



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

Contratto prot.n. 31572 si/gce/fbe

RAPPORTO VARIABILITÀ ATTESA

Area: Ecosistemi di Pregio

Macroattività: Affioramenti rocciosi, Tegnùe

15 novembre 2006

**Consorzio per la Gestione del Centro di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia**
Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia
Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

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

Indice

1 PREMESSA	4
1.1 Introduzione.....	4
1.2 Valutazione dei dati pregressi.....	5
2 LE TEGNÙE: CARATTERISTICHE GENERALI, BIOLOGICHE ED IMPORTANZA ECOLOGICA	6
2.1 Caratteristiche generali delle Tegnùe.....	6
2.2 Caratteristiche biologiche ed ecologiche delle Tegnùe.....	7
2.2.1 <i>Le comunità fito-zoobentoniche tipiche delle Tegnùe</i>	7
3 PRIMI STUDI, INDAGINI E RICERCHE SULLE TEGNUE	9
3.1 Prime segnalazioni non ufficiali riguardanti le Tegnùe.....	9
3.2 Prime segnalazioni ufficiali e primi studi (di tipo geologico) sulle Tegnùe.....	9
3.2.1 <i>I primi studi sulle Tegnùe di tipo geologico</i>	9
3.2.2 <i>Recenti studi di tipo geologico sulle Tegnùe</i>	10
4 GLI STUDI BIOLOGICI SULLE TEGNÙE: IL FITOBENTHOS E LO ZOOBENTHOS	12
4.1 Studio della malacocenosi e fauna associate.....	12
4.2 Primi studi di localizzazione e caratterizzazione delle tegnùe delle coste veneziane.....	13
4.2.1 <i>Studi di caratterizzazione di affioramenti rocciosi del Nord Adriatico</i>	15
4.3 Distribuzione dei popolamenti epibentonici sulle tegnùe al largo di Chioggia.....	19
4.4 Gli studi dell'Osservatorio Alto Adriatico - ARPAV.....	21
4.5 Specifici studi di alcuni gruppi sistematici degli affioramenti rocciosi.....	23
4.6 Studi sul macrofitobenthos degli affioramenti rocciosi.....	25
4.7 La fauna di fondo mobile nell'area delle tegnùe di Chioggia.....	27
4.8 Le tegnùe e i popolamenti ittici.....	28
5 LO STUDIO B.6.78 - I/II	30
5.1 Scopi ed obiettivi dello Studio B.6.78 - I/II.....	30
5.2 Modalità esecutive dello Studio B.6.78 I/II.....	33
5.3 Principali evidenze dello Studio B.6.78.....	36
5.4 Considerazioni finali.....	46
6 EFFETTI DEI DISTURBI SULLE BIOCENOSI DELLE TEGNÙE	48
6.1 Premessa.....	48
6.1.1 <i>Effetti della torbidità e del tasso di sedimentazione sulle biocenosi delle tegnùe</i>	48
6.1.2 <i>Valutazione dell'impatto della pesca sulle tegnùe</i>	50

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

7 CONSIDERAZIONI E VALUTAZIONI FINALI.....	52
8 BIBLIOGRAFIA.....	55

1 PREMESSA

1.1 Introduzione

Gli interventi per la difesa dagli allagamenti dei centri abitati lagunari fanno parte di un complesso piano di recupero ambientale della laguna di Venezia e sono stati quindi concepiti per ridurre al massimo l'impatto sull'ambiente sia durante, sia dopo l'esecuzione dei lavori.

Nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) del 1996 si era posto in evidenza che la fase più critica era senza dubbio quella della costruzione per la durata complessiva del lavoro (otto anni) in quanto alcune lavorazioni avrebbero avuto comunque un impatto, anche se non permanente. Attraverso l'attività di screening eseguita nel SIA si è potuto stabilire che i cantieri delle opere da realizzare alle bocche di porto, con la configurazione e le tipologie costruttive previste dal progetto, possono modificare solo alcune delle componenti ambientali.

Nello Studio di Impatto Ambientale veniva quindi raccomandato il monitoraggio degli effetti prodotti dalle principali lavorazioni in modo da estendere questa particolare attenzione per l'ambiente, anche alla fase operativa.

Contestualmente all'apertura dei cantieri delle opere di regolazione delle maree alle bocche di porto, il Magistrato alle Acque, attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova, ha quindi attuato un programma di monitoraggio degli effetti diretti ed indiretti dei cantieri sulle matrici ambientali e sull'economia dei settori potenzialmente impattati dall'esecuzione delle opere (Studio B.6.72/B1). L'attività di monitoraggio proposta nello studio B.6.72/B1 deve quindi monitorare i parametri ambientali e socioeconomici indicati nel SIA, riconducibili ad impatti diretti ed indiretti delle attività di cantiere, accompagnando l'esecuzione dei lavori per evitare che i cantieri possano produrre effetti negativi sull'ambiente, ma anche per evitare che ai cantieri alle bocche vengano attribuiti effetti che dipendono dalla variabilità dei processi naturali o da altri interventi in corso in Laguna, lungo i litorali o sui fiumi che si immettono nell'alto Adriatico.

Per parametri "diretti" da monitorare si intendono quei parametri per i quali esiste una relazione chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto e sono:

- la torbidità generata dalle operazioni di dragaggio;
- la generazione di rumore dalle attività di cantiere;
- la generazione di emissioni di scarichi e polveri prodotte dalle attività di cantiere;
- la variazione dei livelli di falda dovuti allo scavo del porto rifugio di Punta Sabbioni;
- le variazioni del traffico portuale e della qualità del servizio indotte dall'occupazione di spazi acquei alle bocche.

Per parametri "indiretti" si intendono invece quelli, che, seppur di notevole interesse ambientale, si prestano a dirette relazioni causa-effetto perché possono manifestare situazioni di stress in tempi successivi alle attività di cantiere o per cause diverse dai cantieri e sono:

- ecosistemi di pregio e componente biologica;
- i settori pesca e turismo.

Lo Studio B.6.72/B1 prevede, inoltre, la valutazione della variabilità attesa *ante operam* per i parametri da monitorare durante le attività di cantiere al fine di fornire valori di soglia che servano da riferimento durante il di monitoraggio delle attività di cantiere per valutare gli effetti prodotti dai cantieri.

L'attività di monitoraggio proposta nello studio B.6.72/B1 è quindi divisa in due fasi:

- la prima prevede la valutazione della variabilità attesa *ante operam* per i parametri da monitorare e delle relative soglie (Fase A);
- la seconda prevede il monitoraggio dei parametri ambientali e socio-economici durante le attività di cantiere (Fase B).

1.2 Valutazione dei dati pregressi

Alcuni affioramenti rocciosi (Tegnùe) presenti nel mare antistante la costa veneziana, localizzati in acque non eccessivamente profonde, sono considerati ecosistemi di pregio e quindi inseriti nel piano di monitoraggio dello Studio B.6.72/B1 per il fatto di essere colonizzati da una fauna e una flora diversificate. Per il loro pregio ecologico e per la loro peculiarità, le comunità che colonizzano questi affioramenti rocciosi sono state inserite, assieme alla praterie a fanerogame marine, tra i parametri indiretti da monitorare negli anni in cui sarà in corso la realizzazione delle opere alle bocche.

Il presente rapporto sullo stato delle conoscenze riguardanti gli ecosistemi di pregio costituiti dagli affioramenti rocciosi costieri (*Tegnùe*), rientra cronologicamente nella "fase A" del monitoraggio e prenderà in esame le informazioni riportate nello Studio B.6.78 (Magistrato alle Acque, 2006) e in altri lavori di carattere biologico pubblicati dalla comunità scientifica per questi ambienti di pregio. Saranno, inoltre, considerati anche i lavori che prendono in esame le tematiche relative gli impatti sulle comunità di substrato duro di profondità.

La valutazione dei dati pregressi sarà essenzialmente organizzata analizzando i lavori esistenti secondo il seguente schema:

- inquadramento generale delle tegnùe e loro caratteristiche principali;
- raccolta dei dati storici sulle tegnùe antistanti la laguna di Venezia prima del 1966, anno della loro prima segnalazione ufficiale;
- studi, dati e ricerche sugli affioramenti rocciosi di tipo geologico e biologico tra il 1966 e il 2006;
- dati MAV-CVN relativi allo studio B.6.78/I-II specifico per le tegnùe delle tre bocche di porto;
- dati di letteratura specifici relativi allo studio degli impatti sulle comunità di substrato duro di profondità.

2 LE TEGNÙE: CARATTERISTICHE GENERALI, BIOLOGICHE ED IMPORTANZA ECOLOGICA

2.1 Caratteristiche generali delle Tegnùe

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

Questi affioramenti rocciosi, denominati lungo le coste venete "Tegnùe", sono presenti nell'area compresa tra la foce del Brenta e Grado (Fig. 2.1) e pur avendo una distribuzione molto discontinua, la si può ricondurre a tre fasce parallele alla linea di costa, rispettivamente a 3-5 miglia, a 10-12 miglia e a 20 miglia, con profondità variabili da 8 m, per quelle più vicine, a 40 m, per quelle più al largo [Newton e Stefanon, 1976; Mizzan, 1995].

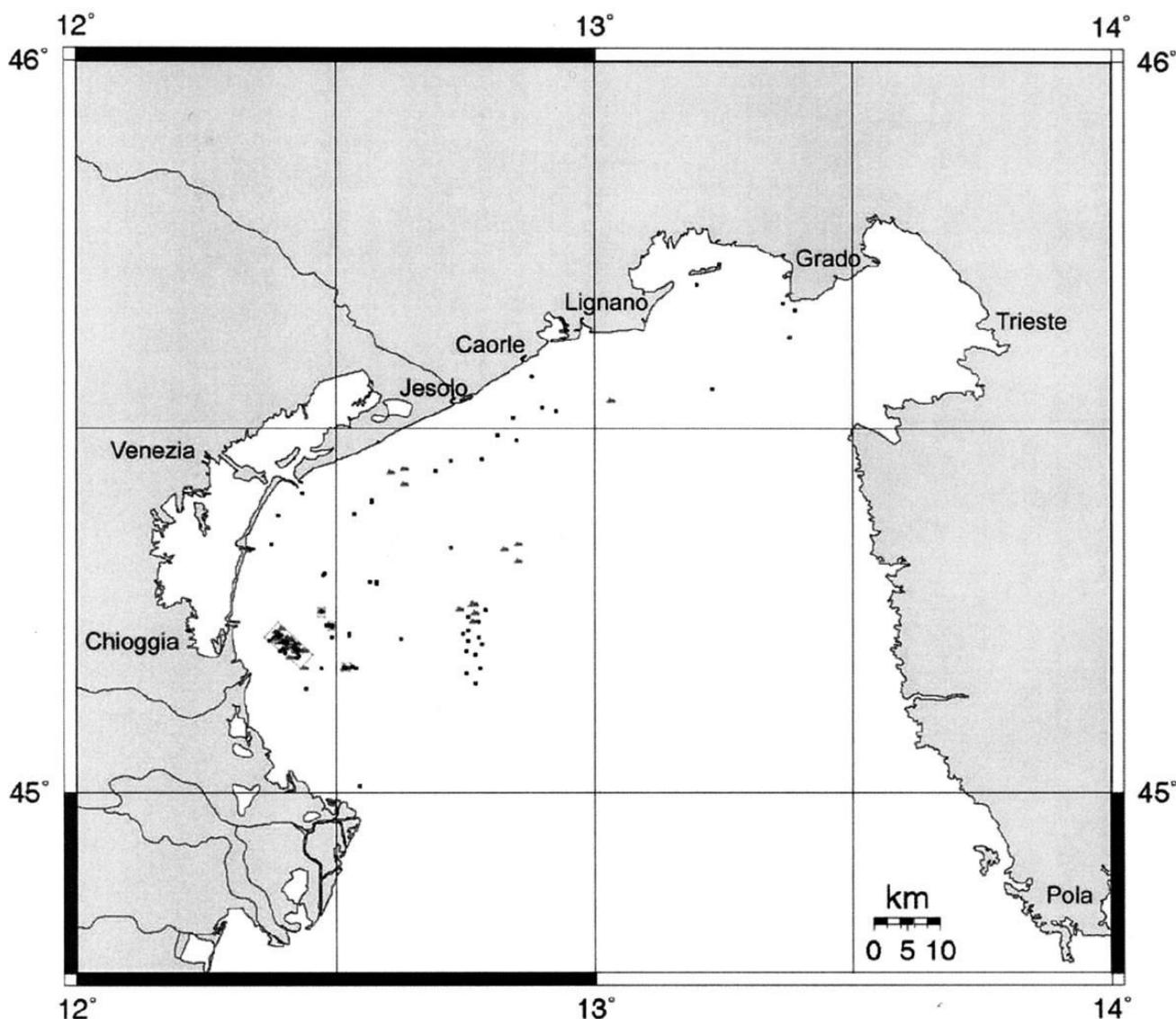


Fig. 2.1 - Distribuzione dei principali affioramenti rocciosi presenti in Alto Adriatico [Ponti *et al.*, 2005]

Le dimensioni possono essere molto diverse, variando dai pochi metri quadri nelle minori alle diverse migliaia di metri quadri nelle maggiori, con elevazione dal fondale che passano da pochi decimetri nelle formazioni basse e tavolari, spesso definite "lastrure", ad alcuni metri in quelle più alte, spesso localizzate a maggiore profondità.

Le "tegnùe" sono riconducibili per litologia essenzialmente a tre tipologie:

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

2.2 Caratteristiche biologiche ed ecologiche delle Tegnùe

Delle tre tipologie di tegnùe esistenti, quella costituita dalla roccia organogena è, dal punto di vista biologico, la più importante, sia perché quest'ultima costituisce solitamente la massa principale degli affioramenti, sia per la grande varietà di forme di vita che la costruiscono e che da essa sono ospitate.

Indipendentemente da come questi affioramenti rocciosi si siano generati, però, tutti rappresentano substrati duri sui quali si possono insediare organismi sessili che richiedono per l'adesione una superficie solida, assente nelle zone circostanti.

La localizzazione di tali formazioni in acque naturalmente eutrofiche non eccessivamente profonde favorisce l'aumento della biomassa e del numero di specie grazie al supporto e la protezione offerte dal substrato solido, unite alla presenza di un gradiente verticale offerto dall'elevazione delle strutture dal fondale e l'enorme disponibilità alimentare sotto forma di materiale organico in sospensione o già sedimentato.

Si realizzano così "oasi" di estrema ricchezza biologica, con un incremento del numero delle specie presenti, ma anche con una notevole biomassa per unità di superficie.

2.2.1 Le comunità fito-zoobentoniche tipiche delle Tegnùe

Le comunità biologiche tipiche di una formazione organogena comprendono un'importante componente di Poriferi (eretti e incrostanti), che possono raggiungere notevoli quantità per unità di superficie. Tra gli altri epibionti sessili si possono, però, trovare anche celenterati (con fitte colonie di idrozoi e anemoni), policheti (tra i quali sono numerosissimi i serpulidi), bivalvi, crostacei cirripedi e briozoi (con fitte colonie incrostanti ed erette); tipica, infine, è la presenza di tunicati. All'interno delle rocce calcaree, inoltre, si possono insediare endobionti come poriferi e bivalvi endolitici [Gabriele *et al.*, 1999].

L'elevato numero di cavità e interstizi presenti, più o meno riempiti di sedimento, offre rifugio anche a moltissime specie vagili, comprese alcune tipiche dei sedimenti circostanti. Si trovano generalmente molte specie di crostacei ed echinodermi, ma sono ben rappresentati anche i gruppi dei nudibranchi, cefalopodi, platelminti, sipunculidi, nemertini ed echiuridi (Tab. 2.1).

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

Questi ambienti, inoltre, sono favorevoli alla riproduzione e allo sviluppo degli stadi giovanili di molte specie ittiche, offrendo loro protezione e riducendone la mortalità; di conseguenza anche la fauna ittica associata a questi ambienti è particolarmente ricca e diversificata.

Tab. 2.1 – Elenco fauno-floristico delle principali specie presenti nelle comunità delle Tegnùe. Questo elenco di specie è stato realizzato analizzando più lavori di carattere biologico.

Zoobenthos	
Gruppo	Specie
Porifera	<i>Suberites carnosus, Suberites domuncula, Micala massa, Chondrosia reniformis, Chondrilla nucula, Aplysina aerophoba, Ircinia variabilis, Dysidea avara, Cliona viridis, Raspaciona aculeata, Raspalia viminalis, Geodia cydonium, Tethya citrina</i>
Cnidaria	<i>Cereus pedunculatus, Epizoanthus arenaceus</i>
Echinodermata	<i>Ophiothrix fragilis, Paracentrotus lividus, Echinus acutus, Sphaerechinus granularis, Ocnus lanci</i>
Polichaeta	<i>Serpula concharuam, Serpula vermicularis, Pomatoceros triqueter</i>
Tunicata	<i>Polycitor adriaticus, Aplidium conicum, Microcosmus vulgaris, Ascidia mentula</i>
Mollusca Bivalvia	<i>Arca noae, Chlamys varia, Aequipecten operculatis</i>
Mollusca Gastropoda	<i>Diodora graeca, Diodora italica, Bolma rugosa</i>
Crustacea Decapoda	<i>Homarus gammarus, Maja squinado</i>
Ittiofauna	<i>Sciaena umbra, Ombrina cirrosa, Trisopterus minutus, Conger conger, Dicentrarchus labrax</i>
Fitobenthos	
Gruppo	Specie
Rhodophyta	<i>Peyssonnelia spp, Pseudolithophyllum spp, Lithophyllum spp.</i>

In generale, data l'elevata locale torbidità delle acque, le tegnùe non dipendono sostanzialmente, sotto il profilo trofico, da processi fotosintetici a livello bentonico. Si osserva, infatti, una netta prevalenza di forme animali rispetto a quelle vegetali. L'abbondante sviluppo stagionale nella colonna d'acqua di microalghe fitoplanctoniche rappresenta conseguentemente gran parte della produzione primaria da cui trae origine la rete trofica.

3 PRIMI STUDI, INDAGINI E RICERCHE SULLE TEGNUE

3.1 Prime segnalazioni non ufficiali riguardanti le Tegnùe

Nonostante sia stata segnalata in via ufficiale per la prima volta da Stefanon nel 1966 [Stefanon, 1966], in realtà l'esistenza degli affioramenti rocciosi delle Tegnùe era già nota più di due secoli fa; l'Abate Giuseppe Olivi, infatti, le descriveva in modo particolareggiato nella sua opera "*Zoologia Adriatica*" [Olivi, 1792]: "...*elevazione di qualche masso calcareo nudo durissimo, il quale sorge isolato dal fondo molle. Tali eminenze, dette volgarmente Tegnùe, conosciute ed abborrite dai nostri pescatori...esistono dirimpetto a Maran, a Carole, ai Tre Porti,.....soprattutto dirimpetto a Malamocco ed a Chioggia.....*"

La credenza popolare, inoltre, riteneva che queste formazioni rocciose altro non fossero se non i resti di città sprofondate in seguito ad un disastroso maremoto e, per la precisione, i resti dell'antica *Metamaucum*, nei pressi di Venezia, e dell'insediamento romano di *Petronia*, presso Caorle [Dorigo, 1983].

La maggior parte dei pescatori, poi, evitava questi affioramenti perché troppo spesso le loro reti vi si impigliavano ed andavano perse (da qui il nome "tegnùe", traslazione dialettale di tenere - trattenerne); altri, invece, le ricercavano per poter pescare nei loro pressi la pregiata fauna ittica.

3.2 Prime segnalazioni ufficiali e primi studi (di tipo geologico) sulle Tegnùe

Ignorate dal mondo scientifico per quasi due secoli, tanto che neppure Vatova ne fa menzione nella sua fondamentale opera di descrizione della fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico [Vatova, 1949], le Tegnùe, a partire dalla loro prima segnalazione ufficiale ad opera di Stefanon nella seconda metà degli anni sessanta [Stefanon, 1966], sono state oggetto di indagini da parte di numerosi ricercatori sia nel campo della geologia, sia in quello della biologia.

3.2.1 I primi studi sulle Tegnùe di tipo geologico

I primi studi condotti sugli affioramenti rocciosi delle tegnùe sono di tipo geologico e hanno permesso una tipizzazione degli affioramenti sotto il profilo morfologico e strutturale [Stefanon, 1966, 1967, 1970; Braga e Stefanon, 1969; Stefanon e Mozzi, 1972; Newton e Stefanon 1975, 1976; Andreoli, 1979, 1981].

Dal punto di vista strutturale, le varie ricerche, identificano tre tipologie fondamentali di affioramenti rocciosi:

- rocce con origine primaria complessa che in alcuni casi può essere ricondotta ad una iniziale cementazione carbonatica dei sedimenti clastici (sabbie) e bioclastici (conchiglie ed esoscheletri) che costituiscono lo strato di base più o meno spesso; in questi casi si tratta di rocce sedimentarie clastiche formatesi tra 10.000 e 3.000 anni fa, quando il livello del mare era più basso e sulle quali successivamente si sono poi imposte forme organogene, direttamente generate da organismi biocostruttori;
- rocce sedimentarie di deposito chimico formatesi probabilmente in seguito all'emersione di gas metano dal fondo e dalla reazione di questo con l'acqua marina, con l'innescare di un processo che può determinare la precipitazione di carbonati con cementazione dei sedimenti;

- rocce di tipo organogeno strutture prodotte dall'azione di organismi costruttori, vegetali e animali, il cui scheletro calcareo stratificandosi può formare strutture di discreto spessore.

Dal punto di vista morfologico, Newton e Stefanon [1982] identificano due tipologie fondamentali di tegnùe:

- veri e propri "reefs" o barriere organogene quasi interamente realizzate da organismi biocostruttori;
- rocce sedimentarie spesso in forma di lastre su cui gli organismi creano sottili strati di ricoprimento.

3.2.2 Recenti studi di tipo geologico sulle Tegnùe

Negli ultimi anni sono state condotte ulteriori ricerche specifiche volte a spiegare quali possano essere le origini degli affioramenti rocciosi presenti in Alto Adriatico [Colantoni *et al.*, 1997a, 1997b, 1998; Gabbianelli *et al.*, 1997]. In sintesi, le ipotesi più accreditate sull'origine delle tegnùe sono tre:

- la prima, è che queste concrezioni organogene si siano impostate su dei lembi di beach-rock ovvero su paleospiagge cementate, un tempo emerse durante le varie fasi di oscillazione eustatica del tardo Pleistocene-Olocene, e definitivamente immerse alla fine dell'ultima ingressione marina (trasgressione olocenica o Versiliana);
- la seconda, è che queste concrezioni si siano accresciute su nuclei concrezionati del fondale sabbioso limoso per precipitazione di carbonato di calcio legata alla fuoriuscita di fluidi contenenti frazioni gassose metanifere e sulfuree; intorno a questi nuclei si sono avute inoltre delle probabili concentrazioni di taluni minerali e nutrienti che hanno innescato un ciclo di crescita di colonie solfo-batteriche e di conseguenza di una catena alimentare per organismi bentonici sia vegetali che animali;
- la terza, è che le concrezioni si siano impostate su relitti di erosione, probabilmente sepolti e poi rierosi dalle correnti o dall'ultima fase di emersione costituiti da lembi calcarenitici non facilmente collocabili.

