

Daniele Curiel, Chiara Miotti, Mara Marzocchi

DISTRIBUZIONE QUALI-QUANTITATIVA DELLE MACROALGHE DEI MOLI FORANEI DELLA LAGUNA DI VENEZIA

Riassunto. Uno studio delle comunità macroalgali dei moli foranei delle tre bocche di porto della Laguna di Venezia, eseguito in 18 stazioni situate tra il mediolitorale inferiore e l'infralitorale, ha permesso la determinazione di 133 taxa algali, 69 Rhodophyta (52%), 29 Ochrophyta (22%) e 35 Chlorophyta (26%). Il confronto tra le bocche di porto, tra il lato lagunare e quello marino e tra le profondità è stato eseguito analizzando il numero di taxa, il ricoprimento, il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta, i gruppi morfologici e funzionali e il rapporto tra le alghe sciafile e quelle fotofile. Per alcuni parametri sono state rilevate condizioni di non equilibrio e variazioni significative sono state osservate rispetto ai dati degli anni '60.

Parole chiave: macroalghe, Laguna di Venezia, barriere artificiali.

Summary. *Benthic marine algae distribution of the inlets of the Lagoon of Venice.*

A study of the benthic algal vegetation in the low midlittoral and infralittoral zone was carried out on the stones of the inlets of the Lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea). 69 Rhodophyta (52%), 29 Ochrophyta (22%) and 35 Chlorophyta (26%) were found in the eighteen stations. Taxa number, total covering and both ratios Rhodophyta/Phaeophyta and photophylous/sciaphylous species are not balanced. A reduction of species with high quality status has been observed in comparison to the works since the 1960s.

Keywords: phytobenthos, Lagoon of Venice, artificial reefs, transitional water.

INTRODUZIONE

I moli foranei situati all'entrata delle tre bocche di porto della Laguna di Venezia (Lido, Malamocco e Chioggia) sono dighe artificiali in pietra d'Istria che si estendono verso il mare per 1-2 km, a partire dai litorali. La loro realizzazione è iniziata nell'Ottocento con l'intento di proseguire le opere di difesa dei litorali e regolare il flusso e deflusso delle acque, per contrastare così l'interramento dei canali e permettere il passaggio di navi di maggiori dimensioni. Nel corso degli anni sono stati numerosi gli interventi di consolidamento e ripristino della funzionalità dei moli e, tra i più recenti, si segnalano quelli realizzati nel 1994 e quelli attualmente in corso per la realizzazione delle opere mobili alle bocche di porto (CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 1995, 1997). Oltre al ruolo idraulico ed ingegneristico per i quali sono stati realizzati, i moli foranei svolgono anche un'importante funzione biologica, poiché sui loro substrati si sviluppano comunità fito-zoobentoniche che portano alla presenza di popolamenti ittici diversificati (D'ANNA et al., 2000; MIOTTI et al., 2006).

Le macroalghe dei moli foranei sono state inizialmente studiate da SCHIFFNER & VATOVA (1938); in seguito PIGNATTI (1962) ha effettuato uno studio floristico più dettagliato in tutte le bocche di porto, mentre SFRISO (1987) ha studiato solo le bocche di porto di Lido e Malamocco. Nei lavori di CURIEL et al. (1997; 1999) si riportano per la prima volta dati sia floristici che quantitativi sui popolamenti presenti nel solo lato interno dei moli foranei delle tre bocche di porto; queste indagini sono state condotte adottando, per la raccolta dei campioni,

una metodica che prevede superfici di campionamento standard (50 cm x 50 cm) e operatori in immersione con attrezzatura ARA, per la raccolta dei campioni.

In questo lavoro vengono presentati i risultati ottenuti da uno studio eseguito su stazioni situate sul lato esterno dei moli foranei integrati con i dati derivati dallo studio di CURIEL et al. (1999) relativo a stazioni posizionate sul lato interno dei moli stessi. I campionamenti sono stati effettuati nel medesimo periodo e con le stesse metodiche.

