

Mara Marzocchi, Giorgio Bellemo, Chiara Miotti, Daniele Curiel, Mario Scattolin

LE MACROALGHE DEI SUBSTRATI DURI DEL CANAL GRANDE
(CENTRO STORICO DI VENEZIA): PRIME CONSIDERAZIONI

Riassunto. La comunità macroalgale dei substrati duri del Canal Grande, principale canale che attraversa la città, è stata studiata nella primavera e nell'autunno del 1998. Complessivamente nelle due stagioni sono stati rinvenuti 72 taxa algali, 34 Rhodophyceae, 12 Fucophyceae e 26 Chlorophyceae. I parametri indagati (numero di specie, ricoprimento specifico e totale, biomassa, rapporto Rhodophyta/Phaeophyta e indice di diversità indicano che le stazioni possono essere suddivise in due gruppi, quelle poste alle estremità del canale e quelle centrali, in accordo con gli studi idrografici che riportano nella zona centrale il partiacque. Lo studio ha inoltre permesso di segnalare due specie nuove per la flora lagunare, una delle quali, *Polysiphonia morrowii*, nuova anche per il Mediterraneo.

Abstract. *The macroalgae of hard substrata of Canal Grande (Venice): ecological comments.*

A study of phytobenthic communities of the Canal Grande has been carried out on the hard substrata from +40 cm to -100 cm (midlittoral and sublittoral zones). 72 taxa were found in the two seasons (spring and autumn), 34 Rhodophyceae, 12 Fucophyceae e 26 Chlorophyceae. Our results, in accordance with hydrological data, showed along the Canal Grande two clusters of stations, the initial-terminal stations and the central ones. Two new specimens for the algological flora of the lagoon of Venice have been found, one of which, *Polysiphonia morrowii*, is new also for Mediterranean sea.

Key words: Venice Lagoon, algae, phytobenthos.

INTRODUZIONE

Le macroalghe presenti sui substrati duri del Centro Storico e delle isole della laguna di Venezia sono state, in passato, scarsamente studiate. Gli unici contributi alla loro conoscenza sono quelli di SIGHEL (1938) che effettuò una ricerca nella città di Venezia; dello stesso

periodo sono i lavori di SCHIFFNER & VATOVA (1937) e VATOVA (1940) che presero in esame l'intera laguna e furono maggiormente interessati ai popolamenti dei substrati mobili. Solo a partire dagli anni 90' sono riprese indagini sia sulla comunità algale che zoobentonica dei canali del Centro Storico (CURIEL et al., 1998a, 1999, 2001 a, b).

In questo lavoro sono riportati i risultati di campionamenti eseguiti nella primavera ed autunno del 1998 lungo il Canal Grande, principale canale che attraversa la città. L'area di studio si caratterizza per un forte traffico di natanti ed intensa urbanizzazione. Le correnti di marea, solamente alle due estremità del canale garantiscono un buon ricambio idrico, mentre nella zona centrale, essendo l'idrodinamica limitata (COSTA et al., 1991), maggiore risulta la permanenza dei reflui urbani in sito.

Oltre al rilevamento delle specie che colonizzano il Canal Grande, il lavoro si propone, sulla base della comunità algale presente, di valutare le condizioni ambientali. Come per lo zoobenthos sessile (CEPPI et al., 1998; OCCHIPINTI et al., 1988), anche le comunità macroalgali si prestano ad evidenziare le variazioni dei parametri chimico-fisici. Esse si comportano infatti come integratori dei fattori ambientali e esprimono nella struttura dei loro popolamenti le condizioni ecologiche dell'ambiente in cui vivono; infatti la composizione qualitativa e quantitativa di un popolamento rispecchia spesso in modo preciso le corrispondenti condi-

zioni ambientali. I campionamenti sono stati condotti in comunità costituite da anni, nelle quali si possono ipotizzare condizioni di stabile equilibrio bionomico.

Le condizioni ambientali sono state indagate mediante lo studio di parametri algali strutturali, di indici biologici e di una analisi statistica degli stessi. La nomenclatura completa delle specie algali rinvenute è riportata nell'elenco floristico.

AREA DI STUDIO

Il Canal Grande, che divide in due la città di Venezia, è uno dei principali canali della città (fig. 1). Da un lato è in collegamento con il Bacino di S. Marco e dall'altro, a nord-est della città, termina nei pressi dell'isola del Tronchetto. Nel suo tratto terminale, a nord est della città, è in collegamento con i canali di Cannaregio, Scomenzera e S. Chiara.

In città la salinità varia dal 34-36‰ nelle stazioni prossime al Bacino di S. Marco, a valori di 30-32‰ in quelle terminali presso il Tronchetto. Idrodinamicamente il Canal Grande può essere suddiviso in tre settori: quello iniziale e quello terminale hanno correnti mareali superiori a 30 cm/s, ma direzioni di marea entrante ed uscente opposte, mentre quello centrale ha correnti di marea inferiori e può essere considerato zona di partiacque (CosTA et al., 1991).

Lungo le rive la profondità tra il livello medio mare e il fondale è mediamente di 1-2 m, ma in alcuni punti può essere anche inferiore al metro. La torbidità dell'acqua, valutata con disco Secchi, è 30-40 cm e la temperatura varia tra 13-16°C in primavera e 16-19°C in autunno.