Per meglio comprendere e quantificare le caratteristiche e le peculiarità delle tegnùe, l'I.C.R.A.M. di Chioggia in questi ultimi anni ha intrapreso delle indagini con metodi acustici che, in fase iniziale, hanno previsto la caratterizzazione geomorfologica di un'area, denominata Area 1, poi iscritta nella Zona di Tutela Biologica delle "Tegnùe di Chioggia" [Giovanardi *et al.*, 2003a, 2003b].

Nell'Agosto 2001 e nel Febbraio 2002 sono stati eseguiti due rilievi batimorfologici nell'area oggetto di studio (Fig. 3.1), ubicata a circa 4,5 Km da Chioggia, utilizzando un apparato *Side-Scan Sonar*¹ ed un apparato *Multibeam*². Dai tracciati originali del *Side-Scan Sonar* è stato realizzato un

¹ *Side Scan Sonar* = strumento acustico in grado di rivelare tutte le anomalie del fondale, come ad esempio rocce isolate. Si tratta di un sonar (SOund NAVigation and Ranging), di uno strumento cioè in grado di emettere impulsi sonori ad alta frequenza (120 Khz) e di registrarne i tempi di ritorno. A differenza dell'Ecosonar, il Side-Scan Sonar restituisce per ogni punto informazioni su tutte e tre le dimensioni dello spazio. Lo scandaglio (detto "pesce") viene trainato dalla barca e "spazzola" il fondo in modo da coprire un settore di vari metri di larghezza. Man mano che il "pesce" avanza, i dati dei tempi di ritorno trasmessi a bordo permettono di ricostruire sul computer una prima immagine del fondale sottostante. Lo strumento funziona come una macchina fotografica b/n posizionata con un angolo molto basso rispetto al fondo. L'intensità registrata dal Side-Scan Sonar è convertita in tonalità di grigi. Un ritorno molto forte, è bianco; un ritorno molto debole è nero.

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

foto-mosaico del fondo in formato digitale, mentre i dati batimetrici ottenuti con il *Multibeam* hanno consentito di ottenere un DTM (*Digital Terrain Model*, modello digitale del terreno) del fondo marino di estremo dettaglio. Alla fine, la carta risultante è stata digitalizzata e georeferenziata.

Sono stati individuate due tipologie di elementi tipici di queste formazioni rocciose:

- concrezioni organogene assimilabili a formazioni rocciose vere e proprie;
- depositi clastici a prevalente frazione detritico-bioclastica derivante dal disfacimento delle concrezioni adiacenti e da tanatocenosi di organismi bentonici (molluschi bivalvi, gasteropodi, alghe calcaree, ecc.).

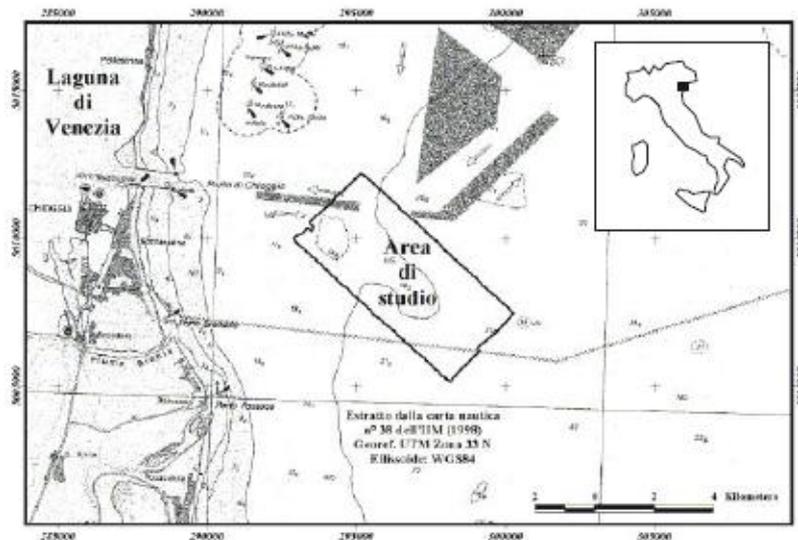


Fig. 3.1 – Localizzazione dell'area di studio [Giovanardi *et al.*, 2003a, 2003b]

Anche l'ARPAV, per tramite dell'Osservatorio Alto Adriatico, ha avviato un progetto che prevede la mappatura georeferenziata delle Tegnùe e lo studio delle loro caratteristiche principali (vedi par. 4.1.6), in un'area che si estende da Punta Tagliamento al Po di Goro e, verso est, al limite delle acque territoriali.

² *Sistema Multibeam* = è una tecnologia che consente di avere una mappatura di alta definizione del fondale marino investigato. Si tratta di una strumentazione che, anziché misurare una sola profondità ne misura 60, 100 o 240 contemporaneamente a seconda della sua apertura angolare. Tecnicamente esso può essere descritto come un sonar acustico che rileva le distanze tra il trasduttore ed il fondale marino o qualsiasi altro target presente sul fondo. Il trasduttore del sistema è composto da tanti ricevitori che rilevano l'eco di ritorno proveniente dal suono emesso dal trasmettitore e riflesso dal fondo

4 GLI STUDI BIOLOGICI SULLE TEGNÙE: IL FITOBENTHOS E LO ZOOBENTHOS

Vengono di seguito brevemente descritti e riassunti i principali studi di tipo biologico sugli affioramenti rocciosi delle tegnùe, condotti a partire dalla metà degli anni sessanta. Va ricordato, però, che sono ancora molti gli aspetti da chiarire sulla formazione, sull'evoluzione di queste formazioni rocciose e sulla flora e la fauna ad esse associate. Le caratteristiche biologiche sono state indagate marginalmente alle indagini geologiche, durante le quali sono state accertate presenze ed assenze di determinati generi e specie. Lavori più specifici sul rapporto tra specie, la diversità, i diversi adattamenti, differenze tra affioramenti localizzati in aree distinte, sono iniziati solo negli ultimi anni e di conseguenza tali conoscenze sono ancora molto parziali.

4.1 Studio della malacocenosi e fauna associate

Nel lavoro di Mizzan [1992], risalente ai primi anni novanta, sono stati analizzati i biotopi a substrato solido situati poco al largo della costa veneziana, evidenziando alcune caratteristiche dei popolamenti presenti, con una particolare attenzione alla malacofauna.

Lo scopo era di definire le caratteristiche ecologiche di questi biotopi attraverso l'analisi dei loro popolamenti, evidenziandone così la peculiarità rispetto ai fondali sabbioso-fangosi circostanti, tipici dell'Adriatico.

Sono state individuate e studiate due località di campionamento situate 20 km ca. ad Est del porto di Venezia (S. Nicolò), in corrispondenza di:

- substrati solidi artificiali (resti di un piroscampo affondato), per la precisione il relitto di un mercantile di notevoli dimensioni ("VILLA"), giacente su un fondale a 21m;
- substrati solidi naturali (beach-rocks e formazioni organogene), per la precisione una formazione organogena detritica, posizionata a meno di due chilometri dalla zona del relitto, e caratterizzata da una facies a *Pinna nobilis* Linné, 1758 (Molluschi, Bivalvi).

L'analisi dei campioni provenienti dai due biotopi in esame ha evidenziato una quasi totale assenza della componente vegetale, ridotta ad un'unica specie di alga rossa (*Peyssonnelia* spp.) irregolarmente distribuita. In queste due stazioni sono state raccolte 92 specie di gasteropodi, 57 di bivalvi e 3 di poliplacofori, per un totale di 152 specie di molluschi. Sono stati, inoltre, raccolti e determinati alcuni campioni rappresentanti i principali gruppi zoologici presenti (Poriferi, Tunicati, Echinodermi, Policheti Serpuloidei, Briozoi, Entozoi e Crostacei Cirripedi). È stata quindi analizzata la frequenza e la diffusione delle diverse specie di molluschi in base alle loro caratteristiche trofiche ed ecologiche ed alla loro ripartizione nelle diverse biocenosi.

I dati raccolti nel corso di questa ricerca definiscono i biotopi in esame come ambienti caratterizzati dalla contemporanea presenza di microhabitat sensibilmente diversificati che, pur contigui, mantengono delle popolazioni caratteristiche e spesso dotate di una netta demarcazione distributiva. I casi di sovrapposizione di habitat e popolazioni appaiono, infatti, limitati alle specie a larga ripartizione ecologica, o comunque non specificatamente legate ad ambienti particolari dei quali, peraltro, i biotopi in questione appaiono estremamente ricchi, almeno rispetto alle zone circostanti (distese a fondali mobili).

In un lavoro successivo dello stesso autore [Mizzan, 1994] sono stati presi in considerazione e rielaborati i dati riferiti solamente alle malacocenosi campionate nel lavoro appena descritto.

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

Questa scelta è dovuta al fatto che, grazie al notevole processo di radiazione adattativa sviluppato dal Phylum Mollusca con specie che sono riuscite a colonizzare le più diverse nicchie ecologiche, i risultati ottenuti, sia pure parziali, possono comunque fornire utili indicazioni.

Il confronto dei dati relativi ai due biotopi a substrato duro, uno naturale (organogeno) e l'altro artificiale (relitto mercantile), ha rilevato un maggiore diversificazione, sia a livello ecologico, sia nelle caratterizzazioni ecologiche, nei popolamenti presenti sul substrato artificiale.

Tab. 4.1 - Ripartizione del numero di specie di molluschi (vive e morte) tra i due substrati solidi.

N. specie raccolte viventi		N. specie raccolte non viventi	
substrato artificiale ⁽¹⁾	substrato naturale ⁽²⁾	substrato artificiale ⁽¹⁾	substrato naturale ⁽²⁾
41	19	21	78

⁽¹⁾ = resti del piroscrafo affondato

⁽²⁾ = formazione organogena detritica

Questi risultati sono stati interpretati come conseguenti ad una maggiore diversificazione in microambienti e nicchie ecologiche operata dalla morfologia delle strutture stesse del relitto e dell'interazione di questo con l'ambiente circostante.

4.2 Primi studi di localizzazione e caratterizzazione delle tegnùe delle coste veneziane

In questo studio, condotto nell'ambito di verifiche ambientale di fondali marini da destinare al prelievo di sabbie per opere di ripascimento costiero [Magistrato alle Acque, 1994-2004], sono state individuate delle aree caratterizzate dalla presenza di affioramenti rocciosi lungo le coste venete [Mizzan, 2000]. Le aree di cava per il prelievo di sabbia utilizzata per gli interventi di ripascimento a difesa dei litorali di Pellestrina, Cavallino e Jesolo sono state monitorare effettuando uno studio delle comunità bentoniche e del processo di ripresa biologica.

Tali biotopi, una volta identificati, per il loro particolare interesse dal punto di vista naturalistico, sono stati esclusi dall'area di cava definitiva, destinata alle operazioni di dragaggio e su di essi sono stati condotti dei rilevamenti e dei campionamenti.

All'interno dell'area oggetto dell'indagine, denominata "I" ed estesa per 7.150.000 m², sono state identificate complessivamente 3 zone caratterizzate dalla presenza di substrati solidi naturali, denominate α , β e γ . Solamente l'affioramento α , però, aveva dimensioni tali da permettere di effettuare la serie di campionamenti previsti (Fig. 4.1).

Per aumentare la rappresentatività dell'indagine, all'affioramento α è stata affiancata una struttura, vicina ma esterna all'area "I", di dimensioni maggiori e denominata "Trezza D'Ancona".

Su entrambi gli affioramenti il campionamento è avvenuto mediante prelievo manuale di tutto il materiale asportato, previa apposizione di un telaio metallico di 100 cm x 100 cm e rilevamento fotografico dell'area contenuta mediante la tecnica del fotomosaico.

Su ogni affioramento sono stati compiuti 5 prelievi, così denominati:

- replica A: in prossimità della zona più alta o più interna della struttura;
- replica B: in prossimità della zona più bassa o più periferica della struttura;
- replica C: in corrispondenza delle zone di accumulo di detrito lungo il margine esterno della struttura;

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

- replica D: su substrato mobile appena oltre il limite dell'affioramento;
- replica E: mediante raccolta diretta di un piccolo campione roccioso (volume di 4-6 litri).

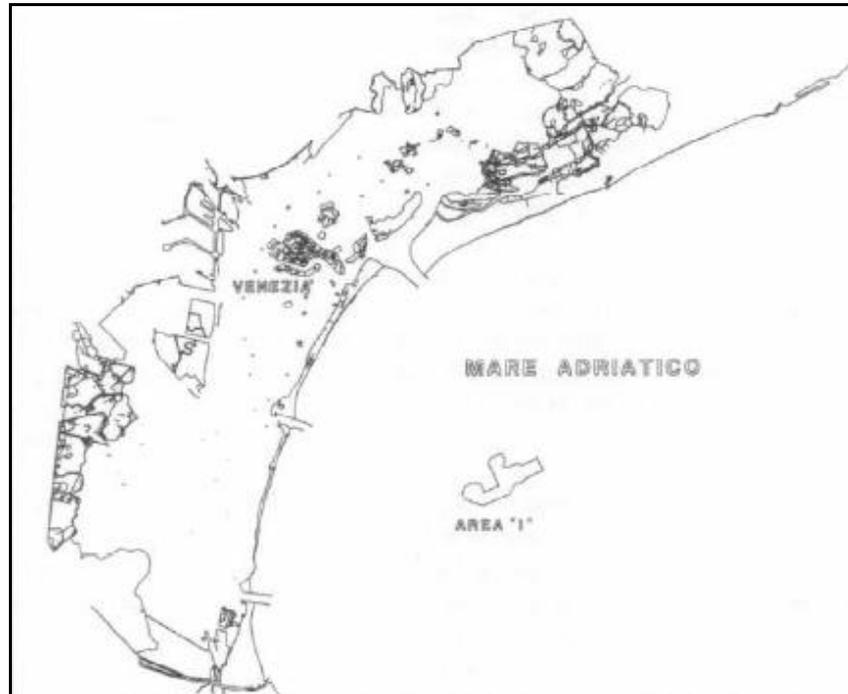


Fig. 4.1 - Localizzazione dell'area di studio denominata area "I" [Mizzan, 2000]

Si è proceduto, quindi, con la stesura di liste faunistiche che riportavano il nome, il peso e il numero degli individui di ogni taxa rilevato. In totale sono stati individuati 95 taxa, 71 determinati a livello di specie e 9 a livello di genere, come riportato in tabella 4.2.

Per quanto riguarda i risultati dello studio, i due biotopi campionati "Alfa" e "D'Ancona" hanno presentato una struttura simile, ma dimensioni e morfologia molto diverse. Il biotopo Alfa ha dimensioni molto limitate ed è costituito da lastre rocciose di natura clastica suborizzontali che si elevano dal fondale per pochi decimetri, mentre l'affioramento "D'Ancona" ha dimensioni maggiori ed è caratterizzato da un maggior gradiente verticale, ricchezza tipologica (organogeno e clastico) e morfologica.

I popolamenti sono risultati simili, almeno nella composizione biocenotica, come atteso in ambienti vicini, relativamente somiglianti e sottoposti a condizioni generali sovrapponibili. Sono emerse, tuttavia, sensibili differenze, in particolare nella distribuzione quantitativa delle diverse specie componenti le biocenosi. Tali differenze sembrerebbero essere determinate, almeno in parte, dalla presenza di fattori di disturbo ambientale, maggiormente sensibili nel biotopo denominato "Alfa", che date le piccole dimensioni e la minore altezza dal fondale potrebbero essere riconducibili principalmente all'influenza della sedimentazione e della risospensione di materiale dal fondo ad opera delle correnti e degli eventi meteomarinari. Al contrario, i popolamenti dei substrati mobili circostanti le aree rocciose studiate, seppur eterogenei, hanno presentato indici piuttosto simili nella ricchezza e nella composizione specifica, con una buona strutturazione dei popolamenti, pur rimanendo caratterizzati da una minor ricchezza specifica rispetto agli affioramenti rocciosi.

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

Tab. 4.2 - Elenco del numero di taxa rinvenuti in ciascun sito di campionamento, distribuiti nei relativi gruppi di appartenenza.

Gruppo	Numero taxa		
	ALFA	D'ANCONA	TOTALE (*)
Porifera	3	1	3
Cnidaria (Anthozoa)	1	1	1
Mollusca (Poliplacophora)	-	1	1
Mollusca (Gastropoda)	5	10	11
Mollusca (Bivalvia)	8	21	24
Annelida (Polychaeta)	18	14	25
Arthropoda (Crustacea)	11	13	18
Arthropoda (Echinodermata)	3	6	7
Tunicata	4	3	5
Sipunculida	2	2	2
Cephalocordata	1	1	1

(*) = il totale tiene conto della lista globale dei taxa rinvenuti, che possono essere pertanto comuni ai due affioramenti

4.2.1 Studi di caratterizzazione di affioramenti rocciosi del Nord Adriatico

In questo lavoro di Gabriele *et al.* [1999], risalente agli anni novanta, sono state caratterizzate, le comunità biotiche presenti su affioramenti rocciosi e su altri tipi di substrato duro di natura artificiale presenti in alto Adriatico (Fig. 4.2).

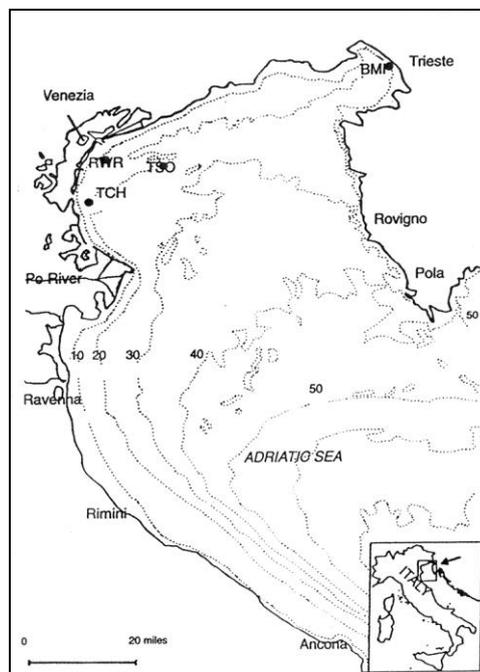


Fig. 4.2 - Localizzazione delle stazioni di campionamento [Gabriele *et al.*, 1999]

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

Nella tabella 3.3 vengono riportate informazioni inerenti la nomenclatura, la tipologia, la posizione e la frequenza di campionamento dei quattro siti di analisi.

Tab. 3.3 - Nomenclatura, tipologia, posizione e tempistica di campionamento dei quattro siti di analisi.

Nome	Posizione	Tipologia	Tempistica di campionamento
TCH	3,5 miglia al largo di Chioggia, a 21 m di profondità	formazione organogena	1994: luglio, agosto e ottobre
TSO	13 miglia al largo di Venezia, a 23 m di profondità (tegnua del sorse)	formazione organogena	1995: luglio e ottobre 1996: maggio e novembre
RWR	3,8 miglia al largo di Venezia, a 17 m di profondità	relitto navale	1994: giugno, settembre e novembre 1995: giugno e settembre
BMI	al confine del Parco Marino di Miramare, a 15 m di profondità	barriera artificiale in calcestruzzo	1995: marzo, giugno e ottobre 1996: gennaio e marzo

I campionamenti sono stati eseguiti prelevando gli organismi presenti in tre aree individuate casualmente e attraverso l'utilizzo di tre quadrati di 50 cm di lato. Sui taxa principali è stata determinata la biomassa in termini di peso secco senza ceneri. Gli Autori hanno ritenuto di non dover approfondire la componente algale costituita principalmente da piccoli esemplari di *Peyssonnelia squamaria*, *Rhodymenia* sp. e *Pseudolithophyllum* sp. a causa dell'elevato grado di torbidità delle acque.

Tab. 4.4 - Elenco del numero di taxa rinvenuti in ciascun sito di campionamento distribuiti nei relativi gruppi di appartenenza.

Gruppo	Numero taxa				
	TSO	TCH	RWR	BMI	TOTALE (*)
Porifera	10	4	4	5	16
Cnidaria (Anthozoa)	0	4	2	5	6
Cnidaria (Hydrozoa)	0	0	1	0	1
Mollusca (Gastropoda)	0	6	6	6	15
Mollusca (Bivalvia)	4	7	12	9	16
Annelida (Polychaeta)	2	6	4	11	13
Arthropoda (Crustacea)	4	4	3	6	8
Arthropoda (Echinodermata)	4	3	3	2	4
Bryozoa	0	0	1	1	1
Tunicata	12	9	11	15	30
Sipunculida	1	1	0	1	2

(*) = il totale tiene conto della lista globale dei taxa rinvenuti, che possono essere pertanto comuni ai quattro siti di campionamento

Complessivamente sono state identificate 116 specie, la maggior parte (ca. 70%) appartenenti al gruppo trofico dei sospensivori e riconducibili a tunicati (25,7%), molluschi bivalvi (14,7%) e poriferi (13,8%).

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

Basandosi sui dati di biomassa, si possono distinguere le comunità dei substrati naturali da quelle dei substrati artificiali. Tale distinzione non è dovuta tanto alla natura stessa del substrato, quanto all'interazione tra i seguenti fattori: l'inclinazione del substrato (pressoché orizzontale negli affioramenti rocciosi e verticale nei substrati artificiali), l'elevato grado di torbidità delle acque e il conseguente forte tasso di sedimentazione.

Gli affioramenti rocciosi vicini alla costa (TCH e TSO), con condizioni idrologiche simili a quelle presenti presso le stazioni con i substrati artificiali (RWR e BMI), presentano valori di biomassa inferiori. I tre fattori citati in precedenza, infatti, influiscono sulla percentuale delle relative specie, favorendo lo sviluppo di taxa fortemente dominanti. Non influiscono, invece, sul numero di specie presenti nella comunità, con la sola eccezione del gruppo dei Poriferi, il cui numero di specie diminuisce all'aumentare della torbidità delle acque.

Paradossalmente, quindi, per i substrati naturali, i più alti valori di biomassa sono presenti dove è minore il grado di particellato organico sospeso. La scarsa inclinazione del substrato, infatti, unita ad un elevato grado di sedimentazione, impedisce lo sviluppo degli stadi larvali di molte specie.

Dove l'inclinazione del substrato non permette un eccessivo tasso di sedimentazione, i valori di biomassa sono elevati, essendo compresi tra i 346-436 g di peso secco (senza ceneri) nelle stazioni caratterizzate da un elevato grado di torbidità delle acque (rispettivamente di RWR e BMI) e i 195 g di peso secco (senza ceneri) nella stazione più lontana dalla costa, TSO, dove sono minori i livelli di torbidità e sedimentazione. La stazione TCH, più vicina alla costa e con un maggiore livello di torbidità e di sedimentazione, presenta, quindi, il valore più basso di biomassa, pari a 75 g di peso secco (senza ceneri).

In sintesi, quindi, gli Autori concordano nell'affermare che il tasso di sedimentazione sembra essere il parametro ambientale più importante nel controllo della struttura delle comunità.