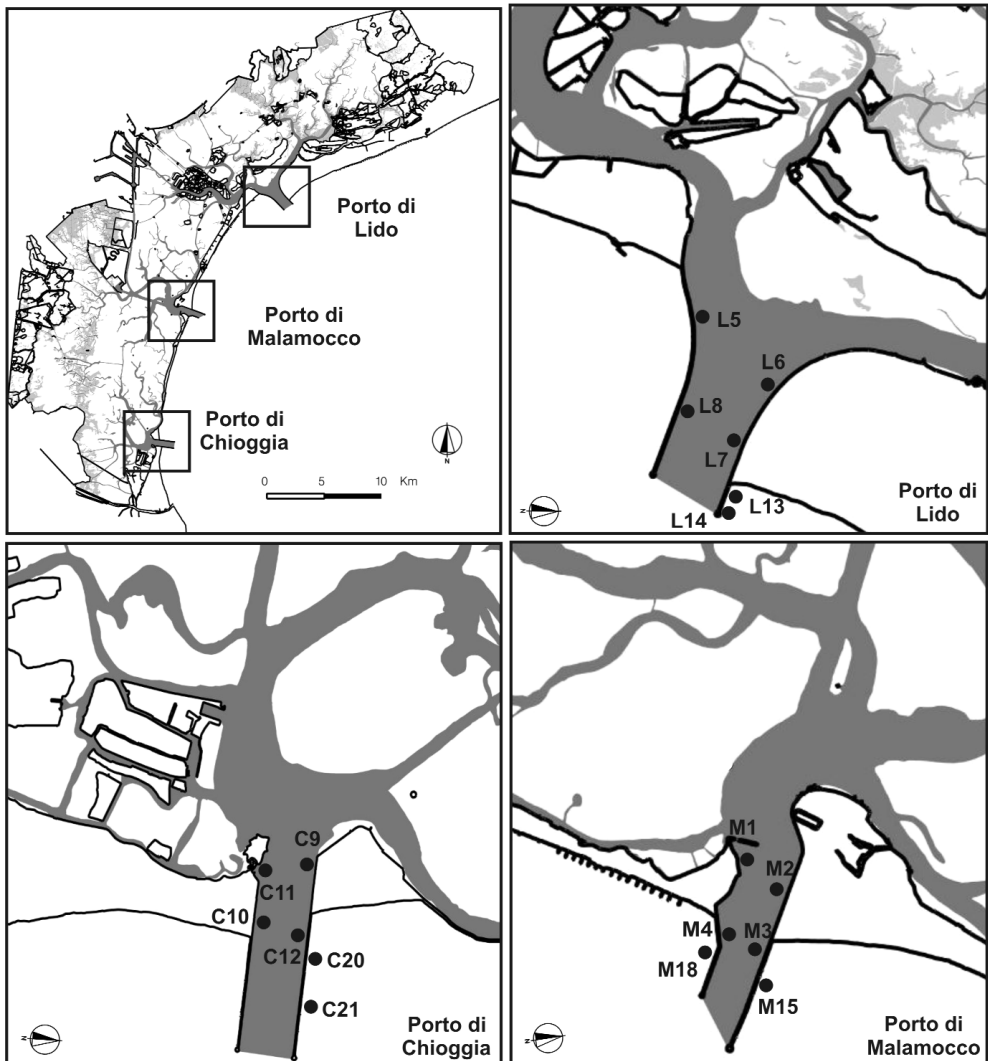


Fig. 1. Area di studio e stazioni di campionamento.

Le liste floristiche sono state aggiornate sulla base dell'attuale classificazione tassonomica riportata in SFRISO & CUIEL (2007) e i dati sono stati elaborati mediante analisi statistiche, indicatori strutturali e gruppi morfo-funzionali.

Tra gli scopi principali di questo lavoro c'è la verifica dell'esistenza di differenze: a) tra le tre bocche di porto, b) tra il lato interno e quello esterno dei moli, c) tra le diverse profondità di campionamento.

L'interesse di questi dati deriva dal fatto che forniscono un'immagine dello stato *ante operam* per quanto riguarda sia i primi lavori di consolidamento dei moli (1994-1995), sia la successiva e più estesa trasformazione, resasi necessaria per la realizzazione delle opere mobili alle bocche. Inoltre, i campionamenti si riferiscono al periodo in cui all'interno della laguna il fenomeno della proliferazione delle macroalghe nitrofile era in fase regressiva rispetto a quanto avvenuto negli anni '80 (SFRISO & MARCOMINI, 1996; CUIEL et al., 2004).

AREA DI STUDIO E METODOLOGIA

In ognuna delle tre bocche di porto sono stati eseguiti campionamenti in 6 stazioni situate, rispettivamente, 4 sul lato interno dei moli (lato laguna) e 2 su quello esterno (lato marino), per un totale complessivo di 18 stazioni (fig. 1).

I moli oggetto del nostro studio sono costituiti da massi in pietra d'Istria, delle dimensioni di 2-3 m e posti in situ da almeno 10-20 anni. La profondità alla base dei moli varia da circa 3 m sino ad oltre 10 m in prossimità della testata verso il mare; la salinità dell'acqua nei portocanali varia da minimi di 23-27‰ a massimi di 35-37‰ in relazione alle maree, mentre la trasparenza media annuale varia tra 2,2 e 4,5 m (CUIEL et al., 1999).

I campionamenti sono stati effettuati ad una profondità compresa tra il limite inferiore del mediolitorale (0,5 m) e l'infraolitorale (8,0 m), mediante l'utilizzo di raschietto e sorbona ad aria, ed hanno riguardato una superficie standard di 2.500 cm² (50 cm x 50 cm) corrispondente all'area minima qualitativa per i substrati duri di questi ambienti (CUIEL et al., 2000).

Le macroalghe raccolte sono state conservate in acqua di mare con formaldeide al 4% sino alla determinazione in laboratorio. Per ogni campionamento si riportano:

- numero di taxa;
- ricoprimento percentuale sia per taxa che totale (BOUDOURESQUE, 1971);
- R/P cioè il rapporto del numero di taxa di Rhodophyta e quello di Phaeophyta (=Ochrophyta). Tale rapporto è qui usato in senso sinecologico, quale valore medio delle stazioni e non come rapporto della lista floristica (CORMACI et al., 1985);
- biomassa totale in g peso secco (p.s.)/m²;
- indice di diversità di Shannon modificato da BOUDOURESQUE (1971) e indice di Hurlbert per 50 individui ES(50) (SANDERS, 1968; HURLBERT, 1971).

Ai dati di ricoprimento è stata applicata l'analisi multivariata (Cluster Analysis, MDS, ANOSIM) per valutare le differenze a livello di comunità tra le bocche, tra l'interno e l'esterno dei moli foranei e a differenti profondità. Inoltre, poiché a causa della torbidità dell'acqua i popolamenti macroalgali cambiano notevolmente all'aumentare della profondità,

si è ritenuto opportuno raggruppare le stazioni di campionamento in base al loro livello batimetrico in:

- superficiale (0,5-2,0 m), dove sono maggiori la luce e l'azione delle onde;
- intermedio (2,0-5,0 m), dove l'azione delle onde è ridotta;
- profondo (5,0-8,0 m), dove penetra meno luce e, ad una ridotta azione delle onde, si accompagna la presenza di sedimento.

RISULTATI

Parametri strutturali

Nelle 18 stazioni di campionamento sono stati rilevati 133 taxa determinati a livello di specie (115), varietà (9), subspecie (1) e solo a livello di genere (8) e così suddivisi: 69 Rhodophyta (52%), 29 Ochrophyta (nuova nomenclatura per le Phaeophyta) (22%) e 35 Chlorophyta (26%) (tab. 1).

L'analisi dei parametri strutturali valutati singolarmente per bocche di porto (tab. 2) non evidenzia differenze rilevanti: il numero di taxa, il ricoprimento totale, il rapporto R/P e gli indici di diversità appaiono sostanzialmente simili. Solamente la biomassa evidenzia una diminuzione del 40-50% nei moli foranei di Malamocco, essendo dovuta, per oltre il 90%, solamente a tre taxa: *Dictyota* spp., *Ulva laetevirens* e *Bryopsis plumosa*, rispetto agli 8-10 taxa delle altre due bocche di porto. In queste ultime alla biomassa contribuiscono, oltre ai taxa appena citati, anche *Dictyopteris polypodioides*, *Chondrachantus acicularis*, *Gracilariopsis longissima*, *Chondria dasyphylla*, *Ulva intestinalis*, *Rhodymenia ardissoni*, mentre a Chioggia anche *Sargassum muticum*, *Antithamnion cruciatum*, *Rhodymenia ardissoni*, *Corallina officinalis*, *Polysiphonia breviarticulata* e *Gastrioclonium reflexum*.