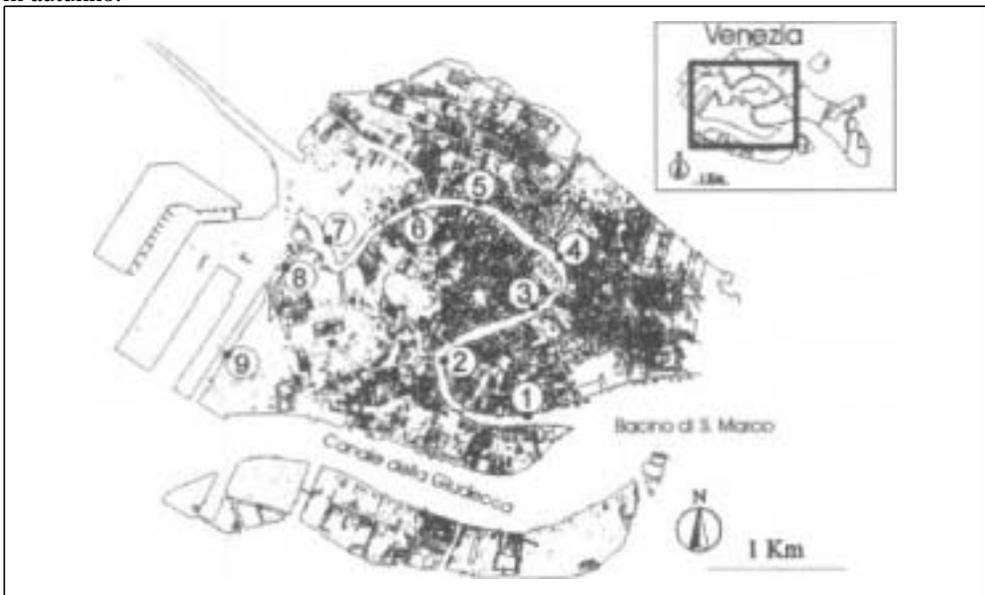


Fig. 1 - Area di studio con le 9 stazioni di campionamento.

MATERIALI E METODI

I campionamenti sono stati eseguiti in aprile e in ottobre del 1998 in nove stazioni lungo il Canal Grande, sulle fondamenta delle case che si affacciano sul canale o su altri substrati duri verticali che lo delimitano (laterizio o pietra d'Istria).

I campionamenti hanno interessato i piani mesolitorale e infralitorale del sistema fitale. In ogni stazione è stata raschiata una superficie della larghezza di 20 cm tra il livello +40 cm e -100 cm sul livello medio mare, per una superficie complessiva di 2800 cm². Non sono stati effettuati campionamenti a profondità superiori al metro o per la vicinanza al fondale fangoso che ostacola lo sviluppo della vegetazione o per la scarsa profondità del canale nei siti di campionamento. In ogni stazione la superficie campionata è stata suddivisa in subcampioni per livelli progressivi a partire dall'alto, di 20 x 20 cm. Il materiale asportato in ogni subcampionamento è stato raccolto e conservato separatamente in acqua di mare e formaldeide (4%). Lo zero mareale è stato determinato sulla base dei dati forniti dal Centro Maree di Venezia compensando gli eventuali ritardi o anticipi rispetto alla posizione del mareografo di Punta Salute.

Per ognuno dei livelli di campionamento, sono stati rilevati il numero di taxa, il ricoprimento totale (sommatoria del ricoprimento di ogni singolo taxa), la biomassa totale (g peso secco/2800 cm²), l'indice di Shannon secondo la formula modificata da BOUDOURESQUE (1971) e il rapporto Rhodophyta/Phaeophyta (R/P) utilizzato come indice sinecologico in accordo con quanto proposto da CORMACI et al., (1985). Sono stati inoltre calcolati gli indici di similarità sulla base della presenza/assenza (indice di Sorensen) e dei ricoprimenti delle singole specie (indice di Kulczynsky) (BOUDOURESQUE, 1971) che sono stati utilizzati nella cluster analysis seguendo il metodo WPGMA (SHEATH & SOKAL, 1973) per raggruppare le stazioni e sui quali è stata effettuata anche l'analisi della varianza.

L'identificazione dei principali taxa responsabili della similarità tra le stazioni è stata ottenuta con la procedura SIMPER del programma PRIMER (CLARKE & WARWICK, 1994).

RISULTATI E DISCUSSIONE

Complessivamente nelle due stagioni sono stati identificati 72 taxa algali: 61 specie, 4 varietà, e 7 taxa determinati al livello di genere per un totale di 34 Rhodophyceae (47.2%), 12 Fucophyceae (16.7%) e 26 Chlorophyceae (36.1%). Nelle due stagioni il numero dei taxa rilevato appare simile, 56 in primavera e 51 in autunno. In autunno si osserva però una considerevole riduzione di Fucophyceae e incremento delle Chlorophyceae mentre le Rhodophyceae rimangono invariate (fig. 2).

Il numero medio di taxa per stazione risulta maggiore nelle stazioni poste alle estremità del Canale, stazioni 1 e 2 con 30-31 taxa e stazioni 8 e 9 con 31-30.5 taxa, mentre il minor numero si rileva nella stazione 4 (21.5 taxa) posta nella parte intermedia del Canal Grande presso il Mercato di Rialto (Tab. 1). Tra la primavera e l'autunno il numero di taxa medio delle 9 stazioni è simile variando da 26.8 a 28.7.

Lungo il canale, il ricoprimento medio ha valori superiori al 50% nelle stazioni iniziali e terminali e i minimi sempre nella stazione 4 (18.1%). In particolare il ricoprimento medio più

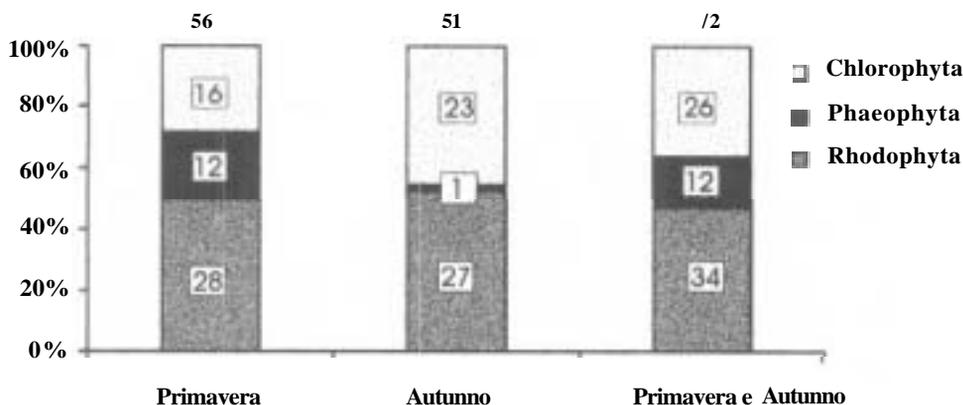


Fig. 2 - Ricchezza floristica primaverile, autunnale e totale.

elevato è stato rilevato nella stazione 1 (120%) posta in diretto collegamento con le acque provenienti dal Baciano di S. Marco. In questa stazione, in primavera il ricoprimento raggiunge il valore più elevato: in assoluto per il forte contributo dato da *Rhodomenia ardissoni* (56.9%) e *Undaria pinnatifida* (49.8%).