Alcuni anni dopo, i dati e le conclusioni derivanti da questo studio (Fig. 4.3) sono stati ripresi e integrati in uno studio che ha preso in considerazione un altro affioramento roccioso, denominato *Tegnua d'Ancona* [Molin *et al.*, 2003]. Lo scopo principale di questo lavoro è stato quello di valutare al meglio l'influenza della torbidità sulle comunità biologiche di questa tipologia di ambiente e di studiare alcuni aspetti del ciclo biologico di *Polycitor adriaticus* [Von Drasche, 1883], la specie di ascidia coloniale più importante per abbondanza e biomassa (vedi par. 6.1.1).

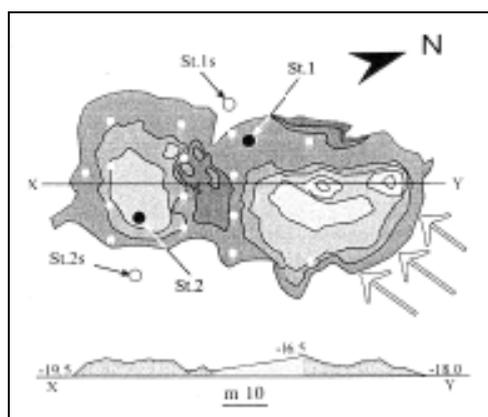


Fig. 4.3 - Localizzazione delle stazioni di campionamento; le frecce indicano la direzione della corrente principale [Molin *et al.*, 2003]

L'affioramento *Tegnua d'Ancona* (TD'A) si trova 3 miglia al largo della costa veneziana, ad una profondità di 19 metri. I siti di campionamento considerati sono stati quattro:

- St. 1S e St. 2S, per le analisi relative alla granulometria, effettuate nel febbraio del 1999;

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

- St. 1 e St. 2, per le analisi relative alla comunità biologica, effettuate periodicamente tra maggio 1998 e febbraio 1999.

In tutte le stazioni sono stati raccolti campioni di colonie di ascidiacei per lo studio del loro ciclo vitale; gli organismi presenti in aree differenti, scelte casualmente sugli affioramenti rocciosi (per un totale di circa 5 m²), sono stati raccolti per ottenere una visione qualitativa delle comunità bentonica.

In totale sono state identificate 65 specie; solo tre sono specie macroalgali segnalate, a causa secondo gli Autori dell'elevata torbidità dell'acqua, che ne ostacola lo sviluppo. Il gruppo tassonomico più rappresentato è risultato quello dei poriferi (21%), seguito da quello dei bivalvi (19%) e degli ascidiacei, policheti e crostacei (ciascuno con il 13%). La maggior parte degli ascidiacei appartiene alle forme coloniali (75%) (Tab. 4.5).

Tab. 4.5 - Distribuzione degli organismi tra i diversi gruppi sistematici e trofici e confronto dei dati riguardanti TD'A con quelli di altre quattro stazioni precedentemente studiate da Gabriele *et al.* [1999].

Stazioni	TSO*	TD'A	TCH*	RWR*	BMI*
Granulometria (sabbia%)	94	79**	66	28	8
Numero di specie animali	37	62	44	47	61
Porifera (%)	27	21	9	9	8
Ascidiacea forme coloniali (%)	32	13	20	23	25
Ascidiacea forme solitarie (%)	25	75	67	64	60
Bivalvia (%)	11	19	16	26	15
as (%)	76	55	55	64	52
cs (%)	5	31	30	25	30
ps (%)	14	11	14	11	11

(*) = Tratto da Gabriele *et al.* [1999] e/o dati non pubblicati degli stessi autori.

(**) = valore medio tra le stazioni 1S (74,1) e 2S (82,6)

as = sospensivori attivi; cs = carnivori o onnivori; ps = sospensivori passivi.

Come accennato precedentemente, nel loro articolo, Gabriele *et al.* [1999] ipotizzano che la struttura delle comunità bentoniche degli affioramenti rocciosi nel Nord Adriatico sia influenzata principalmente dal **tasso di sedimentazione**, che può essere ricavato dallo studio della granulometria del sedimento circostante.

Le osservazioni di Molin *et al.* [2003], inerenti la Tegnua d'Ancona, concordano con questa ipotesi. Nella tabella 4.5, dove le stazioni sono riportate in ordine percentuale decrescente di sabbia presente nel sedimento (indice di torbidità crescente), sono confrontati i dati ricavati dai due studi. Tra i principali gruppi tassonomici, il più sensibile all'aumento del tasso di sedimentazione è quello dei poriferi, che, in valore percentuale, nella stazione TCH è più che dimezzato rispetto alle altre stazioni. Anche il numero di specie di ascidiacei coloniali diminuisce lungo il gradiente granulometrico, al crescere del tasso di sedimentazione, ma aumenta quello delle specie solitarie.

Per quel che concerne i gruppi trofici, la comunità dell'affioramento TSO differisce nettamente dalle altre, poiché in quest'ultima si verifica una forte riduzione percentuale dei sospensivori attivi e un cospicuo aumento dei carnivori-onnivori. Questa differenza nella struttura della comunità indica il passaggio dalle acque relativamente limpide più lontane dalla costa a quelle costiere, caratterizzate, invece, da alti livelli di torbidità e tasso di sedimentazione.

I dati ottenuti da questi studi, quindi, avvalorano l'ipotesi che gli organismi delle tegnùe utilizzano la sostanza organica presente nella colonna d'acqua, catturando e condensando questa importante fonte di energia, per rimetterla poi a disposizione dell'ambiente circostante attraverso gli organismi macrofagi, o indirettamente attraverso la catena del detrito [Gabriele *et al.*, 1999].

4.3 Distribuzione dei popolamenti epibentonici sulle tegnùe al largo di Chioggia

Nell'agosto del 2003 è stato avviato uno studio delle specie sessili epibentoniche presenti sugli affioramenti rocciosi in una vasta area, sia all'interno, sia all'esterno della Zona di Tutela Biologica (ZTB) di Chioggia (Fig. 4.4) [Ponti *et al.*, 2005a, 2006].

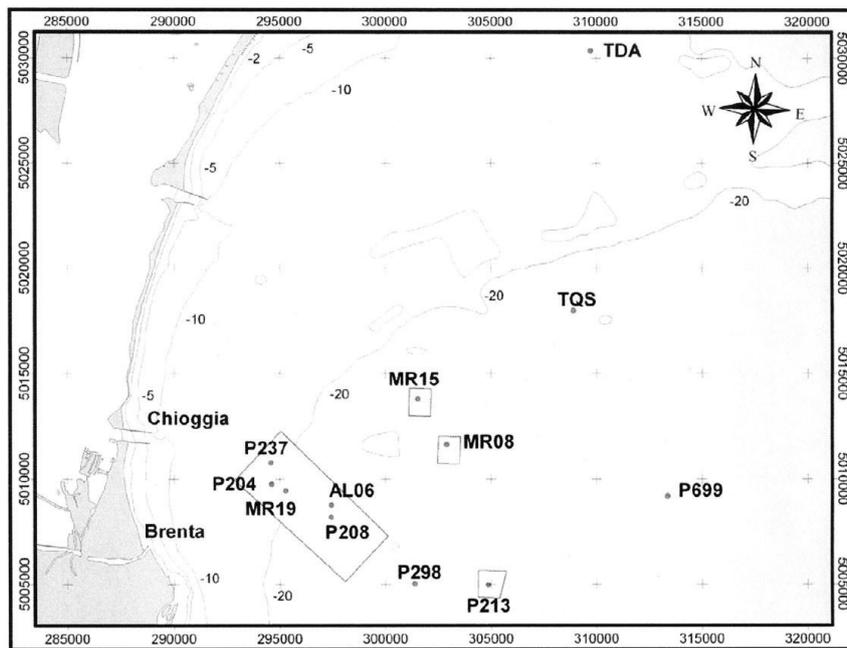


Fig. 4.4 – Localizzazione delle stazioni di campionamento [Ponti *et al.*, 2005]

Sono stati presi in considerazione 12 siti, distribuiti casualmente in un'area di 250 km² e distanti tra loro più di 500 metri (Fig. 4.4). La profondità è compresa tra i 19 e i 27 m e la distanza dalla costa varia dai 6 ai 24 km. Di questi siti, 8 sono localizzati all'interno della Zona di Tutela Biologica di Chioggia, dove gli affioramenti sono più estesi. Il ricoprimento degli organismi è stato valutato mediante foto (0,031 m²/foto, 10 foto/sito) e raccolta di campioni per il riconoscimento.

Nei campioni fotografici sono state identificate 45 specie che includono alghe corallinacee incrostanti, poriferi, cnidari, briozoi e ascidie. I popolamenti mostrano un'elevata eterogeneità spaziale, con differenze tra i siti riconducibili essenzialmente alla loro posizione geografica, alla distanza dalla costa, alla profondità e all'estensione degli affioramenti, **ma non alla loro elevazione dal fondale.**

Vengono riportati nella tabella 4.6 i principali taxa zoobentonici rinvenuti e i loro gruppi di appartenenza (poriferi, cnidari e tunicati).

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

Tab. 4.6 - Elenco delle principali specie zoobentoniche presenti nelle comunità delle Tegnùe [Ponti *et al.*, 2005].

Zoobenthos	
Gruppo	Specie
Porifera	<i>Dyctionella incisa</i> , <i>Crambe crambe</i> , <i>Geodiacydonium</i> , <i>Ircinia variabilis</i> , <i>Dysidea sp.</i> , <i>Chondrosia reniformis</i> , <i>Tedania anhelans</i> , <i>Ulosa digitata</i> , <i>Asinella damicormis</i> , <i>Asinella verrucosa</i> , <i>Aplysina sp.</i>
Cnidaria	<i>Cereus pedunculatus</i> , <i>Epizoanthus arenaceus</i> , <i>Cerianthus membranaceus</i> , <i>Cornularia cornucopiae</i> , <i>Parazoanthus axinellae</i>
Tunicata	<i>Polycitor adriaticus</i> , <i>Aplidium conicum</i> , <i>Aplidium tabarquensis</i> , <i>Aplidium densum</i> , <i>Cystodytes dellechiajei</i> , <i>Phallusia mamillata</i> , <i>Phallusia fumigata</i> , <i>Clavellina sabbadini</i>

In un altro studio condotto tra agosto 2002 e giugno 2003, Casellato *et al.* [2005] riportano dati chimico-fisici e quali-quantitativi dei popolamenti bentonici di due affioramenti rocciosi al largo di Chioggia (Fig. 4.5). Uno è situato a circa 8 miglia dalla costa e si presenta come una vasta distesa di affioramenti rocciosi di diverse dimensioni che si elevano per un'altezza massima di 2,5 m dal fondale posto a 22 m di profondità; un secondo è invece situato a circa 4,2 miglia dalla costa e si presenta come un reef che si eleva per più di 3 m dal fondale posto a 24 m di profondità.

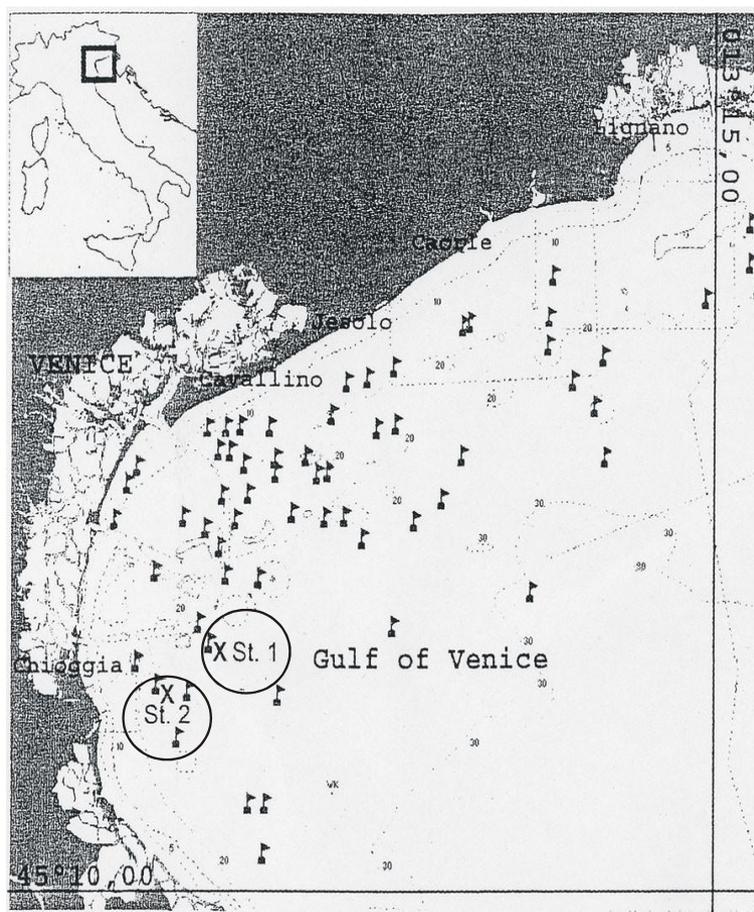


Fig. 4.5 - Distribuzione degli affioramenti rocciosi in Alto Adriatico e localizzazione delle stazioni di campionamento [Casellato *et al.*, 2005 modificato]

Gli Autori riportano dati di campionamenti eseguiti nell'agosto 2002, febbraio 2003 e maggio-giugno 2003, relativi alla granulometria, temperatura, salinità, contenuto in sostanza organica e per

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

la parte biologica della componente della fauna vagile e sessile. I campionamenti della fauna sono stati eseguiti in tre repliche casuali mediante l'utilizzo di un quadrato di 50 cm di lato.

Per la componente algale segnalano per i rilievi di agosto 2002 e giugno 2003 la presenza nel primo affioramento unicamente forme macroscopiche calcaree appartenenti alla famiglia delle *Corallinaceae*, tipiche di ambienti sciabili, mentre nel secondo affioramento solamente alghe rosse della famiglia delle *Ceramiales*. Nel febbraio del 2003 non rilevano la presenza di macrolaghe.

Per la parte faunistica riportano la presenza di 318 taxa, appartenenti ai gruppi dei policheti, briozoi, crostacei, chetognati, cnidari, echinodermi, molluschi, poriferi, tunicati e sipunculidi (Tab. 4.7). Se quelli appartenenti ai molluschi, ai crostacei e ai policheti risultano in entrambe le stazioni i taxa qualitativamente e quantitativamente più rappresentati, quelli riconducibili ai tunicati e agli cnidari hanno una distribuzione nettamente differente. Per quanto riguarda le categorie trofiche, le più rappresentate in entrambe le stazioni risultano essere quelle dei filtratori e dei sospensivori, molto meno presenti sono quelle degli erbivori e dei detritivori.

I risultati dell'indagine evidenziano come le due stazioni si diversifichino principalmente per la diversa distanza dalla costa e di conseguenza per le diverse condizioni di torbidità delle acque. Nonostante i popolamenti rinvenuti nelle due diverse stazioni siano qualitativamente e quantitativamente differenti, in entrambe un'elevata percentuale degli organismi raccolti appartiene alle categorie trofiche dei sospensivori e dei filtratori e dipende in maniera più o meno diretta dalla quantità di particolato presente nella colonna d'acqua.

Tab. 4.7 - Dati relativi al numero di taxa e alla densità di popolazione rinvenuti.

Taxa rinvenuti	Stazione 1	Stazione 2
Numero totale	196	236
In comune	110	
Esclusivi	82	126
Numero massimo	115 (inverno)	118 (estate) 119 (primavera)
Numero minimo	80 (estate)	107 (primavera)
<hr/>		
Densità di popolazione	Stazione 1	Stazione 2
valore massimo (ind./m ²)	1110 (inverno)	3153 (inverno)
valore minimo (ind./m ²)	454 (estate)	2090 (estate)

4.4 Gli studi dell'Osservatorio Alto Adriatico - ARPAV

Come accennato nel paragrafo 3.2.2, l'Osservatorio Alto Adriatico dell'ARPA Veneto ha avviato, nell'ambito del Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg IIIA/Phare CBC Italia - Slovenia (2000-2006), un progetto di ricerca volto a sviluppare un sistema informativo che permetterà una prima identificazione delle relazioni esistenti fra le dimensioni, tipologia e morfologia, altezza degli affioramenti, localizzazione, distanza dalla riva, influenza dei fattori costieri, disturbo antropico e altre forzanti e le caratteristiche dei popolamenti presenti, in un'area che si estende da Punta Tagliamento al Po di Goro e, verso est, al limite delle acque territoriali [Vazzoler *et al.*, 2004].

L'attività, attualmente in corso (Fig. 4.6), ha interessato 7 tegnuè relative alla costa veneta e previsto:

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

- l'esecuzione di campagne estensive di rilevamento mediante *Side Scan Sonar*;
- l'individuazione, sulla base dei risultati della campagna sonar, di aree candidate alle indagini strutturali e biologiche mediante prelievo di campioni;
- la documentazione generale mediante riprese a colori tramite ROV (veicolo a guida remota);
- la fase di campionamento di frazioni di struttura per effettuare analisi chimiche e mineralogiche finalizzate a chiarire l'origine, l'età ed i processi di genesi di queste strutture;
- la fase di campionamento della componente bentonica di substrati solidi operando su superficie delimitata e fotografata, con raccolta di nuclei cospicui di substrato per analisi della fauna incrostante, interstiziale, infauna e fitobenthos;
- la fase di campionamento del macrobenthos dei fondali mobili, attorno agli affioramenti prescelti, su reticoli concentrici a distanze crescenti;
- l'implementazione dei dati nel Sistema Informativo geografico (GIS);
- l'elaborazione dei dati e redazione di carte tematiche.

Più specificatamente, nell'ambito dell'attività che riguarda le coste del Veneto [ARPAV, 2005], il piano esecutivo ha previsto:

- l'esecuzione di due campagne di campionamento per la caratterizzazione degli affioramenti dal punto di vista biologico e litologico, in particolare per la caratterizzazione biologica: una campagna di substrato incoerente, caratterizzata dal prelievo di sedimento superficiale in aree prossime agli affioramenti rocciosi e una campagna di substrato duro, articolata nel prelievo di "grattate" e di "massi" negli stessi affioramenti;
- l'esecuzione di otto campagne di campionamento per la valutazione degli stock ittici.

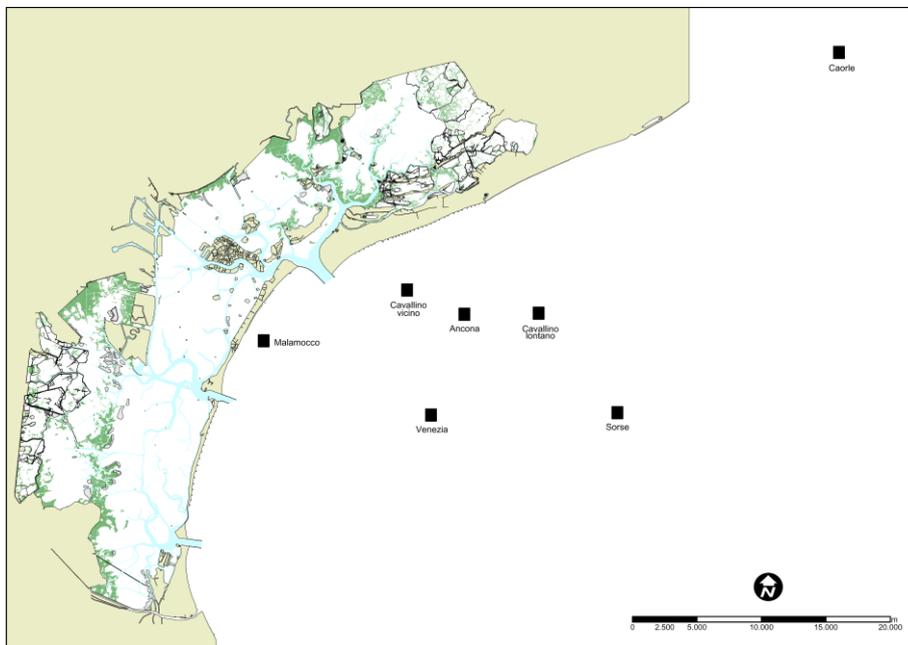


Fig. 4.6 - Aree di indagine interessate dalle campagne di campionamento [ARPAV, 2005]

Per il campionamento su substrato duro, condotto su 7 affioramenti rocciosi (Caorle, D'Ancona, Malamocco, Sorse, Venezia, Cavallino Vicino, Cavallino Lontano), sono stati individuati dei transetti lungo i quali sono state poste stazioni casuali di campionamento. In corrispondenza delle 48 stazioni complessive, oltre al prelievo con sorbona, sono stati campionati manualmente

frammenti di materiale roccioso (massi). Su tutti i 48 campioni, sono state eseguite analisi di laboratorio per la determinazione dei taxa componenti la comunità di endo ed epifauna bentonica. Inoltre, su 24 di questi 48 campioni sono state eseguite anche analisi chimico-mineralogiche per comprendere la natura del materiale roccioso campionato (analisi in spettrometria dei raggi x di fluorescenza (XRF) e analisi in diffrattometria a raggi X delle polveri (XRPD)).

Per valutare se gli affioramenti rocciosi influiscono sulle comunità bentoniche dei substrati incoerenti, sono stati eseguiti anche dei campionamenti in questa matrice, individuando in tutto 60 stazioni di campionamento, distribuite nelle 7 aree di indagine in relazione alle dimensioni delle relative tagnùe. Su tutti i campioni, raccolti mediante sorbona, sono state eseguite analisi di laboratorio per la determinazione dei taxa componenti la comunità macrozoobentonica campionata e su 48 dei 60 campioni è stata eseguita anche l'analisi granulometrica su un'aliquota del sedimento prelevato.

Le attività di campionamento dei substrati duri e dei substrati incoerenti sono state svolte nell'estate-autunno del 2005.

Lo studio dell'ARPAV ha voluto anche valutare gli effetti delle tagnùe sulle specie ittiche. A tale scopo, per la valutazione degli stock ittici, sono state eseguite otto campagne di pesca con reti da imbocco, che hanno avuto cadenza mensile a partire dal mese di gennaio 2005 e si sono concluse nel settembre 2005. Le attività di pesca sono state condotte su un'unica area, situata a circa 4,5 miglia nautiche al largo della costa di Cavallino Treporti. Su tutti i campioni pescati sono stati determinati i gruppi tassomici presenti, i parametri biometrici e il peso fresco.

Oltre a queste attività, che sono di stretto interesse per gli obiettivi di questo rapporto, l'indagine ARPAV nello stesso studio prevede anche:

- l'acquisizione ed ordinamento, classificazione logica dei dati ed archiviazione in database di primo livello;
- la creazione di un Sistema Informativo Tagnùe (SIT).

Nella prima attività è prevista l'acquisizione e l'ordinamento di dati bibliografici disponibili relativi alle tagnùe di interesse, l'acquisizione e l'ordinamento dei nuovi dati prodotti dallo studio, la classificazione logica di tutti i dati acquisiti e l'archiviazione dei dati nel database di primo livello. Nella seconda è previsto che tutte le informazioni sopradescritte, raccolte e organizzate in struttura gerarchica informatizzata, vadano a costituire la base dati del Sistema Informativo Tagnùe. Essenzialmente tutti i dati contenuti nel database di primo livello, che hanno evidenziato una rilevanza spaziale, sono stati integrati nel sistema informativo. Il Sistema Informativo Tagnùe (SIT), su base GIS, è stato inteso sia come uno strumento di archiviazione, organizzazione, elaborazione e restituzione cartografica dei dati georeferenziati raccolti nelle varie fasi, sia come un prodotto finale del progetto stesso, strumento di gestione, visualizzazione ed analisi delle informazioni spaziali e dei relativi attributi alfanumerici associati.