Il numero di specie medio per campionamento (tab. 2) è di 41 con valori maggiori nelle stazioni di superficie (44) e minori in quelle più profonde (33) (tab. 3). Il ricoprimento totale medio è pari a 176%, variando sensibilmente tra le stazioni di superficie e le stazioni più profonde: sino alla profondità di 3-4 m è sempre superiore al 100% (238-107%), mentre in profondità si riduce, poiché le stazioni presentano superfici con scarsa copertura algale (64%) e sono ricoperte da un sottile velo di sedimento. Il rapporto R/P ha un valore medio per stazione pari a 6,1 e si caratterizza per un'elevata variabilità, lungo il profilo verticale. Nelle stazioni di superficie ed intermedie, infatti, il rapporto R/P ha valori medi di 4,1-5,9, mentre in quelle di profondità risulta superiore (13,2) per la scarsa presenza delle Phaeophyta. In superficie il valore rientra nell'intervallo osservato in Mediterraneo (R/P=2,5-4,5; CORMACI & FURNARI, 1991) in condizioni ecologiche di equilibrio, mentre nelle stazioni più profonde arriva ad essere anche molto elevato ed è quindi indicatore di condizioni ecologiche perturbate. Gli indici di diversità di Shannon ed ES (50), calcolati per le tre diverse profondità di campionamento, non denotano rilevanti variazioni rispetto al valore complessivo. Per ambedue gli indici si nota però una diminuzione del valore nel livello intermedio, riconducibile alla maggiore abbondanza di poche specie (*Dictyota dichotoma* var. *intricata* e *Dictyopteris polypodioides*) rispetto a tutte le altre presenti.

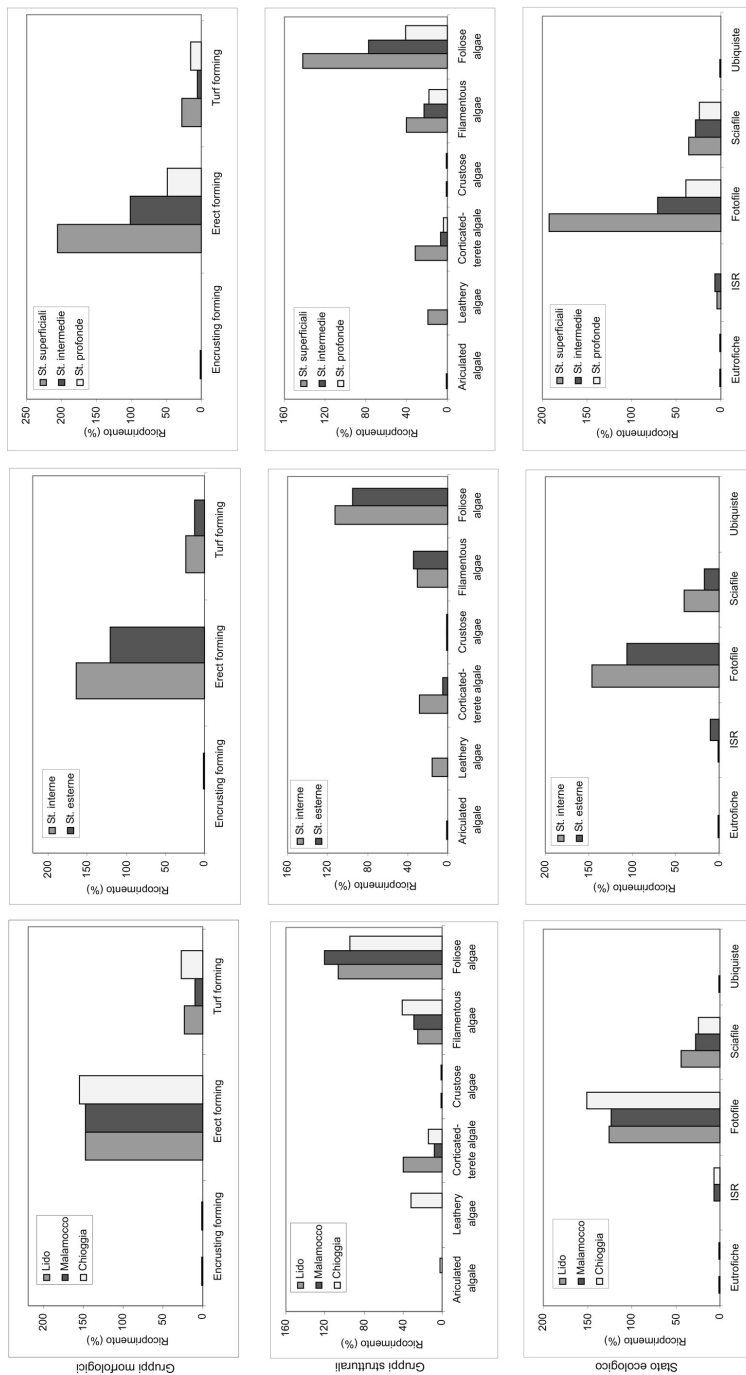


Fig. 2. Gruppi morfologici e strutturali dei moli foranei per bocche di porto, tra l'interno e l'esterno e tra le profondità.

Il confronto dei parametri strutturali tra stazioni interne ed esterne ai moli (tab. 4) denota una maggiore biodiversità in quelle poste nel lato marino (38 taxa vs 47 taxa); la maggiore biodiversità riscontrata nel lato esterno ai moli è confermata anche nell'analisi a livello di singola bocca. Gli altri parametri invece hanno sempre valori inferiori nel lato marino dei moli, soprattutto per quanto riguarda il ricoprimento e la biomassa; quest'ultima è dovuta quasi interamente a sole tre specie, (*Dictyota dichotoma* var. *intricata*, *Ulva laetevirens*, *Rhodomenia ardissoni*), poiché i numerosi taxa che contribuiscono alla biodiversità sono di piccole dimensioni e privi di valore per l'abbondanza.