Tra la primavera e l'autunno, la media dei ricoprimenti delle 9 stazioni varia sensibilmente (da 69.3% a 34.1%), venendo a mancare in autunno il contributo di *Undaria pinnatifida* nella stazione 1 e 9 ma anche per riduzione di *Rhodomenia ardissoni*, *Bryopsis plumosa*, *Ulva rigida*, *Gelidium pusillum*, *Gymnogongrus griffithsiae* e *Antithamnion pectinatum*. Il minore ricoprimento autunnale risulta più accentuato nelle stazioni più esterne del canale (staz. 1 e staz. 9). L'analisi della varianza dei dati di ricoprimento totale per ogni stazione conferma una differenza statisticamente significativa ($F_{1,16} 4.49, P < 0.05$) tra il campionamento primaverile e autunnale confermando una variazione tra le due stagioni.

Anche la biomassa algale media presenta valori più elevati alle due estremità del canale (da 62.2 g p.s. nella stazione 1 a 32.9 g p.s. nella stazione 9). I valori più elevati si hanno nella stazione 1 per il forte contributo fornito dalle grandi lamine di *Undaria pinnatifida* in primavera. I valori minori si rilevano sempre; nel tratto intermedio nella stazione 4 con una media di 6.2 g. Tra le due stagioni nelle 9 stazioni non si osserva una significativa differenza della biomassa ($F_{1,16} = 4.49, P > 0.05$).

I valori medi dell'indice di diversità hanno un andamento irregolare e diverso da quello osservato per gli altri parametri, variando da un minimo di 1.6 delle stazioni 1 e 8 ad massimo di 2.1 delle stazioni 9 e 6. Nella stazione 4, l'indice di diversità medio (I.D. 2.0) risulta tra i più elevati non essendoci nessuna specie con ricoprimento molto maggiore delle altre.

L'indice di diversità complessivo delle 9 stazioni risulta superiore in primavera (I.D. medio 2.2) rispetto all'autunno (I.D. medio 1.4).

Nel confronto tra le due stagioni si può osservare che la differenza dell'indice diversità risulta più accentuata nelle stazioni iniziali e terminali del canale mentre in quelle centrali (stazioni 3, 4 e 6) i valori dell'indice sono simili (tab. 1). In generale, i bassi valori dell'indice di diver-

Tabella 1 - Valori dei parametri strutturali rilevati nelle due stagioni.

Stazioni		1	2	3	4	5	6	7	8	9	media	
N. taxa	Primavera	29	28	27	17	22	22	30	33	33	26,8	28,0
	Autunno	31	34	30	26	26	28	26	29	28	28,7	
	Media	30	31	28,5	21,5	24	25	28	31	30,5		
Ricoprimento (%)	Primavera	168	63	41	28	44	61	78	64	76	69,3	51,7
	Autunno	72	48	24	8	15	20	34	57	29	34,1	
	Media	120,0	55,3	32,3	18,1	29,6	40,4	56,3	60,5	52,6		
Biomassa g p.s./2800 cm ²	Primavera	77,0	18,0	15,0	7,0	15,0	19,0	22,0	22,0	37,0	25,8	25,2
	Autunno	47	33	18	5	11	16	22	41	29	24,7	
	Media	62,2	25,3	16,7	6,2	12,9	17,7	21,9	31,3	32,9		
I D	Primavera	1,9	2,2	2,1	2,0	2,0	2,1	2,7	2,5	2,6	2,2	1,8
	Autunno	1,3	1,1	1,8	2,0	1,4	2,1	0,7	0,7	1,6	1,4	
	Media	1,6	1,7	1,9	2,0	1,7	2,1	1,7	1,6	2,1		
RIP	Primavera	6,0	5,3	4,0	2,5	5,5	6,0	2,1	4,5	4,7	4,5	6 (56%)
	Autunno	---	---	---	---	---	---	---	---	16,0	16 (88%)	
	Media	---	---	--	---	---	---	---	---	10,4		

sità rilevati nel Canal Grande, rientrano nel range rilevato in altre aree della laguna di Venezia (CURIEL et al., 2001 a, b) e suggeriscono una situazione ambientale non in equilibrio. Si ricorda che per ambienti bilanciati del Mediterraneo il valore dell'indice è di 3.7 (BELSHER, 1977). Essendo l'indice di diversità soggetto a notevoli oscillazioni nell'arco dell'anno per uno stesso biotopo (CORMACI, 1995), considerazioni più approfondite basate tale indice richiederebbero almeno anche i rilievi estivi ed autunnali.

Il rapporto RIP è il parametro che mostra la maggiore diversità tra la primavera e l'autunno. In primavera il rapporto R/P è stato calcolato in tutte le stazioni con valori tra 2.5 e 6.0 mentre in autunno è stato calcolato solamente nella stazione 9 (R/P=16) per l'assenza di Fucophyceae nelle altre otto stazioni (88%). L'impossibilità di calcolare il rapporto R/P per la mancanza di Fucophyceae, indica condizioni ambientali alterate in quanto questi taxon scompaiono o si riducono in numero in ambienti inquinati.

Il confronto tra la flora algale primaverile ed autunnale (fig. 3) evidenzia che dei 72 taxa totali rilevati 34 risultano comuni in ambedue le stagioni, 21 sono stati rilevati solamente in primavera e 16 sono esclusivi dell'autunno.