Nel complesso lo studio condotto da ARPAV è in fase terminale e l'emissione di documenti definitivi è prevista per i primi mesi del 2007.

4.5 Specifici studi di alcuni gruppi sistematici degli affioramenti rocciosi

Alcuni lavori condotti in questi ultimi anni sono stati incentrati sullo studio di specifici gruppi tassonomici caratteristici delle comunità presenti sugli affioramenti rocciosi dell'Alto Adriatico. Uno di questi studi ha preso in considerazione uno dei gruppi prevalenti, quello dei Poriferi [Villano, 1990].

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

L'affioramento roccioso oggetto dello studio è situato a circa 13 miglia ad est del porto di Venezia S. Nicolò. Sono state rinvenute in totale 29 specie di poriferi (Tab. 4.8), tutte appartenenti alla classe delle *Demosponge*.

Da un confronto con la lista di specie di Poriferi presenti in Alto Adriatico, ricavata dai pochi lavori esistenti e riferiti, però, alla costa jugoslava, emerge come in questa indagine sia stato rinvenuto il 19,5% delle specie note. Considerando che la raccolta ha riguardato solo una formazione rocciosa, ed è stata limitata ad un solo periodo dell'anno, l'Autrice ritiene ragionevole supporre che la fauna a poriferi degli affioramenti sia particolarmente ricca.

Tab. 4.8 - Elenco dei gruppi di poriferi rinvenuti e appartenenti alla classe delle *Demosponge* [Villano, 1990].

Ordine	Famiglia	Specie
Astrophorida	Geodidae	1
	Pachastrellidae	1
Hadromerida	Suberitidae	3
	Clionidae	4
	Tethyidae	2
	Chondrosiidae	1
Axinellidae	Raspaillidae	2
Halichondriidae	Halichondriidae	1
	Hymeniacidonidae	2
	Mycalidae	1
	Tedaniidae	1
	Clathridae	2
Haplosclerida	Adociidae	1
Dyctioceratida	Spongiidae	1
	Thorectidae	3
Dendroceratida	Dysideidae	1
	Aplysillidae	1
Verongidae	Verongiidae	1

In un altro lavoro condotto da Strada [1984] sono state prese in esame le specie di poriferi presenti su affioramenti rocciosi situati al largo di Chioggia, tra i 18 e i 30 metri di profondità (Tab. 4.9).

Tab. 4.9 - Elenco dei gruppi di poriferi rinvenuti.

Classe	Ordine	Famiglia	Specie
Calcispongiae	Enterocoela	Leuconiidae	1
Demospongiae	Tetractinellida	Geodiidae	1
		Stelletidae	1
	Hadromerida	Suberitidae	1
	Poecilosclerida	Mycalidae	1
		Tedaniidae	1
		Clathridae	1
		Euryponidae	1
Haplosclerida	Haploscleridi	2	
Keratosa	Spongiidae	6	

I campioni sono stati prelevati poco prima della grave crisi anossica che, a metà degli anni settanta, ha provocato la moria totale della fauna bentonica presente su tali formazioni rocciose [Stefanon e Boldrin, 1980] e pertanto rappresentano le uniche testimonianze della specie presenti prima di suddetta crisi.

4.6 Studi sul macrofitobenthos degli affioramenti rocciosi

A differenza del macrozoobenthos, per quanto riguarda il macrofitobenthos degli affioramenti rocciosi le informazioni sulla struttura della comunità sono scarse e poco dettagliate, perché valutate in modo spesso sommario limitandosi a citare solamente le specie più evidenti perché marcatamente macroscopiche [Gabriele *et al.*, 1999; Casellato *et al.*, 2005; Ponti *et al.*, 2005b). Sono pochissime, quindi, le informazioni relative alla tipologia e all'abbondanza delle macroalghe di queste strutture solide sommerse, soprattutto per quanto riguarda il litorale veneto.

Il solo lavoro che riporta in dettaglio le specie rilevate negli affioramenti rocciosi si riferisce, infatti, ai tratti di mare antistanti la Laguna di Grado e Marano [Curiel *et al.*, 2001]. In questo lavoro, nella primavera del 1999, sono stati eseguiti dei campionamenti in sette affioramenti rocciosi e in due substrati duri artificiali al largo della costa di Grado (Fig. 4.7; Tab. 4.10).

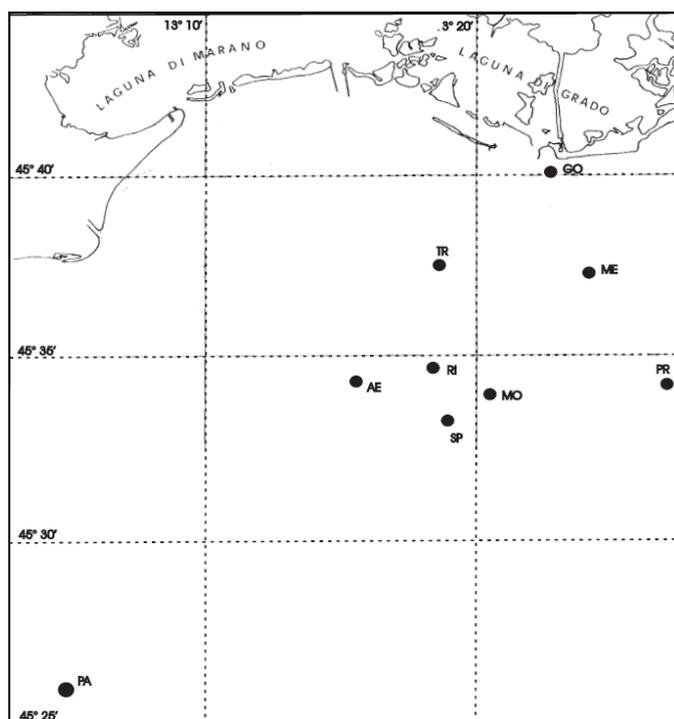


Fig. 4.7 – Localizzazione delle stazioni di campionamento [Curiel *et al.*, 2001]

In ogni stazione sono stati prelevati casualmente frammenti di roccia, per una superficie complessiva di 2500 cm² partendo da un quadrato di 50 x 50 cm. Per ogni campionamento sono state valutate ricchezza specifica, ricoprimento specifico e totale e l'indice di diversità di Shannon secondo la formula modificata da Boudouresque [1971]. È stato calcolato il rapporto R/P che è stato utilizzato in senso sinecologico per considerazioni ambientali [Cormaci *et al.*, 1985; Giaccone *et al.*, 1985].

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

Tab. 4.10 - Elenco dei nomi, delle sigle e delle profondità (m) dei 9 siti di campionamento.

Nome stazione	Sigla	Profondità (m)
Relitto aereo	AE	14
Trezza "Primero"	PR	10
Trezza "Spari"	SP	19
Trezza "Panetton"	PA	25
Trezza "Meneghel"	ME	14
Trezza "Ribon"	RI	21
Trezza "Prime della Trezza"	TR	13
Trezza "Moro"	MO	19
Rovine San Gottardo	GO	4

In totale sono stati censiti 83 taxa, 58 Rhodophyta (69,9%), 13 Phaeophyta (15,7%) e 12 Chlorophyta (14,4%). Il numero medio dei taxa (20,1), del ricoprimento totale (27,2%) e dell'indice di diversità (1,6) risultano bassi se confrontati con quelli rilevati in altri ambienti del Mediterraneo, mentre il rapporto R/P medio (5,9), che si è potuto calcolare solamente per 7 substrati su 9, è superiore a quello dei siti in equilibrio ambientale (Fig. 4.8).

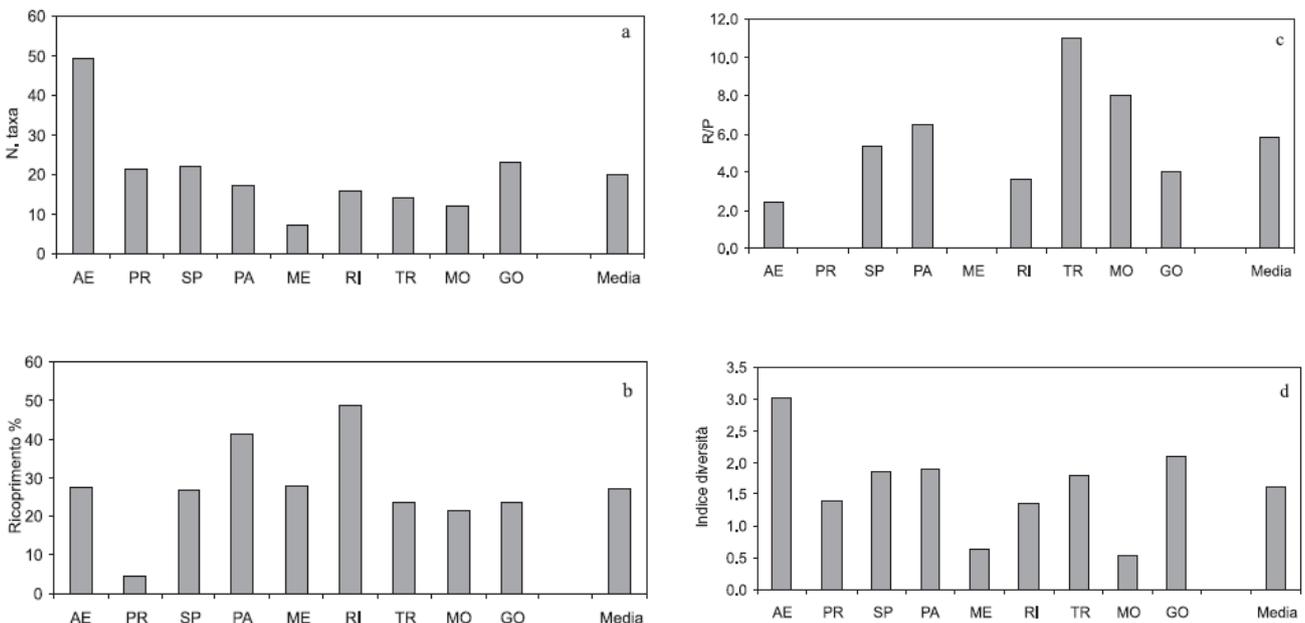


Fig. 4.8 - Parametri strutturali rilevati nei 9 substrati: a) numero di taxa, b) ricoprimento percentuale, c) rapporto R/P, d) indice di diversità di Shannon [Curiel *et al.*, 2001]

L'abbondanza di specie sciafile e il limitato numero di quelle collegate ad ambienti eutrofici, suggeriscono che in questi ambienti il principale fattore che regola l'insediamento delle alghe sia la carenza di luce causata dalla torbidità dell'acqua, che nel Nord Adriatico è particolarmente elevata a causa degli apporti terrigeni, del plancton e della risospensione dei sedimenti.

4.7 La fauna di fondo mobile nell'area delle tegnùe di Chioggia

Nell'estate del 2003 all'interno dell'area 1 della Zona di Tutela Biologica delle Tegnùe di Chioggia (Fig. 4.9), sono state individuate quattro stazioni per uno studio preliminare della fauna di fondo mobile, data la mancanza di bibliografia in merito [Boscolo *et al.*, 2005].

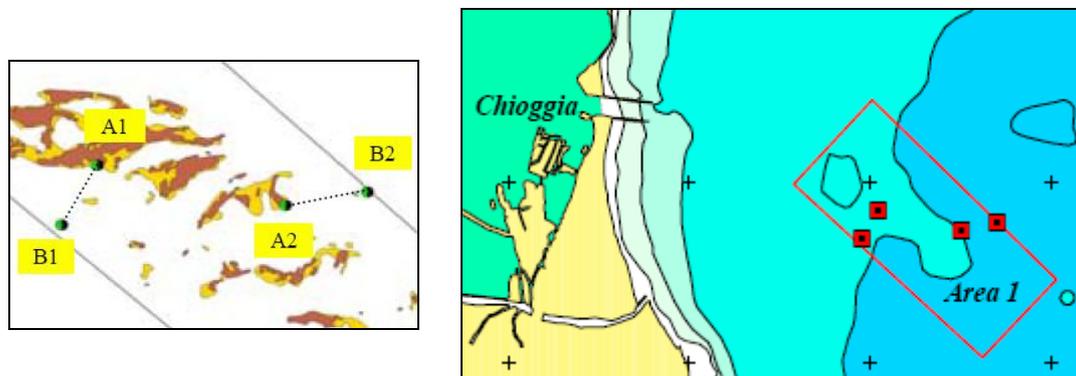


Fig. 4.9 - Localizzazione delle stazioni di campionamento [modificato da Boscolo *et al.*, 2005]

Sulla base di una specifica mappatura geomorfologia, le stazioni sono state posizionate entro 50 metri dalle formazioni rocciose (staz. A1 e A2) e ad una distanza di 1 km circa da esse (st. B1 e B2), in prossimità dei confini della stessa Area 1. In ogni stazione sono state eseguite quattro repliche con una benna di tipo Van Veen (0,05 m²).

In totale sono stati identificati 126 taxa e, complessivamente, il phylum più rappresentato è risultato quello degli anellidi, seguito da molluschi, artropodi, echinodermi, sipunculidi, cnidari, priapulidi e cordati. Considerando, invece, le abbondanze sono i molluschi il gruppo più importante, seguito da anellidi, echinodermi, artropodi e dagli altri phyla (Tab. 4.11).

Tab. 4.11 - Elenco del numero di specie rinvenuto e ripartito nei diversi gruppi di appartenenza.

Gruppo	Numero specie
Cnidari	1
Priapulidi	1
Molluschi	38
Anellidi	59
Artropodi	13
Echinodermi	9
Sipunculidi	4
Cordati	1

Nonostante sia presente un certo grado di eterogeneità tra le repliche, i dati raccolti hanno dimostrato come le stazioni più vicine agli affioramenti rocciosi (A1 e A2) siano più ricche di specie e che quelle più vicine alla costa (A1 e B1) presentino le abbondanze più elevate. Domina in tutte le stazioni *Corbula gibba* (Bivalvia), specie caratteristica della biocenosi di fondi mobili instabili e *Lumbrineris gracilis* (anellidi - policheti), specie caratteristica di substrati misti a regime sedimentario variabile con spiccate condizioni di arricchimento organico.

4.8 Le tegnùe e i popolamenti ittici

Come si è visto sino ad ora nei vari lavori sulle comunità bentoniche, la presenza di isole di substrati solidi su una distesa omogenea e monotona di fondali sabbiosi e fangosi determina, anche se localmente, zone ricche di microambienti che favoriscono un aumento della biodiversità specifica. L'esistenza di numerose cavità e di uno spettro trofico diversificato, inoltre, favorisce la presenza di adulti di numerose specie ittiche e lo sviluppo di forme giovani. Questa stretta correlazione tra le tegnùe e le specie ittiche è nota da tempo ai pescatori, ma dal punto di vista scientifico è stata presa in considerazione solo recentemente.

In questo rapporto la tematica tegnùe-specie ittiche non sarà affrontata in modo approfondito, poiché i popolamenti ittici delle tegnùe non rientrano tra le comunità di pregio ambientale che sono ritenute adeguate per valutare i possibili impatti dei cantieri alle bocche di porto. Per tale motivo riteniamo che per affrontare questa tematica possa essere esaustivo il lavoro di Maio et al. (2004), realizzato per conto della Provincia di Venezia. Si tratta di una ricerca nella quale è stata indagata la componente specifica della fauna ittica di interesse alieutica e che è stata condotta su 5 affioramenti rocciosi del settore costiero veneto, posti sia vicino alla costa (circa 1 miglio), sia al largo (dodici miglia). Il lavoro ha cercato inoltre di acquisire anche informazioni visive sulle specie di minore importanza alieutica, ma di elevato valore ambientale. Per la cattura sono state impiegate reti da imbrocco passive monofilamento con maglia di varie dimensioni (20 mm, 30 mm, 32 mm e 50 mm) e per una lunghezza in pesca da 70 m a 600 m per cala. Il pescato è stato quindi misurato e pesato e ne è stata determinata l'età prelevando le scaglie a circa il 25% degli esemplari catturati più abbondanti o rari; infine è stato valutato lo stato di maturazione in circa il 40% del pescato, calcolando l'indice gonado-somatico. Le osservazioni visuali del pesce non oggetto della pesca sono state fatte con due diverse tecniche (visual con subacquei e mini-video-camera) che però, in entrambi i casi, hanno dato un esito non soddisfacente.

L'indagine ha permesso di catturare 2.137 esemplari appartenenti a 21 specie ittiche, 19 delle quali appartenenti ai pesci ossei della classe Attinopterigi e 2 alla classe Condroitti (Tab. 4.12). La maggior parte della fauna ittica catturata appartiene a poche specie; lo sparo (81.6%), la mormora (11.1%) e altre meno frequenti come l'ombrina, il pagello, la boga, l'orata e la corvina. Branzino, molo e scorfano evidenziano una presenza contenuta, mentre tutte le altre sono da considerarsi occasionali (Fig. 4.10).

Tab. 4.12 – Numero di animali catturati per sito di campionamento.

Stazione di campionamento	Numero totale di individui catturati
Chioggia vicina	892
Chioggia lontana	191
Venezia a terra	172
Venezia vicina	643
Venezia lontana	239
TOTALE	2137

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

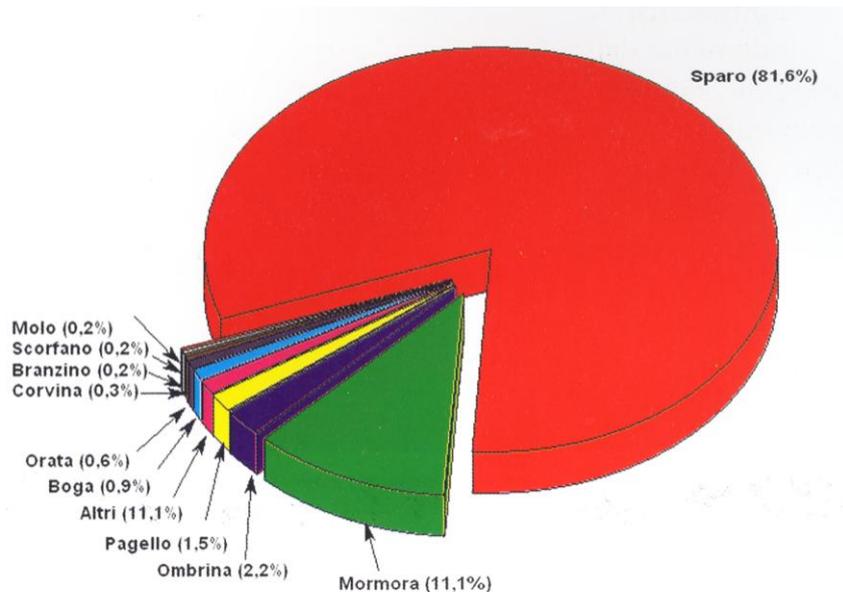


Fig. 4.10 – Rappresentazione percentuale del numero di individui catturati dalle varie specie ittiche

La pescosità più elevata si è avuta nei mesi invernali e all'inizio della primavera dato che, quelli estivi ed autunnali, hanno dato basse rese di pesca. Nel complesso va evidenziato come gli affioramenti più vicini alla costa sostengano un maggior numero di specie rispetto agli affioranti posti al largo.

In relazione alla maturità valutata con l'Indice gonado-somatico, al momento si è potuto comprendere solamente per sparo e mormora, che sono le due specie più rappresentative, come le tagnùe, non siano un sito riproduttivo, quanto piuttosto un sito di aggregazione invernale. La pesca in queste zone è redditizia solamente nei mesi invernali, quando è elevato il numero degli spari catturati ed il mercato denota una buona richiesta. L'impatto di questo tipo di pesca che usa ancora metodi tradizionali sulle tagnùe appare ancora limitato e ben diverso da quello esercitato da altre attrezzature di pesca quali, ad esempio, i "rapidi" [Franceschini *et al.*, 2003].

Le tagnùe risultano di fondamentale importanza soprattutto per alcune specie ittiche di scarso movimento o criptiche, che necessitano di nascondigli e tane come, ad esempio, il grongo (*Conger conger*), oppure per le specie che utilizzano le tagnùe come zona di nursery.

Gli Autori di questo studio, nonostante la complessità che queste indagini richiedono, poiché operano su organismi non fissi e caratterizzati da una variabilità spaziale e temporale, concludono affermando che le tagnùe restano comunque delle zone rifugio di elevato valore per svernamento e concentrazione e probabilmente con funzioni trofiche e di protezione.

5 LO STUDIO B.6.78 - I/II

5.1 Scopi ed obiettivi dello Studio B.6.78 - I/II

Lo Studio B.6.78 - I/II avviato dal Magistrato alle Acque attraverso il suo concessionario Consorzio Venezia Nuova [Magistrato alle Acque, 2003, 2004, 2005; 2006], ha previsto la caratterizzazione, sulla base di misure sperimentali, degli ecosistemi di pregio esistenti, sia in mare che in Laguna, nelle aree interessate direttamente o indirettamente dalla realizzazione delle previste opere alle bocche. Si è trattato di un programma di monitoraggio che ha rappresentato la prima fase di una più ampia indagine che dovrà coprire l'intero periodo di realizzazione delle opere e che ha avuto quindi lo scopo di acquisire i valori dello stato di qualità *ante operam*. Tra gli ecosistemi di pregio da monitorare nelle bocche di porto, oltre alle fanerogame marine e alle comunità macrozoobentoniche di substrato incoerente, sono state incluse anche le comunità fito-zoobentoniche degli affioramenti rocciosi. Le tegnùe rientrano nel piano di monitoraggio di controllo, poiché elaborazioni con modello idrodinamico-dispersivo (che considerano l'involuppo di tutte le possibili condizioni di vento e le diverse granulometrie del materiale rilasciato, in modo da definire scenari cautelativi per le aree di pregio) hanno evidenziato come esse si trovino in aree potenzialmente interessate dalla dispersione dei sedimenti generati dalle attività dei cantieri (Fig.5.1).

L'individuazione e la caratterizzazione degli affioramenti rocciosi, distribuiti su una superficie complessiva di 55 km², pur essendo state eseguite formalmente in due fasi distinte dello stesso studio (B.6.78/I e B.6.78/II), sono state condotte in maniera unitaria, al fine di fornire una omogenea valutazione complessiva, che potesse essere di riferimento per il monitoraggio degli eventuali impatti dei cantieri alle bocche.

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

Individuati gli affioramenti di maggior interesse, una seconda fase di rilievo più dettagliata ha permesso di selezionare i siti e la precisa localizzazione di transetti lungo i quali eseguire il campionamento degli organismi fito-zoobentonici per la caratterizzazione delle comunità biologiche.

Complessivamente per lo studio delle comunità bentoniche sono stati selezionati 21 affioramenti rocciosi (Fig. 5.2):

- 6 di controllo e 8 in prossimità delle bocche di porto (Studio B.6.78/I);
- 7 in prossimità delle bocche di porto (Studio B.6.78/II).