L'analisi dei dati di abbondanza (ricoprimento) sulla base dei gruppi morfologici (piani vegetazionali) quali encrusting forming (alghe incrostanti), turf forming (alghe inferiori a 10 mm) ed erect forming (alghe maggiori di 10 mm) o dei gruppi funzionali proposti da STENECK & DETHIER (1994) (articulated algae, leathery algae, corticate-terete algae, crustose algae, filamentous algae e foliose algae) non denota rilevanti differenze tra le tre bocche di porto o tra le stazioni interne ed esterne ai moli (fig. 2).

Bisogna inoltre segnalare come tra i gruppi morfologici sia quasi nulla l'abbondanza delle encrusting forming (Rhodophyta calcaree tipo Corallinales o Ochrophyta non calcaree che formano croste aderenti al substrato) e risultino, invece, nettamente prevalenti le erect forming sulle turf forming. Per i gruppi funzionali si segnala, inoltre, la maggiore abbondanza delle foliose algae rispetto alle filamentous e alle corticate-terete; le alghe leathery algae (specie di livello evoluto con pseudotessuti coriacei) sono scarsamente diffuse e si rileva la sola presenza di *Sargassum muticum*, alien species rilevata in Laguna a partire dai primi anni '90. L'analisi per profondità evidenzia invece differenze con un trend simile sia per i gruppi morfologici, sia per quelli funzionali. Sia le erect forming, sia le foliose, le filamentous e le corticate-terete algae presentano, infatti, una marcata diminuzione del ricoprimento, mano a mano che si scende dalle stazioni più superficiali verso quelle situate a profondità maggiori.

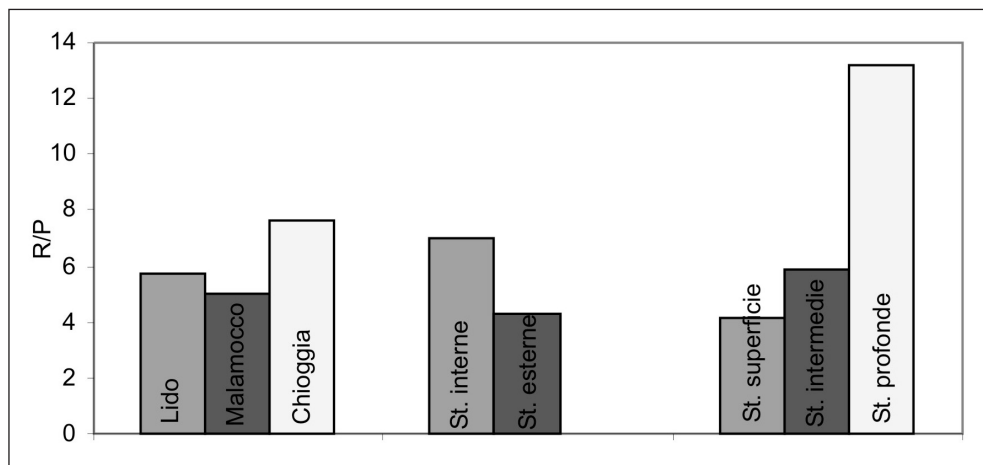


Fig. 3. Rapporto Rhodophyta/Phaeophyta nei moli foranei per bocche di porto, tra l'interno e l'esterno e tra le diverse profondità.

Le erect forming e le foliose algae, rispetto ai livelli superficiali (0,5-2,0 m), dimezzano la loro abbondanza nel livello intermedio (2,0-5,0 m) e la riducono di quattro volte in quello più profondo (5,0-8,0 m). Anche la suddivisione delle macroalghe in relazione allo stato ecologico, fotofilo o sciafiro, evidenzia una sostanziale similarità tra le tre bocche e tra il lato interno ed esterno dei moli, mentre considerando i diversi livelli di profondità si riscontrano marcate differenze. Se tali differenze risultano trascurabili per le specie sciafile, per quelle fotofile appare invece netta la variazione di ricoprimento che si riduce di circa tre volte già alla quota intermedia di 3,0-5,0 m e di circa 5 volte nel livello più profondo.

Anche il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta (fig. 3) presenta valori di poco superiori o compresi nei range tipici di zone in equilibrio, se si considerano le tre bocche ($R/P = 5,0-7,6$) e il lato interno e quello esterno dei moli ($R/P = 4,3-7,0$). Considerando, invece, i diversi livelli di profondità, per il livello di campionamento più profondo si riscontrano valori molto elevati ($R/P = 13,2$) che indicano condizioni perturbate.

Analisi statistica

Tenuto conto che le differenze dei parametri strutturali appaiono evidenti solamente nel confronto tra i livelli di profondità, sono state analizzate le profondità di campionamento ed i corrispondenti parametri strutturali. L'analisi ha confermato una correlazione negativa ($p < 0,05$, g.l.=16) solamente con il numero di taxa ($r = -0,5$) e con il ricoprimento ($r = -0,63$).

L'analisi ANOSIM è stata eseguita sui valori di ricoprimento specifico dei taxa confrontando anche qui, rispettivamente, le bocche di porto, il lato interno e quello marino dei moli foranei e i tre livelli di profondità. L'analisi ha evidenziato una scarsa o nulla differenza tra le comunità macroalgali delle tre bocche di porto ($R = 0,051$) e tra quelle dei tre livelli di profondità ($R = 0,11$), mentre si è registrata una certa differenza tra quelle nel lato interno ed esterno dei moli foranei ($R = 0,563$), in gran parte riconducibile al fatto che il lato lagunare presenta, alla base dei moli, profondità doppie rispetto al lato marino.

La MDS evidenzia come le stazioni non si raggruppano in relazione alla loro localizzazione nelle bocche di porto (fig. 4a) o alla profondità (fig. 4c), ma, come già evidenziato nell'analisi ANOSIM, in base al lato interno (lagunare) o esterno (marino) in cui sono situate (fig. 4b). Inoltre, come si nota nel grafico MDS, le stazioni interne alla bocca di porto si suddividono in due gruppi, uno che raggruppa quasi tutte le stazioni superficiali e uno che comprende le stazioni profonde (L8, M3 e C12) o di quota intermedia (M4 e C10). Sulla base della procedura SIMPER del software Primer, sono stati individuati i taxa più significativi dei tre raggruppamenti della MDS (fig. 5).