Le specie rinvenute non costituiscono mai strutturate associazioni climax anche se varie specie caratteristiche sono presenti. L'ordine Ulvetalia Molinier 1958 è ben rappresentato dalle specie appartenenti ai generi *Ulva* ed *Enteromorpha* che presentano anche un buon ricoprimento; in autunno oltre ad *Ulva rigida* sono presenti anche *Ulva rotundata* e *Ulva curvata* in accordo con quanto già rilevato da RIZZI-LONGO & GIACCONE (1974). Gli ordini Rhodymenietalia e Cystoseiretalia risultano scarsamente strutturati e limitati in numero di specie, mentre prevalenti sono le specie a larga valenza ecologica. Essendo la fitosociologia dei popolamenti algali una scienza che si è sviluppata prevalentemente in ambienti marini e non lagunari, consistente è il numero di alghe di cui non è nota la sintaxa (fig. 4). Tra la prima-

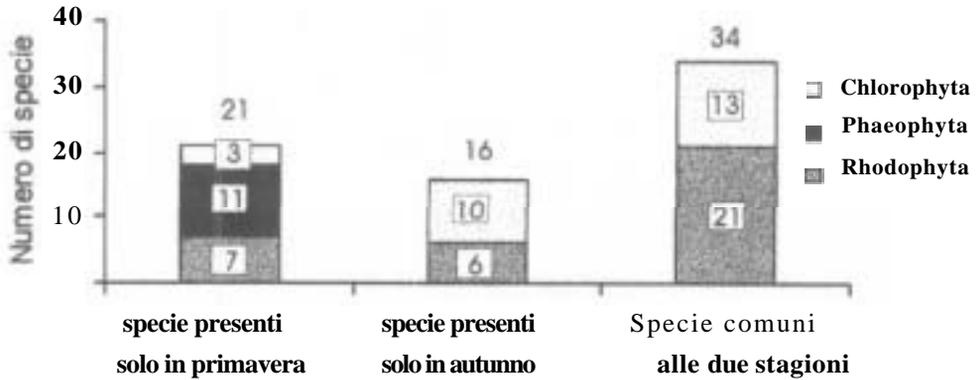


Fig. 3 - Confronto tra il numero di specie esclusive e comuni tra le due stagioni.

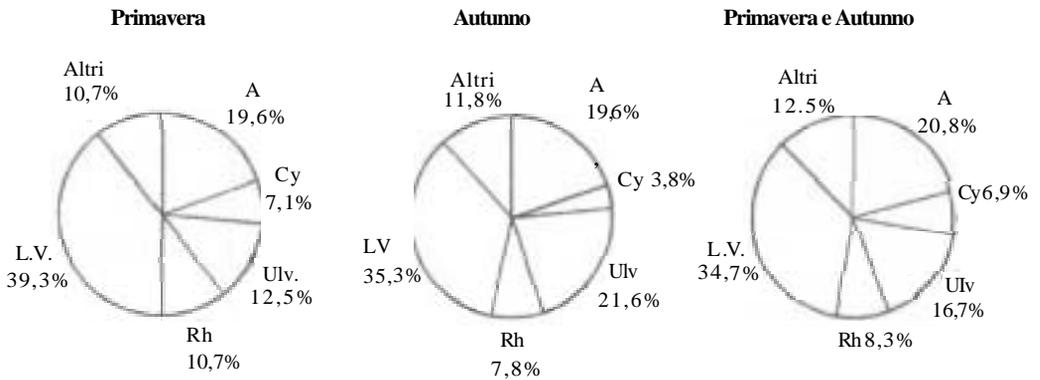


Fig. 4 - Diagrammi circolari delle sintaxa fitosociologiche (A=Acrochaetietalia, Cy=Cystosereitalia, Ulv=Ulvetalia, Rh=Rhodymenietalia, L., V.=taxa a larga valenza ecologica, Altri= taxa di cui non è nota la syntaxa).

vera e l'autunno non si notano significative variazioni della presenza relativa dei vari ordini rimanendo il loro rapporto simile. L'elevato numero di specie a larga valenza ecologica (34.7%) o appartenenti all'ordine Ulvetalia (16.7%) oltre al ridotto numero o assenza in autunno di Fucophyceae denota la presenza di condizioni ecologiche instabili e probabilmente un ambiente piuttosto degradato. Inoltre, la presenza costante, poco al disotto del livello medio mare, di *Rhodymenia ardissoni* e di specie appartenenti a questo ordine (prevalentemente sciafile), evidenziano problemi di torbidità dovuta al particolato sospeso e alla risospensione dei sedimenti causato dalle imbarcazioni a motore.

I ricoprimenti delle sintaxa fitosociologiche tra la primavera e l'autunno per stazioni (fig. 5) evidenzia che nel tratto centrale del Canale Grande prevalgono le specie eurivalenti, sia come numero di specie che come ricoprimento medio. Ciò non è dovuto ad un loro incremento,