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

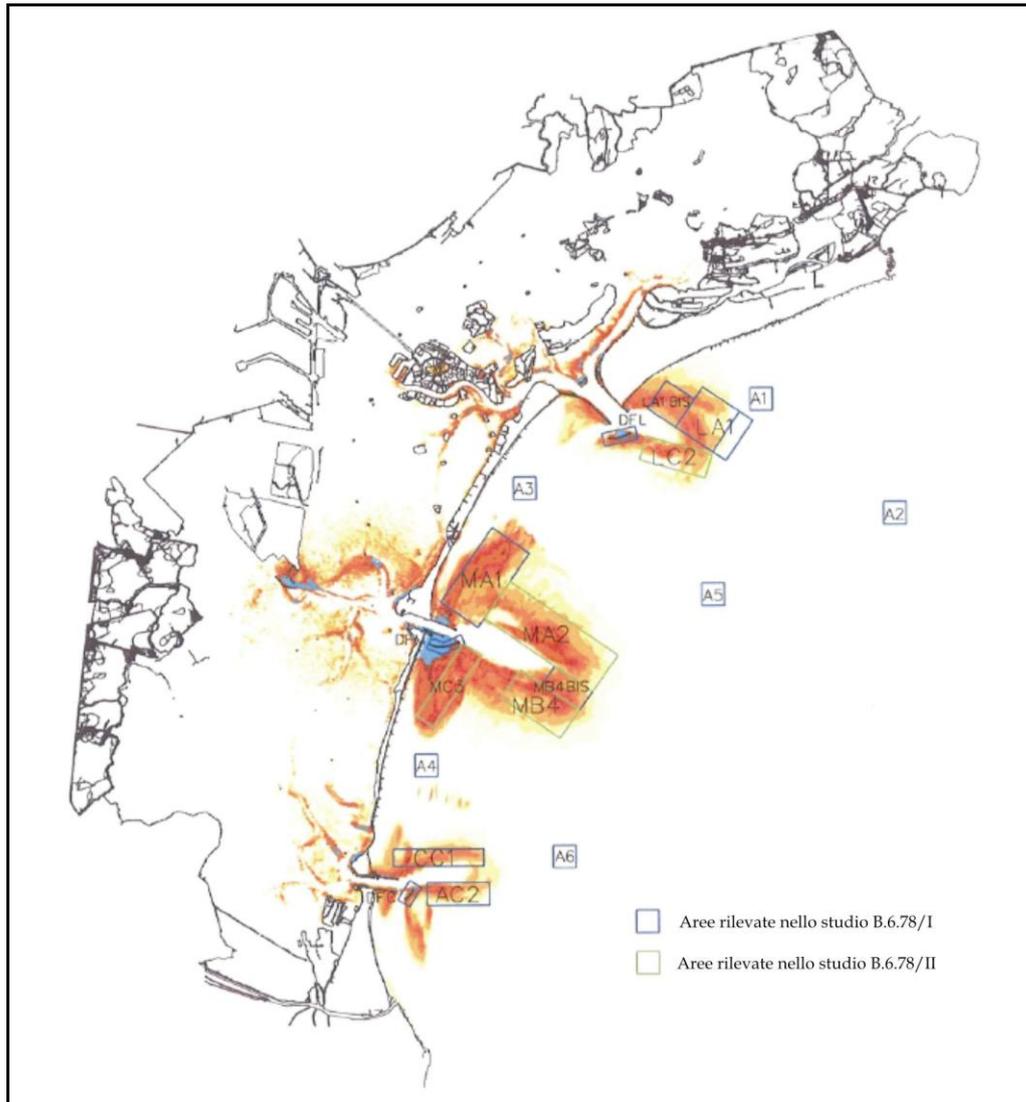


Fig. 5.1 - Modello idrodinamico dispersivo con le aree interessate dai rilievi dello Studio B.6.78 I/II

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



Fig. 5.2 Area di indagine dello Studio B.6.78 I/II [da Magistrato alle Acque, 2006]. Nelle aree cerchiata in nero sono state fatte indagini di dettaglio (side scan sonar, R.O.V., ecc.), mentre in quelle cerchiata in rosso sono stati eseguiti i campionamenti delle comunità foto-zoobentoniche

Lo scopo di questo Studio è stato essenzialmente quello di fare una fotografia delle tegnùe e delle loro comunità prima dell'avvio delle opere alle bocche di porto. I successivi monitoraggi potranno quindi confrontare i dati ottenuti e le relative osservazioni con quelli inerenti ad una situazione di riferimento; le eventuali variazioni riguardanti le comunità bentoniche dovranno poi essere analizzate considerando le pressioni riconducibili sia alle attività di cantiere, sia ai fattori naturali

quali, ad esempio, la variabilità naturale intrinseca delle comunità biologiche o la variabilità stagionale e interannuale [Piazzi *et al.*, 2004]. Il SIA ha individuato proprio in questa fase operativa, stimata nella durata di 8 anni, il periodo in cui potrebbero avvenire le principali modifiche alle componenti ambientali e riconducibili ad impatti diretti o indiretti.

Per parametri “diretti” si intendono quei parametri per i quali esiste una relazione chiara di causa-effetto tra disturbo generato dalle attività di cantiere e impatto prodotto. Per parametri “indiretti” si intendono invece quelli, che, seppur di notevole interesse ambientale, non si prestano a dirette relazioni causa-effetto, perché possono manifestare situazioni di stress in tempi successivi alle attività di cantiere o per cause diverse dai cantieri. Lo Studio B.6.78 ha considerato gli Ecosistemi di pregio come parametri indiretti da monitorare, su cui valutare i possibili impatti provocati dalle opere in corso alle bocche di porto.

Le ragioni di questo Studio sono riconducibili al fatto che l'aumento di torbidità dell'acqua e l'eventuale sedimentazione generata dalle opere alle bocche potrebbe incidere sugli organismi bentonici, riducendo la luce nel caso delle macroalghe o, per quanto riguarda lo zoobenthos, ricoprendolo e ostacolandone la filtrazione, la crescita, il reclutamento e il normale svolgimento dei processi metabolici.

Lo Studio B.6.78, sia perché condotto su un esteso numero di affioramenti rocciosi, sia perché realizzato in un periodo di *ante operam*, potrà essere utile per comprendere nel tempo quanto e se le comunità bentoniche differiscano rispetto ad una condizione di riferimento riconducibile ad una fase in cui le attività di cantiere non avevano avuto ancor modo di generare modifiche.

5.2 Modalità esecutive dello Studio B.6.78 I/II

La **prima fase** dello studio ha previsto la caratterizzazione degli affioramenti rocciosi all'interno della superficie potenzialmente interessata nello scenario più cautelativo della dispersione dei sedimenti dalle aree di cantiere. Questa prima fase è stata condotta eseguendo rilievi acustici, mediante *side scan sonar*, nell'area di mare potenzialmente impattabile dalle opere alle bocche. I materiali prodotti in questa fase sono stati esaminati ed elaborati e le immagini digitali degli affioramenti sono state esaminate considerando dimensione, tipologia e caratteristiche generali.

Negli affioramenti considerati di maggiore interesse è stata successivamente avviata una **seconda fase**, caratterizzata da un maggior livello di dettaglio (*side scan sonar, multibeam*) e con rotte studiate per centrare il singolo affioramento e renderne ottimale la restituzione grafica, eseguendo anche rilievi batimetrici di dettaglio e rilievi video e fotografici (Fig. 5.3-5.5). I rilievi di dettaglio con *side scan sonar* sono stati eseguiti con un passo laterale di 50 m e su ogni sito sono state inoltre effettuate batimetrie di dettaglio, georeferenziazioni di precisione per rendere la restituzione tridimensionale, rilievi video e fotografici al fine di disporre di una verifica visiva dei biotopi e di una preliminare caratterizzazione biologica [Magistrato alle Acque, 2006].

Con questa metodica di lavoro si è potuto fornire una prima caratterizzazione dei siti dal punto di vista sia morfologico (forma, elevazione, estensione), sia biologico, disponendo delle prime caratteristiche delle comunità esistenti (specie numericamente e quantitativamente più abbondanti, presenza di specie indicatrici o caratteristiche di particolari biocenosi o habitat ecc.).

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

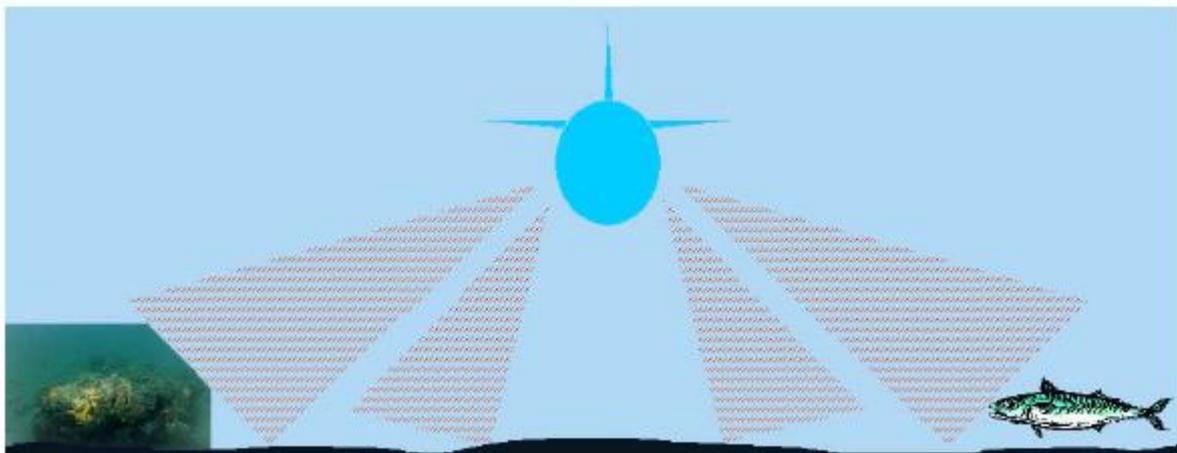
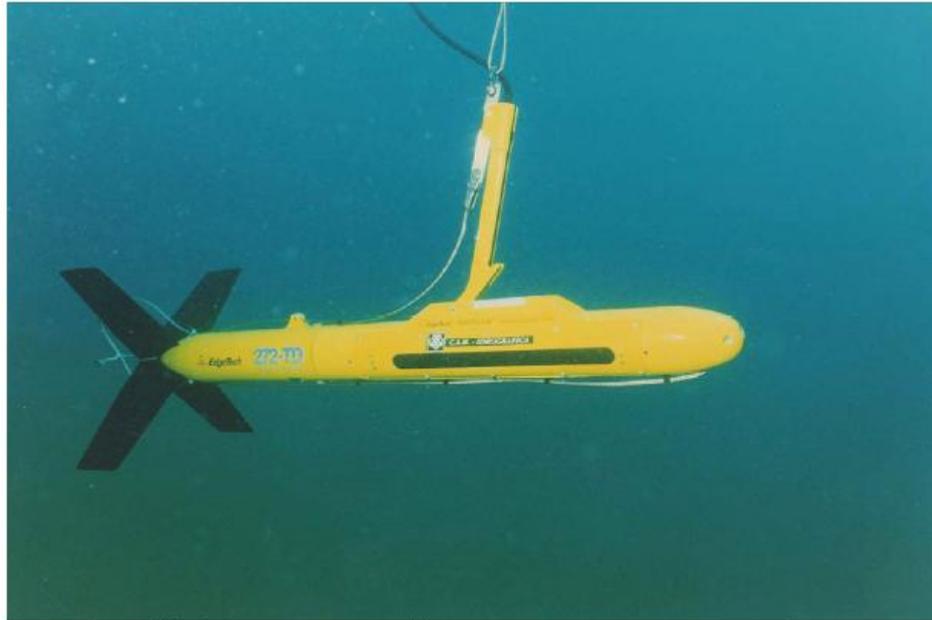


Fig. 5.3 - In alto il tow fish del side scan sonar e in basso lo schema di funzionamento [Magistrato alle Acque, 2006]

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

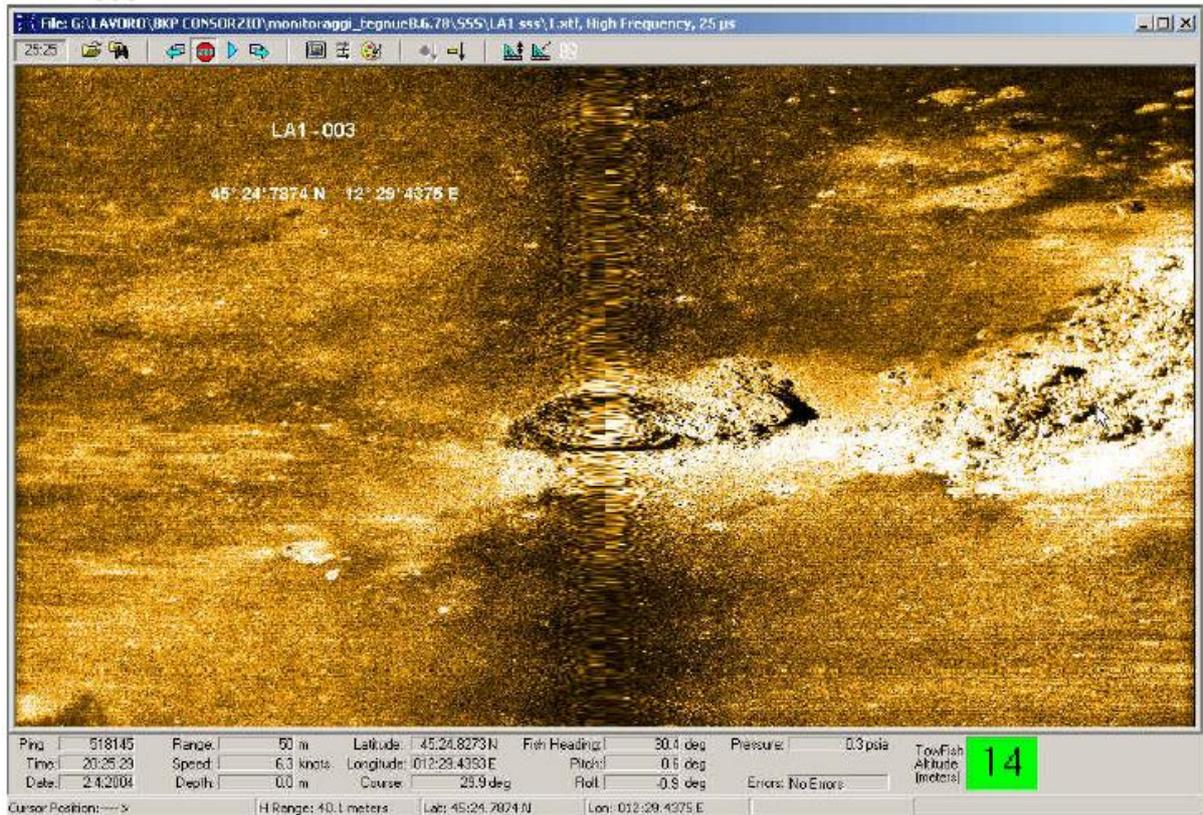


Fig. 5.4 - Esempio di una immagine side scan sonar di dettaglio (LA1 003 passo 50 m) [Magistrato alle Acque, 2006].

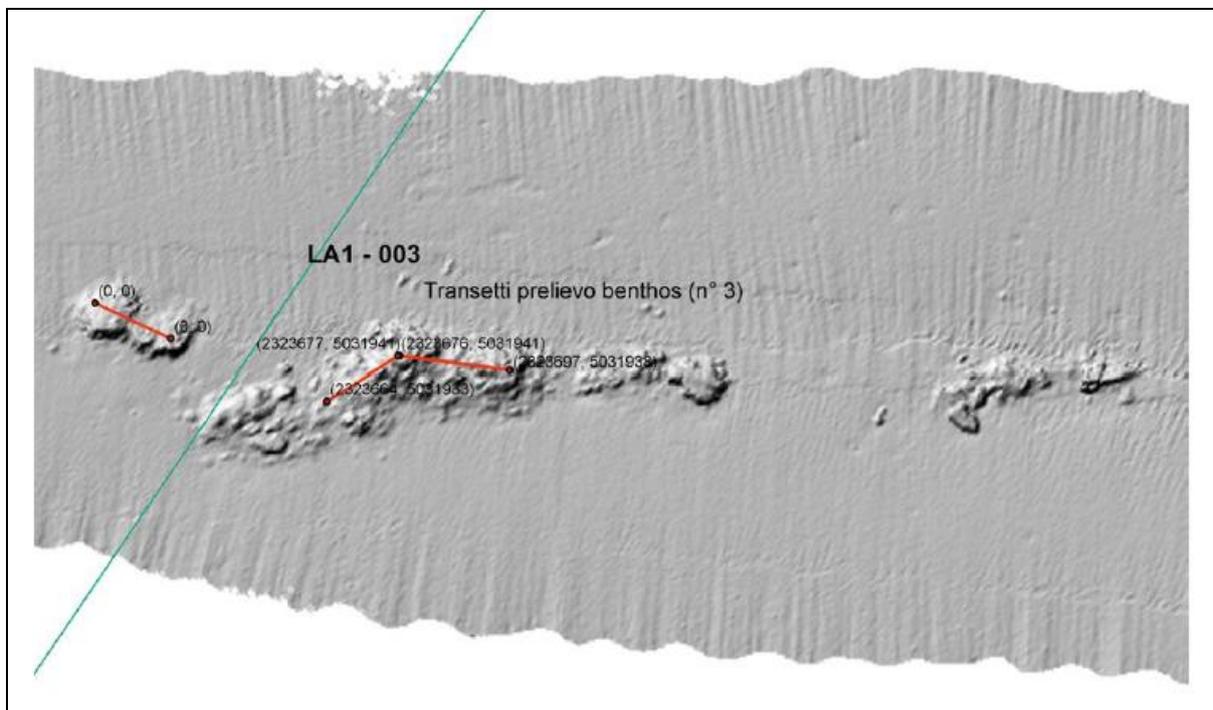


Fig. 5.5 - Esempio di una immagine shaded relief dell'affioramento LA1 003 [Magistrato alle Acque, 2006]

Lo scopo di questa seconda fase è stato quello di selezionare i siti e la precisa localizzazione dei transetti per eseguire il campionamento del macrobenthos.

La **terza fase** operativa dello studio è consistita nel campionamento degli organismi macroalgali e zoobentonici presenti sugli affioramenti rocciosi precedentemente identificati. Per fare questo è stata messa a punto una metodica di campionamento che ha previsto, da parte di operatori subacquei, l'asportazione di tutti gli organismi da una superficie di 50 x 50 cm, mediante raschiamento ed aspirazione con sorbona dotata di sacco a rete di 1mm di luce. In ciascun affioramento sono state prelevati 3 campioni (repliche) per un totale complessivo di 63 campioni.

Questo schema di campionamento rientra nelle cosiddette indagini BACI (Before/After - Control-Impact) e tiene conto delle ben note ampie fluttuazioni cui sono soggette le comunità bentoniche alto-adriatiche [Ambrogi *et al.*, 1994]. Lo scopo di questa metodica è quella di minimizzare gli effetti legati alle variazioni naturali nei processi ecologici al fine di evidenziare prevalentemente quelli antropici. Si è infatti tenuto conto di come le tegnùe, per le loro caratteristiche morfologiche, strutturali ed edafiche, presentino diversi microambienti. La grande variabilità delle forme e delle condizioni abiotiche, localmente determinata dalla elevata ricchezza di microambienti, dalla irregolarità delle strutture, da luogo a variazioni biologiche anche su scale spaziali estremamente ridotte [Magistrato alle Acque, 2006].

In tale studio non si è pertanto cercata una strategia di campionamento che fornisse un quadro completo ed esaustivo delle comunità esistenti nei molteplici microambienti presenti. D'altro canto gli stessi autori ricordano che si tratta di una fotografia dello stato delle comunità bentoniche che, oltre ad essere soggette ad un'elevata variabilità spaziale, risentono anche di fluttuazioni stagionali ed annuali. Per avere dati coerenti e rappresentativi è stato quindi campionato il livello di stratificazione verticale più alto, che i rilievi fotografici e video indicavano essere quello maggiormente strutturato.

5.3 Principali evidenze dello Studio B.6.78

Nei 21 affioramenti presi in esame sono stati determinati 251 organismi zoobentonici non coloniali, 51 organismi coloniali e 98 macroalghe, per la gran parte a livello di specie e genere e, nei casi più problematici, a livello tassonomico superiore. Nelle tabelle 5.1-5.3 è riportato, per i principali gruppi sistematici, il numero di taxa rilevato dalle analisi di laboratorio, eseguite da SELC nell'ambito dello Studio B.6.78 I/II.

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

Tab. 5.1 – Numero dei taxa non coloniali identificati e relativi gruppi sistematici di appartenenza.

Zoobenthos (non coloniale)	n. taxa
Anthozoa	1
Bryozoa	1
Crustacea Amphipoda	7
Crustacea Anisopoda	2
Crustacea Cirripeda	3
Crustacea Copepoda	1
Crustacea Cumacea	2
Crustacea Decapoda	40
Crustacea Isopoda	8
Crustacea Malacostraca	1
Crustacea Mysidiacea	1
Crustacea Tanaidacea	1
Echinodermata	9
Mollusca Bivalvia	56
Mollusca Cephalopoda	2
Mollusca Gastropoda	36
Mollusca Poliplacophora	1
Mollusca Scaphopoda	1
Nemertea	1
Ostracoda	1
Platelminta	1
Polychaeta	51
Porifera	5
Sipuncula	6
Tunicata	13

Tab. 5.2 – Numero dei taxa coloniali identificati e relativi gruppi sistematici di appartenenza.

Zoobenthos (coloniale)	n. taxa
Anthozoa	3
Bryozoa	15
Hydrozoa	8
Porifera	20
Tunicata	5

Tab. 5.3 – Numero dei taxa identificati nei tre gruppi sistematici macroalgali.

Fitobenthos	n. taxa
Rhodophyceae	62
Phaeophyceae	18
Chlorophyceae	18

I risultati delle analisi di laboratorio relative ai valori di abbondanza (n. esemplari) e di biomassa (peso umido) hanno permesso una serie di valutazioni che, unitamente ai dati forniti dalle campagne idrografiche, hanno permesso la caratterizzazione biologica dei siti.

Innanzitutto è stato verificato il grado di omogeneità di questi affioramenti per capire se le comunità dei singoli affioranti siano simili o diverse tra loro. Per fare questo sono state utilizzate le metodiche di analisi multivariate che permettono di effettuare confronti utilizzando, non solo l'elenco delle specie presenti, ma anche le loro abbondanze relative.

Con la cluster analysis (Fig. 5.6) è stato valutato il grado di diversità dei campioni nelle varie tegnùe, per verificare l'uniformità della distribuzione delle comunità nei fondali in esame. L'analisi indica che, nella maggioranza dei casi, i tre campioni (repliche) di ogni singolo affioramento si pongono in contiguità, indicando una maggiore somiglianza tra loro rispetto a quelli di altri affioramenti.