DISCUSSIONE

Il numero di macroalghe rilevate (133) è superiore sia a quello di SFRISO (1987) relativo alla fine degli anni '80 (106 taxa), sia a quello trovato negli anni '60 (108 taxa) da PIGNATTI (1962). Come si è messo in evidenza con la perdita di specie di pregio, riteniamo che l'incremento complessivo di specie non sia attribuibile ad un miglioramento della qualità delle acque, poiché negli anni '80 e all'inizio degli anni '90 le acque e i sedimenti della laguna si

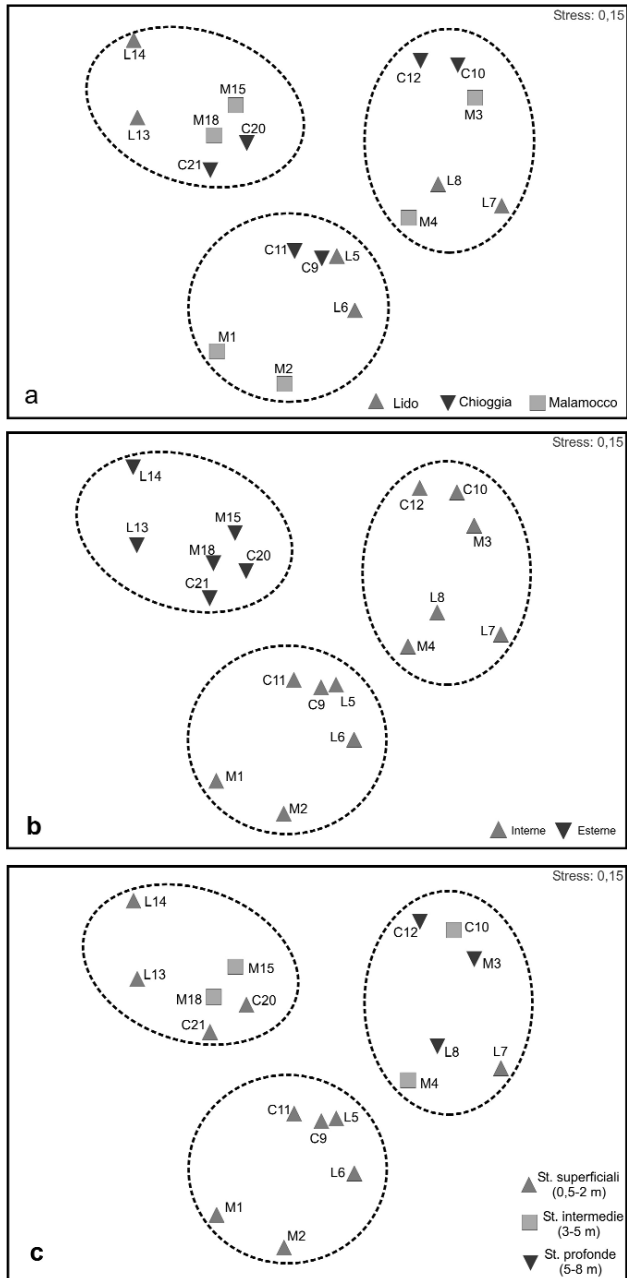


Fig. 4. Analisi MDS con le stazioni ripartite per i tre schemi di analisi dei dati. I tre raggruppamenti derivano dalla Cluster Analysis alla similarità del 30% (Bray Curtis similarità, trasformazione square root).

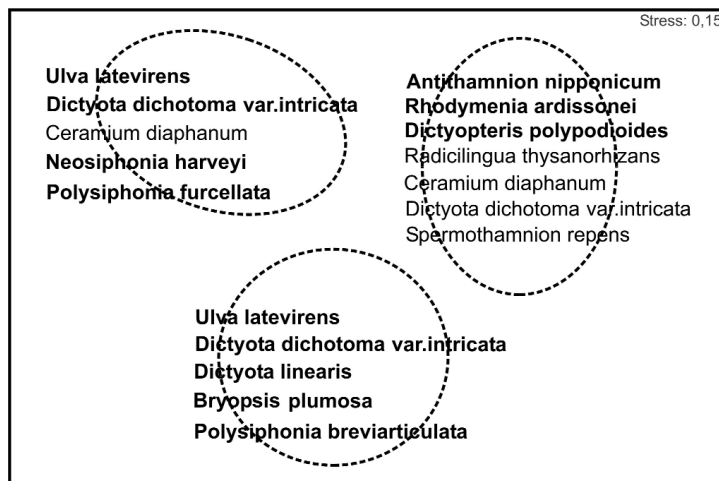


Fig. 5. Taxa significativi di ogni raggruppamento (in grassetto sono riportati quelli più rappresentativi).

caratterizzavano per elevati valori dei nutrienti (SFRISO et al., 1987; SFRISO & MARCOMINI, 1997).

Appare pertanto più ragionevole ritenere che l'incremento del numero di taxa sia dovuto ad una diversa metodologia di campionamento delle macroalghe che per la prima volta ha fatto uso di attrezzatura ARA e di quadrati di campionamento, sostituendo i prelievi qualitativi in apnea (pascolamento). Inoltre per la determinazione si sono rese disponibili chiavi tassonomiche ed una letteratura specifica aggiornata. Un simile incremento di specie è infatti già stato rilevato da CURIEL et al. (2001), quando, replicando un lavoro di SIGHEL (1938), in meno stazioni di campionamento è stato rinvenuto un numero più elevato di taxa.

Rispetto al lavoro di PIGNATTI (1962), non sono più stati rilevati 53 taxa appartenenti principalmente alle Rhodophyta (37) e secondariamente alle Ochrophyta (11); sono stati, invece, segnalati 78 nuovi taxa, ripartiti in 38 Rhodophyta, 22 Ochrophyta e 18 Chlorophyta. In generale questo confronto evidenzia una marcata riduzione di Rhodophyta e di Ochrophyta indicatrici di buona qualità delle acque (es. *Cystoseira barbata*, *Cystoseira compressa*, *Fucus virsoides*, *Sargassum hornschurchii*, *Taonia atomaria*, *Bonnemaisonia asparagoides*, *Nemalion helminthoides* o *Wrangelia penicillata*) e un significativo incremento di Chlorophyta indicatrici, invece, di condizioni eutrofiche (7 specie del genere *Cladophora* e 2 del genere *Blidingia*).