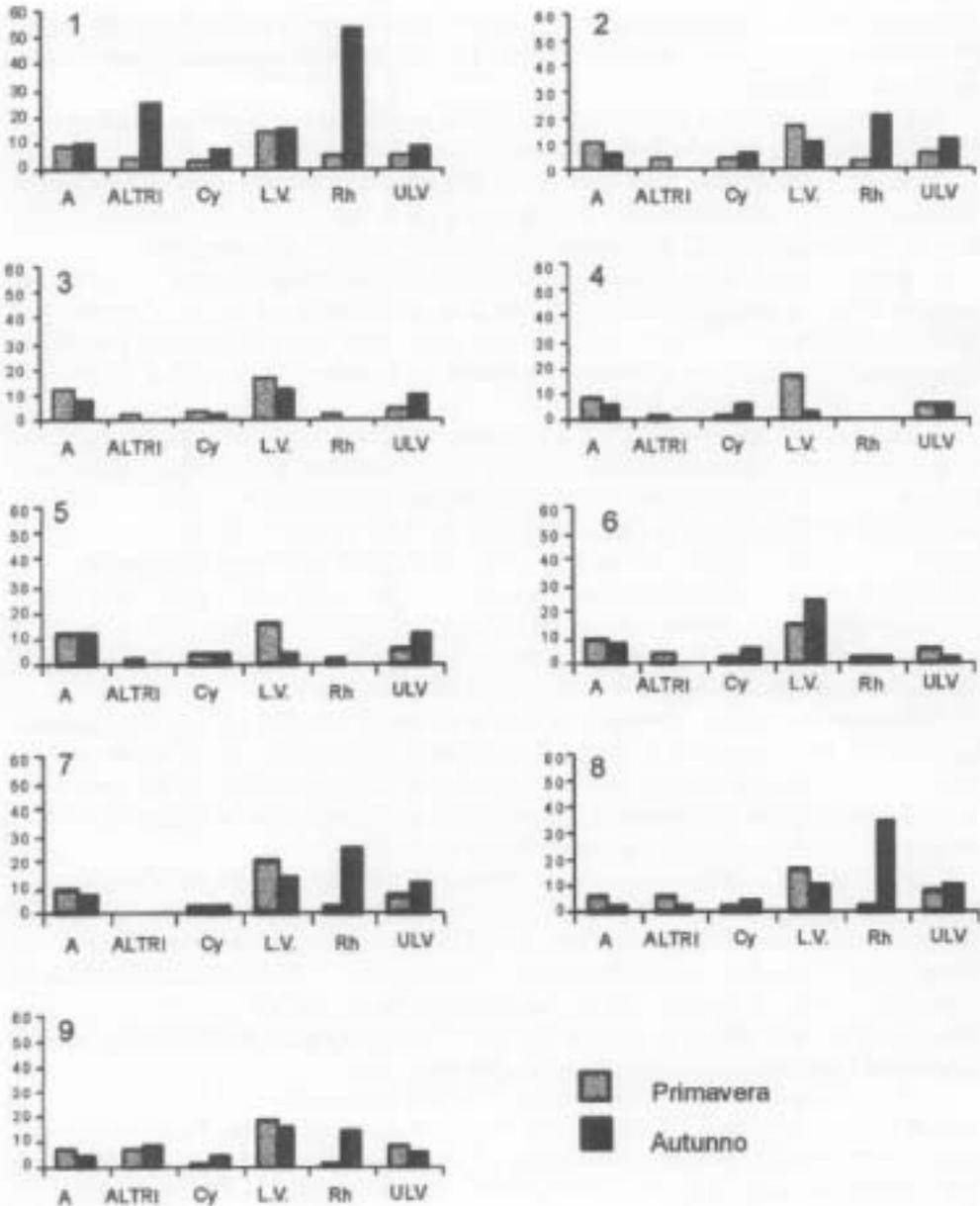


Fig. 5-Ricoprimenti stagionali per stazioni delle sintaxa fitosociologiche (A=Acrochaetietalia, Cy=Cystosereitalia, Ulv=Ulvetalia, Rh=Rhodymenietalia, L. V.=taxa a larga valenza ecologica, Altri= taxa di cui non è nota la sintaxa).

ma ad una riduzione (soprattutto del ricoprimento) delle specie appartenenti agli altri ordini (es. *Rhodymenia ardissoni*) probabilmente perché non sono altrettanto adattabili a condizioni di degrado ambientale.

Tra le specie rinvenute, significativa è la prima segnalazione della presenza in laguna di *Ulvela setchellii* e per il Mediterraneo di *Polysiphonia morrowii*.

U. setchellii, già segnalata in Adriatico, è una Chlorophyta epifita su talli laminari (*Rhodymenia ardissoni* e *Ulva rigida*). Il carattere più importante per differenziarla dalla congenere *Ulvela lens*, è la lunghezza delle cellule marginali che risultano fino a 5-7 volte maggiori.

P. morrowii è una Rhodophyta originaria delle coste del Giappone, Cina e Corea il cui carattere distintivo principale consiste nella presenza, in talli maturi, di numerosi rametti tetrasporangiali endogeni (7-8) all'ascella dei rami. Questi rami ascellari non sono presenti in nessuna specie mediterranea, mentre sono presenti, ma in numero inferiore, in *P. senticulosa* originaria anch'essa dei mari del Pacifico.

Nelle figure 6-8 sono rappresentate, per tre stazioni considerate rappresentative del Canal Grande, le ripartizioni dei taxa algali con ricoprimento superiore al 5% lungo il piano fitale (stazioni 1, 4 e 9). In generale si osserva una maggiore colonizzazione tra +20 cm e -40 cm sul l.m.m con ricoprimenti che superano anche il 100% quando il popolamento algale è disposto in più strati. Nella stazione 1 si verifica la maggiore differenza tra la primavera e l'autunno soprattutto nel ricoprimento dei singoli taxa. Lo sporofito di *U. pinnatifida*, con la sua stagionale ciclica comparsa e scomparsa (elevate coperture in primavera e nulle in autunno) e la forte interazione con il substrato tramite l'organo di attacco, influenza notevolmente la dinamica anche delle altre alghe (CURIEL et al., 1998b, 2001 a).

Nella stazione 4, dove si manifestano le caratteristiche ambientali più critiche, è comunque evidente la differenza tra le due stagioni anche se in entrambi i periodi poche sono le specie che superano il 5% di ricoprimento; i livelli più profondi risultano inoltre quasi privi di ricoprimento algale. La stazione 9 si pone in posizione intermedia tra le due precedenti, evidenziando però ancora una marcata differenza tra le due stagioni.

L'analisi statistica della similarità sia utilizzando l'indice di Sorensen che di Kulczynsky, mostra una ripartizione delle stazioni che corrisponde a quella già evidenziata dal numero di specie, ricoprimento e biomassa (figg. 9-10). Da un lato le stazioni iniziali e finali del Canal Grande e dall'altro le stazioni centrali. In primavera vi è una perfetta concordanza tra i due indici mentre in autunno, l'indice di Sorensen, meno sensibile nell'evidenziare gradienti, fornisce una differente ripartizione delle stazioni; l'indice di Kulczynsky invece, riconferma i due gruppi di stazioni viste in primavera.

Per la procedura SIMPER del programma PRIMER la similarità all'interno del gruppo di stazioni poste all'inizio e alla fine del Canal Grande in primavera è dato da *Rhodymenia ardissoni*, *Antithamnion*, *pectinatum*, *Ulva rigida* e *Gelidium pusillum* (contributo alla similarità 77%) mentre per quello delle stazioni centrali da *Porphyra leucosticta*, *Gelidium pusillum* e *Bryopsis plumosa* (contributo alla similarità 60%).

In autunno i due gruppi risultano semplificati in quanto tra le stazioni iniziali e terminali del canale 83% della similarità è data dalla sola *Rhodymenia ardissoni* mentre, in quello delle stazioni centrali del canale, *U. rigida*, *Gymnogongrus griffithsiae* e *Gelidium spatulatum* contribuiscono al 82% della similarità.