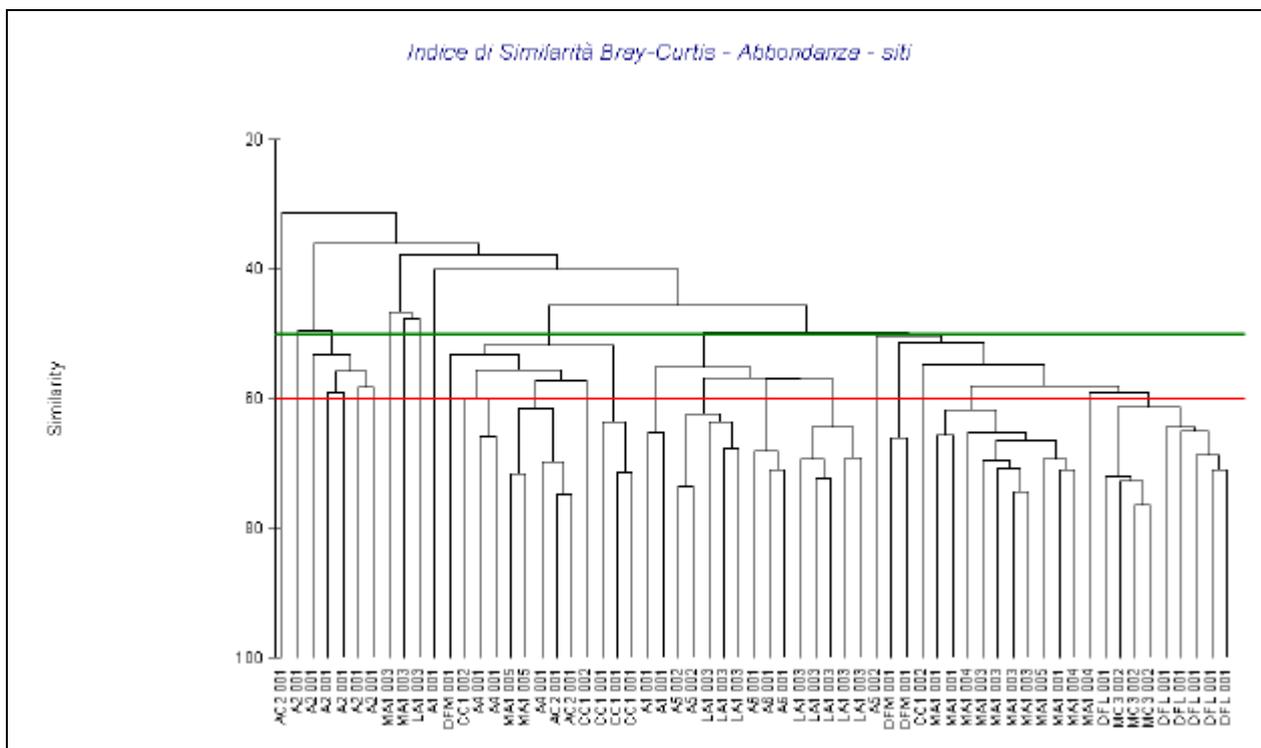


Fig. 5.6 - Cluster analysis dei valori di abbondanza delle varie repliche (campioni) [Magistrato alle Acque, 2006]

Un successivo test (ANOSIM) ha confermato anche statisticamente quanto si nota graficamente nella cluster analysis, riguardo alla presenza di un certo grado diversità fra i diversi affioramenti rocciosi, poiché essi si assomigliano fra loro meno di quanto si assomiglino tra loro le tre repliche di ciascun campione.

Sempre con l'impiego dell'analisi mutidimensionale (Cluster Analysis e Multi Dimensional Scaling - MDS) si è potuto suddividere i 21 affioranti rocciosi in 4 raggruppamenti, sulla base della similarità delle comunità bentoniche (Fig. 5.7). L'area rossa, la più lontana dalla costa, rimane la più isolata (Affioramento A2), l'area arancio comprende gli affioramenti intermedi tra il largo e la costa, il raggruppamento verde comprende due diverse aree poste in prossimità delle bocche di porto di Malamocco e Lido, mentre il raggruppamento blu isola due aree costiere prospicienti la bocca di porto di Chioggia e il Lido di Venezia. Il relativo test ANOSIM conferma che tale suddivisione degli affioramenti risultata statisticamente significativa.

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

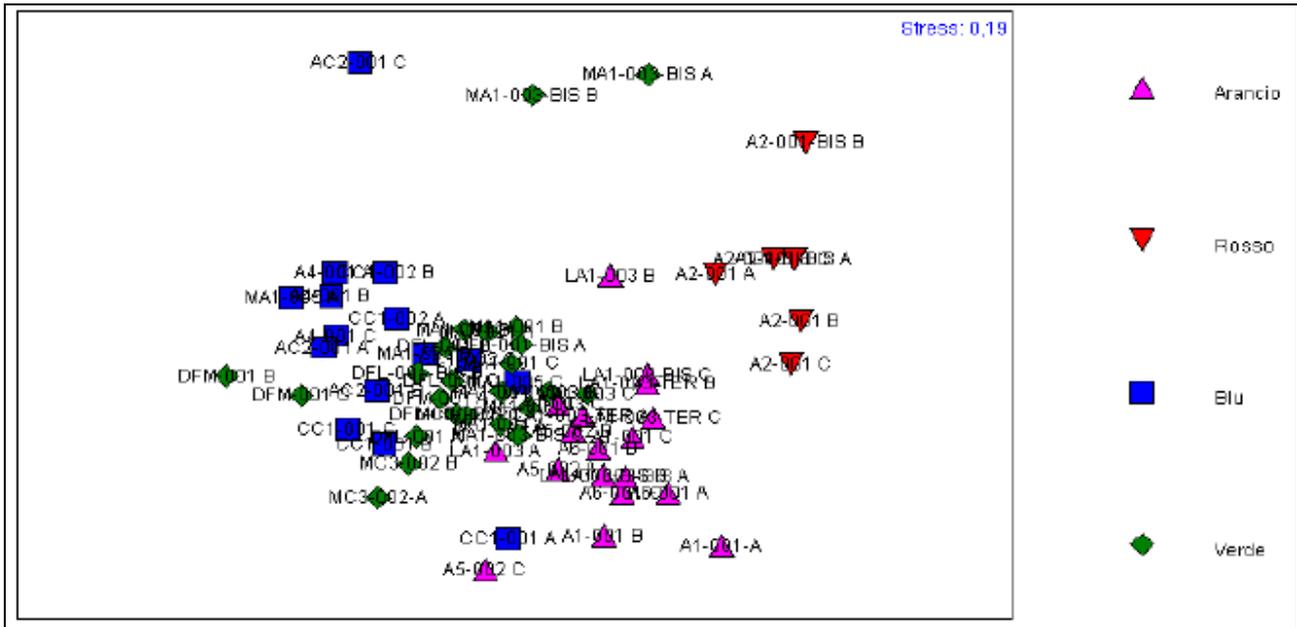


Fig. 5.7 – Multi Dimensional Scaling – MDS dei 4 raggruppamenti derivati dalla cluster analysis sui valori di abbondanza [Magistrato alle Acque, 2006]

Se l'analisi multivariata ha permesso di suddividere gli affioranti rocciosi sulla base della diversa struttura e composizione delle comunità bentoniche, l'impiego di indici Univariati (Ricchezza Specifica, Indice di Equitabilità e Indice di Shannon), permette una più approfondita caratterizzazione delle comunità bentoniche dei quattro raggruppamenti rilevati.

L'indice di Shannon (H') evidenzia innanzitutto come vi sia una elevata eterogeneità nei valori, dato che variano da massimi prossimi a 5, a minimi di poco superiori ad 1. Appare interessante pure il fatto che le deviazioni standard più elevate si hanno dove H' è minore, mentre le più basse dove H' ha valori più elevati (Fig. 5.8)

Di notevole interesse è anche l'analisi dell'indice di Diversità all'interno dei quattro raggruppamenti. I valori si dispongono, infatti, secondo un gradiente con i massimi in corrispondenza del raggruppamento rosso (affioramento al largo) e valori via via decrescenti sino ai minimi del raggruppamento blu, posto a ridosso della costa (Fig. 5.9). La suddivisione degli affioramenti in 4 raggruppamenti trova quindi conferma anche nell'analisi della struttura interna delle comunità bentoniche, dato che, a tali raggruppamenti, corrispondono differenti gradi di Diversità Specifica.

La sovrapposizione degli indici Univariati (Shannon, Pielou, Margalef) all'analisi MDS con l'impiego delle "bubble", conferma questa relazione tra diversità e distanza dalla costa, essendo i valori disposti lungo un gradiente progressivo, agli opposti del quale si situano, da una parte con i valori maggiori il raggruppamento rosso (tegnua posta al largo), e dall'altro, il raggruppamento blu, con le tegnue prossime alla costa e contrassegnate dai valori più bassi di diversità. Nel mezzo del grafico si pongono i raggruppamenti verde e arancio per valori di diversità intermedi tra i due raggruppamenti citati (Fig. 5.10).

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

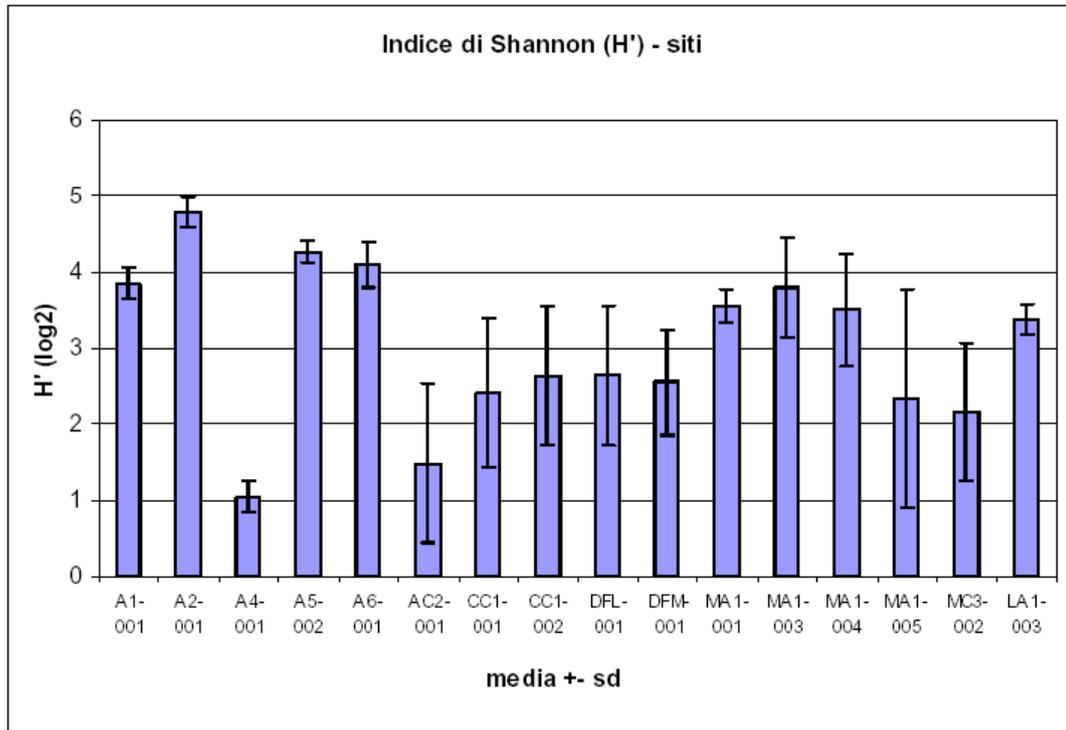


Fig. 5.8 – Valori dell'Indice di Diversità di Shannon nei 21 affioramenti rocciosi esaminati [Magistrato alle Acque, 2006]

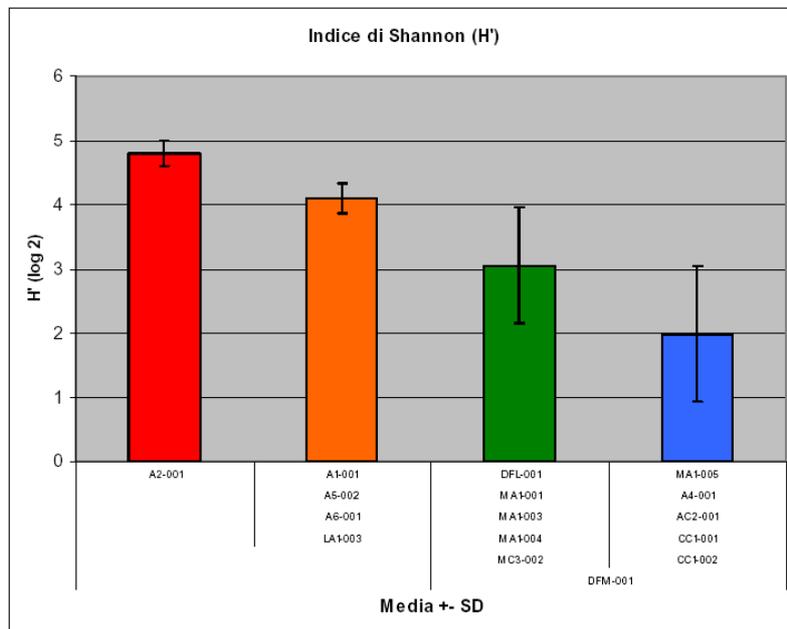
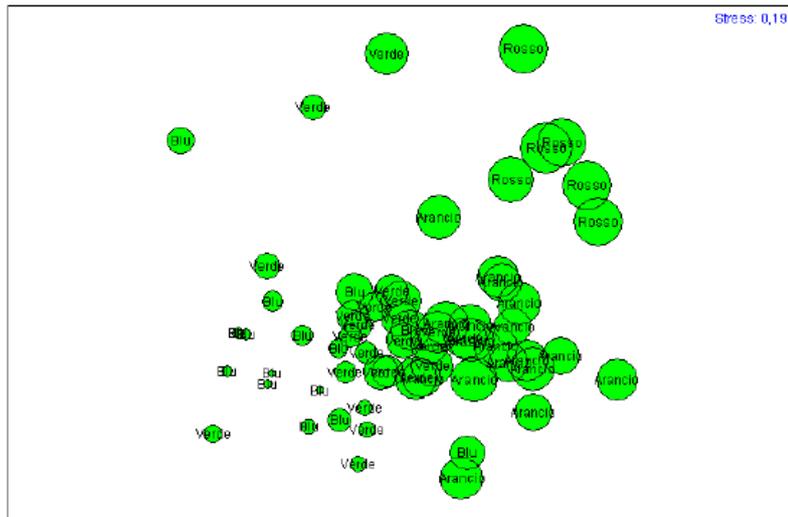
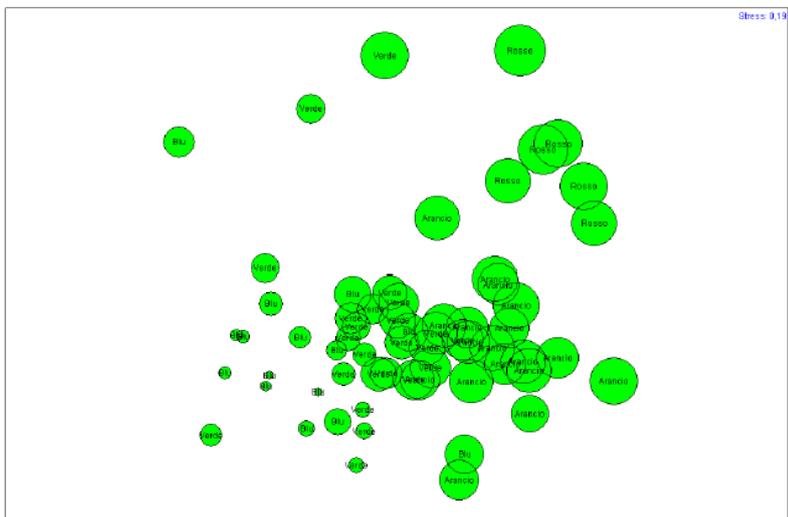


Fig. 5.9 – Valori dell'Indice di Diversità di Shannon nei 4 raggruppamenti derivati dalla cluster analysis [Magistrato alle Acque, 2006]

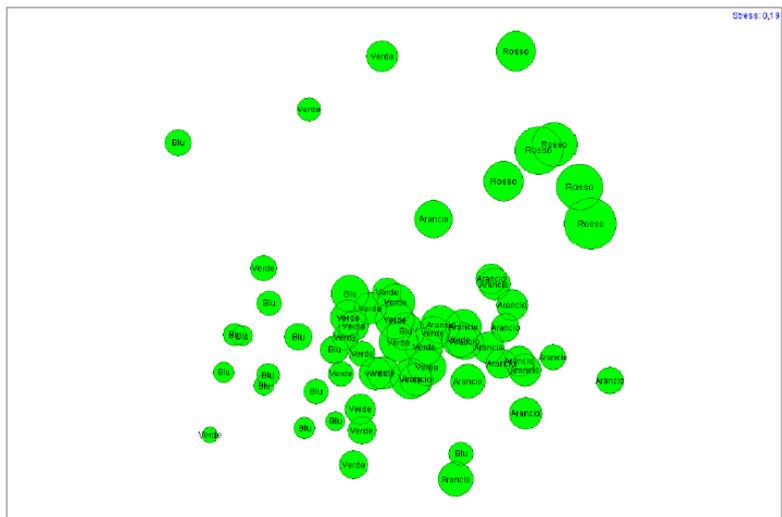
CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Shannon



Pielou



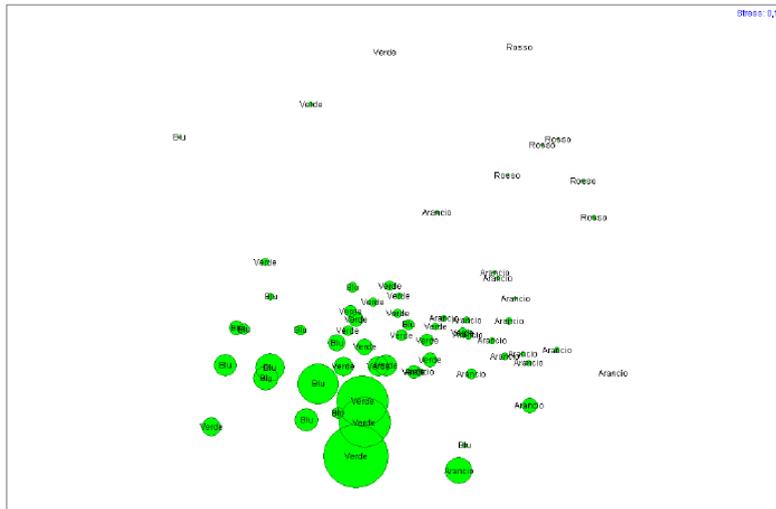
Margalef

Fig. 5.10 - Rappresentazione MDS dei 4 raggruppamenti con sovrapposte le bubble dei tre indici [Magistrato alle Acque, 2006]

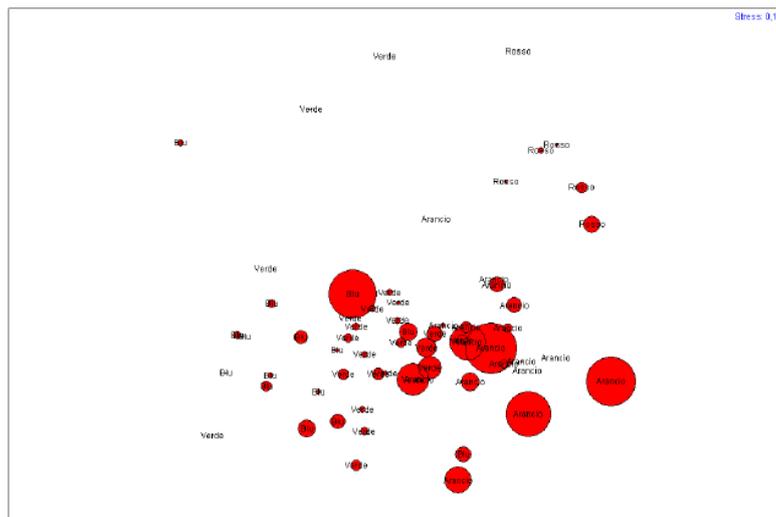
L'inserimento nel grafico MDS delle "bubble" anche di altri due importanti indicatori della comunità bentonica, numero di individui totali e biomassa (peso fresco), conferma, anche se in

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

modo inverso, quanto sino ad ora osservato, e introduce un ulteriore elemento di valutazione che riguarda le relazioni tra abbondanza e biomassa (fig. 5.11). La disposizione inversa nel grafico MDS delle bolle rispetto ai tre precedenti indici è giustificato dalla stretta relazione che esiste tra abbondanza e biomassa in relazione alla presenza di fattori di stress (ambienti indisturbati e ambienti disturbati).



Numero di individui totali



Biomassa

Fig. 5.11 – Rappresentazione MDS dei 4 raggruppamenti con sovrapposte le “bubble” del numero di individui totali e della biomassa [Magistrato alle Acque, 2006]

Questi due indicatori non sono in contrapposizione con gli altri, ma introducono un nuovo elemento di approfondimento che riguarda i gradi di equilibrio che vengono raggiunti nelle comunità per quanto riguarda le abbondanze e le biomasse. Le comunità di **ambienti indisturbati** tendono ad essere caratterizzate da elevate dimensioni (o biomassa), un periodo di vita più lungo, un minor tasso riproduttivo (specie a strategia “K”). In **ambienti disturbati** dominano invece le specie “opportuniste”, di norma di piccola taglia e di rapida crescita, che raggiungono più velocemente la maturità sessuale. Tali specie risultano meno competitive nelle situazioni di stabilità, ma lo diventano in presenza di fenomeni di disturbo.

Per valutare questi aspetti sono state utilizzate delle metodiche basate sulle curve di **K-dominanza**:

- quando nel grafico le curve sono elevate si ha la dominanza di poche specie sul totale e condizioni di minor equilibrio nella comunità;

- quando invece le curve si abbassano, cioè si ha un basso grado di dominanza relativa di poche specie sulle altre, si determina una maggiore stabilità e la comunità risulta più strutturata.

L'analisi dell'andamento delle curve di K-dominanza per i quattro raggruppamenti conferma ancora il trend visto in precedenza, ma con andamento opposto quando si utilizzano i dati relativi al numero di individui e biomassa. Nelle curve relative al numero di individui (Fig. 5.12), la bassa dominanza si ha nel raggruppamento rosso (affioramento al largo), dove non si ha prevalenza numerica di alcune specie sulle altre (situazione riconducibile ad una condizione di equilibrio in cui dovrebbero dominare le specie a grande dimensione e biomassa). Nelle curve relative alla biomassa (Fig. 5.13), il raggruppamento rosso mostra alta dominanza perché prevalgono le specie a maggiore dimensione e biomassa (situazione riconducibile ad una condizione di stabilità ed equilibrio). I due grafici concordano quindi nell'assegnare una maggiore stabilità ambientale agli affioramenti posti al largo (raggruppamento rosso) rispetto agli affioramenti prossimi alla costa, dove invece le curve in ambedue i casi segnalano un disturbo.