Le Ochrophyta scomparse, che appartenevano al gruppo funzionale delle erect algae, sono state sostituite da taxa appartenenti al gruppo funzionale delle turf algae (*Ectocarpus* spp., *Hinksia* spp., *Feldmania* spp.), mentre taxa appartenenti prevalentemente alle filamentous algae hanno soppiantato quelle che appartenevano alle leathery algae. Ambedue le variazioni osservate per i gruppi morfologici e funzionali indicano nel complesso una riduzione del valore ecologico della comunità, poiché si è passati da forme più complesse a forme strutturalmente più semplificate.

Rispetto al lavoro di SFRISO (1987) non sono più stati rinvenuti 44 taxa, in gran parte appartenenti alle Rhodophyta (24) e alle Chlorophyta (14), mentre ne sono stati rilevati 71 nuovi (40 Rhodophyta, 19 Ochrophyta e 12 Chlorophyta). Anche da questo confronto si registra una sensibile perdita di Rhodophyta di pregio ecologico (*Dohrniella neapolitana*, *Grateloupia cosentini*, *Phyllophora sicula*, *Hildenbrandia rubra*). Per quanto attiene ai nuovi taxa segnalati si possono individuare due tipologie, quelli già presenti in Adriatico e in Mediterraneo e quelli riconducibili alle alien species. Il ritrovamento di nuove alghe della prima tipologia, come già detto in precedenza, è da ricondurre all'impiego della nuova metodologia di campionamento (es. *Radicilingua thysanorhizans*, *Radicilingua reptans*, *Entocladia leptochaete*, *Epicladia flustrae*, *Ulvella lens*, ecc.) (CURIEL et al., 1996). Il rinvenimento di alghe riconducibili alla seconda tipologia è dovuto, invece, all'introduzione nell'area lagunare, a partire dall'inizio degli anni '90, di varie specie alloctone (*Antithamnion nipponicum*, *Bonne-maisonia ramifera*, *Grateloupia turuturu*, *Neosiphonia harveyi*, *Sargassum muticum*, *Scytosiphon dotyi* e *Codium fragile* subsp. *tomentosoides*) (CURIEL et al., 2006).

CONCLUSIONI

Lo studio ha evidenziato come nei moli foranei delle tre bocche di porto sia presente una flora macroalgale diversificata ma che, dal punto di vista floristico, risulta sostanzialmente simile nelle tre bocche di porto. L'analisi statistica ANOSIM ha infatti evidenziato come le comunità macroalgali abbiano una diversità statistica molto bassa confrontando tra loro le bocche di porto e le profondità e come risulti, invece, una diversità statistica moderata tra il lato interno ed il lato esterno dei moli.

L'analisi dei parametri strutturali ha rilevato differenze soprattutto lungo il gradiente verticale dei moli foranei per quanto riguarda il numero di taxa e l'abbondanza. Tale differenza è stata confermata anche statisticamente, poiché risulta una significativa correlazione negativa tra le profondità e il numero di taxa e il ricoprimento. Il valore elevato di R/P e la marcata riduzione di taxa fotofili già a 7-8 m di profondità confermano la presenza di fattori di disturbo che limitano lo sviluppo di una comunità algale equilibrata. Un disturbo riconducibile alle caratteristiche eutrofiche delle acque e alla limitata trasparenza indotta da particolato sospeso si evidenzia anche dall'analisi dei gruppi morfologici e funzionali. Confrontando le profondità, infatti, si notano marcate differenze nelle presenze di erect forming e foliose algae. Queste tipologie algali, abbondanti in superficie e limitate nei livelli più profondi, essendo strutturalmente più complesse ed evolute sono indici di uno stato ecologico migliore rispetto a quello caratterizzato dalle filamentose algae o dalle turf algae, più semplici strutturalmente e più competitive in presenza di fattori di stress.

Oltre all'analisi complessiva delle comunità, anche la valutazione di singole specie suggerisce l'esistenza di fattori di disturbo. La scomparsa, rispetto agli studi precedenti di PIGNATTI (1962) e SFRISO (1987), di specie che richiedono buone condizioni ecologiche e la loro sostituzione con Chlorophyta o Ochrophyta eurivalenti o di carattere eutrofico è, infatti, indice di perdita di qualità ecologica.