Stazione 1					
Primavera			Autunno		
	n. taxa totale	Ricoprimento totale		n taxa totale	Ricoprimento totale
+40 cm			+40 cm		
Gelidium pusillum	13	32%	Gelidium spatulatum	15	53%
Ulva rigida			Ulva rigida		
+20 cm			+20 cm		
Ceramium rubrum	22	160%	Gelidium spatulatum	21	81%
Gelidium pusillum			Gymnogongrus griffithsiae		
Gelidium spatulatum			Rhodomenia ardissonaei		
Porphyra leucosticta			Ulva rigida		
Rhodomenia ardissonaei			0 cm		
Ulva rigida	Antithamnion pectinatum	20	108%		
0 cm	Rhodomenia ardissonaei				
Antithamnion cruciatum	21	200%	Ulva rigida	11	56%
Antithamnion pectinatum			-20 cm		
Gelidium pusillum			Antithamnion pectinatum		
Gelidium spatulatum			Rhodomenia ardissonaei		
Porphyra leucosticta			-40 cm		
Rhodomenia ardissonaei	Rhodomenia ardissonaei	17	72%		
Undaria pinnatifida	-60 cm	16	77%		
-20 cm	Polysiphonia mottei				
Antithamnion cruciatum	Rhodomenia ardissonaei	12	58%		
Antithamnion pectinatum	-80 cm				
Gelidium spatulatum	Rhodomenia ardissonaei	17	168%		
Polysiphonia elongata	-100 cm				
Porphyra leucosticta					
Rhodomenia ardissonaei					
Undaria pinnatifida					
-40 cm					
Antithamnion cruciatum	11	183%			
Antithamnion pectinatum					
Gracilaria verrucosa					
Grateloupia filicina					
Rhodomenia ardissonaei					
Undaria pinnatifida	-60 cm				
Antithamnion cruciatum		175%			
Antithamnion pectinatum					
Gelidium spatulatum					
Rhodomenia ardissonaei					
Undaria pinnatifida			-80 cm		
Rhodomenia ardissonaei		191%			
Undaria pinnatifida			-100 cm		

Fig. 6 - Stazione 1: taxa algali con ricoprimento maggiore del 5% lungo il piano fitale. È riportato inoltre il numero di taxa e il ricoprimento totale per ogni livello.

Primavera		Stazione 4				Autunno	
		n. taxa totale	Ricopri-mento totale	n. taxa totale	Ricopri-mento totale		
+40 cm				+40 cm			
Enteromorpha intestinalis				Ulva rigida	13	10%	
Ulva rigida		7	36%	+20 cm			
+20 cm				Gelidium pusillum	17	15%	
				0 cm			
Blidingia ninima				Cladophora hutchinsiae	19	19%	
Gelidium pusillum				-20 cm			
Enteromorpha intestinalis		11	57%	Cladophora hutchinsiae	9	7%	
0 cm				-40 cm			
Gelidium pusillum							
Cladophora coelothrix		13	41%		8	2%	
-20 cm				-60 cm			
Bryopsis plumosa		8	29%		6	1%	
-40 cm				-80 cm			
Bryopsis plumosa		10	28%		7	<1%	
-60 cm				-100 cm			
		7	6%				
-80 cm							
		5	2%				
-100 cm							

Fig. 7 - Stazione 4: taxa algali con ricoprimento maggiore del 5% lungo il piano fitale. È riportato inoltre il numero di taxa e il ricoprimento totale per ogni livello.

CONCLUSIONI

Il fitobenthos del Canal Grande come rilevato in altre aree della laguna presenta una struttura semplificata con la predominanza dei taxa eurivalenti.

L'abbondanza di Ulvales, la presenza di *Rhododymenia ardissonae* appena al di sotto del medio mare e la limitata presenza di alghe brune, sono segnali di condizioni ambientali alterate. I valori degli indici di diversità (relativamente bassi e l'impossibilità di determinare in molte stazioni il rapporto R/P in autunno, confermano il disequilibrio ambientale presente in quest'area. Tra le due stagioni, la struttura della comunità algale del canale varia soprattutto per numero di specie e ricoprimento mentre è stabile per biomassa. Per quest'ultimo parametro fa eccezione la stazione 1 dove la presenza o l'assenza di *Undaria* determina una marcata differenza nelle due stagioni.

La ripartizione delle stazioni in due gruppi, quelle iniziali-terminali e quelle centrali del Canal Grande, come mostrano i parametri esaminati (numero di taxa, ricoprimento, biomassa) e la cluster analysis, è in accordo con la distribuzione dei flussi mareali. Le correnti di marea presenti ai due lati del canale, anche se con direzioni diverse, favoriscono la vivificazione delle acque e l'allontanamento dei reflui urbani. Il tratto centrale del canale si comporta invece come un partiacque, con scarso apporto di acque provenienti dall'area portuale e conseguente ristagno dei reflui urbani ed elevata torbidità che si riflette nel popolamento algale.

Lungo il piano fitale, la maggiore colonizzazione, sia per numero di specie sia per ricoprimento, si ha nei livelli centrali tra +20 cm e -40 cm, mentre più in profondità si riduce e

Primavera	Stazione 9				
			Autunno		
+40 cm	n taxa totale	Ricoprimento totale	+40 cm	n. taxa totale	Ricoprimento totale
Blidingia ninima			Ulva curvata	15	53%
Enteromorpha intestinalis			+20 cm		
Ulva rigida	5	56%		21	81%
+20 cm					
Blidingia ninima			Ulva rigida	20	108%
Enteromorpha intestinalis			-20 cm		
Ulva rigida	8	79%	Rhodymenia ardissonaei	17	72%
0cm					
Antithamnion pectinatum			Rhodymenia ardissonaei	11	56%
Blidingia ninima			-60 cm		
Enteromorpha intestinalis			Rhodymenia ardissonaei	16	77%
Gelidium pusillum			-80 cm		
Rhodymenia ardissonaei			Rhodymenia ardissonaei	12	58%
Ulva rigida	17	97%	-100 cm		
-20 cm					
Ectocarpus siliculosus					
Hincksia sandriana					
Rhodymenia ardissonaei	17	98%			
-40 cm					
Bryopsis plumosa					
Hincksia sandriana					
Petalonia fascia	16	105%			
-60 cm					
Hincksia sandriana					
Porphyra leucosticta					
Rhodymenia ardissonaei	13	6 %			
-80 cm					
Rhodymenia ardissonaei	15	53%			
-100 cm					

Fig. 8 - Stazione 9: taxa algali con ricoprimento maggiore del 5% lungo il piano fitale. È riportato inoltre il numero di taxa e il ricoprimento totale per ogni livello.