Un'ulteriore approfondimento della relazione tra abbondanza degli organismi e loro biomassa è stata eseguita con il metodo delle curve **ABC** (Abundance/Biomass Comparison). Il metodo consiste nella possibilità di confrontare abbondanza e biomassa, nonostante abbiano unità di misura diverse, basandosi sul fatto che in una comunità non soggetta a disturbo le specie dominanti siano di maggiore dimensione e biomassa e presenti in bassa densità (strategia "K"), mentre, in comunità disturbate, prevalgano le specie di dimensioni più piccole, opportunistiche, di scarsa biomassa, ma con elevata densità. Il metodo, però, permette di analizzare solamente una serie di dati alla volta (un solo affioramento), oppure più serie di dati (media o somma di dati di più affioramenti). Gli Autori hanno quindi utilizzato le curve ABC applicandole ai dati del benthos dei quattro raggruppamenti derivati dalla cluster analysis e che già avevano trovato una positiva correlazione con le precedenti analisi statistiche (Fig. 5.14).

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

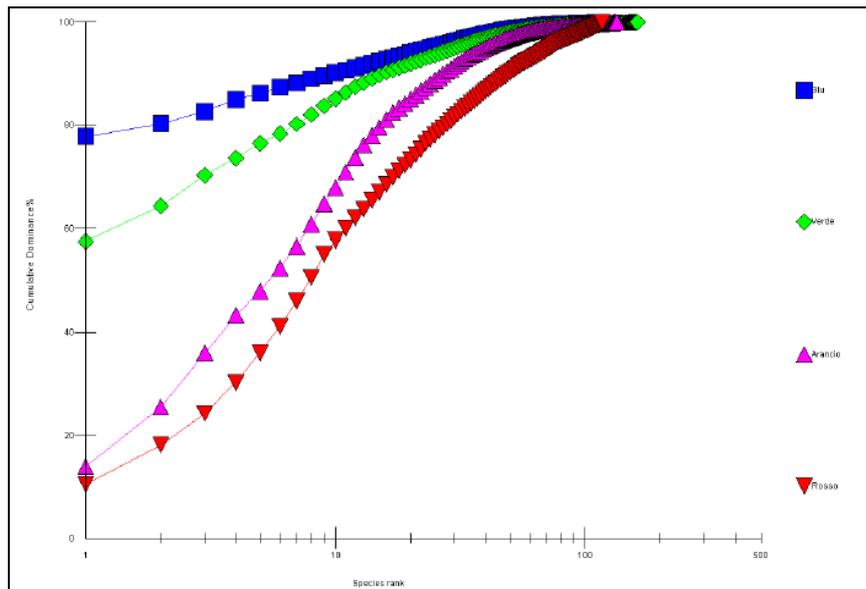


Fig. 5.12 - Curve di dominanza relative al numero di esemplari dei quattro raggruppamenti [Magistrato alle Acque, 2006]

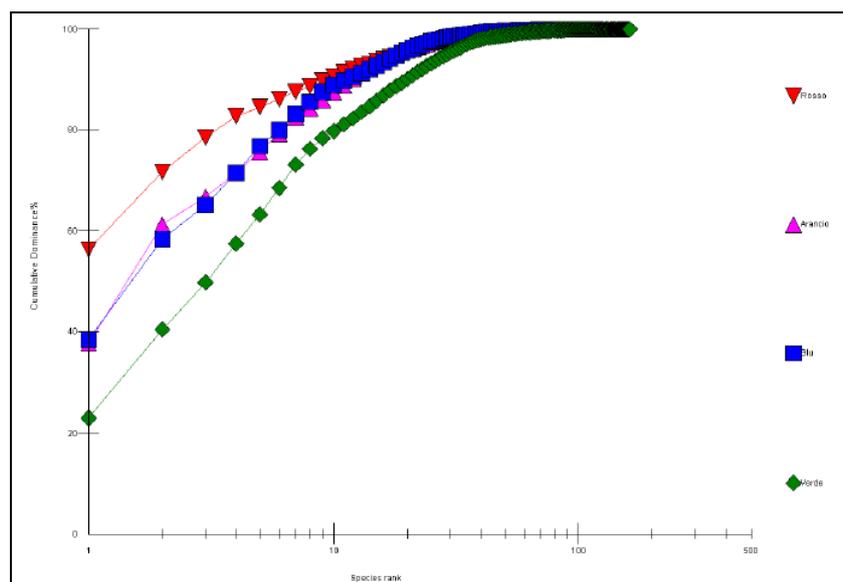
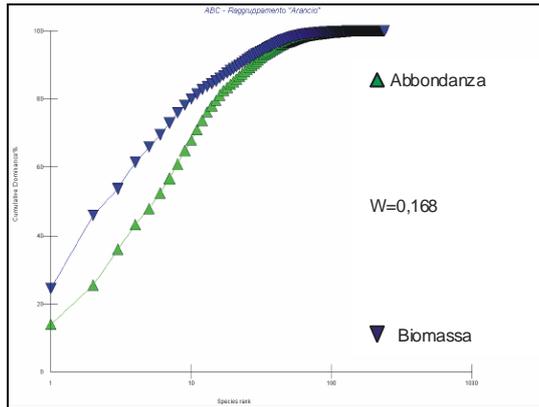
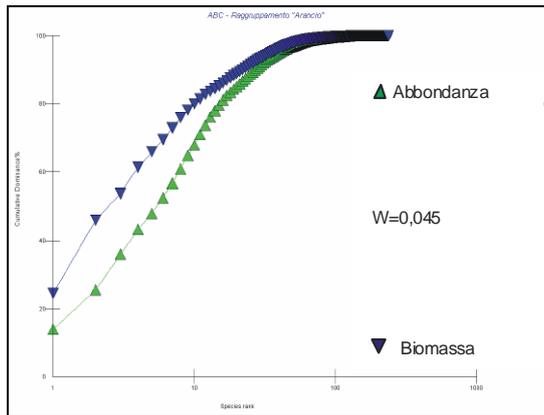


Fig. 5.13 - Curve di dominanza relative alla biomassa dei quattro raggruppamenti [Magistrato alle Acque, 2006]

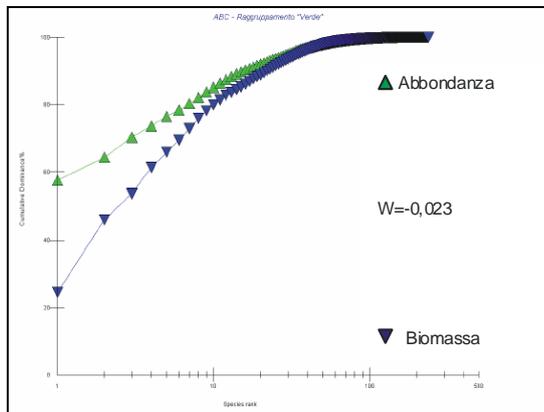
CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



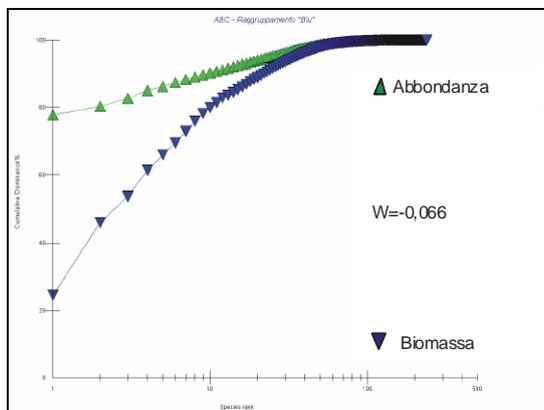
Raggruppamento rosso



Raggruppamento arancio



Raggruppamento verde



Raggruppamento blu

Fig. 5.14 - Curve di dominanza relative alla biomassa dei quattro raggruppamenti [Magistrato alle Acque, 2006]

Le curve dei 4 grafici riconfermano le valutazioni fatte in precedenza, poiché il raggruppamento rosso, che rappresenta l'affioramento più lontano dalla costa e con un fondale più profondo, denota un basso livello di stress, essendo la curva della biomassa sovrastante quella dell'abbondanza. Gli affioranti dell'area arancio si pongono in una condizione di stress intermedio, mentre quelle verdi e blu, più vicine alla costa, manifestano una condizione di stress, poiché le curve della biomassa si pongono al di sotto di quelle dell'abbondanza. Queste valutazioni trovano poi conferma dai valori dell'indice "W" che quantifica matematicamente quanto la curva della biomassa sovrasti quella della abbondanza. Valori positivi indicano condizioni indisturbate (area rossa $W=0,168$), prossimi allo zero indicano basso disturbo e mentre valori negativi indicano, infine, condizioni disturbate (area verde $W=-0,023$ e area blu $W=-0,066$).

5.4 Considerazioni finali

Lo Studio B.6.78 al momento è il primo lavoro ad avere analizzato le tegnùe dell'alto Adriatico su un livello spaziale molto ampio e su un numero considerevole di affioramenti. Presenta inoltre il pregio di aver affrontato lo studio delle tegnùe con un approccio multidisciplinare e a fasi progressive, andando via via a chiarire la complessità di questi ambienti mediante:

- utilizzo di *side scan sonar* su estese aree per uno scrinning generale;
- utilizzo di *side scan sonar*, *multibeam* e *R.O.V.* centrati in specifiche zone per la scelta degli affioramenti più appropriati per lo studio del benthos;
- scelta di una strategia di campionamento mirata non tanto a fornire un quadro completo ed esaustivo delle comunità esistenti dal punto di vista della varietà dei microambienti o con indicazioni quantitative, quanto, piuttosto, a caratterizzazione nel modo più coerente e rappresentativo il livello di stratificazione verticale più elevato dell'affioramento, che risulta poi quello maggiormente strutturato e diversificato.

Le verifiche statistiche hanno confermato che le comunità sono rappresentative di situazioni locali in quanto i campioni (repliche) di un affioramento risultano tra loro più simili e presentano maggiore affinità rispetto a quelli di altri affioramenti.

Pur tenendo in considerazione che l'indagine biologica si riferisce ad un solo momento di un singolo anno, quasi tutte le analisi statistiche e il confronto tra gli indici, confermano lo schema che deriva dall'analisi multivariata (cluster analysis) secondo la quale, gli affioramenti situati più al largo ed in maggior battente d'acqua presentano comunità ben strutturate, in buon equilibrio, relativamente omogenee e caratterizzate da valori di diversità molto elevati. Al contrario, gli affioramenti più vicini alla costa hanno mostrato comunità relativamente simili, generalmente poco strutturate, con minore diversificazione e ricchezza di specie, e con dominanza di poche specie opportuniste. Gli indici che misurano lo stress confermano che al largo vi sono condizioni indisturbate, mentre, verso la costa, il disturbo si fa via via più evidente.

La presenza delle bocche di porto rende l'interpretazione delle zone costiere più complesse in quanto alle specie marine si aggiungono anche specie tipicamente lagunari o costiere. Gli Autori dello studio confermano, infatti, che gli affioranti costieri prossimi alle bocche di Malamocco e Lido (raggruppamento verde), sembrano presentare alcune peculiarità rispetto agli affioramenti, sempre costieri, del raggruppamento blu, che include anche affioramenti prossimi alla bocca di Chioggia [Magistrato alle Acque, 2006]. Vale in generale, quindi, l'assunto che vuole che, in vicinanza di una bocca di porto per effetto di un maggiore disturbo, si abbiano minori valori di diversità e massimi valori di stress, anche se esso non sempre trova un riscontro lineare e diretto per tutti i parametri esaminati.

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

In queste considerazioni che riguardano la complessità nell'interpretare le comunità bentoniche della fascia costiera si deve anche considerare come per le finalità dello studio, mirato al rilevamento di affioramenti che rientrino nei possibili impatti, siano stati inclusi, proprio nelle aree delle tre bocche di porto, affioramenti spesso riconducibili a massi isolati e rocce disperse, lastrure, ecc. In queste "tegnùe", oltre alla complessità relativa alla fascia costiera, si aggiungono problemi di scarsa stratificazione, per l'assenza di elevazione dal fondo, che riduce l'efficacia della metodica di campionamento mirata, invece, all'analisi casuale lungo transetti di pari stratificazione.

6 EFFETTI DEI DISTURBI SULLE BIOCENOSI DELLE TEGNÙE

6.1 Premessa

Per tutelare gli ecosistemi rappresentati dagli affioramenti rocciosi delle tegnùe, negli ultimi anni sono stati condotti diversi studi, con lo scopo non solo di caratterizzare la biodiversità presente, ma anche per identificare quali siano gli effetti dei possibili fenomeni di disturbo sia naturali, come nel caso di massicci apporti di sedimenti alluvionali, sia antropici. Tra questi ultimi costituiscono gravi minacce l'inquinamento, la discarica di rifiuti, la pesca indiscriminata con strumenti atti a raschiare il fondale, l'ancoraggio. Persino un'eccessiva presenza di subacquei non opportunamente sensibilizzati sulla vulnerabilità di questi ambienti potrebbe localmente creare danni ai popolamenti [Ponti, 2001].

6.1.1 Effetti della torbidità e del tasso di sedimentazione sulle biocenosi delle tegnùe

In diversi studi è stato dimostrato come la torbidità della colonna d'acqua e il tasso di sedimentazione possano influenzare fortemente la composizione delle comunità biologiche degli affioramenti rocciosi presenti lungo le coste del Nord Adriatico.

Nel loro lavoro Gabriele *et al.* [1999] hanno ipotizzato che la struttura delle comunità bentoniche degli affioramenti rocciosi nel Nord Adriatico sia influenzata principalmente dal tasso di sedimentazione, ricavabile dallo studio della granulometria del sedimento circostante (vedi par. 4.1.3). Le osservazioni di Molin *et al.* [2003], inerenti la *Tegnua D'Ancona*, concordano con questa ipotesi.

Nella tabella 6.1, dove le stazioni sono riportate in ordine percentuale decrescente di sabbia presente nel sedimento (indice di torbidità crescente), sono confrontati i dati ricavati dai due studi. Tra i principali gruppi tassonomici, un gruppo molto sensibile all'aumento del tasso di sedimentazione, oltre a quello dei poriferi, è risultato quello degli ascidiacei, il cui numero di specie coloniali diminuisce lungo il gradiente granulometrico, ma aumenta per quanto riguarda le specie solitarie.

Tab. 6.1 - Distribuzione delle specie di ascidiacei tra i diversi siti di campionamento e principali dati inerenti la granulometria [Molin *et al.*, 2003].

Stazioni	TSO*	TD'A**	TCH*	RWR*	BMI*
Granulometria (sabbia%)	94	79	66	28	8
Numero di specie di Ascidiacea					
forme coloniali (%)	32	13	20	23	25
forme solitarie (%)	25	75	67	64	60
<i>Polycitor adriaticus</i>	+	+	+	-	-
<i>Aplidium conicum</i>	+	+	-	-	-

(*) = Tratto da Gabriele *et al.* [1999]

(**) = Tratto da Molin *et al.* [2003]

+ = presente; - = assente.

In particolare nello studio di Molin *et al.* [2003] sono state studiate le distribuzioni di due specie di ascidie coloniali (*Polycitor adriaticus* e *Aplidium conicum*) al variare del tasso di sedimentazione. Dalla tabella 6.1 si può vedere come *A. conicum* sia assente nelle stazioni TCH, RWR, e BMI, fatto

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

riconducibile non all'elevata torbidità dell'acqua, bensì all'azione esercitata dall'alto tasso di sedimentazione. L'altra ascidia coloniale *P. adriaticus* è, invece, presente nella stazione TCH; la ragione di questa diversa distribuzione è da ricondursi alla morfologia degli organismi.

P. adriaticus, a differenza di *A. conicum*, è in grado, infatti, di contrarre gli zoidi liberandosi così del sedimento depositato sopra la colonia; nelle stesse condizioni di sedimentazione, quindi, *A. conicum* non sopravvive a causa dell'occlusione delle aperture sifonali. Le osservazioni riguardanti la stazione TD'A, inoltre, dimostrano che, mentre *P. adriaticus* può crescere su substrati sia verticali, sia orizzontali, *A. conicum*, invece, preferisce la sommità degli affioramenti, dove si sente maggiormente l'effetto della corrente e il tasso di sedimentazione è minore.

Vista, comunque, l'assenza di *P. adriaticus* nelle stazioni BMI e RWR, dove il tasso di sedimentazione è molto elevato (% di sabbia nella composizione granulometrica del sedimento inferiore a 30), si può concludere che la presenza e/o assenza di queste due specie di ascidiacei coloniali è indice di:

- ambienti con acque relativamente limpide e con un basso tasso di sedimentazione (tipici delle stazioni lontane dalla costa), quando sono presenti contemporaneamente *P. adriaticus* e *A. conicum*;
- ambienti con un livello medio del tasso di sedimentazione e della torbidità delle acque, quando è presente solo *P. adriaticus*;
- ambienti con un livello alto del tasso di sedimentazione e della torbidità delle acque (tipici delle stazioni più vicine alla costa), quando sono assenti contemporaneamente *P. adriaticus* e *A. conicum*.

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

Sempre riguardo ai possibili impatti sulle comunità di substrato duro di profondità, sono scarsi i dati specifici per le macroalghe dell'alto Adriatico, poiché la maggior parte dei lavori si sono limitati a citare solamente le specie più evidenti e abbondanti. I lavori relativi alle tegnùe di Chioggia [Ponti *et al.*, 2005a, b; Casellato *et al.*, 2005] fanno specifico riferimento alla scarsa trasparenza delle acque, quale fattore della limitata presenza delle macroalghe. In particolare in Ponti *et al.* [2005b] si considerano le specie algali a feltro (turf) quali elementi dominanti in molte tegnùe (Fig. 6.1). La suddivisione delle macroalghe in relazione ai gruppi funzionali o sulla base di aspetti morfologici macroscopici (incrostanti, turf o erette) è ampiamente utilizzata in letteratura allo scopo di semplificare le valutazioni e poter cogliere i cambiamenti macroscopici nella comunità algale [Airoldi e Cinelli, 1995, Piazzini *et al.*, 2004; Irving e Connell, 2002a, b].

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

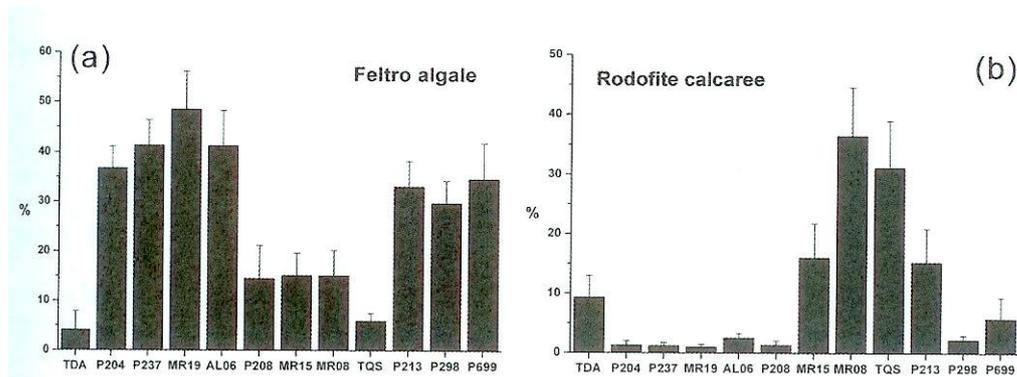


Fig. 6.1 - Ricoprimento delle macroalghe a feltro e rhodophyceae calcaree nelle tagnùe di Chioggia [Ponti *et al.*, 2005b]

Diversi lavori condotti anche in Mediterraneo hanno, infatti, evidenziato come l'aumento della torbidità dell'acqua e l'eventuale sedimentazione possano incidere sugli organismi bentonici, riducendo la luce nel caso delle macroalghe o, per quanto riguarda lo zoobenthos, ricoprendolo e ostacolando la filtrazione, la crescita, il reclutamento e il normale svolgimento dei processi metabolici. Gli studi sulle comunità algali hanno evidenziato come, in presenza di sedimentazione, si verifichi un cambiamento nella struttura delle comunità, con l'aumento della presenza di specie a "feltro" (turf) e opportunistiche e una riduzione delle specie a tallo eretto [Ballata *et al.*, 2004; Piazzini *et al.*, 2004]. Irving e Connell [2002b] individuano nella sedimentazione e nella riduzione della penetrazione della luce le cause che possono portare ad un cambiamento delle comunità bentoniche nel senso di una riduzione delle macroalghe ed un aumento degli invertebrati.

Pur considerando che i lavori biologici delle tagnùe dell'alto Adriatico sono stati eseguiti guardando prevalentemente la componente zoobentonica e limitando la parte algale solo agli elementi macroscopici, appare comunque evidente una limitata presenza algale sia per numero di specie complessivo, sia per abbondanza, in quanto dominano quasi esclusivamente le incrostanti *Corallinales*. Quasi mai nei lavori si parla di alghe a tallo eretto o di alghe a tallo laminare, mentre si parla sempre più di incrostanti (alghe sciafile, che non amano la luce) o di alghe a feltro, che meglio sopportano la deposizione di particolato sospeso o la sedimentazione.

6.1.2 Valutazione dell'impatto della pesca sulle tagnùe

Premesso nel paragrafo precedente come la torbidità della colonna d'acqua e il tasso di sedimentazione possano influenzare la composizione delle comunità presenti sulle tagnùe, vengono di seguito brevemente descritti alcuni recenti studi che hanno avuto lo scopo principale di studiare quali siano gli effetti di uno dei fenomeni di origine antropica di maggiore disturbo su queste comunità, la pesca intensiva.

Uno studio condotto nel mese di agosto 2001 ha avuto come scopo quello di valutare lo sforzo di pesca in parte di quella che, nel 2002, sarebbe diventata la Zona di Tutela Biologica delle "Tagnùe di Chioggia" [Franceschini *et al.*, 2003]. L'indagine ha preso in considerazione solamente la distinzione tra il substrato dominante nell'area (peliti sabbiosi) ed il resto (concrezioni organogene e detrito conchigliare bioclastico). Grazie all'utilizzo della tecnica dello *Side Scan Sonar*, sono state

identificate diverse tracce di attrezzi da pesca, ma sono state considerate solo quelle lasciate dal “rapido³”; queste ultime sono state osservate su gran parte del substrato che circonda le tagnùe.

Gli autori di questa ricerca auspicavano che i risultati di questo studio potessero fungere da riferimento per l’elaborazione di strategie atte a fronteggiare le problematiche connesse con l’impatto della pesca nelle vicinanze delle aree protette, come, ad esempio, la scelta del tipo di protezione da adottare e la determinazione ed allocazione di aree rispetto, la verifica della loro efficacia nel tempo, la scelta nel posizionamento di boe per la segnalazione delle Zone di Tutela Biologica delle tagnùe e di ancoraggio per imbarcazioni da ricerca e turistiche (immersioni a scopo ricreativo).

Già nell’agosto del 2003, però, in uno studio condotto dopo l’istituzione della Zona di Tutela Biologica, e che ha preso in considerazione le medesime aree di indagine, si è riscontrato solo una diminuzione media del 38% nel numero di tracce rilevate [Boscolo *et al.*, 2005]. Il numero di segni conteggiati è risultato molto elevato non solo lungo i bordi della Zona di Tutela Biologica, ma anche all’interno, vicino agli stessi affioramenti.

L’impoverimento della fauna normalmente presente tra le altre forme di vita che costruiscono le rocce organogene è quindi riconducibile alla degradazione delle stesse biocenosi costruttive, a causa del fango sollevato dai pescatori che va a ridistribuirsi sopra le tagnùe [Stefanon, 2001].