Bibliografia

- BOUDOURESQUE C.F., 1971. Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). *Téthys*, 3 (1): 79-104.
- CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 1995. Opere di difesa a mare. Cenni storici. *Quad. Trim.*, Anno III, n. 2-3: 7-15.
- CONSORZIO VENEZIA NUOVA, 1997. Le attività per la salvaguardia di Venezia e della sua Laguna. 36 pp.
- CORMACI M., FURNARI G., 1991. Phytobenthic communities as monitoring of the environmental conditions of the Brindisi coast-line. *Oebalia*, 17, Suppl. 1: 177-198.
- CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA M., 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., BELLEMO G., MARZOCCHI M., 1996. New records of marine algae in the lagoon of Venice. *Giorn. Bot. Ital.*, 130 (1): 352.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M., 1997. Il macrobenthos algale di superficie e di profondità dei moli foranei della laguna di Venezia. *Biol. Mar. Medit.* 4 (1): 44-50.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., IURI M., SCATTOLIN M., 1999. Benthic marine algae of the inlets of the lagoon of Venice (Northern Adriatic Sea - Italy) concerning environmental conditions. *Acta Adriatica*, 40 (1): 111-121.
- CURIEL D., BELLEMO G., IURI M., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., 2000. Qualitative minimal area of phytobenthonic communities in the lagoon of Venice. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 50: 145-154.
- CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M., 2001. Variazioni della flora bentonica macroalgale nei substrati duri della laguna di Venezia: confronto con rilievi del 1938. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 26: 71-83.
- CURIEL D., RISMONDO A., BELLEMO G., MARZOCCHI M., 2004. Macroalgal biomass and species variations in the lagoon of Venice (Italy, North Adriatic sea): 1981-1998. *Sci. Mar.*, 68 (1): 57-67.
- CURIEL, D., SFRISO A., RISMONDO A., 2006. The macrophytes alien species in the Lagoon of Venice. ECSA 41st International Congress, Venezia 15-20 October 2006.
- D'ANNA G., BADALAMENTI F., RIGGIO S., 2000. Artificial reefs in North-West Sicily: comparison and conclusions. In: Jensen A.C., Collins K.J., Lockwood A.P.M. (Eds.). *Artificial Reefs in European Seas. Kluwer Academic Publishers*.
- HURLBERT S.H., 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52: 577-586.
- MIOTTI C., CHECCHIN E., DRI C., GENTILIN S., PESSA G., RISMONDO A., CURIEL D., CECCONI G., CERASUOLO C., 2006. Biodiversità fito-zoobentonica della barriera sommersa di Pellestrina (Nord Adriatico). *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 57: 45-52.
- PIGNATTI S., 1962. Associazioni di alghe marine sulla costa veneziana. *Atti Ist. Ven. Sci. Lett. Arti*, 132: 1-134.
- SANDERS H.L., 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. *The American Naturalist*, 102: 243-282.
- SCHIFFNER C., VATOVA A., 1938. Le alghe della Laguna: Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae. In: Minio M. (ed.), *La Laguna di Venezia*. Vol. 3, 250 pp.
- SFRISO A., 1987. Flora and vertical distribution of macroalgae in the Lagoon of Venice: a comparison with previous studies. *Giorn. Bot. Ital.*, 121: 69-85.
- SFRISO A., CURIEL D., 2007. Check-list of marine seaweeds recorded in the last 20 years in the Venice lagoon and comparison with the previous records. *Bot. Mar.*, 50: 22-58.
- SFRISO A., MARCOMINI A., 1996. Decline of *Ulva* growth in the lagoon of Venice. *Biores. Technol.*, 58: 299-307.
- SFRISO A., MARCOMINI A., 1997. Macrophyte production in a shallow coastal lagoon. Part I. Coupling with physico-chemical parameters and nutrient concentrations in waters. *Mar. Environ. Res.*, 44: 351-375.
- SFRISO A., MARCOMINI A., PAVONI B., 1987. Relationship between macroalgal biomass and nutrient concentrations in a hypertrophic area of the Venice lagoon. *Mar. Environ. Res.*, 22: 297-312.
- SIGHEL A., 1938. La distribuzione stagionale e stagionale delle alghe nella laguna di Venezia. *Mem. Comit. Talass. Ital.* Officine Grafiche Ferrari. Memoria CCL. 123 pp.
- STENECK R.S., DETHIER M.N., 1994. A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos*, 69: 476-498.

Indirizzo degli autori:

Daniele Curiel e Chiara Miotti - SELC Soc. coop., Via dell'Elettricità 3/d, I-30175 Marghera-Venezia, Italia
Mara Marzocchi - Università di Padova, Dipartimento di Biologia, Via Trieste 75, I-35121 Padova, Italia

Rhodophyta	Bocca di Lido						Bocca di Malamocco						Bocca di Chioggia					
	L5	L6	L7	L8	L13	L14	M1	M2	M3	M4	M15	M18	C9	C10	C11	C12	C20	C21
<i>Aglaohammon</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aglaohammon tenuissimum</i> (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthammon cruciatum</i> (C. Agardh) Nägeli	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthammon nipponicum</i> Yamada et Inagaki	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anthammonella spirographidis</i> (Schiffner) E. M. Wollaston	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Audouinella</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bangia fuscopurpurea</i> (Dillwyn) Lyngbye	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callithamion corymbosum</i> (J. E. Smith) Lyngbye	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluzeau var. <i>robustum</i> (J. Agardh) Feldmann-Mazoyer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium ciliatum</i> (J. Ellis) Ducluzeau var. <i>ciliatum</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium diphyanum</i> (Lightfoot) Roth	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceramium virgatum</i> Roth	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondranchantus acicularis</i> (Roth) Fredericq	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondria capillaris</i> (Hudson) M. J. Wynne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondria coerulescens</i> (J. Agardh) Falkenberg	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondria dasyphylla</i> (Woodward) C. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chondrophycus papillosus</i> (C. Agardh) Garbary et Harper	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Compsohammon thuyoides</i> (J. E. Smith) Nägeli	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Corallina officinalis</i> Linnaeus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptonemia lomation</i> (A. Bertoloni) J. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dasya corymbifera</i> J. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dasya hutchinsiae</i> Harvey	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dasya ocellata</i> (Grateloup) Harvey	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dasya</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Erythrocladia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Erythrocladia rosea</i> P. J. L. Dangeard	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gastroclonium reflexum</i> (Chauvin) Kützing	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gastroclonium clavatum</i> (Roth) Ardissone	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Geldium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Graclaria bursa-pastoris</i> (S.G. Gmelin) P.C. Silva	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Graclariopsis longissima</i> (S. G. Gmelin) Steentoft et al.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tab. 1. Elenco floristico delle specie rilevate nelle 18 stazioni di campionamento.

Rhodophyta	Bocca di Lido					Bocca di Malamocco					Bocca di Chioggia						
	L5	L6	L7	L8	L13 L14	M1	M2	M3	M4	M15	M18	C9	C10	C11	C12	C20	C21
<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Grateloupia turuturu</i> Yamada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Halymenia floresii</i> (Clemente y Rubio) C. Agardh	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hydrolythion farinosum</i> (J. V. Lamouroux) D. Penrose et Y. M. Chamberlain var. farinosum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. V. Lamouroux) Foslie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lomentaria chylocladiella</i> Funk	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lomentaria claviformis</i> Ercegovic	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tab. 1. Elenco floristico delle specie rilevate nelle 18 stazioni di campionamento (segue).