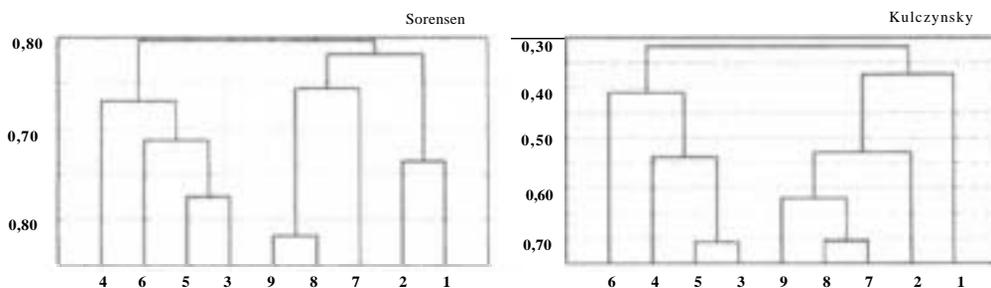


Fig. 9 - Dendrogramma di similarità tra le stazioni in primavera (indici di Sorensen e Kulczynsky).

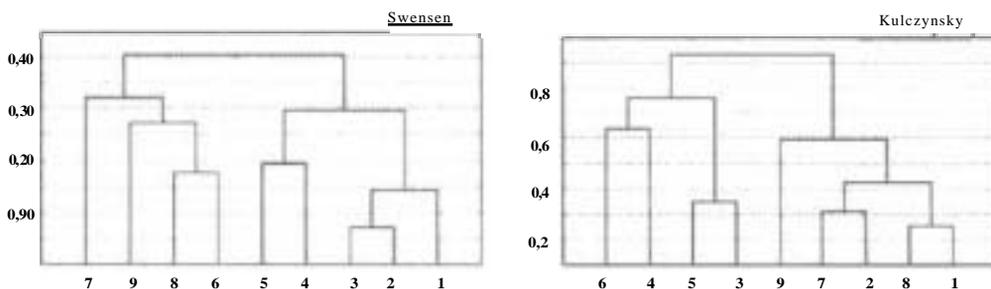


Fig. 10 - Dendrogramma di similarità tra le stazioni in autunno (indici di Sorensen e Kulczynsky).

RINGRAZIAMENTI

Gli autori ringraziano il Sig. G. Parisi per il fondamentale supporto logistico durante la fase di campionamento.

Bibliografia

- BELLEMOG., CUIEL D., MARZOCCHI M., IURI M., PAVAN M., VECCHIATO N., SCATTOLIN M., 1999 - Aggiornamento di nuove specie algali per la laguna di Venezia. *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.* 24: 55-66.
- BELSHER T., 1977 - Analyses des repercussions de pollutions urbaines sur les macrophytobenthos de Méditerranée (Marseille, Port-Vendres, Port-Cros). Thèse Doct. Univ. marseille Luminy: 128 pp.
- BOUDOURESQUE C. F., 1971 - Méthodes d'étude qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phyto benthos). *Téthys*, 3 (1): 79-104.
- CEPPI S., OcCHIPINTI A. A., SCONFIETTI R., 1998 - Comunità bentoniche pioniere e paraclimatiche in laguna di Venezia: strutture e dinamiche a confronto. XIII Convegno Gruppo di Ecologia di Base "G. Gadio". Venezia. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 48 (supplemento): 251-259.
- CLARKE K.R., WARWICK R.M., 1994 - Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. *Natural Environment Research Council, UK*, 144 pp.
- CORMACI M., FURNARI G., GIACCONE G., COLONNA M., MANNING A.M., 1985 - Metodo sinecologico per la valutazione degli apporti inquinanti nella rada di Augusta (Siracusa). *Boll. Acc. Gioena Sci. Nat.*, 18: 829-850.

- CORMACI M., 1995 - Struttura e periodismo dei popolamenti a *Cystoseira* (Fucophyceae, Fucales) del Mediterraneo. *Giorn. Bot. Ital.*, 129: 357-366.
- COSTA F., RUGGERI R., SALVIATI F., SIMONATO F., ZONTA R., 1991 - Misure correntometriche in Canal Grande. *Comune di Venezia - Consiglio Nazionale delle Ricerche*. Venezia, 53 pp.
- CURIEL D., RISMONDO A., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., 1998 a - Variazioni strutturali nella comunità fouling dei canali della laguna di Venezia (Centro Storico e isole). *Lav. Soc. Ven. Sc. Nat.*, 23: 25-36.
- CURIEL D., BELLEMO G., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., PARISI G., 1998 b - Distribution of the introduced Japanese macroalgae *Undaria pinnatifida*, *Sargassum muticum* (Phaeophyta) and *Antithamnion pectinatum* (Rhodophyta) in Venice lagoon. *Hydrobiologia*, 385: 17-22.
- CURIEL D., RISMONDO A., MARZOCCHI M., SCATTOLIN M., 1999 - Comunità bentoniche di substrato duro del centro storico Veneziano. *Aqua Aria*, 7: 83-88.
- CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M., 2001 a - Variazioni della flora bentonica macroalgale nei substrati duri della laguna di Venezia: confronto con rilievi del 1938. *Lac Soc. Ven. Sc. Nat.*, 26: 71-83. CURIEL D., BELLEMO G., SCATTOLIN M., MARZOCCHI M., 2001 b - Le macroalghe dei substrati duri della laguna di Venezia: analisi di un gradiente ecologico tra il mare e la terraferma. *Boll. Mus. civ. St. Nat. Venezia*, 51: 11-30. OCCHIPINTIA A., SCONFETTI R., MORRI C., BIANCHI C.N., 1988 - Ricerche sulla zonazione spatio-temporale dell'epifauna sessile nel settore centrale della laguna veneta. *Boll. Mus. St. nat. Venezia*, 38: 155-173
- REZZI-LONGO L., GIACCONE G., 1974 - Le Ulvales e la vegetazione nitrofila dei mediterraneo. *Quad. Lab. Tecnol. Pesca*, 2°, 1: 1-62.
- SCHIFFNER V. & VATOVAA., 1937 - Le alghe della Laguna: Chlorophyceae, Phaeophyceae, Rhodophyceae, Myxophyceae. In: (M. Minio, ed.) *La Laguna di Venezia*. Vol. 3. 250 pp.
- SIGHEL A., 1938 - La distribuzione stazionale e stagionale delle alghe nella Laguna di Venezia. *Meni. Comic. Talass. Ital.* 250, 123 pp.
- SNEATH P.H.A., SOKAL R.R., 1973 - Numerical taxonomy. *W.H. Freeman and C. S. Francisco*, 573 pp.
- VATOVAA., 1940 - Distribuzione geografica delle alghe della laguna di Venezia e fattori che la determinano. *Thalassia*, 4: 1-37.