Anche nelle zone tra Grado e Caorle, le “draghe idrauliche”⁴ dei pescatori che sarchiano il fondo alla ricerca di vongole e di altri molluschi pregiati, sollevano grandi quantità di sedimenti, che si ridepositano sulle vicine tagnùe, soffocando gli organismi costruttori e le altre forme fisse delle biocenosi di fondo [Stefanon, 2001].

³ Rapido: attrezzo da pesca a strascico del peso di circa 170 kg che si compone di una bocca metallica rigida larga 3,3 metri, sulla cui estremità inferiore è presente una fila di denti di ferro, disposti in modo da penetrare nel sedimento per un massimo di 5 cm. I denti hanno lo scopo di sollevare gli organismi bentonici, raccolti poi nel sacco di rete di 80 mm di maglia.

⁴ Draga idraulica: attrezzo da pesca costituito da una gabbia rigida di ferro, ad apertura orizzontale, la cui parte inferiore è formata da una griglia che permette di catturare il prodotto di una certa misura, riversando in mare i molluschi sotto misura. Viene supportata da due slitte, una lama che taglia il sedimento sabbioso e un sistema per inviare acqua in pressione ad ugelli posti in vari punti. Giunto nella zona di pesca, il peschereccio (Turbosoffiante) cala l’ancora di poppa, collegata ad un verricello, tramite un cavo di acciaio. L’imbarcazione avanza per circa un centinaio di metri, dopo di che si sgancia la gabbia metallica che va sul fondale marino. Di qui inizia il dragaggio idraulico grazie all’azione di traino del verricello di poppa che riavvolge il cavo di acciaio dell’ancora da una parte, e ai getti d’acqua sotto pressione degli ugelli che contemporaneamente scavano un solco. A dragaggio ultimato, si salpa la gabbia metallica e il suo contenuto viene riversato in un contenitore collegato con una linea di cernita-lavaggio.

7 CONSIDERAZIONI E VALUTAZIONI FINALI

Il presente rapporto ha lo scopo di riassumere sinteticamente lo stato delle conoscenze sugli affioramenti rocciosi dell'Alto Adriatico e in particolare di quelli prospicienti le bocche di porto della Laguna di Venezia.

Si è ritenuto di iniziare questa breve revisione raccogliendo le informazioni pervenute dai primi studiosi dell'ambiente marino del 1800 o le informazioni dei pescatori che, pur non spiegandose la causa, riportavano la perdita dei loro attrezzi da pesca in alcuni settori dell'Alto Adriatico.

I primi approcci di tipo scientifico sulle tegnùe si sono avuti solamente a partire dagli anni '60-70 del secolo scorso, prima grazie all'impiego di strumentazioni scientifiche atte all'indagine dei fondali e successivamente con l'impiego di attrezzature ARA che hanno permesso ai sommozzatori di vedere direttamente tali affioramenti e di comprenderne le potenzialità biologiche.

Dopo un inquadramento di carattere geologico per indagarne la natura e le origini, a partire dagli anni '90 le tegnùe hanno assunto una rilevante importanza dal punto di vista ambientale perché, in un contesto di fondali sabbiosi biologicamente monotoni, esse costituiscono delle isole di elevata biodiversità. In questi ultimi anni è via via aumentata l'attenzione nei confronti di queste formazioni rocciose ed organogene perché, oltre agli aspetti di carattere ecologico, si sono aggiunti anche interessi di tipo sociale, ricreativo ma soprattutto economico, con il turismo e la pesca.

Dall'esame dei vari lavori scientifici delle tegnùe si coglie innanzitutto che, pur trattandosi di ambienti di elevato pregio, pochi sono gli studi che le valutano dal punto di vista generale studiandole su ampia scala spaziale, al fine di fornirne una visione complessiva. I diversi lavori che sono stati considerati prendono in esame quasi sempre aree marine limitate con uno o due affioramenti rocciosi dove viene esaminata solamente la componente biotica ascrivibile allo zoobenthos e in particolare alcuni gruppi sistematici come le spugne o le ascidie. La componente macroalgale è stata fino ad ora quasi sempre trascurata, riportando solamente gli elementi macroscopici più evidenti e dando per scontato che le alghe delle tene sono poco diffuse a causa della limitata trasparenza dell'acqua e della elevata sedimentazione. Nei lavori in cui la componente macroalgale è stata esaminata al pari delle altre componenti del benthos, il numero di specie censite è apparso non trascurabile: 98 taxa nello Studio B.6.78 del Magistrato alle Acque, 83 taxa nel lavoro svolto al largo di Grado e Marano [Curiel *et al.*, 2001] o gli oltre 50 taxa rilevati nello studio in corso da parte di ARPAV [ARPAV, 2006].

Nei lavori esaminati, i rilievi biologici non sono stati quasi mai accompagnati da aspetti litologici e sedimentologici. Alcuni Autori indicano infatti che la tipologia dei sedimenti incoerenti nelle aree circostanti gli affioramenti potrebbe dare una chiave di lettura dei tassi di sedimentazione dell'area. I dati raccolti nei vari lavori, pur con le problematiche sopra esposte, appaiono nel complesso di elevato valore scientifico, ma risultano spesso difficilmente integrabili tra loro dal momento che le investigazioni bentologiche risultano effettuate con metodologie diverse (raschiamento, sorbona, visual, interpretazioni fotografiche) e superfici di prelievo o rilievo diverse (0,5 m², 1 m², con una sola replica o più repliche per sito).

Del tutto assenti sono poi i lavori che riguardano le dinamiche temporali, sia a breve termine (stagionali), sia a lungo termine (interannuali). Questo aspetto rende più complesso cogliere nelle comunità bentoniche gli effetti causati dai possibili impatti creati dalle attività antropiche. Infatti, data la scarsa conoscenza della variabilità stagionale ed interannuale delle comunità bentoniche, questa risulta difficilmente separabile da quella indotta dalle attività antropiche in uno studio degli effetti di attività antropiche nei confronti delle comunità.

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

La mancanza di un quadro uniforme di informazioni e di dati comparabili è spiegabile anche per obiettive difficoltà logistiche connesse alla complessità intrinseca delle investigazioni approfondite su comunità di fondo (imbarcazioni, sommozzatori, attrezzature subacquee) e alla presenza di problemi di sicurezza (tempi in immersione contingentati), che rendono più difficoltoso lo svolgimento di questi studi e ricerche.

Nell'ottica delle finalità di questo rapporto, le maggiori indicazioni che possiamo trarre dal mosaico di informazioni prese in esame, vengono al momento principalmente dallo Studio B.6.78/I del Magistrato alle Acque, che ha operato in un esteso numero di affioramenti tra le tre bocche di porto in aree relativamente vicine alla costa e che ha confermato, tra gli altri risultati, come tali affioramenti rocciosi costituiscano biotopi ad elevata biodiversità, densità e biomassa rispetto al contesto monotono presente nei substrati incoerenti limitrofi.

Pur essendo presente una diversificata comunità macroalgale, quella zoobentonica, composta da organismi non coloniali e coloniali, risulta più ricca per abbondanza e biomassa. La componente macroalgale è ben presente e diversificata, ma solo le alghe rosse coralline sciafile sono responsabili di elevati valori di ricoprimento sui substrati. In alcuni lavori è stata anche messa in luce una significativa presenza sui substrati di alghe a feltro (turf) che diventano più competitive in presenza di sedimentazione rispetto a quelle a tallo eretto. Infatti, la trasparenza media delle acque della fascia costiera in oggetto, stimabile nell'ordine di 3-5 m, e la relativa sedimentazione limitano lo sviluppo della componente algale più esigente che basa la sua sopravvivenza sulla radiazione luminosa. A conferma di questo, i lavori che hanno indagato le relazioni trofiche hanno riscontrato una bassa presenza di erbivori e una elevata presenza di sospensivori e detritivori.

Il tasso di sedimentazione sembra essere un parametro importante nel controllo della struttura e composizione delle comunità bentoniche essendo richiamato in più lavori, sia per la componente fitobentonica, sia per quella zoobentonica.

Quando sono stati eseguiti più campioni (rilievi) per ogni singolo affioramento è risultato che questi appaiono più simili tra loro rispetto a quelli di altri affioramenti. Ciò significa che esiste un certo grado di eterogeneità spaziale tra i vari affioramenti e che si somigliano fra loro meno di quanto non si somiglino i loro campioni. A livello locale (singolo affioramento) le differenze statistiche risultano limitate ed indicano una sostanziale omogeneità, permettendo una chiara caratterizzazione dell'affioramento. Le differenze nella struttura della comunità tra gli affioramenti sono riconducibili principalmente alla loro diversa posizione geografica, distanza dalla costa, profondità ed estensione, ma non sembrerebbero dipendere dalla loro elevazione dal fondale. Tali differenze tra i vari affioramenti corrispondono ad una significativa differenziazione sul piano della struttura e della composizione del benthos.

Per quanto riguarda la variabilità intera alla tegna, essa appare più evidente quando si vanno a campionare i diversi comparti che la costituiscono (alto, basso, bordo esposto alla corrente o protetto, anfratti, ecc.). Naturalmente esiste anche una variabilità legata ai vari fattori abiotici. Tra questi influisce molto il fatto che le tagnùe possono essere costituite o da una estesa struttura di roccia elevata, oppure da una lastrura piatta e bassa o ancora da un insieme sparso di piccole affioramenti (rocce) che non costituiscono un corpo unico.

Quando i lavori hanno interessato più affioramenti a diversa distanza dalla costa la relazione tra ricchezza specifica e lontananza dalla costa è apparsa in modo particolarmente marcato. A conferma di questo, anche le analisi statistiche basate sui rapporti tra abbondanza e biomassa confermano che al largo le comunità risultano più indisturbate rispetto a quelle poste sottocosta dove, per i livelli di stress più elevati, prevalgono le specie opportunistiche, piccole in dimensione e a ciclo breve (ambiente disturbato).

Il macrofitobenthos delle tagnùe prossime alla costa manifesta una maggiore variabilità rispetto a quello che si rileva al largo. Tale evidenza è spiegabile con la minore omogeneità degli

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

affioramenti vicini e con i maggiori impatti che agiscono in queste aree (pesca, attività antropiche, presenza di specie lagunari, effetti delle bocche di porto). Gli indici di diversità del benthos calcolati in questi affioramenti mostrano elevati valori di deviazione standard rispetto a quelli degli affioramenti posti al largo.

Pochi sono i lavori che attribuiscono capacità discriminante alle specie indicatrici per cogliere la presenza di impatti. Per la componente zoobentonica alcuni lavori suggeriscono che i poriferi e le ascidie coloniali potrebbero essere dei buoni indicatori di sedimentazione; per le macroalghe, l'incremento di specie a tappeto (turf) rispetto a quelle a tallo eretto è segnalato come indicatore di stress da sedimentazione. Una eccessiva presenza di alghe sciafile amanti del buio rispetto a quelle fotofile che gradiscono la luce è un ulteriore indicatore di variazione in senso negativo.

L'esame delle relazioni tra i gruppi trofici trova buona applicazione per cogliere la presenza di fattori di disturbo: l'abbondanza di filtratori e detritivori e il basso livello di erbivori indica una catena trofica basata su energia che arriva dall'esterno e non da una produzione interna all'affioramento. Queste interessanti osservazioni che si colgono dai vari lavori sulle tegrùe rappresentano però una fotografia istantanea dei rapporti trofici e non sono supportate da dati che tengono conto della naturale variabilità stagionale e interannuale.

Le metodiche di analisi multivariate che tengono conto della presenza delle specie e della loro abbondanza relativa (n. di individui o biomassa per lo zoobenthos o ricoprimento per le macroalghe), associate agli indici di diversità o di ricchezza specifica e alle analisi statistiche, che valutano i rapporti tra abbondanza e biomassa, appaiono al momento le sole in grado di dare delle utili indicazioni sulle differenze esistenti tra le comunità e sulle eventuali variazioni in atto.

8 BIBLIOGRAFIA

- Airoldi L., Cinelli F., 1997 - Effects of sedimentation on subtidal macroalgal assemblages: an experimental study from a Mediterranean rocky shore. *J Exp Mar Biol Ecol* 215: 269-288.
- Ambrogi R., Fontana P., Sala I., 1994 - Evoluzione a lungo termine del macrobenthos marino di fondo mobile davanti al delta del Po. *Biol. Mar. Medit.* 1 (1):179-188.
- Andreoli A.R., 1981 - Nuove tecniche di campionamento in immersione nello studio di una biocenosi bentonica di fondi duri naturali presso Venezia. *Boll. Museo Civ. St. Nat. Venezia*, 32: 7-32.
- ARPAV, 2005 - Le tegnùe: studio di alcune aree di particolare interesse ambientale ai fini della valorizzazione delle risorse alieutiche locali e della tutela naturalistica". VI° Piano Nazionale Triennale della Pesca e dell'Acquacoltura Misura 3: Ricerca applicata alla pesca ed all'Acquacoltura (studi e ricerche sugli ecosistemi marini).
- Balata D., Piazzoli L., Pica D., Cinelli F., 2004 - Influenza della sedimentazione su un popolamento coralligeno Mediterraneo. XIV Congresso della Società Italiana di Ecologia (4-6 Ottobre), Siena.
- Andreoli A.R., 1979 - Geo-idrologia di affioramenti rocciosi litorali veneziani. *Quaderni civ. staz. idrobiol. Milano*, 7:100-124.
- Boscolo S., Borromeo S., Franceschini G., Cornello M., Giovanardi O., 2005 - La fauna di fondo mobile e la pressione di pesca a strascico nell'area delle Tegnùe di Chioggia (Adriatico settentrionale). Riassunti del 36° Congresso nazionale della Società Italiana di Biologia Marina. Trieste. Poster.
- Boudouresque C.F., 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, 3 (1): 79-104.
- Braga G., Stefanon A., 1969 - Beachrock ed Alto Adriatico: aspetti paleogeografici, climatici, morfologici ed ecologici del problema. *Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti.* 127: 351-366.
- Casellato S., Sichirollo E., Cristofoli A., Masiero L., Soresi S., 2005 - Biodiversity fo some rocky outcrops in the gulf of Venice ("Tegnùe"). *Biol. Mar. Medit.* 12 (1): 69-77.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L., 1997a - Methane venting and authigenic carbonate formation in the Adriatic Sea. *Proceedings of Int. Field Workshop "Cold-event hydrocarbon seepage and chemiosynthesis"*, Bologna.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ricchiuto T., CEFFA L., 1997b - Methane-derived cementation on recent sediments from the adriatic continental shelf. *Proceedings of 18th IAS Regional European Meeting of sedimentology.* GAEA, Heidelberg.
- Colantoni P., Gabbianelli G., Ceffa L., Ceccolini C., Ricchiuto T., 1998 - Bottom features and gas seepages in the Adriatic Sea. *V Intern. Conf. On Gas in Marine Sediments*, Bologna, 9-12 Settembre 1998.
- Cormaci M., Furnari G., Giaccone G., Colonna M. and Mannino A.M., 1985 - Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioena Sci. Nat.*, 18: 829-850.
- Curiel D., Orel G., Marzocchi M., 2001 - Prime indagini sui popolamenti algali degli affioramenti rocciosi del Nord Adriatico. *Bollettino della società adriatica di scienze*, 80: 3-16.
- Dorigo W., 1983 - Venezia, Origini. Fondamenti, ipotesi, metodi, I-III. *Electa*, Milano.

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

- Franceschini G., Raicevich S., Giovanardi O., Pranovi F., Manzueto L., 2003 - Le "tegnùe" di Chioggia: valutazione dell'impatto della pesca a strascico con metodi acustici e sistemi informatici. *Chioggia Rivista di Studi e Ricerche*, 23: 93-101.
- Gabbianelli G., Colantoni P., Degetto S., Dinelli E., Lucchini F., 1997 - Contributi sedimentologici, geochimici ed isotopici per una caratterizzazione ambientale dell'Adriatico Settentrionale. *GEOITALIA*, 1° Forum FIST, fasc. 2, sess. 11: 242-243.
- Gabriele M., Bellot A., Gallotti D., Brunetti R., 1999 - Sublittoral hard substrate communities of the northern Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* XL. 65-76.
- Giaccone G., Colonna P., Graziano C., Mannino A.M., Suriano C., Tornatore E., 1985 - Evoluzione e distribuzione della vegetazione marina nei tre golfi della provincia di Palermo (Sicilia). *Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat.*, 18: 821-828.
- Giovanardi O., Cristofalo G., Manzueto L., Franceschini G., 2003a - New data on biogenic reefs (Tegnùe of Chioggia) in Adriatic. *Proceed. 6th Intern. Conf. MEDCOAST03*, Ravenna: 1895-1904.
- Giovanardi O., Cristofalo G., Manzueto L., Franceschini G., 2003b - *Chioggia Rivista di Studi e Ricerche*, 23: 103-116.
- Irving A.D., Connell S.D., 2002a - Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia*, 41: 517-522.
- Irving A.D., Connell S.D., 2002b - Sedimentation and light penetration interact to maintain heterogeneity of subtidal habitat: algal versus invertebrate dominated assemblages. *Marine Ecology Progress Series*, 245: 83-91.
- Magistrato alle Acque, 1994-2004 - Interventi di difesa dei litorali veneziani. Relazione biologica. Studio stato delle comunità bentoniche e sul processo di ripresa biologica. Consorzio Venezia Nuova. Esecutore: Luca Mizzan.
- Magistrato alle Acque, 2003 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Mappatura di dettaglio delle fanerogame marine nell'area delle bocche di porto. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2004 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Rilievo del macrozoobenthos in Laguna in corrispondenza delle aree di bocca. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2005 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Misure delle caratteristiche fenologiche e dei parametri di crescita delle fanerogame marine nelle aree delle bocche di porto. Rapporto finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore SELC.
- Magistrato alle Acque, 2006 - Studio B.6.78/I. Attività di monitoraggio alle bocche di porto. Controllo delle comunità biologiche lagunari e marine. Relazione finale. Consorzio Venezia Nuova - Esecutore L. Mizzan.
- Maio G., Marconato E., Busatto T., Salviati S., De Girolamo M., Giacomello E., Mizzan L., 2004 - I popolamenti ittici delle "Tegnùe". Provincia di Venezia. Assessorato Caccia, Pesca e Polizia Provinciale. 60 pp.
- Mizzan L., 1992 - Malacocenosi e faune associate in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 41: 7-54.
- Mizzan L., 1994 - Malacocenosi in due stazioni altoadriatiche a substrati solidi (2): analisi comparativa tra popolamenti di substrati naturali ed artificiali. *Lavori Soc. Ven. Scien. Nat.* 18: 83-88.

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

- Mizzan L., 1995 - Le "Tegnùe". Substrati solidi naturali del litorale veneziano: Potenzialità e prospettive. ASAP, Venezia: 46 pp.
- Mizzan L., 2000 - Localizzazione e caratterizzazione di affioramenti rocciosi delle coste veneziane: primi risultati di un progetto di indagine. Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia, 50: 195-212.
- Molin E., Gabriele M. and Brunetti R., 2003 - Further news on hard substrates communities of the northern adriatic sea with data on growth and reproduction in *Polycitor adriaticus* (Von Drasche, 1883). Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Venezia, 54: 19-28.
- Newton R.S., Stefanon A., 1975 - The "Tegnùe de Ciosa" area: patch reefs in the northern Adriatic Sea. Marine Geology, 8: 27-33.
- Newton R.S., Stefanon A., 1976 - Primi risultati dell'uso simultaneo in Alto Adriatico di Side-Scan Sonar, subbottom profiler ed ecografo. Mem. di Biogr. Adriat. suppl. 9: 33-60.
- Newton R.S., Stefanon A., 1982 - Side-scan sonar and subbottom profiling in the northern Adriatic Sea. Marine Geology. 46: 279-306.
- Olivi G., 1792 - Zoologia Adriatica. Reale Accademia Sc. Lettere Arti, Bassano. 334 pp.
- Piazzi L., Balata D., Pertusati M., Cinelli F., 2004 - Spatial and temporal variability of Mediterranean macroalgal coralligenous assemblages in relation to habitat and substrate inclination, Bot. Mar. 47: 105-115.
- Ponti M., 2001 - Aspetti biologici ed ecologici delle "tegnùe": biocostruzione, biodiversità e salvaguardia. Chioggia, Rivista di studi e ricerche, 18: 179-204.
- Ponti M., Tumedei M., Colosio F., Abbiati M., 2005a - Popolamenti epibentonici delle Tegnùe di Chioggia. Atti del 1° Convegno Subacquea e Ambiente: le Tegnùe di Chioggia, 17-18 settembre 2005, 33-41.
- Ponti M., Colosio F., Tumedei M., Abbiati M., 2005b - Distribuzione dei popolamenti epibentonici sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia. Bio. Mar. Medit. 13(1): 625-628.
- Ponti M., Tumedei M., Colosio F., Abbiati M., 2006 - Distribuzione dei popolamenti epibentonici sui fondali rocciosi (Tegnùe) al largo di Chioggia (Venezia). Biologia Marina Mediterranea 13 (1): 625-628.
- Programma di Iniziativa Comunitaria Interreg IIIA/Phare CBC Italia - Slovenia, 2000-2006 - <http://www.arpa.veneto.it/home/htm/interreg.asp>
- Stefanon A., 1966 - First notes on the discovery of outcrops of beach rock in the Gulf of Venice (Italy). XX Congrès-Assemblée Plénière de la C.I.E.S.M.M. in Rapp. Comm. int. Mer. Médit. 19,(4): 648-649.
- Stefanon, A., 1967 - Formazioni rocciose del bacino dell'Alto Adriatico. Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti 125: 79-89.
- Stefanon, A., 1970 - The role of beachrock in the study of the evolution of the North Adriatic Sea. Mem. Biogeogr. Adriatic. 8: 79-99.
- Stefanon A., Mozzi C., 1972 - Esistenza di rocce organogene nell'Alto Adriatico al largo di Chioggia. Atti Ist. Veneto Sc. Lettere ed Arti 130: 495-499.
- Stefanon A., Boldrin A., 1980 - La crisi anossica del 1977 in Alto Adriatico e i suoi effetti sulle biocenosi bentoniche. Comit. Regionale Veneto di Coordinamento per le Attività subacquee, pp. 1-10.
- Stefanon A., 2001 - Cenni sulla geologia e gli organismi costruttori delle "tegnùe". Chioggia, Rivista di studi e ricerche, 18: 171-178.

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

Strada R., 1984 - Poriferi provenienti da formazioni rocciose organogene nel golfo di Venezia. Lav. Soc. Ven. Sc. Nat. 9 (1): 85-88.

Vazzoler M., Mizzan L., Ancona S., Berti L., Bon D., Fascina D., Iacovone V., Rossi S., Zogno A.R., 2004 - Le aree di pregio ambientale. Gestione e valorizzazione della risorsa marina: le tegnùe nell'Alto Adriatico. www.arpa.veneto.it/acqua/docs/mc/Poster/VIII%20Conf%20Agenzie-Convegno%20mare%202004_Poster%20Tegnùe.pdf

Vatova A., 1949 - La fauna bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. Nuova Thalassia, 1: 1-110.

Villano N., 1990 - I Poriferi di alcune stazioni a substrati solidi delle coste veneziane. Tesi di Laurea inedita. Università di Padova.