Ochrophyta	Bocca di Lido						Bocca di Malamocco						Bocca di Chioggia					
	L5	L6	L7	L8	L13	L14	M1	M2	M3	M4	M15	M18	C9	C10	C11	C12	C20	C21
<i>Asperococcus ensiformis</i> (Delle Chiaje) M. J. Wynne																		
<i>Asperococcus fistulosus</i> (Hudson) Hooker																		
<i>Dictyopteris polydoides</i> (A. P. De Candolle) J. V. Lamouroux																		
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J. V. Lamouroux var. <i>intricata</i> (C. Agardh) Greville	+	+	+	+	+	+												
<i>Dictyota linearis</i> (C. Agardh) Greville	+	+	+	+	+	+												
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>arctus</i> (Kützinger) Gallardo																		
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>dasyacarpus</i> (Kuckuck) Gallardo																		
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>pygmaeus</i> (Areschoug) Gallardo	+																	
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>siliculosus</i>	+	+	+	+	+	+												
<i>Ectocarpus</i> sp.																		
<i>Feldmannia irregularis</i> (Kützinger) Hamel																		
<i>Giraudia sphacelarioides</i> Derbás et Solier																		
<i>Hincksia granulosa</i> (J. E. Smith) P. C. Silva																		
<i>Hincksia mitchelliae</i> (Harvey) P. C. Silva																		
<i>Hincksia ovata</i> (Kjellman) P. C. Silva																		
<i>Hincksia sandriana</i> (Zanardini) P. C. Silva																		
<i>Hincksia</i> sp.																		
<i>Kuckuckia spinosa</i> (Kützinger) Kormmann																		
<i>Myrionema</i> sp.																		
<i>Petalonia fascia</i> (O. F. Müller) Kuntze																		
<i>Playella littoralis</i> (Linnaeus) Kjellman																		
<i>Pseudolithoderma adriaticum</i> (Hauck) Verlaque																		
<i>Punctaria latifolia</i> Greville																		
<i>Sargassum muticum</i> (Yendo) Fensholt																		
<i>Scyosiphon dotyi</i> M. J. Wynne																		
<i>Scyosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link																		
<i>Sphacelaria cirrosa</i> (Roth) C. Agardh																		
<i>Sphacelaria rigida</i> Kützinger	+	+	+	+	+	+												
<i>Stictyosiphon adriaticum</i> Kützinger																		

Tab. 1. Elenco floristico delle specie rilevate nelle 18 stazioni di campionamento (segue).

Chlorophyta	Bocca di Lido						Bocca di Malamocco						Bocca di Chioggia					
	L5	L6	L7	L8	L13	L14	M1	M2	M3	M4	M15	M18	C9	C10	C11	C12	C20	C21
<i>Bolidia marginata</i> (J. Agardh) P. J. L. Dangeard ex Bolding	+	+	+	+	+	+												
<i>Bolidia minima</i> (Nägeli ex Kützling) Kylin																		
<i>Bolidia ramifera</i> (Bolding) Garbary et Barkhouse																		
<i>Bryopsis cupressina</i> J. V. Lamouroux var. <i>adriatica</i> (J. Agardh)	+	+	+	+	+	+												
<i>Bryopsis duplex</i> De Notaris																		
<i>Bryopsis hypnoides</i> J. V. Lamouroux																		
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	+	+	+	+	+	+												
<i>Chaetomorpha linum</i> (O. F. Müller) Kützling	+	+	+	+	+	+												
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützling																		
<i>Cladophora albida</i> (Nees) Kützling																		
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützling																		
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützling																		
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützling																		
<i>Cladophora lehmanniana</i> (Lindenbergh) Kützling																		
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützling	+	+	+	+	+	+												
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützling	+	+	+	+	+	+												
<i>Cladophora</i> sp.																		
<i>Cladophora vadorum</i> (Areschoug) Kützling																		
<i>Cladophora vagabunda</i> (Linnaeus) C. Hoek																		
<i>Codium fragile</i> (Surinagar) Hariot subsp. <i>tomentosoides</i> (Goor) P. C. Silva																		
<i>Derbesia tenuissima</i> (Moris et De Notaris) P. et H. Crouan	+	+	+	+	+	+												
<i>Entocladia leptochaete</i> (Huber) Burrows																		
<i>Entocladia viridis</i> Reinke																		
<i>Epicladia flustrae</i> Reinke																		
<i>Gayralia oxysperma</i> (Kützling) K. L. Vinogradova ex Scagel et al.																		
<i>Pedobesia simplex</i> (Meneghini ex Kützling) M. J. Wynne et Leilaert																		
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützling																		
<i>Ulotrix implexa</i> (Kützling) Kützling																		
<i>Ulva compressa</i> Linnaeus																		
<i>Ulva flexuosa</i> Wulfen																		
<i>Ulva intestinalis</i> Linnaeus																		
<i>Ulva linza</i> Linnaeus																		
<i>Ulva prolifera</i> O. F. Müller																		
<i>Ulva laetevirens</i> Areschoug																		
<i>Ulveilla lens</i> P. et H. Crouan																		

Tab. 1. Elenco floristico delle specie rilevate nelle 18 stazioni di campionamento (segue).

	Valori medi bocche di porto	Lido	Malamocco	Chioggia
Range Profondità (m)	0,5-8,0	0,5-5,0	0,5-8,0	0,5-7,0
N. taxa	41	41	44	38
Ricoprimento totale (%)	176	175	157	186
Biomassa totale (g p.s./m ²)	160	180	106	194
Rhodophyta/Phaeophyta	6,1	5,7	5,0	7,6
Indice Shannon	2,7	2,7	2,8	2,7
ES(50)	9,1	9,2	8,9	9,3

Tab. 2. Parametri strutturali medi rilevati nei moli foranei delle tre bocche di porto.

	Stazioni superficiali (0,5-2,0 m)	Stazioni intermedie (2,0-5,0 m)	Stazioni profonde (5,0-8,0 m)
Profondità (m)	0,5-2,0	3,0-4,0	5,5-8,0
N. taxa	44	39	33
Ricoprimento totale (%)	238	107	64
Biomassa totale (g p.s./m ²)	212	124	46
Rhodophyta/Phaeophyta	4,1	5,9	13,2
Indice Shannon	2,9	2,3	3,1
ES(50)	10,0	7,0	10,0

Tab. 3. Parametri strutturali rilevati nei tre livelli di profondità dei moli foranei.

	Stazioni interne	Stazioni esterne
Range Profondità (m)	0,5-8,0	1,0-3,5
N. taxa	38	47
Ricoprimento totale (%)	192	134
Biomassa totale (g p.s./m ²)	223,3	33,2
Rhodophyta/Phaeophyta	7,0	4,3
Indice Shannon	3,0	2,3
ES(50)	10,5	6,5

Tab. 4. Parametri strutturali medi rilevati nelle stazioni interne ed esterne ai moli foranei.