestrello e R. Cattaneo-Vietti, Min. Pol. Agr.-Roma: **45**-52-58

SANTARELLI B., SENES L., PRONZATO R., CERRANO C., CICOGNA F., CATTANEO-VIETTI R., BAVESTRELLO G., 1997. Ritmi di attività dei polipi di *Corallium rubrum*. In: *Biologia e tutela del corallo rosso e di altri ottocoralli del Mediterraneo*. F. Cicogna G. Bavestrello e R. Cattaneo-Vietti, Min. Pol. Agr.-Roma: 99-113.

SKOUFAS G., POULICEK M., CHINTIROGLOU C.C., 2000. Growth variation of *Eunicella singularis* (Gorgonacea, Anthozoa). *Belg. J. Zool.*, **130** (suppl.): 125-128

THEODOR J., DENIZOT M., 1965. Contribution à l'étude des gorgones (I) : a propos de l'orientation d'organismes marins fixés végétaux et animaux en fonction du courant. *Vie et Milieu*, **16**: 237-241.

VELIMIROV B., 1976. Variations in growth forms of *Eunicella cavolinii* related to intensity of water flow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **21**: 109-117.

WEINBAUER M.G. & VELIMIROV B., 1995. Morphological variation in the Mediterranean sea fan *Eunicella cavolinii* (Coelenterata: Gorgonacea) in relation to exposure, colony size and colony region. *Bulletin of Marine Sciences*, **56** (1): 283-295.

WEINBAUER M.G. & VELIMIROV B., 1995. Biomass and secondary production of the temperate gorgonian coral *Eunicella cavolinii* (Coelenterata: Octocorallia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **121**: 211-216.

WEINBAUER M.G. & VELIMIROV B., 1998. Comparative morphometry of fan-like colonies of tree mediterranean gorgonians (Cnidaria: Gorgonacea). *Cah. Biol. Mar.*, **39**: 41-49.

WEINBERG S., 1979. The light-dependent behaviour of planula larvae of *Eunicella singularis* and *Corallium rubrum* and its implication for octocorallian ecology. *Bijdragen tot de Dierkunde*, **49** (1): 16-30.



# Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento e tutti coloro che hanno contribuito, sia direttamente o indirettamente a questo lavoro in particolare cito qui di seguito:

- il Dott. Francesco Bertolino per avere fornito del materiale utile e soprattutto per la sua disponibilità.
- Ivan Roveri del Diving Center di Favignana per la sua partecipazione indispensabile nelle uscite in barca, per i suoi consigli sempre utili sulla conoscenza dei luoghi e per l'assistenza tecnica alle immersioni.
- I prof. Giovanni Fulvio Russo & Gian Carlo Carrada per la documentazione fornita.