Indirizzi degli autori:

Mara Marzocchi, Giorgio Bellemo, Chiara Miotti, Daniele Curiel: Dipartimento di Biologia, Università di Padova, Via Trieste 75, 35121 Padova.

Mario Scattolin: Assessorato all'Ecologia, Comune di Venezia, S. Marco 4136, 30124 Venezia.

ELENCO FLORISTICO

	Primavera	Autunno
Rhodophyceae		
<i>Aglaothamnion</i> sp.	x	x
<i>Antithamnion cruciatum</i> (C. Agardh) Nâgeli	x	x
<i>Antithamnion pectinatum</i> (Montagne) Brauner ex Athanasiadis et Tittley	x	x
<i>Antithamnionella spirographidis</i> (Schiffner) E. I.VI. Wollaston	x	x
<i>Audouinella microscopica</i> (Nâgeli ex Kützing) Woelkerling		x
<i>Audouinella secundata</i> (Lyngbye) P. S. Dixon		x
<i>Audouinella virgatula</i> (Harvey) P. S. Dixon		x
<i>Audouinella</i> sp.	x	
<i>Ban gia atropurpurea</i> (Roth) C. Agardh	x	x
<i>Callithamnion corymbosum</i> (J. E. Smith) Lyngbye	x	x
<i>Ceramium rubrum</i> (Hudson) C. Agardh	x	x
<i>Corallina elongata</i> J. Ellis et Solander	x	x
<i>Erythrocladia irregularis</i> Rosenvinge		x
<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh	x	
<i>Gelidium pusillum</i> (Stackhouse) Le Jolis	x	x
<i>Gelidium spathulatum</i> (Kützing) Bornet	x	x
<i>Gracilariopsis longissima</i> (S. G. Gmelin) Steenl:oft <i>et al.</i>	x	x
<i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) M. Howe		x
<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamouroux) C. Agardh	x	
<i>Gymnogongrus griffithsiae</i> (Turner) Martius	x	x
<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerfelt) Meneghini	x	x
<i>Hydrolithon farinosum</i> (J.V. Lamouroux) Penrose et Y.M. Chamberlain	x	x
<i>Lithophyllum pustulatum</i> (J. V. Lamouroux) Foslie	x	x
<i>Polysiphonia breviarticulata</i> (C. Agardh) Zanardini	x	
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillwyn) Greville	x	x
<i>Polysiphonia elongata</i> (Hudson) Sprengel	x	
<i>Polysiphonia harvey</i> Bailey	x	
<i>Polysiphonia morrowi</i> Harvey	x	x
<i>Polysiphonia mattei</i> Lauret	x	x
<i>Polysiphonia stricta</i> (Dillwyn) Greville	x	
<i>Polysiphonia</i> sp. (Oligosiphonia)	x	
<i>Porphyra leucosticta</i> Thuret in Le Jolis	x	x
<i>Rhodymenia ardissoni</i> Feldmann	x	x
<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K. M. Drew		x
Fucophyceae		
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillw.) Lyngb. var. <i>pygmaeus</i> (Areschoug) Gallardo	x	
<i>Ectocarpus siliculosus</i> (Dillwyn) Lyngbye var. <i>siliculosus</i>	x	
<i>Hincksia sandriana</i> (Zanardini) P. C. Silva	x	
<i>Hincksia</i> sp.	x	
<i>Petalonia fascia</i> (O. F. Müller) Kuntze	x	
<i>Protectocarpus specinus</i> (Boergesen) Kornmann	x	x
<i>Pseudolithoderma adriaticum</i> (Hauck) Verlaque	x	
<i>Punctaria latifolia</i> Greville	x	

ELENCO FLORISTICO (*segue*)

	Primavera	Autunno
<i>Scytosiphon dotyi</i> m. J. Wynne	x	
<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngbye) Link	x	
<i>Sorocarpus</i> sp.	x	
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar	x	
Chlorophyceae	Primavera	Autunno
<i>Blidingia minima</i> (Nägeli ex Kützing) Kylin	x	x
<i>Blidingia minima</i> (Bliding) Garbary et Barkhouse	x	x
<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	x	x
<i>Chaetomorpha linum</i> (O. F. Müller) Kützing	X	X
<i>Cladophora coelothrix</i> Kützing	x	x
<i>Cladophora dalmatica</i> Kützing	x	
<i>Cladophora hutchinsiae</i> (Dillwyn) Kützing		x
<i>Cladophora laetevirens</i> (Dillwyn) Kützing		x
<i>Cladophora rupestris</i> (Linnaeus) Kützing	x	x
<i>Cladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	x	x
<i>Cladophora</i> sp.	X	
<i>Enteromorpha flexuosa</i> (Wulfen) J. Agardh	X	X
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Linnaeus) Nees	x	x
<i>Enteromorpha linza</i> (Linnaeus) J. Agardh		x
<i>Enteromorpha prolifera</i> (O. F. Mailer) J. Agardh	x	x
<i>Enteromorpha</i> sp.		x
<i>Entocladia viridis</i> Reinke	x	x
<i>Gayralia oxysperma</i> (Kützing) K.L. Vinogradova ex Scagel et al.		x
<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Höhnelt ex Marchewianka		x
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing		x
<i>Ulotrix implexa</i> (Kützing) Kützing	x	
<i>Ulva curvata</i> (Kützing) De Toni		x
<i>Ulva rigida</i> C. Agardh (= <i>Ulva laetevirens</i> Areschouh)	x	x
<i>Ulva rotundata</i> Bliding		x
<i>Ulvella lens</i> P. L. et H. M. Crouan	x	x
<i>Ulvella setchellii</i> Dangeard		x